UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DAS LICHT UND DIE FARBEN

DR. ARNOLD BRASS

1. TEIL

MIT 70 ABBILDUNGEN

OSTERWIECK/HARZ, VERLAG VON A. W. ZICKFELDT, 1906

Inhaltsverzeichnis

Vorwort. 3
ALLGEMEINES ÜBER LICHT UND FARBEN. 5
Einleitung. 5
A. Allgemeines über die Sonne als Kraftspenderin. 9
B. Allgemeines über Licht und Schatten. 21
I. Das Licht. 21
II. Der Schatten. 28
C. Die Ablenkung des Lichtes am Rande durchscheinender oder undurchsichtiger Flächen. 34
III. Die Entstehung der sogenannten Beugungsstreifen. 62
Die Ableitung der Kurven und Eckfiguren. 66
Die Schatten gleichgerichteter Flächen. 75
Die Schatten gegeneinander gekehrter Flächen. 80
Die Schatten hintereinander liegender, schräg gerichteter Flächen. 82
IV. Das Auftreten von Farben an den Schattengrenzen. 84
Die Farben bei direktem Sehen. 95
D. Die Brechung des Lichtes. 99
I. Allgemeines über die Brechung des Lichtes. 100
II. Die Spiegelung (Reflexion) und Brechung (Refraktion) des Lichtes. 112
III. Der Gang des Lichtes im Prisma. 118
IV. Spiegelung und Brechung an gebogenen Flächen. 132
V. Die Randwirkung bei einer Konvex-Linse. 140
VI. Abbildungsvermögen durch Randwirkung. 144
Tafel I. 151
Tafel II. 154
Tafel III. 156
Tafel IV. 158
Tafel V. 160
Tafel VI. 162

Vorwort.

wenn ich es mit den nachfolgenden Darstellungen unternehme, die Resultate wissenschaftlicher Untersuchungen über den Einfluss, welchen die von der Sonne ausgehenden Kräfte auf die irdischen Stoffe ausüben und über die Umwandlung in Licht, Wärme u. s. w., welche diese Kräfte dabei erfahren, sofort weiteren Kreisen zugänglich zu machen, so mag das befremdlich erscheinen. Wird das Gebotene aber genauer betrachtet, so werde ich hoffentlich schnell verstanden werden. Wer über jene Vorgänge in der Natur berichtet, welche den Grund für alles Werden und Vergehen an der Oberfläche unserer Erde abgeben, der kann auch sicher sein, dass er bei den meisten Gebildeten auf Verständnis und Teilnahme stösst.

Auf dem Gebiete der Optik haben, ebenso wie auf dem der Elektrizität und der Astronomie, nicht allein Fachgelehrte günstige Resultate zu erzielen vermocht, sondern die Lehre vom Lichte und von den Farben hat denkende Menschen von jeher gefesselt, ebenso wie heute die Elektrizität nicht ausschliesslich in den Arbeitsräumen der Hochschulen erforscht wird, sondern - zum Segen für die Wissenschaft und Menschheit - seitens weitester Kreise Beachtung und Bearbeitung erfährt. Was wären wir auf diesem Gebiete, was wären wir auf dem der wissenschaftlichen Optik und Astronomie ohne die tätige Hilfe zahlreicher ernster Mitarbeiter aus nicht streng akademischen Kreisen? James Watt, Herschel, Fraunhofer, Faraday und zahlreiche andere waren Laien, welche einzig und allein durch erfolgreiches Streben nach Erkenntnis in die Reihen der namhaftesten Forscher einrückten.

Von unseren Volks- und Bürgerschulen ist aber trotzdem die Physik fast ganz ferngeblieben; es fehlen die Mittel zur Beschaffung eines Instrumentariums. Seit Jahren arbeite ich daran, eins in der billigsten und doch ausreichenden Form einem jeden Lehrer in die Hände geben zu können. Ich hoffe auch dieses Ziel zu erreichen! Durch die nachstehend angegebenen Versuche, welche nur das von einem jeden zu Beobachtende zusammenfassen, wird vielen ein erfolgreich zu bearbeitendes Gebiet erschlossen, auf welchem auch mit den einfachsten Mitteln befriedigende Ergebnisse zu erzielen sind; leicht findet hier jeder Lehrer Stoff für eigene Arbeiten und für Lehrzwecke.

In Ärztekreisen wird man den Mitteilungen Beachtung schenken müssen, denn aus physiologischen Arbeiten gingen sie hervor und mit physiologischen Betrachtungen werden sie auch abgeschlossen. Die Hochschulen können die mitgeteilten Tatsachen, welche in gesonderten Arbeiten noch experimentell und mathematisch erweitert werden, auf manch einem Gebiete nutzbar verwerten. Den Studierenden der Naturwissenschaften und der technischen Fächer biete ich Neues, woraus sie bei späteren Arbeiten Nutzen zu ziehen vermögen. Die Experimente sind eben so einfach, so leicht auf ihre Richtigkeit hin zu prüfen und so wenig mit Hypothesen verknüpft, dass ich mir bereits Freunde unter ehemaligen Gegnern erwarb; die Versuchsergebnisse sind aber an den wichtigsten Stellen durchaus neu und hier zum ersten Male von mir im Zusammenhange mitgeteilt worden.

Heute treten mehr denn je Gebildete hervor, welche sich mit astronomischen und physikalischen Beobachtungen befassen. Unter den praktischen Optikern und Photographen sind zahlreiche, welche durch ihre Publikationen zeigen, wie ernst sie auf Fortschritt bedacht sind und wie verständnisvoll sie der Wissenschaft folgen. Das

gleiche gilt für einen ganz erheblichen Teil der Liebhaber der Lichtbildkunst, für welche der Sport der Anfang zu ernstem Weiterarbeiten wurde. Diesen allen wird das von mir Gebotene manches Rätsel lösen, manches verständlicher erscheinen lassen. Dass dem so ist, ersehe ich aus direktem Verkehr und aus schriftlichen Anfragen auf Zeitschriftaufsätze hin.

Die dem ersten Teile auf besonderen Blättern angereihten Abbildungen sollten in den Text gedruckt werden. Schon die Herstellung genügender Druckstöcke war unseren besten Anstalten unmöglich; beim Druck gingen weitere Einzelheiten verloren, und auch die gegebenen Drucke zeigen nicht das, was die Natur selbst dem beobachtenden Auge offenbart. Die zugehörigen Versuche sind aber so leicht auszuführen, dass jeder durch direkte Beobachtungen das zu ergänzen vermag, was die Abbildungen nicht zu zeigen vermögen. Die Tafeln zum zweiten Teil sind von Anfang an als solche peinlich genau ausgeführt worden, genügen also allen Ansprüchen.
Der Verlagsbuchhandlung sage ich auch an dieser Stelle herzlichen Dank für das Vertrauen, welches sie dieser Arbeit entgegenbrachte und für die Sorgfalt, welche sie auf die Wiedergabe des von mir Gebotenen verwandte.

Weimar, im Oktober 1905.

Der Verfasser.

ALLGEMEINES ÜBER LICHT UND FARBEN.

Einleitung.

Mag der menschliche Körper auch mit demjenigen der Tiere den gleichen Aufbau aus Organen, Geweben, Zellen u. s. w. zeigen, scheint es uns auch ganz unmöglich zu sein mehr denn stufenweise Unterschiede in der Entwicklung und in der Tätigkeit der Organe der Pflanzen und Tiere feststellen zu können, so müssen wir doch bedingungslos zugestehen, dass zwischen dem Geistesleben der Tiere und dem des Menschen eine unüberbrückbare Kluft vorhanden ist.

Uns ist das Streben eigen: alle Vorgänge in der Aussenwelt und in uns selbst erkennen und ergründen zu wollen. Dem Tiere fehlt dieses Streben nach Erkenntnis. Auch die am tiefsten stehenden Menschenrassen suchen den Grund zu dem Werden und Vergehen in der Natur in der Tätigkeit höher stehender Wesen, mit denen auf irgend eine Weise eine Verbindung zu erstreben sei. Diese Unterordnung unter ein mit Sinnen nicht wahrnehmbares Höheres fehlt dem Tiere vollkommen; wir haben es wenigstens bis zur Stunde - trotz eifrigsten Forschens - nicht vermocht, irgend eine Handlungsweise eines Tieres ähnlich so auslegen zu können, wie den primitivsten Götzendienst der niedrigststehenden Wilden. Gewiss, das Tier beobachtet und prüft alle Vorgänge in seiner Umgebung; oft geschieht dies in einer uns unbegreiflich weitgehenden Weise. Ein Hund oder ein Elefant und noch mehr ein hoch stehender Affe verarbeiten die gesammelten Erfahrungen oft überaus schnell und sicher zu durchaus korrekten Schlüssen. Ein Hühnchen von wenigen Tagen, ein junger Fuchs u. s. w. überragen an Selbständigkeit des Überlegens und Handelns ein Jahre altes Kind, aber niemals werden diese höchsten Tiere dazu gelangen die einfache Folgerung zu ziehen, dass es außer ihnen noch ein Höheres geben könne, das nicht gefühlt, gesehen, gerochen oder gehört werden kann, niemals wird wohl ein Tier den Schluss bilden, dass es selbst nur ein winziger Teil der Gesamtheit sein könne.

Der Philosoph und der philosophierende Naturforscher pflegen zu sagen: das Geistesleben des Tieres ist dem eines Kindes vergleichbar. Der Satz hat eine gewisse Berechtigung; er wird aber erst dann richtig sein, wenn wir hinzufügen, dass das Geistesleben eines Tieres einen schnellen Abschluss findet, während im Kinde - auch in dem des rohesten Wilden - nur dasjenige schlummert, was sich erst in späteren Jahren voll zu entfalten und selbst im Greisenalter noch köstliche Früchte zu zeitigen vermag.

Der Mensch fühlt, dass er der Einwirkung unfassbarer Gewalten unterworfen ist, er sucht diese zu begreifen und so weit als möglich zu beherrschen. Dieses Abhängigkeitsgefühl und dieser Trieb, die letzten Gründe alles Geschehens erkennen zu wollen, ließen ihn in jeder Art geistiger Entwicklung immer weiter schreiten, sie führten ihn dazu, sich mit seinesgleichen zu Gemeinwesen zu verbinden; dadurch entstanden die Staaten mit ihren mannigfachen inneren Einrichtungen, so entstanden Handel und Industrie, Kunst und Wissenschaft, so bildeten sich aus den Völkerseelen die Religionen heraus, Glaube, Aberglaube und Unglaube. Der Mensch wähnte schliesslich, dass er das Ziel sei, welches sich der Bildungstrieb eines Schöpfers gesetzt haben sollte; er hielt und hält sich zum Teil noch für die Krone der Schöpfung. Diese Überhebung führt uns täglich, stündlich zu weiteren Überhebungen und Trugschlüssen, und nur der ruhige Verstand, eine grobe Menge gesammelter Erfahrungen und eine zielbewusste Energie vermögen solchen

Grössenwahn in die nötigen Grenzen einzuschränken, aber doch nicht zu verhindern, dass ein jeder Partei ergreift und sich und seine Parteigenossen auf dem Wege zur absoluten Wahrheit glaubt. So finden wir Parteien in den staatlichen und gesellschaftlichen Einrichtungen jeder Art; wir haben sowohl politische und kirchliche, als auch solche in Kunst und Wissenschaft, wir finden sie im elendesten Dorfe wie in den Gemeinschaften hervorragender Männer, denen die Pflege idealster Bestrebungen anvertraut ist.

In der Gesamtheit von Individuen, welche einen Staat oder ein einfacheres Gemeinwesen bilden, konzentriert sich das Streben, die Außenwelt in ihren Beziehungen zum Einzelnen ergründen zu wollen, zumeist in einigen wenigen Männern, die dann als Denker und Dichter, als Forscher, Ärzte, Priester oder Staatsmänner das Empfinden und Handeln Aller zu beeinflussen trachten und oft das Schicksal eines Volkes oder gar das von Völkern bestimmen und leiten. Moses war beispielsweise hervorragend als Naturforscher und Arzt und deswegen doppelt erfolgreich als Gesetzgeber und Religionsstifter. Muhamed, Ignaz v. Loyola, Gregor VII., Bismarck u. a. waren hervorragende Psychologen, welche in den Seelen der Einzelnen und der Völker zu lesen verstanden. Viele haben sich vor der Geistesmacht dieser Gewaltigen gebeugt, aber geliebt werden solche Naturen nicht, sie können uns wohl zu Ratgebern, aber nie zu vertrauten Freunden werden.

Ganz anders stehen uns jene wenigen Männer gegenüber, die mit dem Vermögen, die Geschehnisse in der Natur tiefgehend ergründen zu können, auch die Gabe verbanden, in des Menschen Seele alle Regungen aufdecken und in gefälliger Form mitteilen zu können, jene Unsterblichen unter den Dichtern, ein Sophokles, Shakespeare, Goethe u. a. Wir bewundern solche Geistesgewaltige nicht, sondern wir schätzen sie wie vertraute Freunde. Indem sie die verborgensten Winkel des menschlichen Seelenlebens erhellen, stellen sie sich als Menschen neben den Menschen und verlangen nicht, wie die Reformatoren in Staat und Kirche, absolute Unterordnung des fremden Willens. In eines jeden Herzen weiss der Dichter Saiten anzuschlagen, die lange vernehmlich klingen.

Kein Dichter reicht aber, was tiefes Erkennen der Natur anlangt, an Goethe heran. Kaum ein Gebiet der Naturforschung lieh dieser unbeachtet und auf manch einem hat er sich unvergängliche Lorbeeren gesammelt. Es ist gerade an dieser Stelle kein müssiges Unterfangen daran zu erinnern, was Goethe von sich selbst am höchsten schätzte. Hören wir ihn in den Gesprächen mit Eckermann. Dort berichtet letzterer aus der Unterredung am 19. Februar 1829 den folgenden Ausspruch Goethes: "Auf alles, was ich als Poet geleistet habe, bilde ich mir gar nichts ein. Es haben treffliche Dichter mit mir gelebt, es lebten noch trefflichere vor mir, und es werden immer ihrer nach mir sein. Dass ich aber in meinem Jahrhundert in der schwierigen Wissenschaft der Farbenlehre der Einzige bin, der das Rechte weiss, darauf tue ich mir etwas zugute, und ich habe daher ein Bewusstsein der Superiorität über viele".

Spott und Hohn ist die Antwort auf diese Worte gewesen, und nur wenige haben es gewagt hier einem Goethe an die Seite zu treten.

Goethe hatte es versucht, die Ansichten und Lehren anzufechten, welche Newton über das Licht und die Farben der Welt zum Teil aufgezwungen hatte. Vieles davon hat die Wissenschaft selbst als durchaus irrig erkannt, der Rest wird vor den Tatsachen kaum bestehen können. Wichtig ist es für uns, dass ein Goethe die

Kenntnisse, welche er sich in der Farbenlehre gesammelt hatte, höher anschlägt als sein dichterisches Können. Das Genie erkennt unumwunden an, dass es, für den Menschen nichts Höheres geben könne als das Walten in der Natur an einer Stelle richtig erkannt zu haben. Den Künstler und Dichter fesselten die Farben, in welches unser Auge die Aussenwelt gekleidet sieht, den Forscher Goethe beschäftigte die Aufdeckung jener Vorgänge, welche Farben entstehen lassen. Das Genie bediente sich der einfachsten Hilfsmittel, um den Weg, der zur wahren Erkenntnis führt, verfolgen zu können. Dass Goethe auf diesem Wege war, wird erst die Nachwelt wieder voll zu würdigen wissen.

Licht und Farbe sind, wie wir von Anfang an auf das Schärfste feststellen müssen, nichts Objektives, das heisst, sie bestehen als solche nicht in der Natur. Sie sind Vorstellungen unseres Geisteslebens, hervorgerufen durch Reize, welche in gesetzmäßiger Weise auf die inneren Teile unserer Augen ausgeübt, von hier aus dem Gehirne übermittelt werden und in bestimmten Teilen des letzteren die bestimmten Vorstellungen erwecken. Schliessen wir die Augen, so herrscht farblose Dunkelheit um uns herum; ebenso ist es nicht zweifelhaft, dass nicht zwei Menschen die Natur in der gleichen Weise aufzufassen vermögen. Jeder sieht die Außenwelt von seinem Standpunkte aus, durch seine Augen, mit seinem Geiste. Ja, im Laufe eines Lebens ändern sich die Anschauungen oft ganz erheblich, das wissen die am besten, die selbst eine darstellende Kunst, ausüben. Nicht allein die technischen Fähigkeiten fehlen dem Lehrlinge, sondern ihm mangelt auch das geistige Auffassungsvermögen. Im Laufe vieler Jahrzehnte wird dies oft mühsam errungen, und auch der grösste Meister hat seinen Werdegang. - Da aber doch, wie die Zeichnungen, Gemälde und neuerdings besonders die Photographien lehren, die Auffassung der Außenwelt bei den verschiedenen Menschen nahezu die gleiche ist, da wir ferner durch Experimente wissen, dass auch die Tiere die Körperwelt gleich wie wir in Licht- und Farben-Abstufungen wahrnehmen, so sind wir gezwungen anzunehmen, dass sich um uns herum Vorgänge abspielen, durch welche in unserem Geiste die Vorstellungen wie Hell und Dunkel, Rot, Blau u. s. w. gesetzmässig erzeugt werden. Wir bezeichnen dasjenige, welches diese Vorgänge entstehen lässt, als Naturkraft und nennen die in dem angedeuteten Sinne wirksame "das Licht".

Solange als der Menschen Geist die Geschehnisse in der Natur zu ergründen trachtet, hat er sich auch mit der Frage beschäftigt, wie das Licht entstünde und wie der wunderbare Einfluss, den es auf die Erdoberfläche ausübt, aufzufassen und zu erklären sei. Dass die Sonne in hervorragender Weise die Spenderin des Lichtes und dadurch die Erweckerin des Lebens ist, gelangt auch den am tiefsten Von jeher hat gerade stehenden Volksstämmen zum Bewusstsein. die Sonne aus diesen Gründen göttliche Verehrung genossen, entweder wurde sie selbst als Gottheit verehrt, oder sie war das Attribut einer hohen Gottheit, die heilige Opferflamme war ihr Symbol. Bereits die ältesten Forscher und Philosophen haben sich aber auch bemüht das Wesen des Lichtes zu ergründen. Derjenige, welcher das Wort niederschrieb "Und Gott sprach: Es werde Licht! Und es ward Licht" hat nicht zufälliger Weise diesen Schöpfungsakt am ersten Tage vor sich gehen lassen. Wie der Menschengeist die Lehre vom Wesen des Lichtes im Laufe von Jahrtausenden nach und nach entwickelt und weitergeführt hat, lässt sich nicht auf wenigen Seiten schildern. Die Darlegung der verschiedenen Lehren über die Entstehung von Licht und Farben seit den ältesten Zeiten bis auf unsere Tage würde auch zu einer Polemik führen, die nur einen unerquicklichen Abschluss finden könnte. Streit gibt es genug in der Welt,

wozu einen neuen anfachen, wenn man in der Lage ist Tatsachen mitteilen zu können, an denen sich jeder zu ergötzen vermag und die einen jeden Denkenden zu weiterem Forschen anzuregen vermögen.

Zur vollen Erkenntnis aller Geschehnisse in der Natur kommt niemals ein Sterblicher, die volle Wahrheit ist und bleibt uns dauernd verhüllt. Den Weg, der zur Wahrheit führt, darf und soll der Mensch aber suchen, ihn zu betreten und ihn soweit als möglich zu verfolgen ist unsere Pflicht.

Beherzigen auch wir die alte Mahnung, welche die Priester ‚der ephesischen Diana ihren Gläubigen über dem Bilde der Gottheit zur steten Erinnerung anbrachten:

„Tiefes Dunkel mein Geheimnis. Zur Sonne blick auf,
Die allein Leben zeugt - strahlend".

A. Allgemeines über die Sonne als Kraftspenderin.

Unsere Erde» ist ein Teil des Systemes von Weltkörpern, welche, mit der Sonne als Mittelpunkt, ein uns abgeschlossen erscheinendes Ganzes darstellen. ln Wirklichkeit ist dieses Sonnensystem wieder abhängig von anderen, mit denen es ein höheres Ganzes darstellt, das dann wahrscheinlich seinerseits auch, in einer für uns schon ganz unergründbaren Weise, mit ähnlichen zu immer komplizierteren Verbänden vereinigt sein wird.

Die Sonne hält die ihrem System zugehörenden Weltkörper, welche wir zum grössten Teile als Planeten und Kometen kennen, fest und zwingt sie zu Bewegungen in bestimmten Abständen von ihr. Diese Anziehungskraft, die - soweit wir erkennen können eine Eigenschaft des Stoffes, aus dem sich alles aufbaut, ist, die wir sowohl im Weltensystem, wie im kleinsten Teile unseres eigenen Körpers wiederfinden, ist uns ihrem innersten Wesen nach vollkommen unverständlich, wir kennen nur bestimmte Wirkungen von ihr und vermuten danach, dass die eben erwähnten Weltkörper und alles was mit ihnen zusammenhängt ursprünglich alle ein zusammenhängendes Ganzes darstellten, das um einen Mittelpunkt drehende Bewegungen vollführte und sich dann so gliederte, dass diejenige Masse, welche dem Mittelpunkt zunächst war, die umfang- und inhaltreichste blieb und sich jetzt in der Sonne noch vorfindet, während die nach aussen gelegenen Massen um gesonderte Kerne verdichtet wurden, sich um diese als neue Mittelpunkte drehten und auch wieder in kleinere Systeme (Planeten und Trabanten) zerfielen. Alle diese Weltkörper befinden sich aber in kreisender Bewegung um die Sonne, die Sonne und die Planeten beschreiben wieder Bewegungen um ihren eigenen Mittelpunkt, und die Trabanten (Monde und Ringe) bewegen sich um die Planeten Die mannigfachen und doch schliesslich nach einfachen Gesetzen aus. geführten Drehungen müssen wir als sogenannt relative bezeichnen. Wir sehen und kennen nur die Verschiebungen in unserem Sonnensysteme. Dieses wird aber im weiten Weltenraume nicht an einer Stelle verharren, sondern sich, vielleicht mit anderen Systemen, um einen weit entfernten Mittelpunkt drehen. Möglich und wahrscheinlich ist es ferner, dass sich auch dieses Weltensystem höherer Ordnung wieder verschiebe. Diese Weltenbewegungen spielen sich aber in Räumen und innerhalb von Zeitabschnitten ab, die uns unfassbar bleiben, also wird es als Träumerei zu bezeichnen sein, wenn wir ihnen heute ernstlich mit unseren verschwindenden Hilfsmitteln nachforschen wollten.

Welches die ersten Gründe für diese Bewegungen waren, wissen wir nicht und erfahren es auch wohl niemals. Von den Weltkörpern kennen wir nur die Oberfläche der Erde einigermassen genau, die Beschaffenheit des Erdkernes vermögen wir nicht einmal voll aufzudecken. Von dem Monde und den anderen Planeten mit ihren Begleitern wissen wir nur soviel, als uns unsere Fernrohre zu beobachten gestatten. Die sonst so brauchbare Photographie versagt diesen "Geschwistern der Erde" gegenüber vollkommen. Von den Kometen haben wir noch weniger Kenntnis, wohl aber haben diese die löbliche Eigenschaft, uns dann und wann in den Meteoriten handgreifliche Proben der Stoffe, aus denen sie bestehen, zuzuschleudern. Und das Herz unseres Weltorganismus, die Sonne, ist uns scheinbar so nahe, ist so gross und machtvoll, dass es leicht erscheinen dürfte, sie näher erforschen zu können. Betrachten wir sie aber eingehender, so entrückt sie ebenfalls schnell unseren Beobachtungs-Hilfsmitteln und spottet den Bemühungen ihrer Kindeskinder, ihr nahen zu wollen. Wie das Herz jedem Teile des Körpers dauernd und regelmässig

neue Lebenskraft zuführt, so sendet auch die Sonne in die fernsten Gebiete des ihrer Machtsphäre zuerteilten Weltensystems fortwährend neue belebende und schaffende Kraft hinaus, und unsere Mutter Erde empfängt davon ihren vollgemessenen Teil.

Alle Vorgänge auf unserer Erde und auch diejenigen auf anderen Planeten werden durch die Einwirkung dieser Sonnenenergie mehr oder minder stark beeinflusst!

Auf der einen Seite wirken auf den Stoff als treibende Kräfte die Anziehungskräfte, wie Schwere, Kohäsion und Adhäsion, auf der anderen Seite die Energie der Sonne als Licht und Wärme. Durch das Zusammenwirken dieser auf bestimmte Stoffe entstehen Magnetismus und Elektrizität. Nehmen wir dafür gleich ein Beispiel: Die Energie der Sonne bringt das Wasser auf unserer Erdoberfläche in den flüssigen und dampfförmigen Zustand. Die Anziehungskraft der Erde lässt die Ströme fliessen und versucht die Meeresoberfläche abzurunden. Der Mond zieht, seiner Masse entsprechend, das Meerwasser an, es entstehen Ebbe und Flut, und durch die unschätzbar große Reibung Elektrizität und Magnetismus. Sonnenlicht erzeugt Wärme, Wärme erzeugt Wasserdampf und Luftströmungen, und durch die Reibung der Dunstmassen in der Luft entsteht auch in dieser eine nicht unbeträchtliche Menge von Elektrizität, die nun ihrerseits wieder die Erdoberfläche beeinflusst. Dadurch, dass sich die Sonnenenergie auf der Oberfläche unseres Planeten als Licht und Wärme kund gibt, wird die Oberfläche selbst in der gewaltigsten Weise beeinflusst und umgestaltet.

Die Stoffe unserer Erde haben, ebenso wie die der anderen Weltkörper, das Bestreben, sich entsprechend dem Gesetze der Schwerkraft derartig neben- und umeinander zu gruppieren, dass eine Ruhe- oder Gleichgewichtslage erreicht wird. Unser Mond scheint diesem "Zustande der vollkommenen Erstarrung" nahe gekommen zu sein. Die Kräfte, welche sonst noch wirksam sind, wie Licht und Wärme, Elektrizität und Magnetismus, wirken dem eben angedeuteten Bestreben aber gerade entgegengesetzt auf die Stoffe ein. Sie stören und lösen fortwährend wieder die eben erreichte Gleichgewichtslage und bringen die Stoffe in immer wechselnder Weise miteinander in Verbindung. Sie wirken der Schwerkraft entgegengesetzt, verwandeln feste Körper in flüssige und diese in gasförmige, die sich im Weltenraume ausbreiten müssten, wenn nicht die Schwerkraft der "Expansion" Grenzen setzte.

Auf unsere Erde wirkt einmal die Eigenwärme, welche noch nicht wieder gebunden oder in den Weltenraum zurückgestrahlt wurde, und dann vor allen Dingen die Energie, welche uns die Sonne übermittelt, ein. Die Eigenwärme beeinflusst hauptsächlich das Erdinnere und erhält dieses vielleicht noch in einem feurigflüssigen Zustande. Die uns von der Sonne zugehende Energie beeinflusst die Oberfläche der Erdrinde und zwar vornehmlich denjenigen Teil, welcher je der Sonne zugekehrt ist, "von ihr beschienen werden kann". Ohne die Einwirkung der Sonne würden auf Erden kein flüssiges und dampfförmiges Wasser, keine Luft und Meeresströmungen, vermutlich auch keine magnetischen und elektrischen Erscheinungen, ganz gewiss aber keine Spur von Leben mehr vorhanden sein! Wir haben als Lebewesen daher allen Grund, der Sonne und dem, was wir von ihr empfangen, alle Beachtung zu schenken. Sonnenschein erweckt den Staub zum Leben, fördert und erhält dieses, lässt die Pflanze grünen und den Menschen zum

vernunftbegabten Wesen werden, das es selbst wagt, sich die Kräfte der Natur untertan zu machen und das Geheimnis ihres innersten Wesens ergründen zu wollen.

Da uns die Sonne selbst die Eigenschaften verleiht, sie bis zu einer gewissen Grenze erkennen und erforschen zu können, so ist es auch wohl das Nächstliegendste, dass wir die uns verliehenen Mittel und Kräfte einmal dazu benutzen, zu versuchen, das Geheimnis, welches im Sonnenlichte verborgen ist, nach Möglichkeit aufzudecken. Bleiben wir aber immer der Wahrheit eingedenk, dass uns unsere Sinne und unsere Geistestätigkeit nur zu einer beschränkten Erkenntnis führen werden, dass wir das grösste Geheimnis im Weltenraume, die uralte Frage: "wer hiess die Sonnen scheinen?" niemals enthüllen werden! Seien wir in der Forschung weise, und lassen wir auch dem Glauben seine Rechte.

Wenn wir die Erde, welche am Äquator einen Umfang von rund 40 232 km besitzt, nach der Sonne hinrollen würden, so wären etwa 3730 Umdrehungen notwendig, um einen Anprall an die Sonnenoberfläche zu bewirken; rollten wir umgekehrt die Sonne nach der Erde zu, so hätte diese nur 35 Umdrehungen zu machen, bis sie bei uns angelangt wäre. Die Sonne stellt sich also im Verhältnis zur Erde als eine ganz ansehnliche Kugel dar, aus deren Masse wir etwa 1 $^{1}/_{3}$ Million der Erde gleich grosse Kugeln formen könnten. Diese würden aber nur ein Viertel soviel wiegen wie eine gleiche Anzahl Erdkugeln, denn die Erde ist viermal dichter als die Sonne. Da aber die Sonne an Masse die Erde etwa 330 000 mal und alle Planeten zusammen genommen noch fast 800 mal übertrifft, so bildet sie den Mittelpunkt unseres Sonnensystems, um den alle sonstigen dazu gehörigen Weltkörper in elliptischen Bahnen kreisen müssen. Für jeden ihrer Planeten und Kometen befindet sich die Sonne stets in einem Brennpunkt der betreffenden elliptischen Bahn.

Der Zustand, in welchem sich die Sonne heute befindet, weicht von dem, in welchem jetzt die Planeten sind, ganz erheblich ab. Wohl alle Planeten haben ihr vor langen Zeiträumen, die sich vielleicht nach Millionen von Jahren berechnen, geglichen. Sie haben sich aber mehr oder minder weitgehend abgekühlt, sind an der Oberfläche erstarrt und - wie z. B. der Neptun - vielleicht schon ohne flüssiges Wasser, das auch den meisten der noch mehr erstarrten Trabanten der Planeten, beispielsweise unserem Monde, fehlen dürfte.

Wir nehmen an, dass die Sonne noch in einem feurig-flüssigen Zustande sei. Wir glauben zu wissen, dass sich die Sonnenkugel um eine feststehende Axe drehe, dass in etwa 25 Tagen eine einmalige Umdrehung stattfinde. Dies lehren uns die Sonnenflecken, die noch öfter zu berücksichtigen sind.

Betrachten wir die Sonne mit unbewaffnetem Auge von der Erde aus, so blendet uns ihr Glanz derart, dass ein direktes Beobachten unmöglich ist. Erst wenn sie sich hinter Wolken verbirgt oder in der Dunstatmosphäre auf- und untergeht, können wir ohne weiteres feststellen, dass sie als verhältnismässig kleine Scheibe am Himmel steht. Visieren wir von Rand zu Rand vor dieser Scheibe vorbei, so brauchen wir nur einen kleinen Winkel von etwa 32 Bogenminuten zu beschreiben, um ihren scheinbaren Durchmesser festzustellen. Sie erscheint so gross wie ein 10 Pfennigstück, das aus 2 $^{1}/_{2}$ m Entfernung betrachtet wird.

Auf jeden Punkt der Erdoberfläche wirkt sie also nur, wie ein leuchtendes Scheibchen von 15 mm Durchmesser aus einer Entfernung von 1 $^{3}/_{4}$ m einwirken würde. Auf alle unsere Instrumente wirkt sie ebenso! Wie wichtig dieses Verhältnis ist, müssen wir später noch ausführlich bei zahlreichen Versuchen berücksichtigen; wir haben es dadurch in der Hand, uns für viele Experimente eine kleine künstliche Sonne herstellen zu können, was vorteilhaft und wichtig ist, weil die Sonne nur wenige Tage im Jahre vollkommen frei am Himmel steht und zu ihrer Beobachtung immerhin ganz komplizierte Apparate in Anwendung gebracht werden müssen, denn das Licht der Sonne geht nicht geradlinig-parallel durch unsere Instrumente hindurch, sondern verteilt sich längs jeder Kante nach den Seiten unter ganz bestimmten Winkeln, die wir noch festzustellen haben werden!

Die Annahme, dass sich die Masse der Sonne in einem weissglühenden, feurig-flüssigen Zustande befinden müsse, dürfte wohl der Wahrheit entsprechen. Wir schliessen dies aus den zahlreichen Experimenten, welche wir mit den Stoffen aus unserer Umgebung unter Anwendung hoher Wärmegrade anstellen können. An Gegnern einer solchen Annahme fehlt es selbstredend nicht, denn wir können z. B. einen Kalkzylinder zu hellster Weissglut bringen, ohne dass er schmilzt; er wird nicht flüssig, ja nicht einmal weich, und strahlt doch, ähnlich wie die Sonne, ein gleichmässig helles Licht aus. Neuere Untersuchungen über das wunderbare Strahlungsvermögen verschiedener Stoffe, wie z. B. des Radiums, haben einige Forscher veranlasst, mit einer gewissen Berechtigung die Vermutung auszusprechen, dass die Energie der Sonne durch andere physikalische Vorgänge erklärt werden könne. Wir können allen solchen Lehren nichts entgegenhalten, was vollkommen einwandfrei wäre. Es ist eine Annahme, dass alle Planeten einst mit der Sonne eine immense Nebelmasse gebildet hätten, wie sie in den letzten Jahren der neue Stern im Perseus der staunenden Gelehrtenwelt zeigte. Aus einer solchen Wolke kosmischer Stoffe sollen dann, um eine entsprechende Anzahl von Stellen grösserer Dichtigkeit, neue Weltkörper entstanden sein. Durch die Zusammenziehung der Stoffe um eine dichtere als Kern bezeichnete Stelle entstand Wärme, welche derartig stieg, dass die sich verdichteten Stoffe in einem flüssigen Zustande blieben und sich kugelförmig abrundeten und an den Polen durch die stattfindende Umdrehung abplatteten $_{1}$*). Leider zeigt die Sonne, deren Pole wir am 10. Juni und 10. Dezember ungefähr oben und unten vor uns sehen, trotz ihrer Umdrehung eine solche Abplattung nicht! Die Sonne erscheint vollkommen kreisförmig, muss also wohl auch kugelig sein. Ist sie also feurig-flüssig?

Die Chemie lehrt uns z. B., dass eine Verbindung von Wasserstoff mit Phosphor lebhaft bei Sauerstoffzutritt explodieren kann, ohne dass die Gase vorher stark erwärmt werden müssten. Ferner lehrt die Chemie, dass Wasserstoffgas und Chlorgas gemischt sehr lebhaft unter Explosionserscheinungen eine chemische Verbindung eingehen, sobald das Licht der Sonne dies Gemisch trifft. Die Chemie lehrt auch, dass einige Metalle, wie z. B. Kalium und Natrium, Wasser zersetzen und den frei werdenden Wasserstoff zur Entzündung bringen können. Die Physik nimmt nach den sogenannten Spektraluntersuchungen als feststehend an, dabei in der Gas-Schicht, welche die Sonne als Atmosphäre umgibt, Wasserstoff eine hervorragende Rolle spiele.

Nehmen wir also mit dem grossen Astronomen Herschel an, dass der Sonnenball selbst dunkel sei, so müsste die Atmosphäre allein leuchten. Ganz unmöglich wäre ein solcher Zustand nicht.

Wir bilden aber ferner eine Anzahl von sogenannten Analogie-Schlüssen und behaupten: Weil die Erdoberfläche an vielen Stellen warme bis glühend heisse Massen auswirft, wovon die heissen Quellen Islands, Nord-Amerikas und Neu-Seelands stündlich und die Vulkane jährlich sichere Beweise liefern, ist das Erdinnere noch feurig-flüssig, trotz der Abkühlung an der Oberfläche, also - ist auch die Sonne, in einem noch höheren Masse feurig-flüssig. Denn dass das Zentrum der Erdkugel sehr heiss sein muss, lehren uns die Bergwerke, in denen ja mit zunehmender Tiefe die Erdtemperatur regelmässig steigt (bei 10-40 m um je 11, C).

Wir kennen nur leider die Erdrinde recht wenig; der grösste Bergwerksschacht ist etwa 1000 in tief, geht also noch nicht tiefer als um $^1/_{10}$o ooo des Erddurchmessers! Da die Temperaturen der bekannten Bergwerksschachte in recht weiten Grenzen schwanken, so ist die Annahme einiger Chemiker, dass die gefundene Wärme auch durch neuentstehende chemische Verbindungen entstanden sein könne, nicht als unbedingt irrig aufzufassen, denn auch die vulkanischen Eruptionen könnten auf chemische Vorgänge zurückgeführt werden.

1*) Helmholtz berechnete die durch Verdichtung entstandene Sonnenwärme auf einige zwanzig Millionen Grad; heute begnügen wir uns schon mit einer Annahme von 6000 C.

Dem widerspricht allerdings die vom Verfasser festgestellte Tatsache, dass die Erdbeben zumeist so verlaufen, dass die Antipoden der Erde kurz nacheinander die gleiche Wirkung verspüren. Der Stoss geht von einer Eruption aus radiär nach dem Mittelpunkte der Erde und ruft dann - von hier aus ebenso weitergehend - einen Gegenstoss auf der anderen Hälfte der Erdkugel hervor. Wenn man diese Verhältnisse an einem Globus mit einem entsprechenden Taster prüft, so kommt man zu überraschenden Resultaten, auf die hier nur hingewiesen sein mag. Diese Gegenfüssler-Stösse, denen auch stets vulkanische Gebiete entsprechen, setzen schon eine weiche Beschaffenheit des Erdinnern voraus, ganz abgesehen von der wellenförmigen Ausbreitung der Erschütterungen, die sich von dem tätigen Vulkan (als Wellen-Zentrum) aus nach allen Seiten so regelmässig ausbreiten, dass wir danach die Tiefe berechnen können, in der die Explosionen erfolgten. Da die Erdrinde wie Wasserwellen auf und nieder schwankt, so muss sie wohl auf flüssigem Massen ruhen. Die Protuberanzen der Sonne entstehen ebenfalls, soweit bis jetzt feststellbar war, sehr häufig an diametral gelegenen Stellen, aber nicht nur in einer Entfernung von 30-40^0 vom Sonnenäquator, sondern bis zu den Polen der Sonne hin. Da hier keine Flecken auftreten, so können diese auch nicht allein mit den Protuberanzen im Zusammenhang stehen.

Mit dem eben Gesagten soll angedeutet werden, dass wir zur Zeit noch nicht imstande sind genaue Angaben über die chemisch-physikalische Beschaffenheit der Sonnenmasse machen zu können. Eine eingehendere Kenntnis dieser Verhältnisse muss uns aber erwünscht sein, denn aus allen folgenden Darlegungen wird hervorgehen, dass die Vorgänge am Sonnenkörper und in seiner nächsten Umgebung die Ursache der wichtigsten Erscheinungen auf unserer Erdoberfläche sind. Wie schon erwähnt, ist es das Sonnenlicht, welches die äussersten Schichten unserer Erde ganz gewaltig beeinflusst und schliesslich die Erweckerin alles Lebens ist. Da wir selbst mit allem, was uns umgibt, in alle unserem Tun und Lassen von der Wirkung des Sonnenlichtes abhängig sind, so haben wir wohl allen Grund dazu, diese wunderbare Kraft und ihre Spenderin möglichst sorgfältig zu beachten und zu erforschen.

Wollen wir die Sonne beobachten, so müssen wir entweder warten, bis sie hinter Dunst- und Nebelmassen ihre grösste Helligkeit verloren hat, oder wir müssen das beobachtende Auge durch ein vorgehaltenes tiefdunkles Glas schützen. Der Russ einer Kerze, den man sich auf einem Glasscheibchen niederschlagen lässt, gibt eine zwar sehr vergängliche, dafür aber ausserordentlich brauchbare Blendscheibe ab. Durch ein so präpariertes Glas betrachtet erscheint die Sonne als gelbe bis gelbrote Scheibe; in Wirklichkeit ist ihre Farbe das sogenannte reine Weiß. Die Sonnenscheibe erscheint uns vollkommen kreisrund und scharfrandig, in der Fläche zumeist ganz gleichmässig. Nehmen wir nun irgend ein Fernrohr vor das Auge, das jetzt aber ganz unbedingt, um schwere Unfälle zu vermeiden, durch ein Rauchglas geschützt sein muss, so erblicken wir die Scheibe in entsprechender Vergrösserung und bemerken auf ihr meist ein

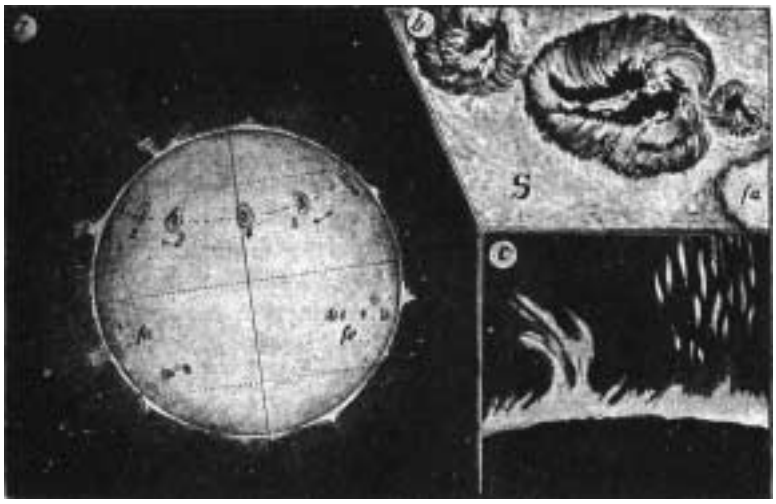


Fig. 1. a Kombiniertes Sonnenbild. Die Sonnenachse ist um etwa 82^0 gegen die Erdbahn geneigt. ee' Sonnenäquator am 10. Dezember. 1, 2, 3, 4, 5, 6 Lauf eines Fleckens im September; bei 1 und 2 ist der Ostrand der Penumbra breit, der Westrand schmal, bei 5 und 6 ist es umgekehrt. fe Fleckengruppe, fa Fackeln. Bedeckt man die Sonnenscheibe mit einem gleich großen Scheibchen schwarzen Papieres, so hat man das Sonnenbild bei einer Mondfinsternis. Die Flecken halten die Grenzen zwischen den gezeichneten 40. Graden ein, die Protuberanzen gehen bis zu den Polen; h höchste beobachtete Erhebung einer Protuberanz. - b Flecken mit]Penumbra im astronomischen Fernrohre gesehen; fa Anfang einer Fackel; S Sonnenfläche mit den sogen. Granulationen. - Ansicht eines kleinen Teiles des Sonnenumfanges bei einer Mondfinsternis, der wie Wasserwellen hervortretende weisse Streif ist die sogen. Lichthülle, links erhebt sich eine Protuberanz, rechts Auflösung einer solchen bei einer durch Y o u n g beobachteten Explosion.

bis mehrere kleinere oder grössere dunklere Stellen, die Sonnenflecken, denen wir jetzt die nötige Beachtung schenken müssen. Ausserdem erscheint im Fernrohre die Sonnenmitte am hellsten, der Sonnenrand aber weniger hell, was durch den Gang der Strahlen durch die Sonnenatmosphäre hindurch bedingt ist.

Beobachtet man die Sonne durch ein Fernrohr, und ein jedes ist dazu geeignet, so erscheint ihre Oberfläche zunächst einförmig hell. In manchen Jahren sieht man sie derartig an fast allen Beobachtungstagen. Setzt man diese Untersuchungen aber planmässig fort, so stellt es sich alsbald heraus, dass die Sonne, deren Fläche in vergangenen Jahrhunderten als Symbol der "höchsten Reinheit" galt, auch eine Trübung erfahren kann, denn auf der glänzenden Scheibe werden oft mehrere bis viele, kleinere oder grössere Flecken bemerkbar, dunkle Stellen, von unregelmässigen Formen. Aus dem sechsten und siebenten Jahrhundert n. Chr. berichten

glaubhafte Chronisten, dass die Sonne im Jahre 535 zwei Wochen hindurch verdunkelt war, und dass sie im Jahre 626 längere Zeit hindurch zur Hälfte schwarz erschien. Um Finsternisse, die ja schnell verlaufen, kann es sich nicht gehandelt haben, denn auch später wird über Flecken auf der Sonne berichtet und seit 1611 werden solche wissenschaftlich untersucht. - Sie wurden in diesem Jahre von dem gelehrten Friesen Johann Fabricius und dem um die Astronomie und Optik verdienten Jesuiten Christoph Scheiner gleichzeitig entdeckt und richtig geschildert. Von hier ab hat man ihnen bis auf unsere Tage alle Beachtung geschenkt. Oktober und November 1903 waren grosse Flecken zu beobachten, mit deren Erscheinen am 31. Oktober so lebhafte erdmagnetische "Stürme" hervortraten, dass in Frankreich, England und Deutschland der Betrieb auf langen Telegraphenlinien unterbrochen wurde. In den Jahren 1859 und 1882 hatte man solche Störungen schon beobachtet; diese Jahre waren ebenfalls fleckenreich, sie liegen um 11 und 4 x 11 Jahre zurück. Die Beobachtungsreihen haben uns nämlich gezeigt , dass die Sonnenflecken je nach 10-11$^1/_2$ Jahren ein Maximum an Häufigkeit zeigen. - Die Fleckengruppe im Oktober 1903 war mit blossem Auge sichtbar, sie hatte eine Breite von ungefähr 50 000 km.

Die auffälligen Störungen der elektrischen Leitungen und dann auch der Umstand, dass sich die seit 1611 vorauszusetzenden 24 Perioden nachweisen lassen, zeigen zur Genüge, dass eine schwankende Änderung der Sonnenenergie angenommen werden muss. Wir werden den Einfluss dieser Schwankungen auf andere Vorgänge an unserer Erdoberfläche vielleicht noch nach anderen Richtungen hin feststellen können, denn jede Änderung der Lichtstärke muss bemerkbar sein. Wenn aber die Strahlung der Sonne, welche wir, wie seither, ihre Energie nennen wollen, solch regelmässigen Schwankungen unterworfen ist, so müssen von irgend einer Kraftquelle ausserhalb der Sonne wechselnde Einwirkungen in gleichen Zwischenräumen stattfinden. Es ist ein alter Erfahrungssatz, eine Wahrheit oder Tatsache wie wir sagen, dass jede Wirkung ihre Ursache habe! Wir dürfen aus diesem Grunde die Flecken der Sonne nicht unbeachtet lassen. Häufig erblickt man zudem neben ihnen ganz hell leuchtende Stellen, welche man Fackeln genannt hat. "Leuchtende Stellen auf der weiss leuchtenden Sonnenscheibe" klingt wie ein Widerspruch, deswegen muss von vornherein die Beobachtung mitgeteilt werden, dass die Sonne von einem Netze dunklerer Linien überzogen ist; ihre Oberfläche erscheint dadurch wie der Wasserspiegel eines kleinen Teiches, der durch gelinden Wind mit winzigen sich kräuselnden Wellen bedeckt wird. Stürme gibt es auch auf der Sonne, und sie beeinflussen auf alle Fälle ihre Atmosphäre, welche uns ja direkt oder indirekt das helle Licht zusendet. Die Stürme unserer Erde werden sicher durch den Einfluss der Sonne hervorgerufen, also müssen die Stürme auf der Sonne einen anderen Grund haben; sie werden durch Kräfte erzeugt, die wir vorläufig noch nicht kennen, zum geringsten Teil vielleicht durch die Umdrehung des Sonnenballes um seine Axe.

Die Flecken entstehen plötzlich auf der Sonne und zwar eigentümlicher Weise meist auf der uns gerade abgewandten Seite. Schmal treten sie am links gelegenen Ostrande der Sonne hervor, verbreitern sich in etwa 6-7 Tagen, kehren uns dann die volle Fläche zu, gehen in weiteren 6-7 Tagen nach dem Westrande der Sonne und verschwinden dort, um eventuell in 12-13 Tagen nochmals zu erscheinen. Sie treten auch nicht überall auf der Sonnenfläche hervor, sondern hauptsächlich in einem Raume, der je 30-40^0 über und unter dem Sonnen-Äquator gelegen ist; selten zeigen sie sich in den jenseits dieser Grenzen nach den Sonnenpolen zu gelegenen

Gebieten. Die Sonne dreht sich also von Ost nach West um eine Axe, die gegen die Ebene der Erdbahn um etwa 82^0 geneigt ist. Die Flecken sind nicht starr, sondern wechselnd in ihrer Form und wechselnd in dem Orte ihres Auftretens; sie verschieben sich gleichsam wenig nach allen Richtungen hin, haben also eine Eigenbewegung und sind nichts, was auf der Sonnenoberfläche festgeheftet wäre. Ihr Auftreten und Verschwinden vollzieht sich oft schnell vor unseren Augen, dabei tritt das Gesetzmässige hervor, dass neue Flecken meist auf der Ostseite vorhandener entstehen. Auf der Ostseite bestehender Flecken oder Fleckengruppen findet jede Vergrösserung und Vermehrung, auf der Westseite Abnahme und Verminderung statt. Eine Vergrösserung geht also entgegengesetzt der Umdrehung der Sonne vor sich.

Die Eigenbewegung der Flecken ist am Sonnenäquator weniger ausgiebig, als in den nördlich und südlich davon gelegenen Breiten, sie steigt mit zunehmender Breite. Aus diesem Umstande schloss Spörer auf Strömungen in der Sonnenatmosphäre. Tatsächlich sieht man auch hin und wieder Flecken, welche eine spiralig gedrehte Fläche besitzen, wie sie die in einer Wind- oder Wasserhose emporgerissenen festen Staub- oder Wasserteilchen zeigen.

Mit dem Opernglase oder einem gewöhnlichen Fernrohr betrachtet sehen die Flecken scharf umrandet und dunkel graubraun aus, bei Betrachtung mit astronomischen Fernrohren ändert sich dieses Bild. Die Flecken erscheinen im Zentrum dunkel, d. h. es finden sich ein bis mehrere braunschwarze Kerne, um diese liegt ein mitteldunkler Ton und nach aussen zu ein lichter, mehr oder minder breiter Rand. Diese Tönungen sind meist gegeneinander durch helle Bezirke abgesetzt, wie wir ähnliches von anderen optischen Erscheinungen kennen lernen werden. - Auffallend sind rotbraune Flächen, welche einen mehr oder minder grossen Teil der Flecken einnehmen, in deren Ausbreitung aber vorläufig noch keine Gesetzmässigkeit erkannt werden konnte. Die äussere graue Zone der Flecken hat man - da es ohne Fremdwort nicht abgehen darf - fälschlich Penumbra genannt (ableitbar von pene oder paene = fast und umbra = der Schatten), den Halbschatten. Leider zeigt sich diese Zone so häufig unregelmässig zerrissen und bis auf den mittleren Teil ausgefranzt, dass es unmöglich ist, sie mit dem Schatten zu vergleichen. Da diese Penumbra gegen den uns zugekehrten Meridian der Sonne hin verschieden breite Ränder zeigt, weil der dem Meridian zugekehrte Rand auf der Ost- und Westseite zunehmend schmaler erscheint, so nahm man an, dass die Flecken das Bild trichterförmiger Einsenkungen in der hell leuchtenden Hülle des Sonnenkörpers seien und hielt an der Existenz dieser Hülle fest, die man dann auch einfach als *L i c h t h ü l l e*, Photosphaere, bezeichnete. Wie die gelbe dicke Schale das Fruchtfleisch einer Orange oder einer Zitrone umgibt, so sollte diese Lichthülle die Sonnenkugel umgeben, und die Flecken müsste man sich demnach als lichtfreie Eindrücke, die in der Hülle entstanden sind, denken.

Neben den Flecken treten hell leuchtende Stellen hervor, die, wie oben erwähnt wurde, als Fackeln bezeichnet werden. Es war die weitere Ansicht ausgesprochen worden, dass die Flecken erstarrende Schollen auf dem glutflüssigen Riesenozeane, den die Sonnenoberfläche darstellen solle, seien; die in den Fackeln hervortretenden hellen Stellen sollen höhere Temperaturen besitzen, die sich ausbreiteten und die Schollen wieder zum Schmelzen brächten. Auch diese Ansicht fand eine Stütze in dem Umstande, dass die Flecken am Sonnenrande als ganz schmale Linien erscheinen, die sich, entsprechend den perspektivischen Konstruktionen an der

Kugeloberfläche, um so breiter darstellen mussten, je mehr sie sich senkrecht zum Beobachtungsort stellten.

Nun kam noch das Folgende in Betracht. Bei sogenannten totalen Sonnenfinsternissen tritt bekanntlich die Mondkugel zwischen Sonne und Erde. Wenige Minuten hindurch würde die Sonne vollkommen bedeckt erscheinen müssen, wenn sie einfach kugelförmig wäre. Die leider nur so seltenen, totalen Sonnenfinsternisse zeigten aber den staunenden Beobachtern, dass rings über den Rand des die Sonnenscheibe deckenden Mondes helle Zacken und ein breiter, heller, ringförmiger Schein (Korona) hervorragten. Besonders interessant waren die Sonnenfinsternisse von 1868 und 1890. Mit allen nur anwendbaren Instrumenten, unter denen komplizierte photographische Apparate eine erste Rolle spielten, hat man diese eigenartigen Erscheinungen zu erforschen und festzuhalten versucht. Schon 1851 und 1860 hatten Edlund und Prazmowsky gezeigt, dass das Licht der Sonnen-Korona polarisiert sei; das ist wichtig, denn seit Goethe wissen wir, dass das Licht des Himmels überhaupt durch das Sonnenlicht polarisiert wird, was wir nur recht selten berücksichtigt haben, aber in den folgenden Darstellungen stets beachten wollen. Andere Finsternisse zeigten nun wieder das Gegenteil; ebenso verschieden sind die Resultate der Spektraluntersuchungen, woraus hervorgeht, dass gewaltige Änderungen in der Beschaffenheit der Sonnenatmosphäre stattfinden.

Die hellen Zacken oder Hervorragungen (Protuberanzen) über die Mondscheibe hinaus haben ein steigendes Interesse erweckt, denn es sind Äusserungen der Sonne, die mit den Vorgängen auf ihr und in ihrer Nähe im direkten Zusammenhange stehen müssen. Da diese Hervorragungen meist gefärbt sind, rosa bis karminrot oder bläulich-violett, so hat man die Zone, in der sie auftreten, als die farbige (Chromosphäre) bezeichnet. Ihre der Sonne zunächst liegende Partie kehrt die sogenannten Spektrallinien um (wir kommen darauf später zurück). Die dem Sonnenball direkt aufliegende Schicht deutet man als die eigentliche Lichtspenderin und nennt sie daher Leuchtschicht oder Lichtschicht (Photosphäre).

Nach den eben angedeuteten neuen Untersuchungen der Sonne bei totalen Verfinsterungen durch den Mond müssen wir annehmen, dass die Protuberanzen und Flecken in einem gewissen Zusammenhange stehen. Vielleicht sind die letzteren nur lichtundurchlässige Wolken in den niederen Schichten der Sonnenatmosphäre, erzeugt durch sich niederschlagende Dämpfe irgend welcher chemischer Verbindungen.

In allen diesen Erscheinungen liegt aber die Quelle, aus der unserer Mutter Erde und vielleicht auch den anderen Planeten die Wohltaten zufliessen, die wir als Licht und Wärme wahrnehmen und genauer zu betrachten haben. An dieser Stelle mag noch angedeutet werden, wie wir uns das Verhältnis der Sonnensysteme zum Inhalt des Weltenraumes etwa vorstellen können.

Wäre die Sonne ein abgeschlossenes Ganzes, so könnten auf ihr keine solche auffälligen Veränderungen vor sich gehen. Die Kräfte und Stoffe wären längst in einen Gleichgewichtszustand übergegangen. - Auf die Sonne wirken aber zwei verschiedene Körpergruppen ganz wesentlich und absolut gewiss ein. Die erste besteht aus den Planeten und Kometen, und die zweite *aus den Stoffen, die sich im Weltenraume finden!*

Wir haben, um die Wellenbewegung des Lichtes begründen zu können, seither angenommen, dass der Weltenraum von einem unfassbar feinen Stoff, dem Äther oder Licht-Äther erfüllt sei. Dieser Stoff existiert sicher nur in unserer Ideenwelt. Der Weltenraum ist mit wägbaren Stoffen erfüllt, die sich auf unserer Erde auch finden. Dafür sprechen gewichtige Gründe, dagegen keiner.

Unsere Atmosphäre besteht aus Gasen, deren bekannteste Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure sind. In den tieferen Luftschichten finden wir grosse Mengen Wasserdampf und Staub als Beimengungen. Wasserdampf kann sich in den Gasen lösen, ebenso wie sich die Luft in Wasser löst. Lassen wir die neuentdeckten Gase Neon, Argon, Krypton, Xenon und Helium vorläufig ausser acht, so haben wir immerhin in kolossalen Quantitäten Stickstoff- und Sauerstoffgas um und über uns. Wie weit reichen diese Gase in den Weltenraum hinaus? Welche Kraft fesselt sie an unsere Erde?

Die erste Frage müssen wir logischer Weise mit "unendlich weit" beantworten, denn keine mathematische Formel kann uns hier je eine Grenze feststellen helfen, weil wir stets zu einer festgelegten Höhe noch einen Wert zulegen können, von dem niemand zu behaupten vermag, dass er widersinnig angenommen sei. Um uns einen ungefähren Begriff von der Stoffverteilung in den Räumen eines Sonnensystems machen zu können, brauchen wir nur an das wunderbare Schauspiel zu denken, dass uns die Nebelmasse im Sternbilde des Perseus vor kurzer Zeit bot und noch bietet. Wie weit reichen die Stoffe, welche noch wirksames Licht auf unsere photographischen Platten zu werfen vermögen, dorten in den Weltenraum hinaus? Wie viele Sonnensysteme vom Umfange des unserigen können wir in den Perseusnebel hineinschieben, tausende oder millionen oder gar milliarden? Und diese Nebelmassen breiten sich vor unseren Augen im Weltenraume - unfassbar weit - aus. Das Auge sieht den Nebel nur in geringem Umfange, die photographische Platte zeigt ihn in grösserer Ausdehnung, und mit noch feiner analysierenden Hilfsmitteln würden wir sicher noch viel mehr feststellen, denn unsere Bromsilber-platten sind noch lange nicht das *Vollkommenste*, arbeiten wir doch angestrengt an ihrer *„Verbesserung".*

Wie viele Welten mögen in den Räumen liegen, die der Perseusnebel erfüllt? Dass der betreffende Raum ganz leer oder nur äthererfüllt sein sollte, das können wir kaum voraussetzen.

Das Aufleuchten der Meteore innerhalb der Gashülle, welche unsere Erde noch dicht umhüllt, zeigt uns auch, dass die Schichten, welche der Bewegung von Himmelskörpern energischen Widerstand entgegensetzen, weit in den Weltenraum hineinreichen. Die Angaben über die Höhe der Atmosphäre schwanken in weiten Grenzen, es werden Werte von 10-2000 km angenommen. Wie kommt es ferner, dass Meteorsplitter, die doch schon stark erhitzt niedersausen, nach weiterer künstlicher Erwärmung noch grosse Mengen Wasserstoffgas abgeben? Niemand hat bis jetzt aber auf einen ganz entscheidenden Umstand Rücksicht genommen, der uns über viele Verhältnisse Aufschluss gibt.

Der Gedanke, dass die Himmelskörper Lebewesen vergleichbar seien, ist bereits oft und von vielen ernst zu nehmenden Forschern ausgesprochen worden. Wir werden das Wesen der lebenden Stoffe in späteren Kapiteln ausführlich behandeln

müssen, hier sei nur vorweg an einige Tatsachen erinnert. Jedes Lebewesen hat eine kompliziert aufgebaute Leibessubstanz, die unter der Einwirkung der Sonnenenergie (Licht und Wärme) befähigt ist, Stoffe von aussen aufzunehmen, im Innern seiner Masse umzuwandeln, einen grossen Teil als neue lebende Substanz zurückzuhalten und andere, sogenannte verbrauchte, wieder nach aussen abzuscheiden. Vornehmlich nimmt die lebende Substanz Wasser und Sauerstoff unter allen Umständen auf. Sie erhält diese Stoffe aus der Umgebung. Wasser muss aufgesucht werden, Sauerstoff wird aus der Luft angezogen. Das Wasser wird meist im Überschuss aufgenommen und dann ganz intensiv fest gehalten. Eine lebende Schnecke ist oft voll Wasser gesogen und hält dieses, wenn man ihr die Aufnahme neuen Wassers unmöglich macht, Monate lang fest, um damit die Lebensfunktionen fortlaufend zu unterstützen. *Durch Verdunstung geht nur ein ganz minimaler Teil verloren*. In dem Augenblicke aber, wo man die Schnecke zum Absterben bringt, verliert die Leibesmasse die Fähigkeit, das Wasser zu binden, dieses verdunstet jetzt in kurzer Zeit und die event. künstlich stark ausgetrocknete feste Leibessubstanz nimmt später nur schwer wieder Wasser auf; wird sie in Wasser hineingeworfen, so quillt sie nur ganz langsam und zerfällt dann rasch.

Die äusseren Schichten des tierischen und teilweise auch des pflanzlichen Körpers sind überdies zumeist stark hygroskopisch, das heisst: sie ziehen Wasserdampf aus der Luft an und verdichten ihn auf ihrer Oberfläche! Ein Gleiches geschieht mit dem Sauerstoff und anderen Gasen der Atmosphäre.

Ein Weltkörper, wie z. B. unsere Erde einer ist, zieht aber ebenso Wasser und Luft fest an sich heran und verbraucht diese Stoffe zur Bildung neuer fester chemischer Verbindungen in tieferen Schichten seiner Oberfläche. Viele Stoffe der Erdrinde besitzen sogenanntes Konstitutionswasser. Auch die Gase der Atmosphäre werden angezogen und ebenso gebunden. Ist nun ein Weltkörper noch sogenannt lebend, so wird er Wasser und Luft nicht nur vermöge der Schwerkraft anziehen, sondern es findet eine Verdichtung dieser Stoffe an der Oberfläche durch chemische Wechselwirkung statt. In dem Augenblicke aber, in welchem die Stoffe des Weltkörpers mit Wasser und Sauerstoff gesättigt sind, werden die chemischen Wirkungen andere werden, jeder vorhandene Überschuss an Wasser und Luft wird nicht mehr in stärkerem Masse als durch die Schwerkraft festgehalten und es findet ein Verlust in den Weltraum statt. Unser Mond ist ein derartiger Weltkörper, der wohl nur noch Konstitutionswasser hat. Die Erde wird den grössten Teil des Überschusses an Wasser und Luft aufgesaugt haben. Woher bekam und bekommt die Erde denn ihre Luft und Wassermengen, wenn nicht aus dem Weltenraume? Nehmen wir einen ursprünglich feurig-flüssigen Zustand derselben an, so konnte sie damals kein Wasser haben, denn im feurig-flüssigen Zustande wird Wasser zersetzt und ausgestossen. Zusammentretender Wasser- und Sauerstoff würde aber mit derartig unendlicher Kraft explodiert sein, dass der entstehende Wasserdampf weit in den Weltenraum hineingeschleudert worden wäre. Die Mengen Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Chlor, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor u. s. w., die jetzt bereits in der festen Erdrinde gebunden sind, würden, wenn sie durch plötzliches Glühendwerden der Erdrinde nur wieder in den gasförmigen freien Zustand übergingen, den Weltraum sicher bis über den Mond hinaus erfüllen!

Die Protuberanzen der Sonne überragen die Sonnenoberfläche oft um 100 000 km, unser Mond ist noch nicht zweimal weiter von der Erde entfernt; er würde also, da er das flüssige Wasser der Erde bereits lebhaft anzieht, hoch emporgeschleuderte

oder weit ausgedehnte Dampfmassen sehr stark anziehen und zwar um so mehr, je wärmer die Erde wäre und dadurch zu diesem Dampfe keine innigere chemische Verwandtschaft haben würde. Knallgasexplosionen an der Erdoberfläche würden auch, da die Massen von Erde und Sonne ganz verschiedene sind, die entstehenden Wasserdämpfe viel weiter hinausschleudern können, als dies bei der Sonne der Fall ist 2*). Weil der Mond damals sicher noch kein starrer, toter Trabant war, sondern wohl selbst noch eine Atmosphäre besass, so wird er auch doppelt energisch Sauerstoff und Wasser angezogen haben. Eine derartige Aufnahme würde eine Gewichtszunahme bedingen und eine solche würde viele Eigentümlichkeiten in der Bewegung des Mondes erklären.

Sind nach den Theorien Sonne und Planeten ursprünglich eine weit ausgedehnte Masse gewesen, so müssen in dieser durch Kräfte oder sich bewegende Stoffe, die aus weiten Fernen des Weltenraumes stammten, bestimmte Zentren, welche eine grössere Dichte und eine andere Bewegung als die umgebenden Massen besassen, erzeugt worden sein. Dass dies geschah, vermögen wir in keiner Weise durch Tatsachen zu belegen. Es ist also nach den bis jetzt gültigen Annahmen unerklärbar, durch welche Vorgänge einst der Mond von der ursprünglich als locker angenommenen Masse der Erde abgetrennt wurde und wie nun auf letzterer das Wasser zur Abscheidung gelangte.

Für den Astronomen, den Chemiker und den Biologen ist der Gedanke, dass der Raum zwischen Sonne und Planeten mit stark verdünnten Gasen, die auch den Weltkörpern eigen sind, erfüllt sei, ganz verständlich. Die Annahme, dass die Erde aus dem Weltenraume Gase und auch Wasserdampf aufnehmen müsse, ist eine uns aufgezwungene, denn wir wissen beispielsweise, dass der Gehalt der Luft an Kohlensäure nicht gross ist. Wo kommen nun die kaum schätzbaren Mengen dieses Gases her, die allein in den Kalksteinen und Steinkohlenflötzen gebunden sind? In den innersten Erdschichten ist wohl keine Kohlensäure vorhanden, denn aus geologischen Eigentümlichkeiten der Erdschichten müssen wir folgern, dass das Erdinnere kohlensäurefrei und in einem heissen, flüssigen Zustande sei. *Seit der Silur-Periode haben wir Reste von Tieren, die in keiner stark kohlensäurehaltigen Atmosphäre gelebt haben können*. Wo sind also seit jenen fernen Zeiten die riesigen Mengen von Kohlensäure hergekommen, wenn nicht aus dem Weltenraume? Dieses Thema kann hier leider nur flüchtig berührt werden, leicht würde es aber zu einem weitgreifenden ausgedehnt werden können. Es sollte hier nur die Frage erörtert werden, ob wir uns den weiten Weltenraum mit einem besonderen, proteusartig in seinen Eigenschaften wechselnden, unwägbaren (also stofflosen) Stoff angefüllt denken dürfen oder ob wir anders schliessen müssen.

Gehen wir zu den Tatsachen zurück, so müssen wir behaupten, dass die Sonnenoberfläche eine ständig wechselnde Beschaffenheit zeigt, dass sie deshalb der Erde eine gewisse Menge wechselnde Energie zusendet, wovon ein Teil auf unserem Planeten als Licht und Wärme empfunden wird, Untersuchen wir nunmehr, wie sich die letzteren den Körpern auf unserer Erdoberfläche gegenüber verhalten.

2*) Der Raum, den gleiche Gewichtsteile eines Gases einnehmen, ist wechselnd je nach der Temperatur des Gases, die bei jedem Grad Steigerung das Volumen des Gases UM 1/273 erhöht. Da das Knallgas mindestens eine Temperatur von 8000^0 hat, so erhöhen sich die Rauminhalte um das dreissigfache. Die Licht-Erscheinungen bei den Protuberanz-Explosionen am Sonnenrande zeigen denn auch, dass die Sonnenatmosphäre noch in einer Höhe von 500,000 km Stoffe enthält, welche Licht zu reflektieren vermögen. Die Korona erstreckt sich noch weiter, wo ist also die Grenze der Sonnengase gegen den Äther? Da der Äther auch zwischen allen Molekülen der wägbaren Stoffe auftreten soll, müssten wir also fragen: Wo verschwinden die letzten Moleküle aus dem Äther?

B. Allgemeines über Licht und Schatten.

I. Das Licht.

Alle die verschiedenartigen Stoffe auf unserer Erde zeigen eine gemeinsame Eigenschaft. Sie lassen sich auf irgend eine Art in einen Zustand versetzen, den wir schlichtweg als "Erwärmung" bezeichnen. Das heisst: von andern Körpern, die bereits in einem Zustande der Erwärmung sind, vermag ihnen diese Eigenschaft mitgeteilt zu werden, oder irgend eine andere Kraft wurde plötzlich geändert und setzte sich, wie es bei der Reibung, bei Schlag, Stoss, Fall u.s.w. eintritt, in Wärme um, ganz abgesehen von allen weiteren Nebenerscheinungen. Findet die Erwärmung nur kurze Zeit und in ganz geringem Masse statt, so zeigt der erwärmte Körper keine weiteren auffälligen Änderungen seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften, denn meist wird eine geringe Menge zugeführter Wärme verteilt und nach aussen wieder ausgestrahlt. Wird die Wärmezufuhr aber nicht unterbrochen, sondern wird sie längere Zeit hindurch fortgesetzt, so nimmt jeder Stoff mehr und mehr Wärme auf und verändert unter dieser Aufnahme in wechselnder Weise seine Eigenschaften. Nehmen wir z. B. je einen Würfel von 1 ccm Inhalt aus Eis, Holz, Eisen und Marmor, und setzen wir diese vier Würfel in kleinen Tontiegeln einer hohen Wärme aus, z. B. einem Knallgasgebläse, so tritt ganz etwas Verschiedenes ein. Das Eis schmilzt bei 0^0 zu Wasser, das bei 100^0 siedet und nun schnell viel Wärme aufnimmt und in den dampfförmigen Zustand übergeht. Der Wasserdampf kann schliesslich durch die intensive Wärme in seine Elemente Sauerstoff und Wasserstoff zerlegt werden. Durch einfache weitere Erwärmung lassen sich diese Gase aber nicht mehr in hervortretender Weise verändern; sie nehmen bei steigender Wärme einen steigend grösseren Raum ein, ohne sich selbst dabei aber bis zum Glühen und Leuchten erhitzen zu lassen; soll dies eintreten, so müssen mannigfache andere Vorkehrungen getroffen und andere, energische Wärmequellen angewandt werden. Der Holzwürfel fängt bereits bei $150\text{-}200^0$ an sich zu zersetzen; bei Zuströmung von Sauerstoff verbinden sich die Zersetzungsprodukte mit diesem sehr lebhaft zu neuen einfacheren Verbindungen, sie verbrennen und leuchten dabei in einem blendend hellen Lichte. Dies „Verbrennen" geht auch vor sich, wenn die Knallgasflamme sofort nach stattgefundener Entzündung entfernt wird. Die brennenden Gase des Holzes entwickeln eine hohe Wärme, welche von Lichterscheinungen begleitet wird; die Wärme zersetzt auch weitere Teile des Holzes. - Der Eisenwürfel wird unter der Wirkung der Knallgasflamme zunächst heiss, dann rotglühend, hellgelb und schliesslich weissglühend, worauf er schmilzt. Er strahlt ein intensives Licht aus und zeigt ausserdem bei jeder Zunahme der Erwärmung eine immer grössere Anziehungskraft für Sauerstoff, er oxydiert schon in Rotglut und fängt in heller Rotglut bei Zufuhr reinen Sauerstoffgases an, dieses so heftig anzuziehen, dass eine schnelle Oxydation, eine Verbrennung unter bedeutender Lichtentwickelung stattfindet. - Der Marmorwürfel verliert zunächst Wasser und dann die Kohlensäure, worauf eine Verbindung zwischen Kalzium und Sauerstoff zurückbleibt, die sich nun nicht weiter durch das Knallgasgebläse zerlegen lässt, sondern nur in einen Zustand gesteigerter Erregung, den wir als "helle Weiss-Glut" bezeichnen, übergeht. Das Licht, welches von dem glühenden Kalk ausgestrahlt wird, ist ganz intensiv blendend weiss. Das Licht, das die noch wärmere Knallgasflamme besitzt, erscheint dagegen vollkommen farblos. Der Wärmegrad allein bewirkt also noch kein starkes Leuchten, sondern – und das wollen wir uns von vorneherein merken - jede Lichterscheinung hängt von gar mannigfachen chemischen und physikalischen Vorgängen und Eigentümlichkeiten der erwärmten Stoffe ab.

Das Leuchten ist eine Eigenschaft der Stoffe, welche diese auf eine gewisse Zeit hin zeigen, sobald sie sich in einem Zustande chemischer Umwandlung (brennendes Holz z. B.) oder der Erregung (glühender Kalk, Leuchtfarbe u. s. w.) befinden. Es ist ganz unabhängig von dem Wärmegrad, den der Körper hat, wie der glühende Kalkwürfel, die Knallgasflamme, Leuchtfarbe und leuchtende Organismen z. B. genugsam zeigen.

Sofort beim Entstehen breitet sich das Licht nach allen Richtungen des Raumes aus und vermag dann gleichzeitig allen Körpern, die seine Ausbreitung hindern, neue Eigenschaften zu verleihen.

Die Sonne ist bereits seit unberechenbaren Zeiträumen in einem Zustande, den wir als hell-leuchtend bezeichnen müssen. Ohne Unterbrechung sendet sie in den Weltenraum die ihr in diesem Zustande eigene Energie hinaus und wirkt dadurch wenigstens auf ihre Trabanten, die Planeten und Kometen ein. Wieweit sie noch in den ferneren Weltenraum hinein wirksam sein wird, darüber vermögen wir zur Zeit ebensowenig Auskunft zu geben, wie über die Wirkungen des reflektierten Lichtes des Mondes und der Planeten oder des uns direkt zugehenden Lichtes der Fixsterne auf die Erdoberfläche. Dass von diesen Seiten aber sicher Einwirkungen stattfinden, lehren uns die photographischen Platten.

Wir erhalten von der Energie, die von der Sonne in den Weltenraum ohne jede Unterbrechung hinausgesandt wird, nur den scheinbar winzigen Bruchteil von ein Zweihundertfünfundzwanzigmilliontel. Diese Menge genügt aber, um auf jedem Quadratmeter Erdoberfläche, den sie voll und ungehindert treffen würde, in jeder Sekunde *ü b e r* zwei Pferdekräfte Arbeit zu leisten (etwa 170 Meterkilogramm). Diese Zahl entspricht etwa der von Pouillett gefundenen 2/5 Wärmeeinheit für den Quadratmeter senkrecht bestrahlter Erdfläche. Die Sonne sendet danach in jeder Sekunde rund 100 000 Trillionen Wärmeeinheiten aus. Das bedeutet eine Menge, die wir uns nicht vorzustellen vermögen, die also nur rechnerisch Wert besitzt. Die in Wärme umgesetzte Sonnenenergie ergibt für die Erde ungefähr jährlich 230 000 000 000 000 Pferdekräftel Schon aus diesem Grunde verlohnt es sich die Energie der Sonne einmal unter ganz anderen Gesichtspunkten, als es bisher geschehen ist, in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen.

Das Licht breitet sich allseitig aus, solange es sich in einem durchsichtigen Mittel fortpflanzen kann. Als im höchsten Grade durchsichtig kann der nur mit ganz verdünnten Gasen angefüllte Weltenraum gelten. Sobald die Gase aber irgendwie verdichtet werden, wie es in der Nähe unserer Erde und anderer Planeten und Weltkörper der Fall ist, wird die gleichmässige Ausbreitung des Lichtes beeinträchtigt. Sobald ferner irgendwo undurchsichtige Körper in den Weg des Lichtes eingeschaltet werden, findet durch diese eine Änderung der Lichtwirkung statt.

Was heisst nun zunächst *durchsichtig* und *undurchsichtig*? Der Volksmund hat sich diese Worte gebildet, und wir können sie als ganz treffend ruhig annehmen und weiter verwerten. Der allgemeine Sprachgebrauch fügt noch ein drittes Eigenschaftswort hinzu und bezeichnet Körper, die nicht vollkommen das Licht durchlassen oder absperren, als durchscheinend. Fensterglas ist durchsichtig, Schreibpapier ist durchscheinend, eine Blechtafel ist undurchsichtig. Das heisst: Fensterglas hält die Energie, welche die Sonne oder ein anderer leuchtender Körper

aussendet, nur zum geringsten Teile zurück. Papier verbraucht davon einen Teil und sendet nur gewisse Mengen in den jeweiligen Raum weiter fort. Die Blechtafel wirft einen Teil der Energie zurück, wandelt einen anderen vollkommen um und lässt eventuell kein Licht durchtreten.

Alle drei Stoffe haben aber noch eine Eigenschaft, die sofort erwähnt werden muss. Es kommt nämlich nicht nur darauf an, wie ihre innere Struktur ist, sondern auch recht sehr, *welche Beschaffenheit die Oberfläche, die der Lichtquelle zugekehrt ist, besitzt*. Alle Stoffe unserer Erde werfen nämlich einen Teil des auf sie treffenden Lichtes in ganz gesetzmässiger Weise zurück, sie reflektieren das Licht! Wie wichtig diese Zurückwerfung (Reflexion) des Lichtes ist, müssen wir später ausführlich betrachten.

Die meisten Stoffe sind im gasförmigen Zustande durchsichtig, im flüssigen Zustande durchsichtig oder durchscheinend, im festen Zustande undurchsichtig. Wasser ist als Dampf, als flüssiges Wasser und als Eis durchsichtig. Beimengungen in ihm machen es durchscheinend bis undurchsichtig. Durchsichtiger Wasserdampf wird durchscheinend, sobald sich ein Teil davon, wie es im Nebel oder in den Wolken der Fall ist, zu Wassertröpfchen verdichtet, die an ihrer Oberfläche das Licht ablenken und teilweise zurückwerfen. Eine solche Ablenkung und Zurückwerfung lässt viele Stoffe nur durchscheinend werden. Tränken wir ein dünnes durchscheinendes Papier mit Ölen, so können wir die Ablenkung des Lichtes an den Papierfasern zum grössten Teile verhindern und das Papier fast durchsichtig machen. Fein pulverisiertes Glas ist undurchsichtig, mit Ricinusöl übergossen wird es wieder durchsichtig. - Solche Beispiele müssen wir als wichtig von Anfang an zusammenstellen, um die Fülle von Erscheinungen deuten zu können, die das Licht in und an der Körperwelt unserer Erdoberfläche hervortreten lässt. Es gibt kaum einen Stoff den man nicht durchscheinend zu machen vermöchte. Davon machen wir beispielsweise beim Mikroskopieren in ausgedehntestem Masse Gebrauch. - Berücksichtigen wir diese Eigenschaft der Stoffe nicht sofort weitgehendst, so bleiben uns viele Erscheinungen durchaus unklar.

Die Stoffe an und für sich lassen Licht durch, ihre zufällige Beschaffenheit macht sie aber undurchsichtig. "Zufällig" ist ein oft gebrauchtes und hier absichtlich angewandtes Wort, was es ausdrücken soll, müssen wir aber genau feststellen. Einen Zufall gibt es in dem Universum nicht, nur Ursache und Folge. Hat sich *reine* Kieselsäure in *reinem* Wasser gelöst und sich dann aus diesem wieder gleichmäßig und langsam abgeschieden, so entsteht ein *reiner* Bergkristall, der das Licht vollkommen durchlässt und regelmässig ausgebildet ist. Waren aber in dem lösenden Wasser noch andere Stoffe, z. B. Eisensalze gelöst, so schlagen sich diese oft mit der Kieselsäure nieder, vermindern ihre Lichtdurchlässigkeit und *geben ihr eine bestimmte Färbung*. Solche Beimischungen bezeichnen wir als zufällige. Sie wandeln die Struktur des Kristalles um, verhindern, dass er sich regelmässig ausbilde, geben ihm chemisch eine andere Zusammensetzung und bewirken eine vollkommene Änderung seiner physikalischen Eigenschaften! Den Kohlenstoff können wir durch grosse Hitze, z. B. im elektrischen Funken verdampfen; schlagen wir ihn aus einer helleuchtenden Flamme nieder, so tritt er in der Form des Russes auf. Winzige Kohlenstoffteilchen sind in diesem nebeneinander gelagert und zerlegen das auf sie fallende Sonnenlicht so sehr, dass nur wenig zurückgeworfen und nichts durchgelassen wird. Russ besitzt deswegen auch unter dem Mikroskop eine intensiv „schwarze Farbe". ln der Erde lagert er als Steinkohle, aus dieser

entsteht Anthrazit und Graphit; letzterer ist in seiner höchsten Ausbildung schon stark glänzend und in feinen Blättchen auch *durchscheinend*. Schliesslich kristallisiert der Kohlenstoff, bildet den Diamant, jenen Körper, der die verschiedenartigsten physikalischen Eigenschaften wie Durchlässigkeit für Licht, Brechungsvermögen und Härte in dem höchsten Grade besitzt und mit dem Russ nur noch das gemein hat, dass er sich mit Sauerstoff zu Kohlensäure verbinden kann! Die Strukturen von Russ, Steinkohle und Graphit bezeichnen wir fälschlich als zufällige.

Eine Kupfer-, Silber- oder Goldplatte ist, wie alle Metalle, in dickerer Schicht vollkommen undurchsichtig. Als dünner zusammenhängender Niederschlag sind die Metalle aber nicht nur durchscheinend sondern durchsichtig. Versilbert man die vordere grosse Linse (Objektiv) eines Fernrohres und richtet dieses dann nach der Sonne, so erscheint das Sonnenbild vollkommen klar mit allen Einzelheiten, nur in seiner Lichtstärke gemildert und bläulich gefärbt. 3*). Silber ist also blau, Gold grün.

3*) Dieses Verhalten der Körper gegen Licht ist wichtig, denn es zeigt uns die Übereinstimmung vieler Eigenschaften des Lichtes mit denen der Elektrizität und des Magnetismus, die sogenannten Röntgen- und Radiumstrahlen sind uns bei Beachtung dieser Eigenarten der Stoffe viel verständlicher in ihren Wirkungen. Wir haben bei Licht, Elektrizität und Magnetismus vorwiegend Oberflächenwirkung, während die Wärme die ganze Masse der Stoffe beeinflusst.

Wenn in diesem Momente die Sonne ihr Licht verlöre, so würden wir die Tatsache nicht sofort gewahr werden, sondern erst nach etwa acht Minuten. Solange gebraucht etwa das Sonnenlicht, um den Weg von der Sonne zur Erde zurückzulegen. ln dem stark luftverdünnten Raume zwischen Erde und Sonne legt das Licht in der Zeiteinheit, als welche wir unsere Sekunde annehmen, einen gewissen Weg zurück. Wir haben durch Versuche diesen Wert in der Atmosphäre der Erde auf ca. 300 000 km in der Sekunde feststellen können (die Angaben schwanken zwischen 298 000 und 301 300 km). Geht aber Licht aus einem Stoffe in einen Dichteren über und darin weiter, so *wird es in seiner Geschwindigkeit gehemmt*. 4*). Geht es in Luft in einer Sekunde 300 000 km weit, so geht es in reinem Wasser nur 225 000 km weit, in dichteren Mitteln, wie in Schwefelkohlenstoff, Flintglas, Quarz, Diamant u.s.w. immer weniger schnell. *Letztere Eigenschaft* führt uns zu den wichtigsten und interessanten Versuchen. Sie ermöglicht es uns, dem Licht seinen Weg vorzuschreiben und dadurch Fernrohre zu bauen, welche einen Blick in die weiten Fernen des Weltenraumes gestatten, und Mikroskope zu konstruieren, vermittelst der wir die Wunder der Welt im kleinen durchforschen können. Sie setzt uns in den Stand Prismen zu schleifen, welche das Sonnenlicht in die überwältigende Pracht der sogenannten Regenbogenfarben hineinzwingen oder uns das Wachstum vieler Kristalle in einer Farbenharmonie zeigen, gegen die alles, was der Menschen Kunst zu bieten vermag, bescheiden zurücktreten muss, gegen die selbst das Feuer des Diamanten eintönig ist. Und wem es vergönnt ist, diese Untersuchungen ausführen zu können, der empfindet dabei nicht allein selbst höchste Befriedigung und reinsten Genuss, sondern erfährt auch bald, dass in eines jeden Menschen Brust die volle Lust an solchen Beobachtungen erwacht. Kind und Greis, Hoch und Niedrig verfolgen gerade die Erschliessung dieser "Wunder des Weltalls" mit gleicher Aufmerksamkeit.

4*) Hier liegt ein unlösbarer Widerspruch. Die Dichtigkeit des Lichtäthers wird um "unendlich" mal kleiner angenommen werden müssen als die unserer Atmosphäre, um wie viel mal ist also die Geschwindigkeit des Lichtes im Äther kleiner?!

Betrachten wir unsere nähere und fernere Umgebung ganz aufmerksam, so stellt sich zunächst die überraschende Tatsache heraus, dass wir nur verschwindend kleine Flächen ganz genau wahrzunehmen vermögen, *d. h. wir sehen nur punktförmige Stellen scharf*. Machen wir drei Punkte dicht nebeneinander ∴ , so können wir nur je einen davon genau betrachten, nehmen wir eine Lupe zu Hülfe, so tritt diese Eigentümlichkeit noch schärfer hervor.

Es ist also notwendig, dass unsere Augen, um auch nur verhältnismässig kleine Flächen genau beobachten zu können, in steter Bewegung von einem Punkte zum anderen sein müssen. Wir kombinieren bei der Wahrnehmung der Aussenwelt in der allerweitgehendsten Weise, ebenso bei allen wissenschaftlichen Beobachtungen. Das Kombinationsvermögen ist etwas rein Subjektives, was durch Übung gesteigert werden kann; aus dem verschiedenartigen Grade, in dem es bei verschiedenen Menschen, also auch bei verschiedenen Forschern vorhanden ist, entspringen die sich oft so weit voneinander entfernenden Angaben über das, was gesehen wurde. An diese Eigenart unseres Wahrnehmens und unserer Schlüssebildung wollen wir möglichst häufig denken, um objektiv bleiben zu können.

Prüfen wir die Körperwelt um uns herum eingehend, so müssen wir ferner feststellen, dass die *Oberflächen* aller Körper sowohl an und für sich als auch in ihren kleinsten Teilen verschieden sind, die einer mehr die anderen weniger. Je sorgfältiger wir untersuchen, umso mehr treten Verschiedenheiten hervor; selbst in den denkbar reinsten Glasplatten, deren Oberflächen auf das Genauste geschliffen und poliert sind, lassen sich schliesslich Unregelmässigkeiten feststellen. Ja, auf dem Vorhandensein der winzigsten Unregelmässigkeiten in der Struktur beruhen die optischen Eigenschaften der verschiedenen Glassorten und Kristalle.

Die meisten festen Körper haben eine *rauhe Oberfläche*, die ausserdem auch noch dadurch eine andere Wirkung auf unser Auge und Gehirn ausübt, dass sie in verschiedenen Farben hervortritt. Die Flüssigkeiten haben eine ebene und glatte Oberfläche, und die Masse der meisten Flüssigkeiten, nicht allein die Oberfläche, erscheint in bestimmten einheitlichen Farben.

Fällt Sonnenlicht auf die Oberfläche eines rauhen, farbigen Körpers, so wird ein Teil des Lichtes nach allen Richtungen hin farbig zurückgeworfen. Fällt es schräg auf eine ruhige Wasserfläche, so wird es hauptsächlich nach einer einzigen Richtung hin zurückgeworfen, wir sagen: die Sonne spiegelt sich an der Wasseroberfläche, ihr Bild wird reflektiert.

Da es sich hierbei um alltägliche Erscheinungen handelt, so verfolgt selten jemand die Ursache dieser Erscheinungen, trotzdem gerade sie von der allergrössten Wichtigkeit sind, *denn auf 0berflächenwirkung beruht überhaupt die mannigfaltige Gestaltungskraft des Lichtes.*

Ist die Oberfläche einer Metallplatte, z. B. einer Silberscheibe, ganz unregelmäßig rauh, und besitzen die kleinen Erhabenheiten auch kleine glatte Flächen, so wird das Licht *nach allen Richtungen hin* von den mikroskopisch kleinen Ebenen zurückgeworfen, die Fläche erscheint in *ma t t*, grau, ohne Glanz. Nehmen wir einen Polierstahl, und drücken wir damit durch einen Strich eine Anzahl der Erhabenheiten zu einer Ebene zusammen, so erhält die überstrichene Fläche *G l a n z*, das heisst

sie wirft jetzt an den meisten Stellen auffallendes Licht nach *e i n e r* bestimmten Richtung hin zurück. Schleifen wir alle Unebenheiten fort, und reiben wir die so geglättete Fläche mit einem Leder und Polierrot, so verwischen wir die meisten Unebenheiten und stellen eine glatte Fläche her; diese *s p i e g e l t* jetzt, das heisst sie wirft alles Licht, welches von irgend einem Punkte aus auf sie fällt, in einer ganz bestimmten Richtung weiter. Blicken wir senkrecht auf die Spiegelfläche, so sehen wir infolge dieser Zurückwerfung unser Auge und seine Umgebung klar und deutlich, blicken wir schräg auf die Fläche, so sehen wir alle Gegenstände, die jenseits unter einem gewissen Winkel gelegen sind. Legen wir den Metallspiegel, wie wir ihn nun nennen können, fest auf den Tisch, so erblicken wir bei jeder Veränderung der Lage des beobachtenden Auges ganz gesetzmäßig andere Bilder aus der Umgebung.

Um diese Gesetzmässigkeit festzustellen, müssen wir den zunächst zu schildernden Apparat, der in Fig. 2 a. und b. dargestellt ist, in Anwendung bringen.

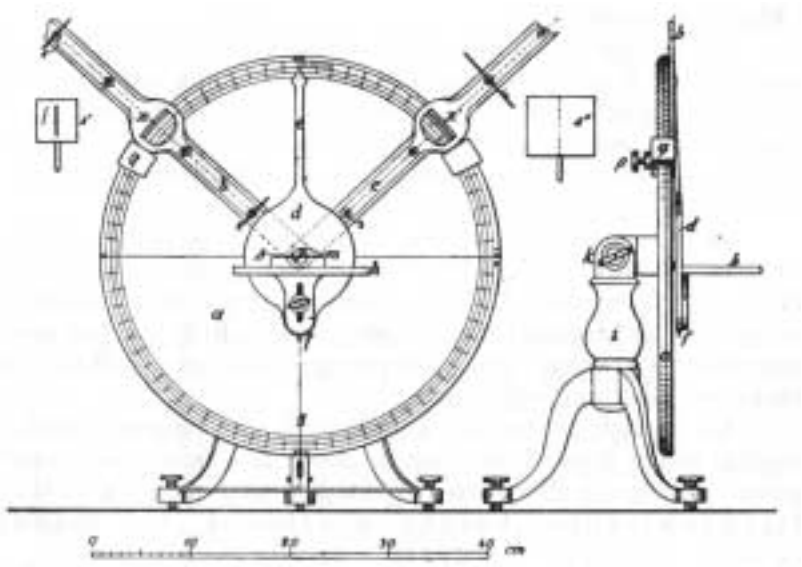


Fig. 2. a Ansicht des Instrumentes zur Bestimmung der bei der Zurückwerfung, Brechung und Beugung des Lichtes entstehenden Winkel; s ist die im Text erwähnte spiegelnde Silberplatte; s' Ansicht der Spalte bei 1 u. 2, s" Ansieht des Schirmes in 4. b Ansicht des Apparates von der Seite.

Das Instrument besteht aus einer kreisrunden Blechtafel *a,* von mindestens 40 cm Durchmesser (je grösser letzter genommen wird, umso anschaulicher können die mannigfachsten Versuche mit diesem einfachen Instrumente ausgeführt werden). Über dem Mittelpunkte der Scheibe sind zwei Lineale *b* und *c* sowie eine sogenannte Tischplatte *d* angebracht. Diese vier Teile sind einheitlich durchbohrt und werden durch eine Schraube *m* so auf einem ebenen Holzbrette festgehalten, dass die Schraube als Axe für die Drehbewegungen dient, welche die genannten Teile ausführen können. Die Tischplatte *d* trägt bei *e* einen Zeiger und bei *f* ein Loch zur Aufnahme des Fadens eines kleinen Lotes *g.* Ausserdem ist die Platte unten, in der Richtung *e f* geschlitzt. In den Schlitz passt der Kopf einer Schraube, durch welche rechtwinklig gebogene Platten *h* aufgeschraubt werden können, die weitere Tischchen abgeben; eine dieser Platten ist in der Fläche durchbrochen. Auf die Tischchen können Linsen, Prismen, Spiegel, Kristalle u. s. w. gestellt oder gelegt werden.

Da alle Teile um einen gemeinsamen Mittelpunkt drehbar sind, so sind die Lineale unter den verschiedensten Winkeln gegeneinander um den Punkt in beweglich. Sie sollen zur Feststellung bestimmter Richtungen und zur gleichzeitigen Ablesung von Winkeln dienen. Zu diesem Zwecke ist der Rand der Scheibe in 360 Grade geteilt. Die Facetten in den Einschnitten *x, x'* an den Linealen dienen zum Ablesen der Grade, ihre scharfen Ränder dienen zur Einstellung der Striche eines Nonius mit der Kreisteilung. In den Mittellinien der Lineale befinden sich fernerhin Löcher 1, 2, 3, 4 u. s. w. mit Gewinden, in diese lassen sich kleine Röhrchen einschrauben, welche zur Aufnahme und zum Festhalten der verschiedensten Hilfsapparate dienen. Schliesslich ist die Holzplatte, auf der alles angeschraubt ist, noch, wie in Fig. 2b dargestellt wurde, auf einem Fuß *i* so befestigt, dass sie mit dem Gelenke *k* um 90^0 gekippt werden kann. Die Scheibe *a* kann also aus der horizontalen Lage in die vertikale gedreht werden. 5*)

5*) Wer Geduld und Geschick besitzt, stellt sich den Apparat selbst aus Holz her, im übrigen kann er, aus Metall hergestellt, durch Vermittlung der Verlagsbuchhandlung bezogen werden.

Das Brett wird vertikal gestellt und das nicht durchbrochene Tischchen *h* so aufgeschraubt, dass eine Ebene durch den Mittelpunkt *m* geht. Der Spiegel wird auf die Mitte des Tischchens gelegt. Das Lineal *b* erhält in *1* und *2* je ein mit einem Spalt versehenes Blech eingesetzt; auf das Lineal *e* wird in *4* ein kleiner Schirm aufgesetzt, der durch die Mitte, senkrecht zur Mittellinie des Lineals *c*, eine Linie erhält. Das Lineal *b* wird derart gegen die Sonne oder eine helle Flamme gerichtet, dass das Licht durch Spalt *1* geht, auf Spalt *2* und von diesem auf den Spiegel *s* fällt. Mit einer Klemme *g*, wird das Lineal in dieser Richtung festgehalten und nun *e* so nach oben gedreht, bis das Licht, welches vom Spiegel weitergeworfen wird, als verbreiterter Streifen mit seiner Mitte auf die Mittellinie des Schirmes trifft. Jetzt wird auch Lineal *c* festgeklemmt und nun können die Winkel abgelesen werden. Links ist 0^0, der Zeiger *e* des Tisches zeigt auf 90^0, das Lot auf 270^0 also ist das Tischchen horizontal. Der Winkel, den das Lineal *b* mit der Ebene des Tischchens macht, betrage genau 43^0, das Lineal *c* mussten wir auf 137^0 einstellen, es macht also mit der Ebene des Tischchens ebenfalls einen Winkel von 43^0. Das heisst: das einfallende Licht wird vom Spiegel unter demselben Winkel weiter gelenkt, unter dem es auf den Spiegel fiel, oder: *der Einfallswinkel ist gleich dem Ablenkungswinkel* ! Das Licht geht also von Mitte Spalt *1* zum Spiegel und von hier nach der Mitte des Schirmes *4* geradlinig fort. *Aber das Bild auf dem Schirme ist breiter als das Bild gleich hinter der Spalte 1, also verbreitert sieh das Licht etwas nach den Seiten*; es wird um die Spalträndern herumgebogen, was wir mit gebeugt bezeichnen. Diese Beugung des Lichtes ist wichtig! Um sie zu vermindern, wurde bereits bei *2* ein zweiter Spalt eingeschoben, der nur die Mittelstrahlen, die von *1* kommen, weitersendet; nach den Seiten hin zerlegt er diese allerdings in einer ganz anderen, später zu schildernden Weise, es entstehen sogenannte Beugungsstreifen, die jetzt noch nicht erklärt zu werden brauchen. Von der Eigenschaft des Lichtes, sich in geraden Flächen auszubreiten und von der eigenartigen Umwandlung dieser Richtung an den Rändern undurchsichtiger Körper, machen wir bei zahllosen Versuchen Gebrauch und müssen die Verhältnisse daher zunächst in der einfachsten Form abzuleiten versuchen.

II. Der Schatten.

Ist irgendwo eine isolierte helle Lichtquelle, so geht von dieser in der eben angedeuteten Weise Licht nach allen Richtungen des Raumes hin. Halten wir einen beliebigen undurchsichtigen, begrenzten Körper in den Lichtraum, so wird durch dessen Oberfläche das Licht an der geradlinigen Weiterwanderung gehindert. Direkt hinter dem Körper entsteht ein *fast* lichtfreier Raum, der sich weithin ausdehnt. Der Raum ist der sogenannte *Schatten* des Körpers; er ist körperlich zu denken und wird von Flächen begrenzt, die eine Verlängerung der Umrisse des schattenwerfenden Körpers sind. Stellen wir uns in die Sonne, so wirft diese die Umrisszeichnung unseres Körpers auf die Erde oder auf einen etwa aufgestellten Schirm u.s.w. Da die Sonne eine Scheibe ist, von der jeder Punkt Licht an unserm Körperumriss vorbeisendet, so sind die Ränder des Schattens unscharf. Man spricht daher meist von Kernschatten und Halbschatten und stellt die Verhältnisse, welche hier obwalten, in folgender Weise dar:

S sei die Sonne oder irgend eine runde, helle Lichtquelle, *K* mag ein kreisförmiger Körper sein, *P* ein Schirm, auf den der Schatten von *K* fällt. Längs der Ränder von *S* und *K* ziehen wir alle Berührungslinien, welche gezogen werden können. Wir erhalten dann drei Kegelmäntel von ungleichem Wert. Von den Punkten *a* Und *b* der Scheibe *S* lassen sich je zwei Berührungslinien durch die Punkte *c* und *d* der Scheibe *K* ziehen, *ace* und *adh*, *bdf* und *bcg*; *ad* und *bc* beschneiden sich in *i*, *ace* und *bdf* schneiden sich jenseits des Schirmes *P* im Punkte *i'*. Diese Linien begrenzen die Längsschnitte der in Frage kommenden Kegel. Der Kegel mit der Spitze *i* und der Grundfläche *S* ist nur ein Produkt der Konstruktion und gleichmäßig hell, ebenso der mit der Spitze *i* und der Grundfläche *K.* Anders ist es mit dem Kegel, der *i'* zur Spitze und *S* zur Grundfläche hat. Durch die Ebene *K* wird er in den links gelegenen lichterfüllten und in den rechts gelegenen lichtfreien Kegelabschnitt getrennt. Ginge das Licht geradlinig durch den Raum, so könnte in das Innere des Kegels *K i'* von *S* aus direkt gar kein Licht gelangen. Der helle Schirm *P* müsste daher dort, wo er in diesen Raum hinein fällt, also in der Kreisfläche zwischen *e* und *f*, absolut lichtfrei

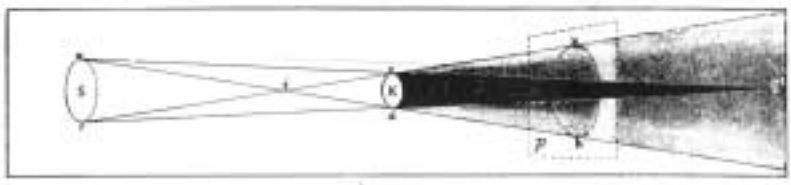


Fig. 8. Darstellung von Kern- und Halbschatten nach der seitherigen Annahme.

sein und vollkommen schwarz erscheinen. Der Kegel mit der Spitze *i* und der Grundfläche vom Durchmesser *hg* ist zwischen *i* und *K* lichterfüllt, zwischen *K* und dem Schirme aber sehr verschieden lichtstark. Im Durchschnitte ist die Fläche *c d e f* ganz lichtfrei, auf *e c g* und *f d h* fällt Licht in steigender Menge. Der Kreis zwischen *e* und *f* auf dem Schirme würde event. ganz schwarz sein, die zunächst angrenzende Zone erhielte nur Licht vom äussersten Rande von *S*, wäre also fast schwarz; jede folgende Zone erhält Licht von einer immer breiteren ringförmigen Fläche der Scheibe *S*, die äusserste Grenze wäre also fast voll erleuchtet. Mit anderen Worten: von dem zentralen schwarzen Kreise ab ging ein Schatten weiter, der sich von schwarz bis weiss allmählich abstufte; es entstünde ein sogenannter Verlauf. Den

zentralen schwarzen Kreis bezeichnet man als Kernschatten, den Verlauf als Halbschatten. So steht es überall zu lesen! In Wirklichkeit ist die Schattenbildung aber ganz anders.

In den Lehrwerken der Physik, kleinen wie grössten, findet an gelegentlich die Angabe, dass der Schatten, wenn das Licht durch enge Öffnungen fällt, an den Rändern streifig sei, sogenannte Interferenzfransen zeige. In Wirklichkeit werden aus solchen Beugungserscheinungen dann an anderen Stellen die denkbar wichtigsten Schlüsse gezogen, aber noch niemand hat daran gedacht, die Fransen am Schatten ihrer ganzen Entwicklung nach genau zu verfolgen. Das mag jetzt hier zum ersten Male geschehen. In unserer Literatur sind sie bereits 1650 durch F.M. Grimaldi erwähnt worden, selbstredend unter ganz anderen Voraussetzungen, als es hier zu geschehen hat.

Zu den folgenden Versuchen nehmen wir als gleichmässige Lichtquelle das direkte Sonnenlicht, das wir zunächst voll durch ein geöffnetes Fenster ins Zimmer fallen lassen. Da die Sonne bei uns niemals horizontal und niemals ganz senkrecht vom Himmel scheint, so gibt der Fensterrahmen auf dem Fußboden stets schief. gezogene Schatten. Wir müssen aber senkrechte Flächen haben. Wir nageln also an das Ende eines etwa 2 m langen Brettes senkrecht zu diesem ein zweites ebenes Brett auf und heften auf dieses einen Bogen vom besten Schreibpapier oder ein Stück sogenannten "gestrichenen Kunstdruckkartons"; die Fläche dieser Papiersorte gibt die denkbar gleichmässigste weiße Fläche ab. Nicht gesilbertes photographisches Papier ist auch fleckenfrei und wie jenes matt.

Das lange Brett legen wir so auf die Fensterbank, dass das senkrecht stehende parallel zur Sonnenscheibe steht. Dies ist erreicht, wenn die Sonne den Rest ihrer Strahlen ganz flach über das erste Brett sendet. - Das Papier bezeichnen wir von nun ab einfach als Schirm.

Die Sonne fällt also voll auf den Schirm, dessen Fläche im hellsten Weiss ganz blendend leuchtet. Das volle Licht ist erwünscht, das Blenden aber fatal. Wir müssen von vornherein, zur Schonung der Augen und um alle Einzelheiten genau beobachten zu können, die Augen durch eine ganz dunkle Schutzbrille sichern. Helles Licht ermüdet die Augen in allerkürzester Zeit; ermüdete Augen sehen aber nichts deutlich. Das Auge ist uns das wertvollste Instrument, weil es nicht nur Hell und Dunkel in den richtigen Abstufungen unterscheidet, sondern auch körperliche Dinge und eine unschätzbare Menge von Farbenschattierungen wahrzunehmen vermag. Darin kann es durch kein Instrument, keine photographische Platte ersetzt werden.

Wir nehmen jetzt einen undurchsichtigen Körper und bringen ihn zwischen Schirm und Sonne; in dem gleichen Augenblicke, wo dieses geschieht, entsteht auf dem Schirme eine dunkle Stelle, der Schatten des Körpers. Die Versuche müssen nun ganz systematisch angestellt werden, deswegen erscheint eine bestimmte Anordnung. Die vom Einfachen zum Verwickelten fortschreitet, unumgänglich notwendig.

Der einfachste Schatten ist derjenige einer geradlinig begrenzten Ebene. Die Grenze muss aber ganz scharf sein und darf keine hellen oder glänzenden Flächen

haben, welche das Licht spiegeln und dadurch die Schattenbildung stören würden. Ein Streifen Messingblech wird daher derart auf ein Brett geschraubt, dass er 1 cm breit vorsteht; der freie Rand muss gerade sein, er wird so abgeschliffen, dass eine einseitig schräge Grenze gebildet wird. Das Blechstück muss also von einer sogenannten Facette begrenzt sein. Den Rand hält man in die Flamme einer Kerze, wodurch er angerusst wird und nun kein Licht zurückzuwerfen vermag. Die dem Schirme zugekehrte Fläche des Brettes beklebt man mit matt-schwarzem photographischem Schutzpapier, von dem man Vorrat haben muss, weil es bei zahlreichen Versuchen Verwendung finden kann. Das Brettchen befestigt man oben an einer Schraubzwinge, Wie sie die Schreiner benutzen und kann es nun auf dem Brett vor dem Schirme an beliebiger Stelle fest anbringen, um die Hände frei zu bekommen.

Der Schatten des Brettchens bedecke den Schirm zur Hälfte. Befinden sich beide nahe voreinander, also: etwa in 1 cm Abstand, so entsteht von dem facettierten Rande des Blechstreifens ein scheinbar ganz scharf begrenzter, schwarzer Schatten auf dem weissen Schirme. Rückt man darauf das Brettchen ganz langsam weiter vom Schirme fort, der Sonne zu, so gewahrt man leicht, dass der Rand des Schattens doch nicht scharf ist. Mit einer Lupe kann man beobachten, dass nur dann, wenn der schattenwerfende Rand dem Schirme direkt aufliegt, eine absolut scharfrandige Beschattung stattfinden kann, dass aber schon die kleinste Entfernung des Randes vom Schirme eine Änderung des Schattens bedingt. Um diese Änderung gleich augenfällig zu gestalten, rücken wir den Rand etwa 50 cm vom Schirme ab. Der allgemeine Schatten verliert durch Einwirkung von Nebenlicht viel von seiner Tiefe, der Rand des Schattens ist nun aber vollkommen unscharf. Die Verhältnisse erscheinen zunächst einfach, stellen sich aber als immer verwickeltere heraus, je genauer man beobachtet.

Legen wir, *um von Anfang an feste Masse zu haben,* auf den Schirm einen gut geteilten Mass-Stab, so zeigt dieser, dass vom gleichmässigen tiefen Schatten ab ungefähr ein 3 $^{1}/_{2}$ mm breiter, allmählich verlaufender Rand auftritt, dann folgt ein etwa **1 mm breiter, ganz heller Längsstreifen** und an diesen setzt sich ein weniger helles Feld ohne Grenze in die voll beleuchtete Schirmfläche fort! *Der helle Streifen ist lichtstärker als die voll von der Sonne beschienene Fläche*! Es müssen hier also ganz eigene Verhältnisse obwalten. Das Licht wird längs der Kante in einem Streifen konzentriert, der *einen gewissen Abstand* von dem Kernschatten innehält, prüfen wir also genau den Abstand.

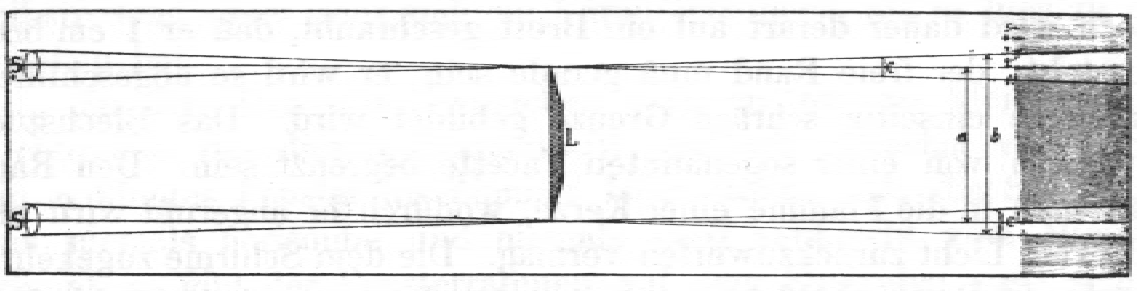


Fig. 4. Die durch direktes Sonnenlicht erzeugten Schatten eines Lineals L. SS Sonnenbild, das auf beide Schneiden des Lineals gleich senkrecht wirkt. a Breite des Lineals im Schatten, b Breite des Schattens bis zum Beginn des jederseitigen ersten dunklen Längsstreifens. 1 dunkeler innerer Grenzstreif; 2 heller äußerer Grenzstreif;
c durch die Differenz beider angegebene Breite der Sonnenscheibe (32^{0}); 3 erster dunkler, 4 u. 5 zweiter und dritter dunkler Längsstreif, die an Schatten, welche durch direktes Sonnenlicht hervorgebracht werden, noch gesehen werden können und bereits in der voll belichteten Fläche liegen.

Zur Feststellung dieser Grössen genügt eine einfache Kante nicht, weil die Grenze des Schlagschattens unmöglich scharf festgelegt werden kann. Man setzt also in 50 cm Entfernung ein mit parallelen Kanten versehenes Blechlineal der Sonne aus und misst im Schatten von heller Linie zu heller Linie. Ist das Lineal 41 mm breit, so sind die hellen Streifen 45,5 mm voneinander entfernt, es entfallen daher auf jeden Rand genau 2,25 mm. Um diese Grösse ragt also bei 50 cm Entfernung die helle Grenze des Schattens vor. Die Sonne hat 32 Minuten Durchmesser, sie entwickelt also von Rand zu Rand gemessen einen Halbschatten von ca. 4,5 mm Breite. Da hiervon die Hälfte nach der Linealmitte, die andere Hälfte über die Linealbreite hinaus gelegen sein muss, so verbreitert sich der Schatten genau innerhalb der oben angegebenen Grenze, d. h. die hellen Streifen liegen dort, wo sich je der äusserste Sonnenrand hin projizieren würde, wenn man von den Kanten des Lineales je eine Linie nach der Sonnenmitte hin gezogen denkt.

Diese Verhältnisse bleiben dieselben, ganz einerlei, ob man den Schatten in der Nähe des schattenwerfenden Körpers oder beliebig entfernt von ihm untersucht. Daraus folgt mit zwingender Notwendigkeit, dass sich hier helle und dunkle Felder räumlich gleichmässig ausbreiten, dass deswegen keine sogenannte Beugungs-Erscheinung 6*) vorliegen kann, **denn dieser helle Lichtstreifen existiert an jedem Rande nur einmal! Wir mögen Wellenkonstruktionen machen, soviel wir wollen, niemals werden wir eine einzige derart ausgezeichnete Zone herausrechnen oder graphisch darstellen können!**

Es ist nun naheliegend, danach zu fragen, ob denn die soeben erwähnten verschiedenen Streifen die einzigen Differenzierungen in den Schatten- und Lichtfeldern seien? Finden sich Differenzierungen, so ist weiterhin festzustellen, welche Bedeutung ihnen zukomme, wie sie sich *o b j e k t i v (*also etwa auf der photographischen Platte und in der Projektion auf einem Schirme) und *s u b j e k t i v* (bei direkter Untersuchung mit unseren Augen) darstellen. Dasjenige, was sich bei den Untersuchungen als gemeinsam herausstellt, ist für die Lösung der Frage nach dem Wesen des Lichtes von der denkbar grössten Bedeutung.

Führen wir die soeben angedeuteten Versuche systematisch weiter, so muss eine Entscheidung zu erwarten sein. Das für die wissenschaftliche Erkenntnis Nächstliegendste ist die Untersuchung der Frage: Wie verhalten sich die verschieden hellen Felder längs zweier Kanten, welche einander parallel genähert werden und schliesslich also einen engen Spalt bilden? Diese Frage ist deshalb so selbstverständlich, weil wir heute bei sehr zahlreichen physikalischen Experimenten einen schmalen, geradlinigen Spalt zur Zuführung von Licht zu den Instrumenten und dem beobachtenden Auge benutzen.

6*) Es wurde seither angenommen, dass die Lichtwellen ähnlich wie die Oberflächenwellen auf Flüssigkeiten, Wellenberge und Wellentäler (Verdichtungen und Verdünnungen) haben sollten. Trifft ein Wellenberg mit einem gleichtiefen Wellentale zusammen, so entsteht eine Ebene, d. h. Aufhebung der Wirkung. Beim Licht sollte durch Gleiches die Lichtwirkung aufgehoben werden. Lässt man Licht der Sonne durch einen schmalen Spalt fallen und dann die mittlere Partie des Spaltbildes in etwa 1-2 m Entfernung durch einen zweiten Spalt, so entstehen auf einem von diesen entfernten Schirm abwechselnd helle und dunkle Streifen, die als Beugungsstreifen im eben genannten Sinne gedeutet wurden. Genau betrachtet sieht man die Beugungsstreifen bereits am Bilde des ersten Spaltes, wenn dieser eng genug ist. Einfarbiges Licht gibt einfarbige Streifen von ungleicher Breite, rotes Licht erzeugt breitere als blaues. Weißes Sonnenlicht und das künstlicher Lichtquellen liefert Streifen in den Spektralfarben, bei denen die Abstände aber nicht dem eben Gesagten zufolge verschieden sind. Die Streifen werden wir als Beugungs- und Interferenzstreifen noch w i e d e r h o l t zu betrachten haben. Lässt man dieses ganze Bild durch ein Prisma gehen, so entsteht das farbige Spektrum mit den Fraunhoferschen Linien. Im Ultrarot und Ultraviolett liegen alsdann die durch Brechung geänderten Beugungsstreifen. Das haben wir seither übersehen!

Wenn fernerhin einfach vom Lichte der Sonne gesprochen wird, so geschieht dies nur, weil wir für die Energie der Sonne keine einfache deutsche Bezeichnung haben. Wir erhalten ja von der Sonne direkt weder Licht noch Wärme, wie irrtümlich angenommen wird, sondern nur Energie, das heißt nur eine unbekannte Kraft, welche die Fälligkeit besitzt Arbeit zu leisten, sobald sie auf Stoffe auftrifft, die ihr Widerstand entgegensetzen. Unser Auge sieht die Sonne in blendendem Lichte leuchten, weil sich die Sonnen-Energie auf der Sehhaut des Auges umwandelt, sodass im Geiste der Eindruck des Leuchtens wachgerufen wird. Unsere Hand fühlt den Sonnenschein als Wärme, weil sich die Energie an der Oberfläche der Hand in Licht und Wärme umsetzt. Das Gleiche geschieht an der Oberfläche aller Stoffe, welche die Energie nicht durchlassen oder zurückwerfen. - Sobald sich eine Spaltung in Wärme und Licht vollzogen hat, kann eine chemische Wirksamkeit ausgeübt werden. Als Folgeerscheinungen treten dann noch Elektrizität und Magnetismus hervor.

Licht entsteht nur an der Oberfläche der Stoffe und wirkt nur an Oberflächen; Wärme entsteht unter Umständen auch entfernt von der Oberfläche im Inneren der Stoffe, sie teilt sich nach und nach der ganzen Masse der letzteren mit. Elektrizität und Magnetismus sind wie das Licht Kräfte, die nur Oberflächenwirkung zeigen. Das wollen wir bedenken.

Es wird zweckmässig sein, dies an einem ganz bestimmten Beispiele klar zu machen.

Wird in die Wand eines durchaus dunklen Raumes ein großes Brennglas derart eingesetzt, dass es zur Mittagszeit senkrecht auf der Verbindungslinie mit dem Sonnenmittelpunkte steht, und wird durch ein aussen aufgesetztes langes Rohr möglichst viel Nebenlicht abgeblendet, so trifft die Sonnen-Energie voll auf das Glas und geht, falls dieses ganz rein und farblos ist, ohne Verlust durch seine Masse hindurch in den dunklen Raum hinein. Hätte die Linse einen Durchmesser von 1 m, so wäre die aufnehmende Fläche etwa 0,78 qm. Diese könnte eine derartige Energiemenge durchlassen, dass bei ihrer Umsetzung in Wärme etwa $1^1/_2$ Pferdekraft in der Sekunde Arbeit geleistet würde. Setzten wir sie durch Einschaltung einer absolut weissen, nicht spiegelnden Fläche in Licht um, so erhielten wir eine Lichtmenge, die etwa durch ihre chemische Wirksamkeit gemessen werden könnte. Die Einheit Sonnenlicht entspricht ungefähr 180 000 Kerzenstärken. Diese Zahl müsste mit dem Quotient 0,78 qm durch Kerzenfläche multipliziert werden. Ende Juni ist, nebenbei sei es bemerkt, die chemische Wirksamkeit der Sonnen-Energie etwa 16 mal grösser als zu Ende Dezember. Ähnlich verhält es sich auch mit der Wärme-Umsetzung. Diese ist bekanntlich im Juni-Juli ebenfalls um ein Vielfaches grösser als Ende Dezember.

Richteten wir, was nicht schwierig wäre, den Beobachtungsraum so ein, dass ihn der von der Linse erzeugte Energie-Kegel wieder verlassen kann, ohne im Raume selbst auf durchscheinende oder undurchsichtige Stoffe zu treffen, wie es bei absoluter Reinheit der Luft des Raumes ja nicht der Fall wäre, so würde neben dem Energie-Kegel weder Licht noch Wärme bemerkbar sein, und eine photographische Platte würde kaum verändert werden. Halten wir in den Brennpunkt der Linse, wo sich ja doch die Sonnenwärme konzentrieren soll, einen Spinnfaden der Seidenraupe, so bleibt dieser - unverändert! Also Wärme ist hier nicht, das zeigt auch ein polierter Platindraht eines Bolometers (Wärmemessers). Wird nun aber

Kohlenpulver, das sich auf dem Boden einer mit Kohlensäure gefüllten Kochflasche befindet, in den Brennpunkt gehalten, so beginnt es sofort zu glühen und kann so heiss werden, dass das Glasgefäss schmilzt. An den unzählbaren Oberflächen der Kohlenteilchen wird die Energie der Sonne in Wärme zerlegt, diese erzeugt das Glühendwerden und Leuchten des Kohlestaubes.

Halten wir in den Brennpunkt einen vollkommen polierten Metallspiegel, so wird alle Energie zurückgeworfen, falls der Spiegel parallel zur Linse steht. Der Raum bleibt dunkel und der Spiegel kalt. Sobald letzterer aber etwas schräg gehalten wird, erfolgt eine Ablenkung der Energie in den Raum, an dessen Wänden sie nun in Licht und Wärme gespalten wird. Der Raum wird hell und wärmer. Chemische Umsetzungen aller Art können in ihm allerorts vor sich gehen.

Nun wird es uns verständlich, wie das, was wir von der Sonne empfangen, erklärt und aufgefasst werden muss. Aus der irrigen Annahme, dass wir von der Sonne direkt Licht und Wärme empfingen, entsprangen die unrichtigen Auffassungen, welche in früheren Zeiten vom Wesen des Lichtes verbreitet waren. Legen wir unseren Betrachtungen die obigen Voraussetzungen zugrunde, so wird uns manches Geheimnis enthüllt !

C. Die Ablenkung des Lichtes am Rande durchscheinender oder undurchsichtiger Flächen.

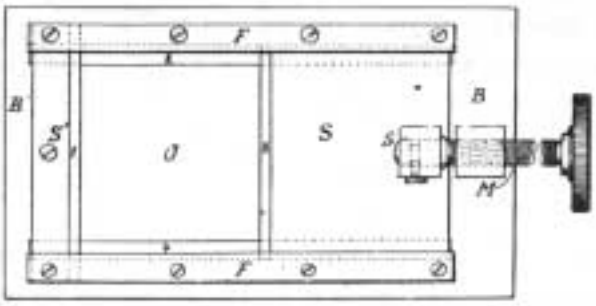
Wohl die meisten Fragen, welche in der wissenschaftlichen und praktischen Optik, in der Physiologie der Pflanzen und Tiere, in Meteorologie und Astronomie, sowie in der Lehre von der Elektrizität und dem Magnetismus aufgeworfen werden können, erfahren erst eine genügende Beantwortung, wenn die eine grobe Frage gelöst ist: wie ändert sich die Energie der Sonne, soweit sie auf die Erdoberfläche zu wirken vermag, wenn sie an einer ungehinderten Ausbreitung durch zwischengeschaltete hemmende Stoffe gehindert wird?.

Es ist also kein rein physikalisches Thema, das der Bearbeitung harrt, sondern ein ganz umfassendes, eins, welches schliesslich in die gesamten Naturwissenschaften und was damit zusammenhängt eingreift. Die folgenden Kapitel geben dafür ja genugsam Belege.

Treten wir also gleich voll in die Sache ein, untersuchen wir die Verhältnisse, welche entstehen, wenn Licht - einerlei welcher Art - durch bestimmt begrenzte Flächen teilweise zurückgehalten und nur längs der freien Seiten der Flächen ungehindert weitergelassen wird. Es ist bereits die Frage aufgeworfen, wie sich die hellen und dunklen Streifensysteme (also Felder von recht verschiedenem Helligkeitsgrade) verhalten, wenn sie in bestimmter Weise miteinander in Verbindung gebracht werden? - Die einfachste Zusammenlagerung ist die, welche bei paralleler Annäherung stattfindet; sie wird am häufigsten beobachtet.

I. Das Licht an geradlinig begrenzten Flächen.

Gehen wir an die Lösung der zuletzt aufgeworfenen Frage heran, so können wir dabei ohne grobe Abschweifungen gleich eine andere wichtige der Entscheidung näher bringen. An Stelle von zwei Ebenen, deren geradlinige scharfe Grenzen wir einander nähern, nehmen wir deren vier und gruppieren diese in zweckmässiger Weise folgendermaßen: In ein starkes Messingblech wird eine rechteckige Öffnung eingeschnitten. Die kurzen Seiten des Rechtecks mögen 3 cm, die langen 4 cm messen. Letztere müssen sehr vorsichtig gerade geschnitten und mit einer flachen Facette versehen sein. Über die eine, links in der Figur gelegene, kurze Seite schraubt man einen in Streifen Stahlblech, welcher mit seiner rechten Seite den Ausschnitt etwa 5 mm überragt. Die nach der rechteckigen Öffnung zu gelegene Kante muss mit den langen Seiten des Rechtecks genau rechte Winkel bilden, sie muss ausserdem ebenfalls gerade und mit angeschliffener Facette versehen sein. - Parallel den langen Rechteckseiten wird eine Schieberführung, aufgeschraubt, in die ein aus Stahlblech gefertigter Schieber von etwa 3,5 cm Breite genau eingelassen ist. Der Schieber ist an seinem linken Rande mit Facette versehen, rechts trägt er die Führung für eine Mikrometerschraube, die in einem Gewinde läuft, das auf dem Mes- singbleche befestigt ist. Die Mikrometerschraube muss so lang sein, dass der Schieber genau über die ganze rechteckige Öffnung hinweggeschraubt werden kann.



Fig, 5. Bild des Spaltes, der in *S* der Figur 6 eingeschaltet wird. *1, 2, 3, 4* die Schneiden, *0* die Öffnung des Spaltes. *S'*, feste, *S* bewegliche Schneide; *M* Mikrometerschraube; *B* Blechplatte; *F* Führung der Schneide *S*.

Das ganze Instrumentchen bezeichnet man gewöhnlich schlichtweg als Mikrometerspalt. Es findet gar mannigfache Verwendung, weil das Licht eigenartig wechselnde Erscheinungen zeigt, sobald der Schieber *S* mit der Kante von *S'* einen verschieden engen Spalt bildet, durch den es hindurchtreten muss.

Am besten verfährt man bei alle den folgenden Untersuchungen nun so, dass man das Licht der Sonne nicht frei in das Zimmer einströmen lässt, sondern es ganz abhält. Einen Fensterflügel öffnet man und setzt in den Teil des Rahmens, den er verschliesst, einen festen hölzernen Laden, der in seiner Mitte einen runden Ausschnitt von etwa 15 cm Durchmesser besitzt, durch den das Sonnenlicht ungehindert in das Beobachtungszimmer fallen kann. Aus schwarzen, starken Papierringen klebt man sich einen runden Balgen zusammen, nach Art der bekannten zylindrisch ausziehbaren Papierlaternen. Dieser wird mit einer Seite im Umkreise der Öffnung festgeleimt, während an die andere Seite ein Brettchen kommt, das den eben erwähnten und alle noch zu erwähnenden Schieber und Spalte aufzunehmen bestimmt ist. Das Brettchen ist mit Charnieren auf ein zweites befestigt, zu dem es durch einen metallenen Stellbogen in jedem Winkel fest verbunden werden kann. Das zweite Brettchen wird von einem drehrunden Stabe getragen, der in einer ringförmigen Führung auf und nieder geschoben und dann durch eine Schraube fixiert werden kann. Alle diese Bewegungen sind notwendig, weil der Schieber oder Spalt senkrecht zum Sonnenlichte gestellt werden muss, um einwandfreie Bilder auf einem Schirme, der parallel zur Spaltebene steht, geben zu können. Da die Sonne an einem jeden Tage eines halben Jahres und zu jeder Tagesstunde einen anderen Stand hat, so ist eine solche Vorrichtung unvermeidlich. - *Um den Spalt, wie es, bei genauen Arbeiten durchaus erforderlich ist*, immer mit der Sonne in Übereinstimmung bringen zu können, schraubt man in das Spaltbrett ein senkrecht stehendes Messingröhrchen von 10 cm Länge, durch dessen Hohlraum das Sonnenlicht auf den Schirm fallen kann; es wird dies nur geschehen, wenn das Röhrchen mit seiner Längsachse genau zur Sonne gekehrt ist; durch eine Klappe kann es geschlossen werden. Der Schirm muss nun wiederum zur Spaltebene parallel gerichtet sein. Die Sonne muss ferner stets das Bild des Spaltes auf dieselbe Stelle des Schirmes projizieren. Man erreicht dies sehr leicht, wenn man vorn und unten an das Spaltbrett eine auf ihm senkrecht stehende, 1 bis 2 m lange Leiste anbringt, auf der man den Schirm mit einem kleinen Reiter befestigen und in verschiedenen Abständen vom Spalt verschieben kann.

Auf dieser Leiste lässt sich ferner ein Zentimetermass auftragen, wodurch alle Untersuchungen ganz erheblich erleichtert werden. Das Sonnenbild, welches durch das Röhrchen auf den Schirm fällt, wird mit Blei auf diesem umrissen und dient,

fernerhin als genaue Marke zur Einstellung von Schirm und Spalt. Da sich die Sonne zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche im Äquator befindet, der ja eine feste Ebene darstellt, welche auf der Erdachse senkrecht steht, so ist nur die Kenntnis der geographischen Breite erforderlich, um diese Äquatorebene ein für allemal festzulegen. Vom 21. März bis 21. Juni senkt sich das Bild des Spaltes, durch den die Äquatorebene hindurchgehend gedacht werden kann, unter die letztere, d. h. die Sonnenstrahlen laufen von nun ab täglich über einen Kegelmantel hin, dessen Spitzenwinkel bis zum 21. Juni täglich spitzer wird. Die Spitze des Kegels liegt im Spalt, die Basis ist der Erde zugekehrt. Vom 21. Juni bis 21. September wird der Kegel immer stumpfer an der Spitze und fällt dann wieder in die Äquatorebene.

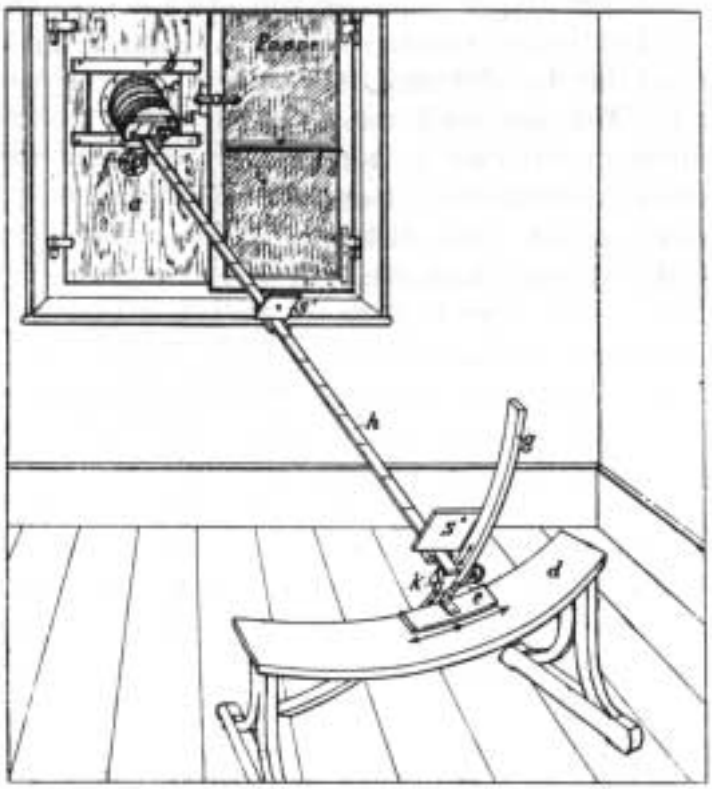


Fig. 6. Ansicht des im Fenster angebrachten Spaltes *s*; *f* Führung in ungefährer Richtung der Erdachse. Der Balgen *c* ist auf ein Brett angeschraubt, das in der Führung *b* auf dem Brette *a* noch nach den Seiten hin verschoben werden kann. Die Fensterscheiben sind durch Papptafeln, deren Ränder mitschwarzen Plüsch eingefasst sind, zugedeckt. *d* Kreisbrett in der Äquatorebene; *e* Führung des die Spaltschiene *h* tragenden Bogens *g*; *k* Klemme auf der das Ende der Spaltschiene ruht, *s'* zweiter Spalt; *s*" Schirm zum Auffangen des Bildes.

Von jetzt ab dreht sich bis zum 21. Dezember der Kegel um; er richtet seine Spitze zur Erde. - Wir müssen also, um zum Ziele zu kommen, täglich einen anderen Kegel konstruieren. Das geht besser, als die meisten Leser vielleicht annehmen.

Um die Einstellung auf die Sonne zu erleichtern, bringt man die Führung des Spaltbrettchens ungefähr in die Richtung der Erdachse. Die geographische Breite des Beobachtungsortes gibt den Winkel an, um den diese gegen die Horizontebene geneigt ist. Die Lage der Mittagslinie (Meridian) bestimmt man sich einigermassen genau, wenn man den Schatten eines senkrecht auf einem horizontal liegenden Brette stehenden Stabes durch konzentrisch um seinen Fusspunkt gelegte Kreise verfolgt. Jeder Kreis im Bereiche des Schattens wird von dem Schatten-Endpunkte zweimal gekreuzt. Mitten zwischen diesen Durchgangspunkten liegt die Mittagslinie.

Ist die am Spalt befestigte Leiste z. B, zwei Meter lang gewählt, so lässt man sich vom Schreiner ein Brett mit diesem Mass als Radius kreisförmig ausschneiden. Da man nur während weniger Stunden (am besten mittags) täglich untersucht, so braucht das ausgeschnittene Brett nur etwa $1^1/_2$ m lang zu sein. Es soll die Äquatorebene vorstellen und wird in dieser derart durch Füsse unterstützt, dass es feststeht. Die Spaltmitte bildet den Mittelpunkt seines Kreisausschnittes. Am 21. März und am 21. September braucht man die Leiste am Spalt also nur auf dem Brettrande hinzuschieben, um das Spaltbild stets auf einem bestimmten Ort des Schirmes zu haben. Für jeden anderen Tag muss das Ende der Leiste gehoben oder gesenkt werden, was man leicht durch einen Schieber bewirkt, der an der inneren Kreislinie des Brettes gleitet und einen zweiten Kreisbogen von 47^0 trägt, der senkrecht auf dem ersten steht und auch den Spalt als Mittelpunkt hat. Durch eine Klemme muss die Leiste am Spalt, der Höhe der Sonne entsprechend, an diesem Kreisbogen fixiert werden, dann braucht nur der Schieber auf dem Brette gleichmäßig von West nach Ost verschoben zu werden, um das Spaltbild ganz genau auf einen Ort des Schirmes fixieren zu können.

Mit Hilfe einer derartigen Vorrichtung erhält man leicht die wichtigsten und absolut notwendigen Photographien von den durch direktes Sonnenlicht erzeugten Bildern der verschiedenen Spalte und Spaltteile. Alle Untersuchungen mit direktem Sonnenlicht werden dadurch fernerhin ganz erheblich erleichtert. Wird die Öffnung des Spaltes zunächst *q u a d r a t i s c h* gemacht, so entstehen die nunmehr zu untersuchenden Bilder auf dem Schirm, zu deren genauer Untersuchung das Auge noch durch eine tiefgraue Brille geschützt sein muss!

Steht der Schirm nur wenige Zentimeter vom Spalt entfernt, so sieht das unbewaffnete Auge noch wenig Differenzierungen. Wird der Schirm alsdann in eine Entfernung von 20 cm vom Spalt gebracht, so vermag man bereits festzustellen, dass das Bild des quadratischen Ausschnittes an den Rändern anfängt, unscharf zu werden. Diese Unschärfe nimmt zu, je weiter der Schirm vom Spalt fortgeschoben wird; dies tritt an allen vier Seiten des quadratischen Bildes gleichmässig, wie es oben (s. S. 35 u. f.) vom Schatten der geraden Flächengrenze geschildert wurde, ein. Wir erhalten also vier Schatten, die mit vier ganz hellen Linien - oder besser gesagt schmalen Flächen - ein gegen sie dunkler erscheinendes, mittleres quadratisches Feld abgrenzen; letzteres hat stets eine geringere Seitenlänge als der quadratische Spalt.

Die vier hellen Streifen stossen zu je zwei in den Diagonalen zusammen; sie gehen darin noch je ein ganz bestimmt grosses Stück weit über die Diagonalen hinaus, anfänglich scheinbar geradlinig weiter, später aber ganz augenfällig gebogen! Wäre unsere Lehre von der Wellenbewegung einwandfrei, so müssten hier in den vier Winkeln unter allen Umständen Interferenzerscheinungen hervortreten, was aber nicht der Fall ist!

Die *g e r a d l i n i g e* Kreuzung der vier hellen Streifen in den vier Winkeln tritt aber nur zutage, wenn sich der Schirm noch verhältnismässig nahe am Spaltbrette befindet. Bereits in einer Entfernung von 20 cm bemerkt man deutlich, dass sich die hellen Streifen in den vier Winkeln an den Enden gegen die Diagonalen zu krümmen. Bevor wir diese Eigentümlichkeit aber weiter verfolgen, wollen wir einen anderen Versuch einschalten, um schnell zu einem befriedigenden Abschlusse zu kommen.

An Stelle der undurchsichtigen Spaltschneiden nehmen wir nun einmal gefärbte. Aus einer violetten Gelatinefolie z. B. wird ein Quadrat von 3 cm Seitenlänge ausgeschnitten. Die vier Winkel bleiben aber nicht alle frei, sondern wir überdecken sie mit Stanniol oder schwarzem Papier in der folgenden Weise: ein Winkel wird ganz gedeckt, der zweite nur längs eines Schenkels; zwischen die beiden anderen Winkel schaltet man ein undurchsichtiges Stück ein, dessen Breite etwa dem Drittel der Seitenlänge entspricht, endlich wird parallel zur Diagonale, an der Spitze des dritten Winkels vorbei, ein Streifen so gelegt, dass zwei farbige Dreiecke entstehen, wie in Fig. 7a angegeben ist.

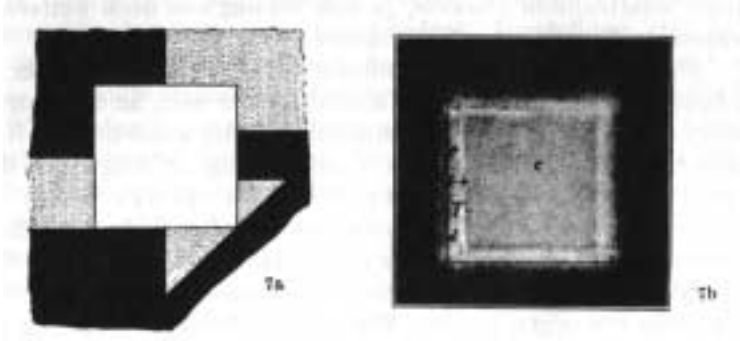


Fig. 7a. Ansicht des Spaltes aus farbiger Gelatine (punktiert) und Stanniol, das mit Spirituslack aufgeklebt wurde. - 7b. Schattenbild eines Quadratausschnittes. Die von *r* ausgehende Linie */* gibt die Grenze der Flächen an. *e* äußerer dunkler, *i* innerer dunkler Grenzstreifen. *s* Breite des Sonnenbildes.

Wird dieses Hilfsmittel nun an dem Spaltbrette des Fensterladens befestigt, so fällt das Sonnenlicht durch die Stellen, wo farbige Gelatine ist, nur zum Teil hindurch, d. h. es geht nur violettes Licht neben dem weissen des quadratischen Ausschnittes durch. Es muss aber, da zwischen farblos und violett ein Ganz erheblicher Helligkeits-Kontrast vorhanden ist, ein violetter Schatten entstehen, ebensogut, wie wir bisher graue, bis grau-schwarze Schatten kennen lernten. Bestehen nun nach der Schattenseite zu, ähnlich wie nach der Lichtseite hin, Differenzierungen, so müssen sich diese in dem farbigen Schatten bemerkbar machen. Sie werden auch tatsächlich in der auffälligsten und für unsere Betrachtung wichtigsten Weise bemerkbar, ohne dass wir lange danach zu suchen brauchten.

Die Seite 32 und oben geschilderten Differenzierungen treten jetzt längs aller farbigen Seitenteile farbig und weiss hervor, dazu gesellt sich aber noch eine weitere. *Dort, wo sich nach dem wiederholt Gesagten, der äusserste Randpunkt der Sonnenscheibe projizieren muss, liegt - auf der Grenze zwischen Halb- und Kernschatten ein dunkler Streifen*, der in diesem Falle eine tief-violette Färbung zeigt! Es entsteht beim Schatten einer geradlinigen Fläche also *nach der Lichtseite zu eine helle Zone* und *nach der Schattenseite zu eine verstärkt-dunkle*. Was für die das Licht nur teilweise durchlassende Gelatine gilt, wird nun wohl auch für die das Licht nicht durchlassende Fläche Geltung haben müssen. Dies trifft in der Tat zu, wie sich leicht an den Flächen nachweisen lässt bei denen sich farbige und undurchsichtige Felder berühren. Verfolgt man die Schatten der farbigen Abschnitte genau weiter, so treten die angedeuteten Differenzierungen auch an den grauen Schattenflächen hervor, ja man vermag nun noch weitere ganz interessante Beziehungen festzustellen.

Ebenso wie sich an den äusseren hellen Streifen eine vorn Licht frei beschienene dunklere Partie ansetzt, grenzt auch an den entgegengesetzten dunklen Streifen eine allmählich heller werdende an. Nimmt man orangefarbene Gelatine zur Untersuchung, so zeigt sich direkt *neben dem dunklen Streifen zunächst eine verstärkt hellere Zone*, die sich dann ohne Grenze in den lichteren Kernschattenteil fortsetzt. Das sind denn nun doch wohl Differenzierungen, die sich nicht mit unserer bisherigen Auffassung vom Wesen des Lichtes vereinigen lassen. Wir müssen aber eine Erklärung dafür suchen, denn da das Licht und die Wärme allerorts Bewegungen erzeugen, so ist es das Nächstliegendste, dass wir annehmen, dass diese sogenannten Naturkräfte selbst noch in Bewegungen irgend welcher Art ihren Grund haben. Forschen wir also danach, welcher Art diese Bewegungen sind! Ich werde an anderer Stelle noch auseinanderzusetzen haben, dass die eben geschilderten Differenzierungen auch sehr gut mit dem Verhalten der Wärmestrahlen und der chemisch wirksamen im Spektrum in Übereinstimmung zu bringen sind, besonders dann, wenn das Spektrum in zwei Teile geschieden wird.

Das sicherste Mittel, um zu einem befriedigenden Abschlusse zu gelangen, ist die Anwendung fortlaufend systematisch geänderter Versuche. *Nur das Experiment*, nicht das sofortige Hypothesenmachen führt uns weiter.

Oben wurde erwähnt, dass die der Lichtfläche zugekehrten hellen Streifen heller sind als das direkt reflektierte Sonnenlicht, dass sie sich fernerhin in den Winkeln durchschneiden, so dass gegen die Diagonalen zu symmetrische Figuren entstellen. Die dem Kernschatten zugekehrten dunklen Streifen, welche entsprechend dunkler sind als die Kernschattenfläche, durchschneiden sich nicht ebenso, sondern zeigen an ihren Enden nur eine Umbiegung gegen die verlängerten Diagonalen zu. Dadurch entsteht in einem jeden Winkel eine ganz bestimmte Eckfigur. Diese genau mit Worten zu schildern ist nicht ganz leicht, sicherer ist der direkte Anblick bei selbst vorgenommener Untersuchung, denn auch die photographische Platte zeigt nicht alle Feinheiten so korrekt, wie sie vom beobachtenden Auge aufgenommen werden. Die Figur 7b auf Seite 39 zeigt die Verhältnisse zur Orientierung hinreichend deutlich.

Dass das Sonnenlicht solche mannigfachen Erscheinungen zu erzeugen vermag, war wohl schon den Alten bekannt, wenngleich wir erst aus der Mitte des 17. Jahrhunderts durch Franziskus Maria Grimaldi aus Bologna, eines Jesuiten-Professors der Mathematik daselbst, eine eingehendere Darstellung der hellen und dunklen Streifen erhalten haben. Seit jener Zeit hat sich eine immer steigende Anzahl von Gelehrten und Laien damit beschäftigt das Wesen des Lichtes ergründen zu wollen; eine grosse, hochentwickelte Industrie unterstützt uns am Anfange des zwanzigsten Jahrhunderts bei unserer Arbeit, und doch sehen und finden wir allerorts nur, dass wir mit unserer Erkenntnis immer noch am Anfange sind, dass wir den kommenden Generationen die wichtigsten der uns überkommenen Aufgaben noch ungelöst überliefern müssen.

Wären die Mitteilungen Grimaldis weiter verfolgt worden, so würde heute allgemein eine andere Auffassung vom Wesen des Lichtes verbreitet sein. Die von Grimaldi nur unvollkommen beobachteten Linien oder Streifen wurden nach der Ausbreitung der Wellentheorie als Beugungsstreifen bezeichnet und dann nicht mehr ernstlich in den Kreis der Experimente gezogen. Hier liegt aber ein dankbares und weites Arbeitsfeld vor uns, auf welches diese Mitteilungen hoffentlich zahlreiche Beobachter hinführen werden. Das eine Experiment, das hier nur kurz angedeutet

werden kann, lässt sich in der mannigfachsten Weise modifizieren und ergibt die überraschendsten Resultate, wenn an Stelle der undurchsichtigen und einfarbigen Spaltseiten verschiedenfarbige Folien miteinander verbunden und überlagert oder irgend in Wechselbeziehung gebracht werden.

Wo immer zwei Flächen von ungleicher Lichtdurchlässigkeit zusammenstossen, da entstehen an den Berührungslinien, -ecken und -winkeln, entsprechend dem eben Gesagten, ganz gleichmäßig abgeänderte Schattenfiguren.

Die Streifen sind nicht allein ein Produkt des direkten Sonnenlichtes, sondern sie entstehen auch, wie später zu zeigen ist, im zerstreuten Lichte. Bemerkt muss aber werden, worauf hier bereits vorgreifend hingewiesen sei, dass die Form der Streifen bis zu einem gewissen Grade von der Form der Lichtquelle abhängig ist; ihre Breite hängt von den Winkeln ab, unter denen die Grenzender Lichtquelle auf die Ränder der schattenwerfenden Flächen einwirken!

Wird der Umriss der Lichtquelle geändert, findet also beispielsweise die Untersuchung statt, wenn die Sonne durch ein fernes Dach, eine Kirchturmspitze u.ä. zum Teil verdeckt wird, so, treten alle die seither geschilderten Streifen und Eck-figuren ganz anders hervor ! Es ist dies ein Beweis dafür, dass die Lichtquelle selbst den Ausbau der Schatten bedingt.

Das klingt so einleuchtend und selbstverständlich, dass sich derjenige, welcher den Stand der modernen Lehre vom Licht nicht genauer kennt, darüber wundert, warum derartiges überhaupt hier als wichtig vorgetragen wird. Diese Eigenart der Lichtquelle bildet aber den Ausgangspunkt für alle nachfolgenden Betrachtungen, die nicht in der üblichen Weise durchgeführt werden.

Nach diesen Betrachtungen ist es unbedingt notwendig, dass das Licht in dem quadratischen Spalt, dessen Seiten undurchsichtig sind, genauer untersucht werde.

Sonnenlicht ist uns die natürlichste Lichtquelle, die auch niemals ersetzt zu werden vermag. Da aber die Sonne nicht immer zur Verfügung steht, so habe ich mir aus einer Azetylengasflamme, die ich durch eine kreisrunde Öffnung scheinen lasse, einen ganz brauchbaren Ersatz geschaffen, der die ununterbrochene Weiterführung der im Sonnenlicht begonnenen Experimente gestattet! Später wird die Tatsache hervorgehoben werden, dass sich die Sonne beim Durchgang ihres Lichtes durch enge runde Öffnungen genau unter dem Winkel abbildet, unter dem sie dein Auge erscheint. Es wurde schon gesagt, dass das Sonnenlicht auch in *d e m s e l b e n V e r h ä l t n i s s e* an den Seiten eines geraden Stabes vorbeigeht und von diesem Stab entsprechend verbreiterte Schatten entwerfe (vergl. Seite 32). Wenn der Spalt im Fensterrahmen fest liegt, so muss der Schirm von ihm allmählich entfernt werden, um diese Verhältnisse genauer prüfen zu können. Schieben wir also den Schirm auf der führenden Leiste weiter fort. Bei einem Abstande von 10 cm treten die inneren hellen Linien bereits scharf und auffallend hervor, während in den Ecken noch wenig Bemerkenswertes wahrgenommen werden kann. Wird der Schirm alsdann langsam weiter verschoben, so gestaltet sich das Bild ebenso langsam aber stetig zu einem immer anderen. Die Entfernung zwischen den dunklen und hellen *Grenzstreifen*, wie wir diese Differenzierungen bei den durch direktes Sonnenlicht erzeugten Schatten nennen wollen, vergrössert sich stetig, bis sie bei einem Meter Abstand ungefähr 8,5 mm beträgt, d. h. genau soviel, wie die Breite des sich in dieser Entfernung

projizierenden Sonnenbildchens beträgt. Die Mitte des Spaltbildes wird von einem hell abgegrenzten Quadrate gebildet, das aber nicht 30 mm Seitenlänge hat, sondern nur eine solche von etwa 21 mm. Von einem dunklen Grenzstreifen zum anderen beträgt die Entfernung 38,5 mm, **also ganz genau um die Breite eines Sonnenbildes mehr. Deswegen haben d i e s e Grenzstreifen nur Beziehungen zur Breite der Lichtquelle; sie sind folglich keine Beugungserscheinung !**

Die Grenzstreifen haben, wie noch bewiesen wird, mit der angenommenen Wellenbewegung des Lichtes gar nichts zu tun.7*) Da die Breite des Sonnenbildes mit der Entfernung zwischen Erde und Sonne schwankt, so können genaue Zahlen nicht angegeben werden. Zahlenangaben werden ausserdem dadurch erschwert, dass die Grenzstreifen nicht scharfe Flächen darstellen, sondern verlaufende Randgebiete besitzen, wodurch das Messen der Entfernungen nicht leicht ist. Später werden sich bei Betrachtung der sich übereinander lagernden Streifensysteme Methoden zur absolut genauen Messung der Grenzen durch Anwendung einfarbigen Lichtes ergeben.

In den hellen Streifen konzentriert sich aber - das sei hier schon hervorgehoben - ein ganz bestimmter Teil der Energie der Sonne, wie uns später bei Betrachtung der Brennpunkte absolut klar werden wird. Die Brennpunkte stellen sich als nichts anderes heraus, als die sich schneidenden, kreisförmigen hellen Grenzstreifen, die eine Linse erzeugt, summiert mit der Lichtmenge, welche in der Bildebene, entsprechend dem Brechungsgesetze, angetroffen wird.

In den vier Ecken gehen ebenfalls die beachtenswertesten Veränderungen vor sich. Es entstehen hier runde Figuren oder, wie gleich gesagt sein mag, modifizierte Sonnenbilder. Man sieht es bei den undurchsichtigen Spalträndern und noch schärfer bei den durchsichtig-farbigen, dass die Grenzstreifen an der Entstehung dieser Figuren den entschiedensten Anteil nehmen. Von dem Spaltinnern aus biegen sich die hellen Streifen, nach dem Schlagschatten zu, die dunklen bogenförmig gegen die Diagonalen zu um, und runden sich dabei umso mehr ab, je weiter der Schirm von der Spaltebene entfernt wird. So entstehen denn nach und nach die vier charakteristischen Eckfiguren. Reine, kreisrunde Sonnenbilder sind sie nicht, sondern das Bild hat zunächst je dort, wo zwei helle Streifen in den Diagonalen *zusammenstossen*, *eine helle Spitze*; es ist also birnenförmig. Dass sich die Spitze mit dem Winkel ändert, den die Spaltseiten miteinander bilden, muss später noch Berücksichtigung finden, ebenso der Umstand, dass sich hier der Grad der Helligkeit entsprechend den übereinander gelagerten Teilen der hellen und dunklen Streifen verhält.

7*) Wir haben in der Wissenschaft bereits L o n g i t u d i n a l w e l l e n, Transversalwellen, stehende Wellen, Streckwellen u. a., keine dieser "Wellen-Arten" dürfte aber in den Rahmen der soeben geschilderten Erscheinungen hineingefügt werden können und umgekehrt!

Wird der Abstand zwischen Spalt und Schirm mehrere Meter gross genommen, so ändert sich das Bild immer mehr; schliesslich werden die vier Eckbilder so groß, dass sie sich berühren. Hat die Berührung der Seiten stattgefunden, so ist die Mitte des Spaltbildes ganz hell, während sie vorher noch ein kleines, dunkles Quadrat enthielt. Wird der Schirm noch weiter entfernt, so durchschneiden sich die vier Eckkreise und bilden von nun ab immer verwickeltere Figuren.

Mit einer Öffnung von 3 cm Weite lassen sich diese Verhältnisse nur schlecht verfolgen, man müsste denn ein hohes Zimmer oder ein astronomisches Observatorium zur Verfügung haben. Die Grösse wurde aber mit voller Absicht als Ausgangsmass gewählt, um alle Verhältnisse erst einmal oberflächlich übersehen und einen Mass-Stab anlegen zu können. Um die Überdeckung der vier Eckbilder zu zeigen, wählt man kleinere quadratische Ausschnitte, die man sich durch Übereinanderschieben zweier rechteckiger Ausschnitte in dünnem Zinkblech leicht herstellen kann.

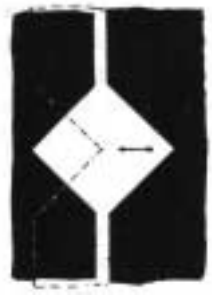


Fig. 8. Bild des verschiebbaren quadratischen Spaltes. Die punktierte Linie gibt an, nach welcher Richtung ein Übereinander-schieben der Schneiden erfolgen kann.

Die Bleche werden wie ein gewöhnlicher Spalt übereinandergeschoben, sodass sie in der Richtung einer Diagonale übereinander hingehen; in der Mitte bleibt immer eine quadratische Öffnung frei. Mit einem solchen Hilfsspalt lassen sich die wichtigsten Übereinanderlagerungen leicht deutlich machen, und aus diesen Erscheinungen können dann weiterhin jene abgeleitet werden, die in allen anderen Vielecken, Kreisen u. s. w. zutage treten.

Der breite Spalt wurde auch deshalb gewählt, weil an ihm nunmehr die Verhältnisse dargestellt werden sollen, welche sich abspielen wenn zwei Spalträndergegeneinander hin verschoben werden, wenn also aus dem Quadrate Rechtecke hervorgehen, bei denen sich die Länge zweier gegenüberliegender Seiten ständig gleichmässig verkürzt, während die beiden einander genäherten an Länge unverändert bleiben.

Es ist zweckmässig, die Summe von Erscheinungen, welche bei dieser Verkürzung nach und nach hervortritt, sofort an einem ganz bestimmten Beispiele zu untersuchen. Es möge also der Schirm 50 cm vom Spalt entfernt fixiert aufgestellt sein, während die Breite des Spaltes durch die Mikrometerschraube gleichmässig verringert wird.

Während der Verringerung der Spaltbreite tritt das Folgende absolut klar hervor: Die obere und untere Seite des quadratischen Spaltes erfährt je eine dauernde Verkürzung, derzufolge auch am Schatten dieser Seiten ein gleiches Zurück-weichen eintritt. Das mittlere, voll belichtete Feld bleibt hinsichtlich der Helligkeit soweit es bis jetzt festzustellen ist --unverändert; es verschmälert sich entsprechend dem Zusammenschrauben des Spaltes nur um einen gleichmässigen Betrag. Schliesslich wird der Spalt so schmal, dass die beiderseitigen hellen Grenzstreifen nahe aneinander gerückt erscheinen; sie werden jetzt noch durch einen auffallend dunkel und scharf hervortretenden schmalen Streifen geschieden, wie ihn die Figur 2 auf Tafel I zeigt. Vor unseren Augen entsteht dieser Streifen ganz einfach durch die fortgesetzte Verschmälerung der mittleren gleichmässig belichteten Spaltbildfläche. Das auffällige Dunkelwerden muss aber die Vermutung erwecken, dass in dem

Mittelfeld doch irgend welche noch unerkannte Veränderungen vor sich gingen. Es hat nämlich vollkommen den Anschein, als ob nach und nach ein Teil der Trübung des Mittelfeldes verdichtet würde. Der mittlere dunkle Streif setzt sich weiterhin über die ganz verkürzten oberen und unteren hellen Grenzstreifen hinaus fort, sodass die vier runden Eckfiguren noch vollkommen voneinander getrennt sind. Der Spalt hat jetzt (Juni-Juli) bei 50 cm Abstand vom Schirme noch die Breite von 5,6 mm. Wird er durch ein vorgeschobenes Blech, Papier oder dergl. nunmehr auch in seiner Länge verkürzt, - so dass das Rechteck, welches es darstellt, nach und nach in ein Quadrat übergeht, so rücken die vier Eckfiguren zusammen, während sie selbst unverändert bleiben. Ist der Spalt endlich zu einem kleinen Quadrat von 5,6 mm Seitenlänge geworden, so erscheint sein Bild auf dem Schirme genau wie die Figur 3 auf Tafel I. Jetzt tritt auch, teilweise wenigstens, die oben angedeutete weitere Differenzierung im Mittelfelde hervor. Es entsteht ein vollkommnes mittleres dunkles Kreuz, dessen Ränder erheblich verdunkelt sind und von den hellen Grenzstreifen abgegrenzt werden. Also folgt auf letztere nach dem Mittelfelde zu wieder ein stärkerer dunkler Streifen. Mit anderen Hilfsmitteln hält es nicht schwer, diesen weiter zu verfolgen und festzustellen, dass ihm eine etwas hellere Zone angelagert ist. Eine ähnliche hellere Zone folgt aber auch auf den dunklen Grenzstreifen nach dem Kernschatten zu. Die Differenzierungen sind keine Beugungserscheinungen, wohl aber erzeugen sie das, was wir seither als solche bezeichnet haben; gleichzeitig treten weitere verborgene hervor! Der Beweis ist einfach zu führen.

Der Spalt wird bei 50 cm Schirmabstand auf 5,6 mm Breite, bei 3 cm Länge eingestellt. Daraufhin werden die Spaltschneiden mit der Mikrometerschraube einander genähert. Der dunkle Streif des Mittelfeldes wird nun schnell schmaler und verschwindet alsdann vollkommen. Jetzt legen sich die beiderseitigen hellen Grenzstreifen direkt nebeneinander. Es entsteht mitten im Spaltbilde also ein doppelt breiter, heller Streif von einer bestimmten, gleichmässig nach beiden Seiten abnehmenden Helligkeit. Die Eckfiguren verschmelzen in der Mittellinie. Lassen wir sie vorläufig außer Betracht. - Wird jetzt der Spalt noch weiter verengt, so schieben sich die hellen Grenzstreifen ganz scharf gesondert übereinander bin. Es entsteht also längs der Mitte ein sich allmählich verbreiternder, doppelt heller Streifen, während die Gesamtbreite der zusammenliegenden Grenzstreifen, der Zunahme des Mittelstreifs entsprechend, allmählich abnimmt.

Das Übereinanderhinlaufen geht nun bei weiterem Zusammenschrauben des Spaltes immer weiter vor sich, und dadurch kommt das Bild der linken Spaltschneide schliesslich mit seiner Innengrenze an die Aussengrenze des Bildes der rechten Spaltschneide. Das Spaltbild hat jetzt nur die Breite des entsprechenden Sonnenbildes. Der Spalt selbst hat eine Weite von 0,85 mm. Damit ist eine durchaus entscheidende Stellung erreicht. Jedes weitere Zusammenschrauben des Spaltes muss eine Änderung der Erscheinungen nach den Seiten der Kernschatten hin bewirken.

Sobald von dieser Stellung aus noch ein weiteres Zusammenschrauben der Spaltschneiden stattfindet, treten - zunächst schmal, dann sich allmählich verbreiternd - rechts und links vom Spaltbilde, auf der Schirmfläche dunklere und hellere Streifen, symmetrisch gegen die Spaltmitte angeordnet, hervor. Solange diese Streifen schmal sind, d. h. solange nur eine geringe Annäherung der Spaltschneiden gegeneinander stattgefunden hat, erscheinen sie dem unbewaffneten Auge, von dem man nun erst die dunkle Schutzbrille entfernt, einfach

weiss und schwarz; sobald aber die Schneiden einander noch mehr genähert werden, verbreitern sich diese Streifen, schnell, ohne an Zahl zuzunehmen, sie erscheinen dabei in den Regenbogenfarben. Das Licht ist nunmehr *g e b e u g t*, wie wir seither zu sagen pflegten. Zählen wir die Streifen, und legen wir den Mass-Stab an, so ergibt sich folgendes:

Das Bild des Spaltes, das ursprünglich vorhanden war, hatte folgende Streifung von einer Seite zur andern: Kernschatten, hellerer Streif, dunkler Grenzstreif, Verlauf zum Halbschatten, heller Grenzstreif, dunklerer Streif, hellere Grenze an diesem und Verlauf in das Mittelfeld; von nun ab wieder umgekehrte Reihenfolge bis zum anderseitigen Kernschatten. Es sind also jederseits mehrere hellere und dunklere Partien des Spaltbildes zu beobachten, welche symmetrisch gegen die Mittellinie angeordnet erscheinen, wie sie Figur 1, Tafel 1 darstellt. Zu berücksichtigen ist, dass die Streifen untereinander eine ganz wechselnde Breite besitzen und dadurch zunächst von dem jetzt zu besprechenden Streifensysteme abweichen.

Die Mitte des Bildes nimmt, wie Figur 4, Tafel I zeigt, das ursprüngliche Spaltbild ein. Dieses verbreitert sich umsomehr, je enger der Spalt wird, gleichzeitig tritt an ihm eine andere Eigentümlichkeit hervor. Die Mitte erscheint hell und farblos, sehr bald aber bemerkt schon das unbewaffnete Auge, dass von hier aus ein ganz allmählicher Verlauf gegen die farbig erscheinenden Spalträänder zu auftritt. Zunächst setzt sich das mittlere Weiss jederseits in ein ganz lichtgelbes Feld fort, das ohne Grenze durch immer tieferes Gelb schließlich in ein Gelbrot übergeht, das seinerseits durch Braunrot in Braun verläuft. Der nun angrenzende dunkle Streif ist nicht breit, denn er geht jederseits - auch wieder symmetrisch zur Mitte - in eine violett-blau-schwarze Zone über, die sich weiterhin in ein volles Spektrum ausbreitet. Es setzen sich jetzt also, symmetrisch zur Mitte, die ersten zwei hellen Felder an die ersten dunklen Streifen an, nur bleiben sie nicht farblos, sondern ihre Seiten treten in den Regenbogenfarben hervor. Diese Farben dehnen sich aber über die gesamte Breite der dunklen Streifen aus, deswegen treten diese nicht grau oder schwarz, sondern auch durchweg gefärbt hervor. Die Ableitung der Farben muss später erfolgen, hier sei nur schon darauf hingewiesen, dass sich die Streifen der Lichtseite mit denen der gegenüberliegenden Schattenseite durchschneiden. Wie daraus Farben entstehen können, kann rechnerisch dargestellt werden.

Von der Mitte aus lassen sich nach rechts und links jederseits d r e i helle Felder absolut deutlich unterscheiden; das v i e r t e erscheint verwaschen und verläuft je in einen halbdunklen Streifen von der Breite der Spalthöhe und von einer Ausdehnung, die vorläufig noch nicht gemessen werden kann, weil ein ganz unmerklicher Verlauf nach den Seiten hin stattfindet.

Die ersten hellen Streifen treten rechts und links neben dem mittleren hellen Spaltbilde hervor, wenn der Spalt (immer bei 50 cm Schirmabstand und einem Sonnenstande, wie er Ende Juni und Anfang Juli besteht, gemessen) auf 0,6 mm Breite verengt ist, während, wie oben mitgeteilt wurde, die hellen Grenzstreifen die Ränder des Spaltbildes erreichen, sobald der Spalt nur noch 0,85 mm Breite hat. Bei 0,6 mm Spaltbreite ist die Breite seines Bildes etwa 5,2 mm. Dies stimmt absolut genau mit der Rechnung überein. Vom 20 Juni bis 15. Juli ist der Durchmesser der Sonnenscheibe gleich 1892 Bogensekunden. Der Umfang des Kreises bei 500 mm Halbmesser ist gleich 3141,6 mm, also sind 1892 Bogensekunden ungefähr gleich 4,6 mm. Dazu die Spaltbreite von 0,6 mm ergibt genau 5,2 mm was mit der direkten

Ausmessung übereinstimmt. 4,6 mm breit würde das Bild der Sonne erscheinen, wenn es durch einen mathematisch genau strichförmigen Spalt zur Projektion gelangte. 4,7 mm breit tritt es. vom Ende Dezember bis Mitte Januar hervor.

Diese Messungen und Berechnungen müssen eventuell peinlich genau angestellt werden, denn aus ihnen ergibt sich schliesslich, worauf hier nicht weiter Rücksicht genommen werden kann, die Basis für die Rechnungen, welche notwendig sind, um die sich von nun ab bei jeder Einengung der Spaltbreite immer mehr ausdehnenden Streifensysteme genauer bestimmen zu können. In den Berechnungen ist der Kreisbogen von 1892" bei 50 cm Radius gleich der Länge der zugehörigen Sehne genommen worden, was für alle Beobachtungen, die nicht mit den kompliziertesten Messinstrumenten gemacht werden, vollkommen genügend ist. Die Verbreiterung erfolgt in Hyperbeln.

Wir können rechnen, wie wir wollen, stets kommen wir auf das gleiche Resultat, sodass hier der Gedanke Raum findet, dass die Breite der Sonnenscheibe allein die eigenartigen Linien bedinge. Ich habe diesen Gedankengang lange Zeit hindurch verfolgt, bis ich durch das Experiment erhärten konnte, dass nicht allein die Sonnenbreite massgebend sei, um die Streifen zu erzeugen. Um dies zu beweisen, projizierte ich durch ein astronomisches Fernrohr das Sonnenbild auf den Schirm und hielt den Spalt in den Lichtkegel, ferner liess ich das Sonnenbild durch ein Prisma brechen und untersuchte die Verhältnisse in den Spektralfarben.

In beiden Fällen war, - wie noch zu zeigen ist - eine Änderung in der Breite und Sichtbarkeit der Streifen eingetreten; ihre Anordnung hatte sich nicht geändert, woraus der Schluss gezogen werden kann, dass das Licht im allgemeinen, in der gedachten Weise differenziert, an den Flächen gebrochen wird. Denn im Lichtkegel des Fernrohres kann die Randwirkung des Sonnenbildes ebenso wenig zur Geltung kommen, wie im Spektrum, sondern hier haben nur *die Winkel Bedeutung*, unter denen das, was wir Licht nennen, hervortritt.

Schliesslich gibt es noch eine Möglichkeit, das Sonnenbild zu erzeugen und einen homogenen Lichtkegel zu erzielen, der den am Fernrohre und im Spektrum an Gleichmässigkeit übertrifft und leicht zu beschaffen ist, da weder Fernrohr noch Prismen zu seiner Erzeugung notwendig sind.

Die sogenannte Loch-Kamera liefert bekanntlich Bilder der Aussenwelt ohne Verzerrung und in beliebiger Grösse, wenn auch etwas unscharf, weil die Breite des projizierenden Loches stets am Rande einer Fläche als unscharfer Saum zur Wirkung kommt. Man lässt sich also die Sonne selbst abbilden und hält in den Bildkegel, der an allen Stellen gleich scharfe bzw. unscharfe Bilder liefert, den Spalt. Die Streifen treten wieder in der schärfsten Weise hervor, und das ganze Bild des Spaltes lässt sich als solches ganz- einfach durch jede Linse, jedes photographische Objektiv u.s.w. in jeder beliebigen Weise vergrössern, ja, es ist nicht einmal nötig, dass wir eine konvexe Linse nehmen, eine konkave bewirkt wie die konvexe, man mag sie wie letztere in beliebige Entfernung von der abzubildenden Fläche bringen, wieder scharfe Bilder auf einem beliebig entfernten Schirme. Das stimmt wohl auch nicht mit unseren seitherigen Ansichten. Wäre hier Wellenbewegung vorhanden, so müssten sich ausserdem die Wellenlängen ganz entsprechend den angewandten Vergrösserungen auch vergrössert haben und könnten niemals die gleichen Farben liefern, sobald das sogenannte einfarbige Licht der einzelnen Teile des Spektrums

benutzt wird. Dieser Widerspruch in sieh selbst spricht zu meinen Gunsten und ist ein stichhaltiger Einwand gegenüber der seitherigen Lehre von der Wellenbewegung des Lichtes! Es kommt noch ein anderer Umstand hinzu, der gleich von vorneherein erwähnt werden mag.

Wird durch ein kleines Loch im Fensterladen ein Sonnenbild auf einen etwa 2 m entfernten Schirm geworfen, so hat es daselbst ungefähr einen Durchmesser von zwei Zentimetern, es ist also hinreichend breit, um anschauliche Versuche damit anstellen zu können. Wird in etwa 50 cm Entfernung vom Schirm ein kleiner Quadrat-Spalt von etwa 3 mm Seitenlänge eingeschaltet, so treten sofort die oben erwähnten hellen Grenzlinien klar und scharf hervor. Ihr Erscheinen wird noch durch den Umstand begünstigt, dass sie nach dem Mittelfelde zu durch tief dunkle und scharfe Streifen abgegrenzt werden. Das so hervortretende kleine Bild des Spaltes wird nun einfach durch ein photographisches Objektiv vergrössert. Es entsteht dann ein in allen Teilen gleichmässig grösseres, nur lichtschwächeres Bild, an dem aber sofort die Eigentümlichkeit hervortritt, dass das Mittelfeld nicht gleichmässig hell ausgebildet ist, sondern in eine grosse Anzahl von Streifen zerlegt erscheint. Wären diese Beugungs- oder Interferenzstreifen, so müssten ihre Abstände von den Bildrändern nach der Mitte zu grösser werden oder gleich breit bleiben. Das ist nicht nur *n i c h t* der Fall, sondern die Abstände werden gerade umgekehrt umso schmaler, je näher sie der Mitte liegen, und die dem Schatten zunächst gelegenen Streifen zeigen stets eine vielfache Helligkeit neben einer kräftigen Tiefe !

Es ergibt sich hieraus durch Änderung des Experimentes das, was uns seither fehlte.

Weiterhin mag hier vorläufig bemerkt werden, dass der Spalt durch die divergierenden Strahlen des Sonnenbildes, welches von dem kleinen Loche erzeugt wird, auf dem Schirme entsprechend vergrössert erscheint, aber an jeder Stelle des Raumes - soweit ich es zur Zeit zu übersehen vermag - in dem gleichen Grade der Unschärfe. Das Bild der Sonne, wie dasjenige des zu projizierenden Spaltes, müssen wir uns also tatsächlich körperlich vorstellen.

Das Bild auf dem Schirme würde je eine Durchschnittsebene durch diesen "Abbildungskörper" darstellen. Auch dieses Verhalten ist mit der Wellentheorie ganz unvereinbar!

Halten wir die Tatsache fest, dass bei Anwendung direkten Sonnenlichtes der erste Streif genau in der Breite des Sonnenbildes hervortritt, dass beim Zusammenschrauben des Spaltes ein Übereinanderschieben der Streifen stattfindet, und verwenden wir jetzt einmal diese gewonnenen Resultate, so haben wir die Lösung für viele Fragen und können daran weiter anknüpfen.

Die auffälligen Beziehungen zwischen Spaltbreite und Breite der Lichtquelle lehren zunächst, dass die im Bilde hervortretenden Streifen durchaus anders gedeutet werden müssen, als es seither geschehen ist. Ich selbst habe mir die denkbar grösste Mühe gegeben, zu ihrer Erklärung unsere bisherige Lehre von der Wellenbewegung heranziehen zu können; weder das Experiment noch auch die Rechnung hat mir irgend einen Anhaltspunkt geboten, der als Stützpunkt für die Wellentheorie geltend gemacht werden könnte. Der Umstand wiederum, dass die Streifen auch bei durchgreifender Änderung der Lichtquelle auftreten, vor allen

Dingen dann, wenn die Randwirkung seitens der Lichtquelle wechselnd gemacht wird, (zerstreutes Tageslicht) zeigt deutlich, dass hier eine Eigenschaft der in Licht umgesetzten Energie zum Ausdruck kommt, für welche eine Erklärung noch gesucht werden muss.

Wir haben oben bereits den quadratischen Spalt durch Zusammenschrauben abgeändert, und wollen nun das Gleiche mit dem Spalt ausführen, den wir in das Sonnenbild einschieben. In der auffälligsten Weise sehen wir bei Anwendung der Mikrometerschraube, wie die Streifen der einen Seite über diejenigen der andren hingleiten, und wie sie dann rechts und links über die Ränder des ursprünglichen Spaltbildes hinübergreifen und die eigenartigen sogenannten Beugungs-erscheinungen hervorrufen. Der Versuch muss nur zweckentsprechend modifiziert werden, dann lassen sich leicht die denkbar wichtigsten Beziehungen gewinnen.

An Stelle des einfach quadratischen Spaltes muss ein solcher gewählt werden, dessen Schneiden länger sind und entweder einseitig oder wechselständig zweiseitig Ausschnitte haben, welche ungehindert Licht durchlassen; je eine Spaltschneide ist über einen solchen Ausschnitt hinaus, wie es die Figur zeigt, geradlinig verlängert. Es ist nun sofort klar, dass beim Zusammenschrauben nur die mittlere Partie in engere Annäherung gelangt. Hier gleiten die Streifen im Bilde übereinander hin, während links oben und rechts unten die beiderseitigen Streifensysteme isoliert stehen und leicht mit den übereinander fortgleitenden verglichen werden können. Auch hier tritt deutlich hervor, dass das Übereinanderschieben nur bis zu einer gewissen Spaltbreite gleichmässig erfolgt, dass sich die Streifen aber stark verbreitern, sobald der Spalt über eine gewisse Grenze hinaus verengt wird. Wie das Übereinandergleiten vor sich geht, ist aus Tafel II, Fig. 1 u. 2 und dem entsprechenden Texte zu ersehen.

Fig. 9. Nach oben und unten verschobene Spalt-Schneiden

Noch eines Umstandes muss hier gleich Erwähnung geschehen. Es handelt sich in diesem Falle nicht nur um helle und dunkle Streifen, sondern um farbige, wie wir sie bei Beugungs- und Interferenzerscheinungen auftreten sehen. Das Bild, das ein Quadrat von 3 mm Seitenlänge in etwa 80 cm Abstand vom Schirm auf dem letzteren bildet, ist eine ganz allerliebste Erscheinung und noch dadurch doppelt interessant, dass die Streifen über die Seiten hinaus verlaufen. Am zweckmässigsten betrachtet man es mit einer Lupe von etwa 6-7 cm Bildabstand. Durch Vergrösserung vermittelst einer konvexen Linse erhält man zwar ebenfalls deutliche Bilder, aber doch immerhin solche, welche verändert sind, was mit der Brechung im Glase zusammenhängt. Die Linse entwirft, wie oben schon erwähnt wurde, bei derartig modifizierter Lichtquelle bei jedem Abstand scharfe, jedoch umgekehrte Bilder vom Spaltbilde!

Die Farben verteilen sich, wenn wir nur die Streifen einer Seite berücksichtigen, folgendermassen:
An den Kernschatten **grenzt zunächst ein violett-blauer Saum**, dann folgt der erste breite helle Streif, den ich oben als hellen Grenzstreif bezeichnete, weil er die sich direkt projizierende Sonnenbreite abgrenzt. An diesen Streif setzt sich der erste dunkle, dessen Ränder derart gefärbt sind, dass ein gelb-roter Saum nach dem hellen Grenzstreifen zugekehrt ist und ein violett-blauer längs der anderen Seite verläuft. Diese Verhältnisse bleiben bis zur Mitte bei allen Streifen in ganz gleicher Weise bestehen. Bei denen der gegenüberliegenden Spaltschneide sind sie aber entsprechend umgekehrt; bei den vier Schneiden des quadratischen Spaltes also längs den vier Seiten entsprechend, wodurch ein Muster entsteht, wie es in der Gebildweberei hin und wieder ausgeführt wird.

Würde es sich hier um Wellenbewegung handeln, so müssten nicht nur die Farben in umgekehrter Folge auftreten, sondern die Streifen müssten auch an den Grenzen der Spaltseiten Halt machen. Sie gehen jedoch ganz geradlinig weit über diese Grenzen hinaus, so dass wir ihnen in keiner Weise mit einer Konstruktion von Wellenlinien zu folgen vermögen. Der erste Abstand zwischen zwei dunklen Streifen ist am breitesten, der zweite schmaler, der dritte noch schmaler als der zweite und so fort. Da sich die Streifen gleichmässig durchschneiden, so entstehen nur in den Diagonalen des quadratischen Spaltbildes quadratische Figuren, an jeder anderen Stelle entstehen Rechtecke mit steigend ungleichen Seiten. Auch dieses Verhalten ist zurzeit ohne Anwendung einer Hypothese nur nach Gesetzen der Mechanik erklärbar!

Wird nun der Spalt der Figur 9 angewandt, so ergeben sieh damit die interessantesten Beziehungen.

Solange die Spaltschneiden noch soweit voneinander entfernt sind, dass das Sonnenbild, wie es in Figur 6, Tafel I angedeutet worden ist, zum grössten Teile zur Wirkung gelangt, verlaufen längs der drei Kanten auch gleichmässig die drei Streifensysteme, die der Kanten 2 und 3 schneiden sich in der verlängerten Halbierungslinie des Winkels *a*; es entstehen hier ganz komplizierte Figuren, deren Ableitung an anderer Stelle erfolgen muss. Werden alsdann die Schneiden 1 und 3 gegeneinander hin geschraubt, so fallen zunächst die mittleren Streifensysteme übereinander. Wichtig für die weitere Beurteilung der nun entstehenden Streifen ist das Verhalten der Streifen am Winkel *a*. Hier stossen die einer vertikalen und einer horizontalen Kante zusammen. Sie müssen naturgemäss der verlängerten Halbierungslinie des Winkels ihre wichtigsten Veränderungen zeigen. Die Streifen biegen gegen diese Linie zu um und vereinigen sich derartig bogenförmig, dass die Ecken durch Viertelkreise geschlossen erscheinen. In dem Winkel entstehen dunkle, bogenförmige Figuren, deren Form aus Tafel II, Figur 1, 2, 4, 7 zu ersehen ist. Sie setzen sich in Form bestimmter Kurven weit in den Kernschatten hinein fort. Auffallend sind zwei von ihnen, welche zunächst der Halbierungslinie des Winkels.*a* liegen und sich gegen diese hin krümmen. Diese beiden dunklen Kurven finden sich überall wieder, wenn von einer spitzen oder stumpfen Ecke ein Schatten durch eine helle Lichtquelle erzeugt wird. Ihre Krümmung tritt meist nicht stark hervor. Bei Anwendung direkten Sonnenlichtes erscheinen sie in einer modifizierten Weise; sie breiten sich alsdann mehr nach den Seiten aus und sind, wie alle diese geschilderten Streifen, verwaschen, aber sie bestehen; sie spielen auch eine ganz erhebliche

Rolle, wie besonders bei Erwähnung der Polarisations-Erscheinungen hervorgehoben werden muss.

Werden die Spaltschneiden einander allmählich genähert, so verringert sich zunächst die Breite des mittleren Spaltbildes, bis auch wieder ein vollständiges Übereinanderhingleiten der Streifen beider Schneiden stattgefunden hat. Jetzt liegen die Streifen der linken Schneide rechts im Bilde und die der rechten l i n k s. Aber nicht allein diese Wanderung hat stattgefunden, sondern gleichzeitig hat sich auch die Wanderung der Farben vollzogen, und die Mitte des Spaltbildes zeigt den schon Seite 44 erwähnten gelb-roten Saum auf beiden Seiten.

Da die beiden hellen Grenzstreifen zu dem mittleren Teile der Figur zusammentreten, so erscheint beim Zusammenschrauben des Spaltes natürlich auch ein ganz kompliziertes Farbenspiel. Die längs der Schattenzonen verlaufenden Seiten der hellen Streifen sind, wie oben gesagt wurde, blau, die an den ersten dunklen Streifen grenzenden gelb-rot. Beim Zusammenschrauben sieht man deutlich, wie sich diese dunklen Streifen übereinander legen; es entsteht dann in der Mitte des Bildes ein carmoisinroter Streif. Dieser verschwindet bei weiterem Zusammenschrauben der Spaltschneiden, er geht rechts und links an die blauen Ränder der vereinigten Grenzstreifen heran. Das Blau verschwindet, an seiner Stelle erscheint weiss, dann gelb, das in gelb-rot übergeht, womit die Bildung der Beugungsfigur ihren Abschluss erreicht hat!

Die äusseren bogenförmigen Winkelstreifen verbinden in der klarsten Weise je die Streifen der Schenkelseiten und gestatten dadurch eine absolut genaue Ableitung dieser Erscheinung!

Unter allen optischen Versuchen ist diese Entwicklung der sogenannten Beugungsbilder einer derjenigen, die mich am lebhaftesten gefesselt haben. Denn aus dieser Erscheinung lassen sich auch die so wichtigen Vorgänge beim Entstehen des Spektrums ableiten und ausserdem die Entstehung der Farben, wie sie unser Auge und unser Geist wahrzunehmen pflegt. Davon später!

Vorläufig mag noch hervorgehoben werden, dass die Streifen am Schattenrande einer Fläche oder eines von beliebigen Flächen begrenzten Spaltes nicht nur auftreten, wenn wir Sonnenlicht zunächst durch eine kleine Öffnung hindurchzwingen, sondern dass sie sich auch im farbigen Lichte des Spektrums, im Lichtkegel des astronomischen, zur Sonne gekehrten Fernrohres und endlich am Schatten zeigen, der durch direktes Sonnenlicht erzeugt wurde. Man muss die Differenzierungen nur erst einmal geschaut haben, dann findet man sie, wie so vieles in der Welt und besonders bei wissenschaftlichen Untersuchungen, allerorts wieder! - Es ist auch gar nicht nötig, dass die Spalträander gerade Linien darstellen. Jede von geraden oder gekrümmten, gebrochenen oder geknickten Kanten begrenzte Fläche lässt sie hervortreten. Eine undurchsichtige Metallscheibe von kreisrunder Scheibenform zeigt die Streifen kreisförmig, parallel zur Peripherie. Eine kreisrunde Öffnung von einigen Millimetern Durchmesser, die in einer gefärbten Gelatineplatte oder in einem Bleche ausgedreht ist, zeigt die Streifen in konzentrischen Kreisen nach innen zu.

So lassen sich die Versuche ganz beliebig vermannigfachen und abändern, wobei die interessantesten Erscheinungen hervortreten.

Die seitherigen Versuche haben uns ganz überraschende Resultate ergeben. Sie zeigen unwiderlegbar klar, dass die Energie, welche uns die Sonne zusendet, eine ganz gewaltige Änderung erfährt, sobald sie durch irgend ein für sie undurchdringbares Hindernis zurückgehalten wird. Alle mir durchscheinenden und undurchsichtigen, aber auch alle gefärbten durchsichtigen Stoffe geben solche Hindernisse ab. Gerade der Umstand, dass auch die gefärbten Stoffe, wenn sie gegen einen durchsichtigen zu scharfe Grenzen bilden, das Licht zerlegen, ist überaus wichtig. Es wurden deswegen oben bereits farbige Gelatineplatten in die Spaltenseiten eingeschaltet. Sie haben allerdings scharfe dunkle Ränder, die aber durch geeignete Hilfsmittel fortgeschafft werden können.

Nicht nur das direkt durchfallende Sonnenlicht zeigt diese Streifenbildungen am Rande der Körperschatten, sondern sie entstehen durch jede beliebige Lichtquelle, wenn eine solche nur begrenzt ist, also überhaupt Schatten zu werfen vermag. Gleichmässig verteiltes Licht erzeugt bekanntlich keine scharfen Schatten. In einem Raum, der von allen Seiten gleichmässiges Licht empfangen würde, wäre überhaupt Schattenbildung nicht möglich. Unsere Lichtquellen, Sonne, Flamme, elektrischer Funken, Lichtbogen oder Glühlichtfäden, Brennlinien und Brennpunkte, Reflexlinien und Reflexpunkte sind sämtlich begrenzte Flächen, sie wirken also durchaus nach den oben angedeuteten Gesetzen. Ich führte wiederholt an, dass auch zerstreutes Tageslicht diese Streifen erzeuge. Es geschieht dies, wenn die Spalträndер überhaupt durch solches Licht projiziert werden können. Geht zerstreutes Licht durch eine kleine Öffnung hindurch, so bildet sich der Himmel z. B. in grösster Breite hinter dieser ab, aber das so in bestimmte Bahnen gezwungene Licht projiziert einen Spalt ganz vortrefflich auf die photographische Platte. Wie ich solche Photographien erhalte, möchte ich später an anderer Stelle veröffentlichen.

Noch eines Umstandes muss Erwähnung geschehen. Projizieren wir das Bild der Sonne durch eine feine kreisrunde Öffnung auf einen hellen Schirm, so entsteht nicht ein vollkommenes Bild der Sonne, sondern es findet an den Rändern der kleinen Öffnung ebenfalls eine Umgestaltung des Sonnenbildes statt. Das Sonnenbildchen stellt sich mit unscharfen Grenzen dar. Es gibt überhaupt, vielleicht die Röntgenröhre und die aktiven Körper ausgenommen, keine Quelle, von welcher aus eine allein senkrecht-geradlinige Fortpflanzung der sich in Licht umsetzenden Energie stattfände. Aus den Winkeln, unter denen sich die Energie-Linien schneiden, leiten sich die Farben, die Interferenzerscheinungen ab. Findet eine solche Durchschneidung nicht statt, wie bei Röntgenstrahlen , so müssen auch die Streifen ausbleiben! Die Energie der Sonne erfährt noch eine Änderung, weil sie unsere Atmosphäre schräg trifft. Wir wissen, dass in unseren Breiten das Himmelslicht östlich und westlich von der Sonne verschieden polarisiert ist. Beobachtungen darüber, die zwischen den Wendekreisen, bei senkrecht stehender Sonne, angestellt worden wären, sind mir nicht bekannt geworden. In unseren Breiten lässt sich aber bereits klar der Unterschied zwischen dem Sonnenlichte vom Ende Juni bis Ende Dezember feststellen. Juni- und Dezembersonne sind in ihren chemischen und wärmegebenden Wirkungen durchaus verschieden; also tritt eine Änderung der uns zugehenden Sonnenenergie in stetem halbjährlichen Wechsel ein. Diese Änderung muss sich auch in den Erscheinungen, welche ich seither andeutete, bemerkbar machen. Hier liegt wohl für zahllose, dankbare Forschungen ein weites Arbeitsfeld vor uns. Erst wenn wir vieles von dem, was hier noch verborgen ist, klar gestellt haben, dürfen wir es wagen, an eine Erklärung der geschilderten Verhältnisse heranzutreten. Wer eine solche jetzt schon unternehmen wollte, der würde ganz

unbedingt den bestehenden Hypothesen nur eine neue hinzuzufügen vermögen. Das würde nicht schwierig, aber der Erkenntnis auch nicht förderlich sein. Auf die bereits so oft an mich gerichtete Frage: wie ich selbst mir denn nun die Entstehung der Streifen, Farben u. s. w. denke? möchte ich an anderer Stelle antworten; in den Rahmen dieser Arbeit gehört die Frage noch nicht hinein.

Die photographische Platte, die wir in unserer Zeit so gerne als Schiedsrichterin anrufen, und die auch sicher unbestechlich ist, zeigt die Streifensysteme in der angedeuteten Weise nicht nur absolut scharf und klar, sondern sie zeigt auch, dass diese Erscheinungen ganz unabhängig vom Sonnenbilde sind. Zunächst muss aber berücksichtigt werden, dass das menschliche Auge die Farben in Abstufungen und Helligkeitswerten aufnimmt, wie es die photographische Platte nimmermehr zu erreichen vermag. Wir sehen violett-blau und gelb-rot nebeneinander, ohne irgendwie einen Irrtum zu begehen. Auf die photographische Platte wirkt nur violett-blau intensiv ein, gelb-rot erst unter Anwendung künstlicher Mittel. Die Platte zeigt also dort Licht, wo das Auge einen blauen oder violetten Verlauf sieht, sie zeigt dort Tiefen, wo das Auge ein helles Orange empfindet. Also sind die dem Auge dunkel erscheinenden violett-blauen Stellen des Objektes auf der Platte viel zu hell, und die hellgelben bis roten Teile des Bildes, die das Auge recht hell wahrnimmt, treten auf der Platte in einem immer dunkler werdenden Verlaufe hervor. Macht man sich also von dem Bilde auf dem Schirm eine Bleistiftskizze, so besitzt diese stets ein ganz anderes Aussehen als das photographische Bild, das an genau der gleichen Stelle des Schirmes aufgenommen wurde. Um messen zu können, muss man also bestimmte Farben durch Absorption auslöschen. Violette Gelatine lässt nur einen roten Streif, das Natriumlicht nur einen gelben Streif hervortreten, aber letzteres ist nicht verwendbar.

Die von der Sonne zur Erde gelangende Energie äussert sich also auf der Bromsilberschicht der Platte ganz anders als auf der Netzhaut des Auges. Alle die hellen Stellen, welche in der Photographie später hervortreten, entsprechen dem chemisch-wirksamen Teile der Sonnenenergie. Diese letztere ist also gespalten, Und das Bild auf dem Schirme muss auch den anderen Teil zeigen, Der lässt .sich mit der photographischen Platte nur schwer darstellen, umso leichter aber mit empfindlichen Wärmemessern, wie uns die Anwendung des elektrischen Stromes solche zu konstruieren gestattet.

Schalten wir, um das Prinzip eines solchen zu erwähnen, zwischen Stücke von starkem Kupferdraht ein ganz dünnes Platinblech ein, welches durch einen geeigneten Spannapparat ganz eben gestreckt werden kann, so haben wir damit schon ein empfindliches Thermometer. Dieses braucht nur durch den einen Draht mit einem Pole eines galvanischen Elementes verbunden zu werden, das andere. Drahtende wird an ein Galvanoskop angeschraubt, das wieder mit dem anderen Pole des Elementes verbunden ist. Das Platinblech setzt dem Strome einen gewissen Widerstand entgegen, sobald es eine bestimmte Temperatur hat. Wird es erwärmt, so vergrössert sich der Widerstand, wird es abgekühlt, so verringert er sich. Das Galvanoskop zeigt im ersten Falle eine geringere Abweichung als im letzteren. Wird jetzt das Platinblech mit seiner schmalen Kante so durch die Streifensysteme geführt, dass es den Streifen parallel ist, so muss jeder Temperaturunterschied an den letzteren durch eine Schwankung des Galvanoskop-Zeigers angezeigt werden. Dort wo blau-violette Töne sind, geht dieser zurück, wo gelb-rote Töne sind, schlägt er

stärker aus. Der zweite Teil der Sonnenenergie, die Wärme, findet sich nach diesem Versuche also dort, wo das Auge gelb-rot bis dunkel-braun sieht.

Der Nachweis, dass eine Trennung in chemisch wirksame und wärmeerzeugende Kraft stets eintritt, sobald das Licht der Sonne oder andere Lichtarten auf Körper auftreffen, deren Oberfläche in bestimmter Weise in kleine lichtundurchlässige und das Licht nicht zurückwerfende Flächen zerlegt ist, bringt uns der Erklärung vieler scheinbar recht verwickelter Erscheinungen bedeutend näher. Später muss sich zeigen, dass das Licht, oder besser gesagt die Sonnenenergie in den kleinsten Räumen, an den winzigsten Flächen ihre grossartigste schöpferische Eigenschaft betätigt, dass sie die wunderbaren Formen der Pflanzen und Tiere nicht gleich im grossen modelliert, sondern aus den denkbar winzigsten Bausteinen zusammensetzt, aus Bausteinen, von denen wir leider immer noch bekennen müssen, dass die Auflösung, ihrer geheimnisreichen inneren Zusammensetzung unserer besten optischen Hilfsmittel spottet. An den kleinsten Teilen des Stoffes findet eine Zerlegung in der oben angedeuteten Weise statt! Wollen wir also das grosse Geheimnis der Natur lösen oder auch nur den Schleier, der es unseren Sinnen verhüllt, an einer Stelle um ein Geringes lüften, so müssen wir hier an den kleinsten Flächen die sorgfältigsten Beobachtungen anstellen.

Vergleichen wir also nochmals eine Photographie mit dem Bilde, wie es das Auge wahrnimmt. Sofort zeigt es sich, dass sich die chemische Wirksamkeit noch an Stellen geäussert hat, an denen das Auge keine oder nur Spuren von Differenzierungen wahrnahm. Die Streifen liegen nicht nur in dem Bezirke des Sonnenbildchens, sondern gehen weit über dieses hinaus. Sie treten noch auf, wo das reflektierte Licht des blauen Himmels zur Wirkung gelangen konnte. *S i e sind deswegen kein Erzeugnis des Sonnenlichtes allein*, *sondern der Energie überhaupt.* Es ist unbedingt notwendig, diese Behauptung durch eine objektive Darstellung zu beweisen; dazu eignet sich die Photographie eben in hervorragender, vorläufig nicht zu übertreffender Weise. Aber es sind nicht allein die Streifen an und für sich, über deren Vorhandensein die photographische Platte Auskunft gibt, sondern sie zeigt auch bei entfernten und dann stufenweise enger gestellten bis dicht zusammengerückten Spaltschneiden in der denkbar klarsten Weise, wie das Beugungsbild, das ein enger Spalt liefert, aus den ganz anders angelegten Streifensystemen an den Schattengrenzen irgend eines Körpers nach und nach hervorgeht. Sind die Schneiden des Spaltes, s. Fig. 9. noch etwa 2,5 mm voneinander entfernt, so ist das Bild des Spaltes ungefähr das folgende: Die Entfernung zwischen dem kleinen Loch im Fensterladen und dem Spalt betrage 1 m, jene zwischen Spalt und Platte 80 cm. Links liegt die gerade verlaufende Spaltschneide, rechts die winklig ausgeschnittene. Die Mitte des Sonnenbildes treffe auf die Spitze, die durch den Ausschnitt gebildet wird. Das Sonnenbild zeichnet sich als Kreisscheibe von 18 mm Durchmesser ab. Sein Rand ist nicht scharf, sondern verwaschen; er wird dort, wo das Bild in den Spalt hineinragt, zunächst von einem kreisrunden dunkleren, dann von einem eben solchen hellen Streifen und schliesslich von der allgemeinen Schattenpartie umgeben. Wolken in der Nähe der Sonne, welche sich im Spalt mit abbilden, erscheinen aber scharf begrenzt, also kann die Unschärfe des Sonnenbildes nicht allein von dem Abbildungsvermögen des Loches abhängen. Die Streifen an den Rändern der projizierten Spaltflächen treten nicht etwa am schärfsten innerhalb des Sonnenbildes hervor, sondern viel schärfer ausserhalb von ihm. Vom Sonnenbilde aus verläuft das Bild des Spaltes allmählich, so dass ich daran gedacht habe, dieses auffällige Undeutlicherwerden dem die Sonne umgebenden Lichthofe (Corona)

zuzuschreiben. Wir müssen viel beachten, auch den Umstand, dass sich erhebliche Sonnenflecken in den Streifensystemen als Linien wiederfinden. Dieses Verhalten ist ganz überaus wichtig; es zeigt auch, welche Vorsicht bei Deutungen von Erscheinungen angewandt werden muss. Nicht ohne Grund habe ich diesen Blättern eine flüchtige Betrachtung der Sonne vorangestellt. Sobald ich selbst Sonnenlicht zur Projektion der soeben geschilderten Verhältnisse benutze, untersuche ich die Oberfläche der Sonne und skizziere mir alle grösseren Flecken sorgfältigst. Um ausserdem jede Spiegelung an den metallenen Spalträndern zu verhüten. müssen diese ganz vorsichtig angerusst werden. Dadurch entstehen aber leicht um mikroskopische Stäubchen grössere Russ-Ansammlungen, welche seitliche Streifen erzeugen. Ich schneide mir, um diese Klippe zu umgehen, daher die Spaltschneiden aus dem schwarzen Schutzpapiere photographischer Platten aus und spanne sie, um das Papier plan zu erhalten, zwischen metallene Schablonen ein. Letztere müssen an den Rändern angeschliffen und ebenfalls geschwärzt sein. Für jede Spaltbreite muss natürlich eine besondere Fassung vorhanden sein. Wem dünne Metallplatten und Metallsägen nicht zur Verfügung stehen, kann sich die Schablonen auch aus dünner Pappe (am besten sogenannter Lederpappe) schneiden. Nach dem Gebrauche presst man diese Hilfsmittel dann zwischen ebenen Brettchen, damit sie sich nicht verziehen. Sorgfältig hergerichtete Papier-Spalte geben ganz tadellose Photographien, sind also kein minderwertiger Notbehelf.

Längs einer gerade verlaufenden Spaltschneide sieht man die angedeuteten Verhältnisse absolut scharf, denn die Photographie zeichnet präziser als alle technischen Hilfsapparate. Am auffallendsten tritt der helle Streif längs des Schattenrandes hervor. Hier ist er, da er nicht die Breite der Sonnenscheibe andeutet, kein Grenzstreif in bezug auf die Sonnenbreite, sondern er hängt, bis zu einem gewissen Grade, von dem Durchmesser der Öffnung im Fensterladen ab! Jetzt sehen wir deutlich, dass in dieser Zone ein ganz erheblicher Teil der Sonnenenergie in umgewandelter Form vorhanden ist. Hier ist die chemisch wirksame Kraft der Sonnenenergie geradezu konzentriert! Dieser Umstand erklärt eine der wunderbarsten physiologischen Tatsachen, auf die ich im zweiten Teile eingehen muss.

Am allgemeinen Schatten verläuft längs dieses hellen Energiestreifens ein etwas dunklerer Streif, in dem sich der andere Teil der Sonnenenergie, die Wärme, in erheblicherem Masse vorfindet. Längs dieses dunklen Streifens tritt nach der Schattenseite zu ein etwas hellerer hervor, auf den wieder eine dunklere Zone folgt, welche aber von der gebräuchlichen Bromsilberplatte nicht weiter zerlegt wird, und doch finden sich hier noch Differenzierungen, die sich an anderen Stellen deutlich zeigen, wie unten ausgeführt wird.

Nach der Lichtseite zu wird der helle Energiestreif zunächst von einem auffallend dunklen schmalen Streifen begrenzt. Auf diesen folgt ein schmalerer, hellerer, aber im Vergleich zum. ersten hellen Streifen matter Streif; der letztere wird durch einen etwas dunkleren schmalen Streif begrenzt. Jetzt folgen - immer zarter in der Breite und der Kontrastwirkung hervortretend - noch ein heller, dann ein dunklerer, auf diesen wieder ein heller und dann die etwas getrübt erscheinende voll belichtete Zone.

Auch die Photographie gibt dem beobachtenden Auge Recht. Sie lehrt ganz unwiderlegbar, dass die voll beschienene Fläche nicht die hellste ist, sondern dass längs der Schatten-Zonen eine um das Mehrfache hellere, schmale Zone hinzieht!.

Das Auge trennt nun noch ohne weiteres die Farbentöne und unterscheidet dadurch die Zonen grösserer Wärmeleistung von denen, welche chemisch wirksam sind.

Beim freien Schatten läuft längs der Schattengrenze ein violett-blauer Saum, dann folgt die helle, chemisch stark wirksame Zone, dann ein gelb-roter Saum, der den angrenzenden dunklen Streif einseitig überlagert, während seine andere Seite wieder violett-blau umsäumt ist; es folgt der zweite helle Streif und so, immer schwächer werdend, die folgenden. Also genau umgekehrt wie im späteren sogen. Beugungs-Bild, bei dem der mittlere helle Streif beiderseits gelb-rot umsäumt hervortritt.

Das Auftreten dieser verschieden hellen und gesetzmässig gefärbten Streifensysteme längs jeder belichteten Kante, ist eine bisher nicht genügend untersuchte Erscheinung. Newton hat, von ganz falschen mathematischen Voraussetzungen ausgehend, die Verhältnisse irrig dargestellt und für seine Nachfolger verschleiert. Gerade diese Streifen sind aber, wie uns beim Spektrum recht auffällig klar werden wird, für die Deutung aller optischen Verhältnisse von der grössten Bedeutung, sie geben Aufschluss über die mannigfachsten Eigenschaften des Sonnenlichtes. Als Sonnenlicht darf die Energie der Sonne auch fernerhin bezeichnet werden; wir müssen uns aber daran gewöhnen, den Begriff Licht von vorneherein als einheitlich subjektives Empfinden mehrerer Eigenschaften der uns zuströmenden Sonnenenergie zu bezeichnen. Wir haben zur Wahrnehmung dieser verschiedenen Eigenschaften ein gesondertes Sinnesorgan in dem Auge mit den zugehörenden Gehirnteilen. Wir sehen den grössten Teil der chemischen Wirksamkeit der Sonnenenergie in blauen bis violetten Farbentönen oder als weisses Licht, wir sehen die wärmeerzeugende Wirksamkeit der Sonnenenergie zum grössten Teil in den gelb-roten bis braunen Farbentönen und als farblose Schatten!

In welcher Gestalt treten die Streifen hervor? Nähern wir den Schirm dem Spalt bis auf wenige Zentimeter Entfernung, so sieht sie das Auge bereits, und die photographische Platte zeigt sie scharf. Wird der Schirm langsam vom Spalt entfernt, so treten die Streifen **ohne jede Unterbrechung** an jeder Stelle hervor; sie werden dabei ständig breiter und mit dem Quadrate der Entfernung lichtschwächer! **Der Schirm zeigt also nur je Durchschnitte durch körperlich zu denkende Figuren !** Wir haben hier - längs der geraden Kanten des Spaltes - prismatische Körper vor uns. Ihre Spitze liegt am Spaltrande; ihre Basis wird je durch die sich auf den Schirm projizierende Ebene bestimmt.

An den Enden der Spaltseiten, wo also, da der Spalt endlich, d. h. räumlich begrenzt sein muss, ein Winkel oder eine Ecke auftritt, verhalten sich die Streifen etwas anders. - Das muss nunmehr so sorgfältig wie möglich untersucht werden. Ich selbst bilde mir nicht ein, die Untersuchungen abgeschlossen zu haben, sondern will nur die Basis für neue Untersuchungsreihen schaffen; dies mögen meine Freunde bedenken und meine Gegner nicht übersehen! Von ersteren verlange ich keine bedingungslose Zustimmung, gegen unberechtigte Angriffe seitens letzterer würde ich mich zu verteidigen wissen. –

Es muss also nunmehr die rechtwinkelig vorspringende Ecke und der daran angrenzende rechtwinkelige Ausschnitt betrachtet werden.

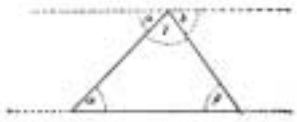
Die Verhältnisse, die das Licht an den Kanten und besonders in dem Schattenwinkel der Ecke schafft, sind überaus interessant. Sie lassen sich erst bei einem hinreichenden Abstande zwischen Schirm und Spalt verfolgen. Sie müssen aber genau untersucht werden, weil sie später die Wegweiser abgeben, die uns zum Verständnis der sogenannten Beugungsstreifen hinleiten.

Anmerkung: Es wurde oben gesagt, dass wir die Mathematik als Schiedsrichterin und als Helferin von Anfang an zu Hilfe nehmen müssten. Deswegen ist später zu untersuchen, ob wir für die seither geschilderten Erscheinungen mathematische Formeln finden können.

Die höchste Ausbildung der geistigen Fähigkeiten des Menschen liegt in der mathematischen Betrachtungsweise. Unter dem strengen Zwange der schärfsten Logik muss der Mathematiker seine Lehren aufstellen und beweisen. Er geht von *Voraussetzungen aus*. Solche stellt er zusammen und bringt sie als *Behauptungen* in die zweite Reihe. Nunmehr müssen eine Anzahl von Schlüssen gebildet werden, welche schliesslich den Beweis liefern.

In dem einfachen Satze (Behauptung): "die Summe der Winkel eines Dreiecks ist gleich zwei rechten Winkeln, gleich 180'," wird vorausgesetzt, dass ein Dreieck vorliege, d. h. eine Figur mit drei geraden Seiten, die sich je untereinander schneiden. Es wird ferner als Tatsache vorausgesetzt, dass nur drei Winkel vorhanden sein können, und dass ein voller Kreisbogen durch zwei Senkrechte, die durch den Mittelpunkt des Kreises gehen (sich hier also schneiden), in vier rechte Winkel zerlegt werde, deren jeder 90^0 betragen muss.

Der Beweis kann auch nur wieder geführt werden, wenn eine Anzahl von Eigenschaften als tatsächliche mathematische Wahrheiten bekannt sind, auf welche sich die Beweisführung stützt. Ich will den Beweis führen und das Tatsächliche, vorher als mathematische Wahrheit bekannte, gesperrt gedruckt anführen. Beweis: Zum Beweise verlängere ich eine *Seite* des gegebenen *Dreiecks* und ziehe durch die *Spitze* des *gegenüberliegenden Winkels* zu dieser Seite eine *Parallele*, dann ist *Winkel* α = *Winkel a*, *Winkel* β = *Winkel b*; *die Winkel a + b +* γ *bilden zusammen zwei Rechte*, *Winkel* γ ist der dritte Dreieckswinkel; nun kann ich für Winkel *a* und *b* **auch** Winkel α und β setzen und erhalte dann Winkel $\alpha + \beta + \gamma = 180^0$.



Die Richtigkeit des Satzes steht also unerschütterlich fest!

Soll nun die Mathematik die Physik oder irgend eine andere Wissenschaft mit der Gewalt ihrer Schlussfolgerungen festigen und unterstützen, *so müssen ihr diese Wissenschaften Wahrheiten als Voraussetzungen geben*! Solche Wahrheiten sind z. B. die Gesetze des freien Falls, der Pendelbewegung u. s. w., welche wieder von der ausgemessenen und ausgerechneten Gestalt der Erde, der Masse der Erde, ihrer Bewegung um die Axe u. s. w. abhängen. Um diese Voraussetzungen festzustellen, können wir rechnen, messen, wägen u. s. w. Die Experimente lassen sich ohne Änderung der Resultate millionenfach modifizieren, wir dürfen danach also tatsächlich bestehende Gesetzmässigkeit voraussetzen, behaupten und beweisen. Die Mathematik darf dann selbst an die Aufgabe herantreten, „das Gewicht der Sonne berechnen zu wollen"!

Anders liegt der Fall, wenn der Physiker den Mathematiker damit betraut: ihm die Wellenlänge der gelben Lichtstrahlen berechnen zu wollen. Zur Berechnung liefert ersterer eine Anzahl von Annahmen, denen keine mathematische Berechnung, kein Mass-Stab, oft keine direkte Beobachtung zugrunde liegt, die also gerade das Entgegengesetzte der oben skizzierten mathematischen Voraussetzungen sind. Ich will alles, was hypothetisch und z. T. noch unbewiesen ist, mit (?) kenntlich machen. Es wird jeder in der Lage sein, danach ein Urteil fällen zu können; ich möchte ein solches herausfordern, weil mir *von den verschiedensten Seiten* bereits der Einwand gemacht worden ist, dass doch die Mathematik die physikalische Betrachtungsweise des Lichtes stütze und zu Tatsachen erhebe! Der Mathematiker muss also folgende Voraussetzungen als tatsächliche Unterlagen annehmen: Licht (?) ist eine Wellenbewegung (?) des, Licht-Äthers (?), eines Stoffes (?), den zwar kein physikalisches und physiologisches Experiment nachzuweisen vermag, der unwägbar (?), widerstandslos (?), mit höchster Elastizität (?) ausgestattet, den Weltenraum und alles was darin ist erfüllt. (NB. In den Kristallen ist aber seine Elastizität nicht vollkommen, sondern nach verschiedenen Richtungen hin verschieden (! ?), womit der Mathematiker doch auch rechnen soll.) Das Licht pflanzt sich geradlinig (?) in parallelen (?) Strahlen (?) fort. Die *einzige* Ausnahme davon bilden: alle die

milliarden- und abermilliardenfachen Beugungserscheinungen, bei denen das Licht vom geraden Wege einfach in der wechselndsten Weise abgelenkt und in hyperbolische Strahlen-Körper zerlegt wird. *Von einem Lichtpunkte* gehen die sogenannten Lichtstrahlen innerhalb eines kugelförmigen Raumes *absolut divergent* auseinander, es gibt also, mathematisch gesprochen, *hier nicht zwei parallele Strahlen*; solche können erst auftreten, sobald *mindestens zwei* Lichtpunkte nebeneinander zur Wirkung gelangen, alsdann kann zu jedem Strahl des einen ein paralleler des zweiten gefunden werden. Sobald wir *physikalisch* von parallelen Strahlen sprechen, müssen wir mathematisch mindestens *zwei Centren* annehmen. Diese mögen liegen, wo sie wollen, auf der Sonnenfläche, auf einem leuchtenden Kohlenfaden, in einer leuchtenden Spaltbreite u.s.w. - Diese Verhältnisse müssen aber eine Klarstellung erfahren, denn es sollen Wellenlängen **berechnet** werden, die nur eine Ausdehnung von 0,0001 bis etwa 0,001 mm haben und in der Sekunde bloss 30 bis 3000 Billionen Schwingungen machen!
Soll ich als Mathematiker solche Resultate finden, so suche ich mir naturgemäß die *denkbar genausten Voraussetzungen*; die bisherigen genügen mir nicht, untersuchen wir also die weiteren.

Trifft weisses Licht, das eine Mischung (?) von Strahlen aller Farben ist, in parallelen (??) Strahlen auf einen prismatischen Körper aus dichterem, aber vollkommen durchsichtigem Stoffe, so wird es in zahllose (?) Farben (?), die zusammen das Spektrum bilden, getrennt (?). Jede einzelne (?) Spektralfarbe ist einheitlich (?), also unzerlegbar (?); sie soll die gesuchte Wellenlänge und Schwingungszahl haben. Da die Farben in einer (?) Reihe nebeneinander liegen (?), so muss (?) jede Farbe (?) (d. h. also: jede mathematische Linie, die senkrecht zur Richtung des Spektrums steht!) eine bestimmte Wellenlänge haben (NB. die sogenannten Fraunhoferschen Linien sind messbar endliche Grössen, die mit den mathematischen noch lange nicht identisch sind, selbst wenn wir sie durch Billionen X Billionen teilen!). - Am wenigsten abgelenkt wird Rot (?), am meisten Violett (?); dass dies bei der sogenannten anormalen Dispersion, bei dem Gitterspektrum, bei den oben von mir geschilderten Streifensystemen nicht zutrifft, soll der Mathematiker übersehen!? - Die verschiedene Ablenkbarkeit folgt mit absolut (?) zwingender (?) Notwendigkeit (?) aus den Interferenz-erscheinungen! Hier findet der Mathematiker feste (?) Zahlen, also muss er imstande sein, die Wellenlänge des Gelb berechnen (!) zu können. Das Gelb dehnt sich aber im Spektrum nach alter Auffassung immerhin bei 5 m Abstand eine Handbreit aus (d. h. *ohne* feste Grenze); nach meinen Beobachtungen, die jeder Laie prüfen und nachmessen kann, geht es vom Ultrarot bis zum Dunkelblau, also über das halbe Spektrum hinüber!

Rechnet der Mathematiker nach *obigen* Voraussetzungen, *so findet er ein mathematisch-hypothetisches Resultat*, das ist eine contradictio in adjecto, denn die Mathematik kann sich der Hypothese niemals bedienen!

Ein Verhängnis für die gesamte Optik ist es gewesen, dass kein Geringerer, denn *Newton* selbst, einige ganz verhängnisvolle mathematische Fehler in die Optik einlaufen liess. Darüber an anderer Stelle!

Vor der Ecke stossen natürlich, in der Halbierungslinie des Winkels, die senkrechten und wagerechten Streifensysteme zusammen. Der erste hellste Streifen und der angrenzende dunkle zeigen die hier stattfindenden Änderungen bereits durch ihren Verlauf auf das Klarste. Sie gehen nicht geradlinig über die Halbierungslinie des Winkels hinaus fort, sondern biegen an der Ecke gegen die Halbierungslinie zu um. Die Ecke wird dadurch abgestumpft. Um den Schatten des Eckwinkels entstehen eine entsprechende Anzahl konzentrischer Kreise, deren Mittelpunkt noch genau zu bestimmen ist. Soweit ich es zu verfolgen vermag, liegt er jenseits der Schnittfläche der ersten gegen die Schattenzone zu auftretenden dunklen Streifen (der dunkeln Grenzstreifen bei Projektion durch direktes Sonnenlicht). Der Schatten des die Ecke bildenden rechten Winkels ist in ganz eigenartiger Weise verändert; er enthält nämlich eine Anzahl scharf hervortretender Kurven von geringerer Lichtstärke. Diese Kurven treten also dunkel auf dem lichten Randschatten hervor.

Werden sie mit der Lupe betrachtet oder als Photographie durch den Projektionsapparat vergrössert an die Wand geworfen, so erweisen sie sich als zusammengesetzte Erscheinungen. Ist der Spalt vom Loch im Fensterladen 1 m entfernt, so sind auf einem 760 mm vom Spalt aufgestellten Schirme die Erscheinungen (im Juli) für das mit der Lupe bewaffnete Auge folgende: Die

Schattenzone wird von dem etwa 0,78 mm breiten hellen Streifen umsäumt, jetzt folgt der erste dunkle Streif, der etwa 0,22 mm breit ist. Der angrenzende zweite helle Streif ist ungefähr 0,3 mm breit; der zweite dunkle 0,15 mm, der dritte helle 0,23 mm. Die ganze Erscheinung ist ca. 1,8 mm breit, wenn der dritte dunkle Streif noch mitgemessen wird. In dem Bogenteile sind die dunklen Streifen verschmälert und *weniger intensiv*. Die Figur 4, Tafel II ist nach einer mit Blei nachgezogenen Skizze, die Figur 5 nach einer gleichzeitigen Photographie vergrössert dargestellt. In dem Winkel der Schattenzone treten die Kurven, jederseits drei, deutlich hervor. Sie sind dem Durchschnitt durch eine Pflanzenknospe vergleichbar. Ihre Abstände von der Halbierungslinie, gegen die, sie symmetrisch verlaufen, verbreitern sich nach der Spitze der Ecke zu, aber nicht gleichmässig, sondern in geschwungenen Formen.

Da diese Streifen bereits seit langen Zeiten in den Schatten feiner, von der Sonne beschienener Spitzen (Nadeln, Haare u. s. w.) bekannt sind, so ist gleich das Bild, welches im direkten Sonnenlichte entsteht, zum Vergleich heranzuziehen, worauf nach den auf Seite 39 u. f. mitgeteilten Beobachtungen nicht eingegangen wurde. Das Sonnenlicht entwirft von einer rechtwinkeligen Ecke ein ähnliches Bild wie das soeben geschilderte. Die Kurven sind aber weniger gebogen; sie erscheinen hier als die Fortsetzungen der dunklen Grenzstreifen und gehen bis nahe an den ebenfalls bogenförmigen Zusammentritt der hellen Streifen heran. Wird der rechte Winkel durch immer spitzere ersetzt und in das Sonnenlicht gehalten, so ist deren Schatten auch entsprechend spitzer, aber, je spitzer der Winkel wird, um so auffälliger gehen die dunklen Grenzstreifen in die jetzt fast geradlinig verlaufenden dunklen Streifen des Eckschattens über. Dies Verhalten ist so auffällig, dass ich auf Tafel 1 neben die Figuren 7 a und b noch die Projektion einer rechtwinkeligen und einer spitzwinkeligen Ecke im Sonnenlicht, bei 760 mm Abstand, skizziert habe. Hier entspricht der Abstand y dem scheinbaren Sonnendurchmesser. Es können, wie aus den Winkeln y und y' hervorgeht, die Randstrahlen der Sonne nicht bei der Bildung der dunklen Streifen ausschließlich beteiligt sein, weil divergierendes und diffuses (zerstreutes Tageslicht) Licht ähnliche Verhältnisse zeigen. - Die Streifensysteme am Rande des Winkels sind bei der Sonnenprojektion nicht leicht festzustellen, sind aber vorhanden. Die photographischen Platten gestatten eine Aufnahme in der direkten Sonne nur schwer. Die Momentverschlüsse, die vor oder hinter das relativ weite Loch im Fensterladen angebracht werden müssen, erzeugen an ihren Rändern ebenfalls Bilder der Streifensysteme, also bleibt nichts anderes übrig, als einen Spalt schnell und gleichmässig direkt über die Bromsilberschicht der Platte hingleiten zu lassen. Ich konstruierte zu diesem Zwecke besondere Kameras und erlangte wenigstens einigermassen brauchbare Resultate.

Zu empfehlen ist auch wieder die Anwendung farbiger Gelatinefolien. Da aber die Ränder durchschnitten sind, so zeichnen sie sich als schwarze Linien ab und zeigen deshalb auch die Schattenstreifen in geänderter Form, was ich selbst als Fehlerquelle hervorheben muss, damit mir nicht Ungenauigkeit in den Beobachtungen vorgeworfen werde. Um den Schnittrand farbig zu erhalten, muss man die Gelatinefolie mit einer farblosen zusammen ausschneiden. Wo die farbige eine Ecke hat, besitzt die farblose einen entsprechend großen Winkel. Ein planparalleles Glas wird mit klarer Gelatinelösung übergossen, sobald diese anfängt zu erhärten, schiebt man die Folien gegeneinander in die noch weiche Gelatine hinein, welche zwischen den Schnittstellen vorquellen muss, und lässt alles gut trocknen. Ist dieses geschehen, so steht die vorgequollene Gelatine etwas vor; hier entsteht unfehlbar eine verkehrte Projektion. Durch Abziehen mit einem scharfen

Messer, einem Glasscherben o. dergl. und nachträgliches Schleifen mit einem Ölsteine muss die Oberfläche durchaus eben gemacht werden. Man poliert sie schliesslich sorgfältigst mit weisser Politur. Dann hat man einen reinen, farbigen Schnitt, der an eine Masse angrenzt, die gleiches Lichtbrechungsvermögen besitzt. Ein berechtigter Einwand kann höchstens noch gegen die unterliegende Glasplatte gemacht werden, von der aber die Folie abgesprengt werden kann, so dass nun eine planparallele Gelatineplatte vorliegt. Sie zeigt, dass das Licht an dem Rande der gefärbten Zone ebenso verändert wird, wie am Rande eines undurchsichtigen Körpers. Diese durchsichtigen Platten zeigen aber vor allen Dingen, was für alle weiteren Betrachtungen wichtig ist, dass auch *in der Schattenzone* wichtige Differenzierungen vorhanden sind, über die uns das Auge und die Platte im Schatten undurchsichtiger Flächen nur recht wenig zeigt. Aber bei der Deutung dieser Differenzierungen ist alle Vorsicht geboten, weil dann, wenn eine Spiegelfläche als Winkel benutzt wird, die an der Fläche vorbeigehende Energiemenge auf dem Schirm die gleichen Streifen zeigt, wie die vom Spiegel auf einen zweiten Schirm zurückgeworfene Energiemenge. Die Figuren an den Ecken verhalten sich allerdings verschieden, etwa wie die, welche aussen und innen an den Winkeln 11 und 12 der Figur 1 auf Tafel IV sichtbar sind. Die Spiegelung zeigt, dass die Streifen ein Produkt der Energie selbst sind.

Im direkten Bilde und in der Photographie gehen die Kurven bis an die Grenze des Schattens und über diesen hinaus durch den hellen Streif hindurch, bis an den diesen abgrenzenden dunklen Streif. Da nun die beiderseitigen hellen Streifen eines Spaltes beim Verengen des letzteren übereinander fort gehen, *so zeigen diese Kurven immer genau* den Grad des Übereinandergreifens an, sie müssen sich kreuzen, wenn zwei gleiche Ecken einander so genähert werden, dass ein geradliniger Spalt als Trennungslinie zwischen ihnen bleibt. Hat der Spalt die Form wie in Figur 7 auf Tafel 1, so erscheinen Figuren, wie sie daselbst wiedergegeben worden sind. Auch diese Kurven zeigen unwiderlegbar, dass die Mitte des sogenannten Beugungsbildes aus der Übereinanderlagerung der beiden ersten hellen Streifen hervorgegangen ist.

Wir müssen nun zunächst wieder den Erscheinungen unsere Aufmerksamkeit schenken, welche entstehen, wenn die durch enge Öffnungen im Fensterladen gehende Energie auf Ausschnitte trifft, die innerhalb grösseren Flächen angebracht sind.

In Winkeln durchkreuzen sich die Streifensysteme zweier Seiten. Die Figuren ändern sich je nach der Neigung, welche die Schenkel der Winkel zueinander haben, sind aber im allgemeinen leicht abzuleiten. Man zieht die Streifen durch; wo sich dunkle kreuzen, entsteht Verstärkung der Dunkelheit, wo helle und dunkle zusammentreffen, werden die dunklen Streifen, entsprechend dem Helligkeitswert ersterer, lichter, wo helle Streifen auf helle treffen, wird der Helligkeitsgrad verstärkt. Die Streifung geht aber stets über die Winkel hinaus, deswegen müssen die Verhältnisse doch genauer untersucht werden, bevor die Umwandlung der Streifen im engen Spalt betrachtet wird.

Der einfachste Winkel, welcher untersucht werden kann, ist der von 90^0. Die Streifen schneiden sich hier auch rechtwinkelig. Zu untersuchen sind noch spitze und stumpfe Winkel.

Wenn von einem quadratischen Spalt ein Winkel durch eine schräg verlaufende Fläche überdeckt wird, so treten zwei rechte, ein spitzer und ein stumpfer Winkel in einem Trapeze auf. Letzteres kann vollständig in das Sonnenbildchen eingeschoben werden, so dass an seinen Seiten gleichmässig divergentes Licht vorbeigeht. Das Bild auf dem Schirme und das auf der photographischen Platte zeigen ganz überraschende Eigentümlichkeiten, welche geradezu alles, was wir seither über die Ausbreitung des Lichtes als feststehend annahmen, derart abgeändert zeigen, dass wir gezwungen werden, dafür nach neuen Erklärungen zu suchen. Ich muss - um allen Missverständnissen vorzubeugen - auch noch von vorneherein bemerken, dass das direkte Sonnenbild nicht ausschliesslich diese Erscheinungen erzeugt, sondern dass sie auch durch das zerstreute Licht des Himmels erzeugt werden, sobald dieses durch eine bestimmte Öffnung ging, dass dadurch ebenso eine Vergrösserung des Bildes auf dem Schirme stattfindet, wie durch das Licht des Sonnenbildes, dass also in der sogenannten Lochkamera eine räumliche Ausbreitung des Lichtes, im strengsten Sinne des Wortes, stattfindet.

Das Sonnenbild erzeugt von dem kleinen Trapez in der Entfernung von 90 cm auf dem Schirme ein Bild, wie es in Figur 6, Tafel II wiedergegeben ist. Diese Bilder müssen noch von manchem Beobachter untersucht werden, bevor wir alle Eigentümlichkeiten im Verhalten der hellen und dunklen Felder, die dem Auge auch noch farbig erscheinen, erkannt haben. Im Innern sehen wir die durch Streifen zerlegte Fläche. Schon hier tritt die Erscheinung hervor, dass es nicht gelingt, die Streifensysteme, die längs der vier Seiten, parallel zu diesen verlaufen, gleichmässig auf die photographische Platte bringen zu können. Ich habe mich, trotzdem mir bereits eine Menge Erfahrungen zur Seite stehen, vergeblich bemüht, dieses zu erreichen. Ich finde hier weiterhin konstant geringe Unterschiede in der Erscheinung, Breite, Färbung u. s. w. der vier Streifensysteme.

Jeder Streif wird nun nach früher Gesagtem farbig umsäumt. Es gehen also bei einer Durchkreuzung zweier Systeme, wie eine solche in jedem Winkel stattfindet, auch ganz sicher die Farben des Spektrums wiederholt durcheinander hindurch. Es findet eine Mischung der Spektralfarben statt, denn jeder Winkel enthält 4 sich durchkreuzende sichtbare Spektren. Die photographischen Platten zeigen darüber auch nicht das Geringste. Die Durchkreuzungen verhalten sich, wie die von dunklen und hellen Streifen, die man mit Malerfarben zieht: schwarz und schwarz gibt doppelte Tiefe, schwarz und weiss gibt grau, weiss und weiss gibt doppelte Helle. Das widerspricht ganz unwiderlegbar allen unseren seitherigen Definitionen der Farben und unserer gesamten Lehre von den Lichtwellen u. s. w. Doch davon später.

Der helle Streif jeder Seite des Trapezes ist durch das direkte Sonnenlicht etwa um das Doppelte verbreitert, aber nur nach der Schattenzone zu, während der erste dunkle Streif gerade, in gleichen Abständen wie bei diffusem Lichte verläuft. Das Licht wird also einseitig, über die Kanten hinweg stärker abgelenkt! Diese Ablenkung weist aber auch wieder eine ganze Reihe von Absonderlichkeiten auf, denen man zunächst ganz ratlos gegenüber steht, bis durch eine Schritt vor Schritt gehende Analyse etwas Klarheit in die Verhältnisse kommt. Zahlreiche, fortwährend modifizierte Experimente gestatten schliesslich die folgenden Darlegungen.

Um die Kanten von Flächen breitet sich das Licht (nicht nur das in diesen Experimenten modifizierte, sondern auch das direkte Sonnenlicht, sowie das von jeder begrenzten, leuchtenden Fläche) besonders in den Richtungen, welche

senkrecht zur Kante stehen, aus. In den Spitzen von winkligen Ausschnitten biegt es beiderseitig in Kurven ab und geht dann in senkrecht zu den Schenkeln stehenden Ebenen (besser gesagt "Körpern") weiter. Diese Abbiegung erstreckt sich auf den ersten hellen Streifen, auf den angrenzenden dunklen und dem entsprechend auf alle folgenden. Es entstehen dadurch nach den Schattenzonen hin in jedem Winkel zwei sich durchschneidende Systeme von Hyperboloiden, die mathematisch überaus interessant sind, denn in den rechten Winkeln geben sie in gerade verlaufende Linien (Streifen oder Prismen) über, leiten sich aber aus den vorher erwähnten Kurven ab. Wellenbewegung kann derartige Kurven nicht erzeugen!

An jede Spitze setzt sich ein heller Lichtkörper an, dessen Flächen auch wieder ganz kompliziert gestaltet sind. Es lassen sich zwei Dreiecke, die ihre Spitze in der Spitze des Winkels haben, konstruieren. Eine Dreieckseite ist beiden Flächen gemeinsam; je die zweite Seite wird durch die Ausbreitung des Lichtes bestimmt, die dritte liegt in der Unendlichkeit. Die dritte Fläche des Lichtkörpers ist eine gebogene; ihre Querschnitte stellen sich als Hyperbeln dar. Welchen Weg in diesem Körper, durch den man an allen Stellen ähnliche Querschnitte erhält, die Aetherwellen einschlagen sollen, ist mir nicht klar und wird wohl niemals je einem Menschen klar werden. Ein Schema des Lichtkörpers ist in Figur 8 auf Tafel I gegeben.

Für alle weiteren mathematischen Ableitungen ergibt sich aber der Vorteil, dass wir an diese Kurven und Geraden mit festen Massen herangehen können. Eine Verfeinerung der Instrumente, die ich mir selbstredend erst aus den einfachsten Anfängen heraus schaffen muss, wird uns hier zu sicheren Resultaten führen. Auch die Kurven, welche in den Ecken der Schatten von Winkeln auftreten, lassen sich unter diesen Gesichtspunkten als Hyperbeln bestimmen. - Jedes Bild, das wir an irgend einer Stelle des Raumes aufnehmen, stellt sieh naturgemäss als eine Durchschnittsebene des Bildkörpers, der sich vom Spalt aus bis in die Unendlichkeit erstreckt, dar.

Sind endlich die Seiten des Trapezes, von dem wir ausgingen, nicht vollkommen gerade, finden sich - was sich ja gar nicht umgehen lässt - auf ihnen auch nur Mikroskopisch kleine Hervorragungen (Staubteilchen) oder Vertiefungen, so wird an diesen das Licht auch wieder in ganz interessanter Weise nach den Schattenflächen hin abgelenkt. Es entstehen helle Staublinien zwischen Linien, die konstant auftreten. Treffen zwei Seiten senkrecht zusammen, ist also die Schattenfläche rechtwinklig, so durchschneiden sich diese Streifen rechtwinklig. Im Umkreise der eigentlichen Spitze der rechtwinkeligen Fläche entstehen aber die dunklen und hellen Kurven, die von den Staubstreifen der angrenzenden Winkelseiten nicht gestört werden, die aber ganz gewaltige Verschiebungen erhalten, sobald zwei Flächen, die freie gegenüberstehende Ecken haben, zu engen Spalten vereinigt werden. Auf dieses interessante Verhalten kann an dieser Stelle nur hingedeutet werden, erwähnen wollte ich es aber doch schon; vergl. Figur 7 auf Tafel II.

Wir werden so zu den Bildern hingeführt, weiche entstehen, wenn irgend zwei gerade oder gebogene Flächen zu Spalten vereinigt werden. Aus den zahllosen Versuchen, die darüber angestellt werden können, müssen hier die einleitenden und wichtigsten zusammengestellt werden. Dadurch, dass zwei Flächen einander genähert werden, wird das Licht zu Ausbreitungsweisen gezwungen, die interessant, wichtig und nebenbei unter Umständen überaus farbenprächtig sind. Die hier sich anschließenden Experimente gehören zu den interessantesten, welche die

Naturwissenschaften darbieten können; sie sind zudem meist ohne grosse Mittel auszuführen. Interessant und wichtig zugleich sind sie deshalb, weil hier die Differenzierungen dargestellt werden, aus welchem sich alle Veränderungen an der Erdoberfläche, alles Werden und Vergehen ableiten lassen.

III. Die Entstehung der sogenannten Beugungsstreifen.

Der wichtigste Versuch ist, wie Seite 49 gesagt wurde, der, welcher zeigt, wie aus den erwähnten Streifensystemen die sogenannten Beugungserscheinungen abgeleitet werden können. Die wichtigste Frage wäre allerdings diejenige, welche die Entstehung der Streifensysteme durch die Lichtwirkung überhaupt in sich einschliesst. Zu ihrer Lösung müssen aber nochmals von den verschiedensten Seiten die mannigfachsten Experimentreihen ausgeführt werden. Ich wiederhole es, dass die Streifensysteme, die in irgend einem Bilde hervortreten, nur die jeweiligen Querschnittsbilder durch körperlich zu denkende Bildungen darstellen, die durch Einwirkung des Lichtes auf undurchlässige Stoffe entstehen, die sich in zahlreichen Experimenten tatsächlich wie Stoffe den Gesetzen der Mechanik einzufügen scheinen. Aber auf keinen Fall möchte ich die Behauptung aufstellen, dass das Licht als Stoff aufzufassen sei. Da es Bewegung erzeugt, müssen wir annehmen, dass es selbst Bewegung ist; welcher Art diese aber sein könne, welcher Art die Stoffe im Weltenraume sein dürften, die solche Bewegungen weitergelangen lassen, darauf vermögen wir nur mit Hypothesen zu antworten.

Ich habe bereits Seite 43 die Entstehung der Beugungsstreifen bei Anwendung direkten Sonnenlichtes angeführt und den Versuch mit aller Absicht in der dargestellten Form als Einleitung gebracht, um ihn an dieser Stelle weiter zu führen. Es muss klar und bestimmt gezeigt werden, dass auch die sogenannten Interferenz- und Polarisationserscheinungen anders erklärt werden müssen, als es seither geschehen ist. Das geht aber nur an, wenn die Experimente zweckmässig geändert und möglichst vielfältig gestaltet werden.

Als einfachste Öffnung zum Durchtretenlassen von Sonnenlicht ist auch hier das kleine kreisrunde Loch - "der Nadelstich in eine Bleiplatte" der alten Autoren! - gewählt worden. Ihr müssen natürlich andere angereiht werden. Durch Verlängerung des Loches nach einer Richtung hin kommen die geradlinigen oder bogen- bis kreisförmigen Spalte, die öfter zu betrachten sind, zustande. Wirkt das Sonnenlicht durch derartig abgeänderte Spalte auf die Grenzlinien von Flächen ein, so ist das Resultat natürlich stets ein anderes, aber immer aus den Bildern welche durch Wirkung eines punktförmigen Spaltes entstehen, ableitbar! Benutzen wir daher zunächst nur die winzige Kreisöffnung, von der ja jeder weiss, dass sie die Aussenwelt in zwar etwas unscharfer aber sonst korrekter Form wiedergibt. Das Bild wird um so schärfer, je feiner die Öffnung genommen wird; leider nimmt mit der hierdurch erzielten zunehmenden Schärfe die Helligkeit ab, während sich die Bildgrösse nur unmerklich ändert. Das Licht wird durch eine solche Öffnung in ganz bestimmte Bahnen gewiesen, deswegen projiziert sich die Aussenwelt hinter der Öffnung in allen Ebenen gleich scharf, nur immer, entsprechend grösser und lichtschwächer, je weiter der Abstand zwischen Schirm und Öffnung ist. Auf die Abbildung von Spalten, welche in dieses modifizierte Licht zwischen Öffnung und Schirm eingeschaltet werden, habe ich oben schon kurz hingewiesen. Wird also ein Spalt in der eben angedeuteten Weise eingeschaltet, so muss Interessantes zutage treten. Zum ersten Versuch wollen wir auch wieder sofort einen etwas geänderten Spalt wählen und zwar zunächst einen solchen, dessen Schneiden senkrecht zur Spaltrichtung durchschnitten und zur Hälfte entfernt worden sind; die Seite 64/65 erwähnten Spaltformen lassen sich dann leicht an diese anschliessen, Wir haben damit zwei rechtwinkelige Ecken, von denen zwei Seiten parallel zueinander gerichtet und gegeneinander verschiebbar sind. Die anderen beiden Seiten liegen

zusammen in einer geraden Linie, die vom Spalt durchbrochen ist. In den rechtwinkeligen Ecken entstehen die erwähnten dunklen Kurven und um die Ecken herum ziehen sich, in der Seite 62 geschilderten Weise, bogenförmig die Liniensysteme. Es müssen sich also beim Zusammenschrauben des Spaltes wichtige Beziehungen ergeben. Die Bögen im Umkreise der Ecken müssen, da sie die beiderseitigen Liniensysteme einer Ecke. verbinden und beim Verengen des Spaltes zur Hälfte bestehen bleiben, die Leitlinien abgeben, vermittelst derer die entsprechenden Teile wiedergefunden werden können!

Sind die Spaltschneiden noch 3 min. voneinander entfernt, so entstehen auf einem Schirme, der etwa 1 m Abstand hat, an beiden Schneiden die Streifensysteme gesondert. Es hat den Anschein, als ob sie streng symmetrisch gegen die Mitte des Spaltbildes angeordnet wären. Die Färbungen der Streifen treten in der Seite 57 geschilderten Weise ebenfalls scheinbar symmetrisch zur Bildmitte, hervor.

Werden die Schneiden des Spaltes fernerhin langsam zusammengeschraubt, bis sie sich fast berühren, so vollziehen sich in dem Bilde, das eine stärkere Lupenvergrösserung recht gut verträgt, ganz überraschende Umlagerungen und Umschaltungen der Färbungen. Dieses Entstehenlassen ganz neuer Bilder ist eins der am wenigsten beachteten physikalischen Experimente. In der Literatur habe ich es nicht erwähnt gefunden. N e w t o n gab einen Versuch an, der darauf hätte hinführen können, wenn nicht vorher die falsche Ableitung der Streifen aus einer Einwirkung paralleler Strahlen auf willkürlich geknickte erfolgt wäre.

Es ist selbstredend, dass zuerst die Streifen, welche der Symmetrieebene zunächst liegen, miteinander verschmelzen und daraufhin - wenn meine Mitteilungen korrekt sind, wovon sich jeder auf die einfachste Weise selbst überzeugen kann - übereinander hinweg gleiten, um mit den nächsten Streifen Beziehungen einzugehen. Alsbald berühren sich diese, legen sich nebeneinander, dann übereinander, gleiten voneinander ab und trennen sich daraufhin weiterschreitend wieder voneinander. Da die ersten hellen und die ersten dunklen Streifen jeder Schneide um ein mehrfaches intensiver sind als die folgenden, so wird das Hindurchwandern der letzteren durch erstere nicht erheblich hervortreten, um so deutlicher und klarer lässt sich aber das Übereinanderschieben bei den ersten Streifen verfolgen. Das sieht nicht aus wie das Wandern von Wellenzügen, sondern wie das von körperhaften Figuren! Sobald hell und hell oder dunkel und dunkel zusammentreffen, summieren sie sich in der Wirkung, sobald hell und dunkel zusammenfallen, entsteht der Differenzwert, also sicher ein Verlust der Helligkeit, aber keine Aufhebung der Lichtwirkung. Ehe sich die ersten dunklen Streifen aber voll berühren und übereinanderlegen, treten interessante Farbenerscheinungen auf, welche ganz regelmässig verlaufen. Selbstredend wirken hierbei die Randfärbungen der zweiten Streifen mit ein, wenn auch in einem schwächeren Grade. Die Streifen entstehen doch sicher durch Licht von gleicher Schwingungsphase, warum kommt es denn gerade hier nicht zur Bildung von Interferenzstreifen?

Zunächst sind die ersten dunklen Streifen noch getrennt, das heisst, es entsteht in der Mitte des Spaltbildes ein zusammengesetzter Farbenstreif von folgender Aufeinanderfolge der Farben: Nach dem Schatten zu liegt ein blauer Ton, dann folgt - von links nach rechts betrachtet - weiss, rot, blau, jetzt kommt die Mitte, gegen die alles symmetrisch angeordnet ist, sie tritt ganz hell bläulich hervor, nach rechts setzt sich an sie nun blau, rot, weiss, blau und dann die Schattenzone an. Verengen wir

den Spalt, so wird die Mitte des Bildes allmählich immer tiefer blau, weil die blauen Ränder der beiderseitigen ersten dunklen Streifen nun übereinanderfallen. Die Farbenfolge von der linken zur rechten Schattenzone ist jetzt: Schatten, blauer Saum, erster linker weisser Streif. rot-blau-rot, erster rechter weisser Streif, blauer Saum, Schatten.

Wird weiter zusammengeschraubt, so verschwindet das in der Mitte gelegene Blau; an seine Stelle tritt ein dunkler, grau-schwarzer Streif, der rechts und links orange-gelb eingefasst ist, dann folgt jederseits ein blauer Streif, der an die jetzt bereits streitig ausgebildete Schattenzone heranreicht.

Wird der Spalt noch mehr verengt, so treten die Farben des rechten ersten dunklen Streifen links hervor, die des linksseitigen rechts. Die Farben sind also jetzt: Schattenzone, weiss, blau-rot-blau, weiss, Schattenzone. Der weisse Streif ist aber jederseits, da er vom blauen der anderen Seite überlagert wird, ganz schmal; er verschwindet beim weiteren Verengen des Spaltes vollkommen, da er vom ersten dunklen Grenzstreifen (den der entgegengesetzten Seite) überlagert wird. Bei fortgesetzter Annährung der Spaltschneiden trennen sich die nebeneinander liegenden dunklen Grenzstreifen und die Mitte wird weiss, rot umsäumt. Damit ist die gesamte Entwicklung der sogenannten Beugungsstreifen vollendet**. Die Streifen der linken Seite des Spaltbildes liegen fernerhin in der rechten Schattenzone, die der rechten in der linken. Beide Zonen werden durch die verschmolzenen ersten hellen Streifen getrennt, welche als breites, rot umsäumtes, mittleres Feld hervortreten**.

Beim weiteren Verengen des Spaltes ändert sich an der Reihenfolge der Farben gar nichts, wohl aber rücken die Streifen immer schneller, sich gleichzeitig verbreiternd, auseinander, worüber am Schlusse dieses Abschnittes noch einige Bemerkungen zu machen sind!

Man wird diesen Entwicklungsgang aber nur verstehen, wenn man die oben angeführte, aus zwei rechtwinkeligen Schneiden gebildete Spaltform anwendet, denn dadurch, dass die geradlinig gelegenen Schenkel die Streifen unverändert zeigen, die letzteren aber an den Winkelspitzen bogenförmig umbiegen, können die Bögen als zuverlässige Leitlinien gelten.

Schildern lassen sich die Verhältnisse nicht, durch Photographie sind sie nicht (oder doch nur sehr schwer als übermalte Bilder für Kinematographen) festzuhalten; genau den Farbenwerten entsprechend lassen sich ja keine Aufnahmen machen. Das Experiment ist aber bei seiner grossen Wichtigkeit so leicht auszuführen, dass jeder, der hierfür Interesse hat, die geringe Mühe und die eventl. kleinen Unkosten aufwenden wird, um durch eigenes Anschauen einen der grundlegenden Vorgänge aus dem weiten Gebiete der Optik kennen zu lernen.

Dieser Versuch hätte bereits vor Jahrhunderten den Mitteilungen von Franz. Maria Grimaldi (1665) angeschlossen werden müssen, Unsere wissenschaftliche und praktische Optik wäre dann heute in anderen Bahnen, und manches Gebiet aus der sonstigen Physik und aus der physikalischen Chemie würde eine andere Bearbeitung erfahren haben. Doch das kann hier nicht ausgeführt werden.

Die Figur 7c, auf Tafel I zeigt die bereits getrennten Streifen rechts und links neben dem senkrecht nach unten verlaufenden Bilde eines verengten Spaltes. Die

Entfernung des Spaltes von der Platte betrug 90 cm, die Breite des Spaltes 0,5 mm. Am interessantesten sind die Erscheinungen an den gegenüberliegenden Spitzen der Winkel. Die dunklen und hellen Kurven in den Schattenzonen mögen zunächst unbeachtet bleiben, trotzdem sie bei anderen Spalten die wichtigsten Erscheinungen abgeben; sie stören hier sogar die Sichtbarkeit der vom ersten und zweiten dunklen Streifen deutlich abgehenden und sich durchschneidenden Bögen. Die letzteren sind in dieser Figur und in allen ähnlichen durchaus klar verfolgbar; besonders auffallend ist die Durchkreuzung der ersten beiden dunklen Streifen. Da hier unter Umständen Einwände betreffs der Kurven in den Winkeln erhoben werden können, so muss das Experiment gleich geändert werden.

Anstatt dem Spalt die obige Form zu geben, muss ein solcher angewandt werden, bei dem nur eine Schneide durchbrochen ist, während die andere gerade weiter verläuft. Es stösst also ein rechter Winkel auf eine geradlinig begrenzte Fläche auf, und die Streifen an den Seiten des Winkels sind die massgebenden, denn die der Spaltseite treten über die gerade verlaufende Schattengrenze hinaus und die des freien Schenkels müssen durch ihre Biegung an der Spitze des Winkels die Zusammengehörigkeit angeben. Das geschieht denn auch in der klarsten, unzweideutigsten Form, wie die Figuren 1, 2, 5, 7 auf Tafel II zeigen, an denen sich die Veränderungen leicht übersehen lassen.

Ich habe dem Spalt, der in Figur 2 abgebildet ist, oben noch einen vorspringenden rechten Winkel eingefügt, der zeigt, dass die nach verschiedenen Richtungen verlaufenden Streifensysteme in der Photographie nicht durchaus gleich hervortreten, wie angenommen werden könnte.

Unterbricht man fernerhin einen Spalt durch einen winkeligen Ausschnitt, so gehen, wie links in Figur 7 auf Tafel 11 zu sehen ist, die Streifen der Spaltseiten noch klarer ineinander über.

Was bisher geschildert wurde, spielt sich am deutlichsten im direkten Lichte der Sonne oder ihres Bildkegels ab. Unter Bildkegel hätten wir den Raum zu verstehen, der hinter dem engen Loch im Fensterladen von der Sonne direkt erleuchtet wird; je ein Durchschnitt durch diesen Raum zeigt ein Bild der Sonnenscheibe unter dem Winkel von 32^0! Es wäre eine irrige Meinung, wenn jemand annehmen wollte, dass nur infolge des direkten Sonnenlichtes solche Veränderungen entstünden. Ich habe sie unter den nötigen Vorsichtsmassregeln auch vom zerstreuten Himmelslicht, in der Nähe der Sonne und beliebig weit von ihr entfernt erhalten, muss also behaupten, dass es sich hier um eine Eigenschaft der Energie überhaupt handele, nicht allein um eine solche des begrenzten Lichtes. Die Figuren 8, Tafel II und 1, Tafel IV sind mit zerstreutem Tageslicht aufgenommen; sie zeigen die Streifensysteme absolut deutlich. Direktes Sonnenlicht verbreitert nur den ersten hellen Streifen über den Rand der Schattenzone hinaus, wodurch die von ihm erzeugten Bilder von runden, vieleckigen oder quadratischen Öffnungen und von schmalen Spalten gegenüber den von zerstreutem Lichte erzeugten, ganz erheblich verbreitert erscheinen und viel farbenprächtiger sind. Die dunklen Streifensysteme können auf Photographien leicht zum Vergleich gebracht werden; sie erweisen. sich in Breite und Anordnung ganz unverändert. Es ist hier nicht der Ort, die weiter ausgedehnten Versuche zu schildern, sondern es müssen gleich andere angereiht werden, um die Eigenart des Lichtes hervortreten zu lassen.

Die Ableitung der Kurven und Eckfiguren.

Wird Licht durch punktförmige Öffnungen geleitet, so erfährt es, wie wiederholt erwähnt wurde, eine Umlagerung. Es geht geradlinig in den Radien einer Halbkugel weiter. Trifft es auf irgend einen Widerstand, so wird es in einer bestimmten Weise aus seiner Bahn abgelenkt; es kann gebeugt, gebrochen und zurückgeworfen werden. Die Brechung und Zurückwerfung soll später betrachtet werden, hier ist nochmals die sogenannte Beugung zu berücksichtigen. Eine Erklärung der eigenartigen Streifen wird natürlich gefordert werden müssen. Die seitherigen Experimente haben gezeigt, dass längs eines Randes einer geraden oder gebogenen Fläche die eigenartigen Streifen hervortreten. Wie verhalten sie sich also, wenn die Fläche nur gefärbt ist, oder wenn sie so schmal genommen wird, dass die Breite der Fläche schmaler ist als die Streifenbreite, wie erscheinen an solchen Flächen die Kurven in den Ecken? Die scharf und ganz regelmässig hervortretenden Kurven müssen ableitbar sein. Der Gedanke, dass sie mit Differenzierungen zusammenhängen könnten, die innerhalb der Schattenzone liegen, ist so naheliegend, dass ich es versuchte, diese Differenzierungen auf die photographische Platte zu bringen.

Bereits Seite 39 erwähnte ich, dass farbige Gelatine im direkten Sonnenlichte den dunklen Grenzstreifen klar zeige. Ich schaltete also in eine absichtlich ganz unregelmässig geschnittene Öffnung eine kleine Ecke aus möglichst reiner dünner Gelatine, die blau gefärbt war, ein (Figur 1, Tafel IV). Die blaue Farbe wurde gewählt, um überhaupt ein Bild auf die Platte zu bekommen, zu direkter Beobachtung kann jede beliebige Farbe gewählt werden. In dem anderen Abschnitte der Öffnung werden verschiedene Winkel und Flächen angebracht: 2. orangefarbene in drei Ecken ausgezogene Gelatine, 3. und 4. winkelige Flächen, 5. und 6. zwei sich unter verschiedenen Winkeln schneidende, in spitze Winkel ausgezogene Flächen. Die Spitzen erscheinen bis zu einem gewissen Durchmesser gleich breit. 7: und 8: Spinnfäden, 0,006 und, 0,009 mm breit, 9: dünnes Haar von 0,05 mm Durchmesser, 10: Haarwinkel von 0,08 mm starken Haarstücken, 11: Winkel aus 0,18 mm starken Draht, 12: Winkel aus 0,34 min starken Draht. Hervorzuheben ist die gleiche Breite der Bilder von 7: bis 11:, die mit der Breite der Spitzen von 5: und 6: übereinstimmt; bei *i* ist das Bild eines hellen Winkels, in dem sich die hellen Grenzstreifen der Schenkel durchschneiden. Im Fensterladen befand sich eine punktförmige Öffnung. In einer Entfernung von 98 cm von dieser wurde die obengeschilderte Vorrichtung angebracht und weitere 90 cm von dieser die photographische Platte. Zur Wirkung gelangte zerstreutes Tageslicht, fern von der Sonne. Die Expositionszeit betrug 15 Minuten, die Entwicklung der Platte erfolgte innerhalb 30 Minuten. Figur 1 auf Tafel IV ist eine Wiedergabe nach der Originalplatte. Sie zeigt eine derartige Menge interessanter und wichtiger Details, dass nur ein kleiner Teil derselben geschildert werden kann. Alle Einzelheiten sind aber derart, dass auf keine unsere Lehre von den Wellenbewegungen Anwendung finden kann. Jede Fläche ist ringsum von den Streifensystemen umsäumt. Dort, wo die Draht und Haarstücke in die Öffnung hineinragen, ziehen die Streifensysteme der unregelmässigen Öffnung ganz gleichmässig durch diejenigen, welche Draht und Haar umsäumen hindurch. Hell + hell gibt allerorts doppelt hell, dunkel + dunkel = doppelt dunkel; wo hell und dunkel durcheinander bin gehen, entsteht der Differenzwert, wie Seite 63 bereits gesagt wurde. Durch die notwendige Vergrösserung und die Wiedergabe der so erhaltenen Kopie vermittelst des autographischen Verfahrens, sind leider die feinen

Differenzierungen teilweise verschwunden. Das Bild kann aber leicht durch einfache Hilfsmittel direkt im Original gewonnen werden.

Eine Betrachtung der Winkel muss manche Eigentümlichkeit erklären. Bei einer undurchsichtigen Ecke gehen die Streifensysteme bogenförmig um die Ecke herum, genau so ist es bei der farbigen Gelatine und bei der Aussenseite der Draht- und Haarwinkel. Während aber bei letzteren die Streifensysteme der Innenseiten rechtwinkelig durcheinander hingehen und nur an der äussersten Enden bogenförmig umbiegen, zeigt die Gelatinecke die von den undurchsichtigen Ecken bekannten Kurven. Diese biegen sich und das sieht man bei direkter Beobachtung wundervoll klar - nach dunklen Längslinien um, die parallel den Schenkeln des Winkels verlaufen und symmetrisch zu den aussen gelegen Streifensystemen angeordnet sind, deren Symmetrielinie durch den dunklen Grenzstreifen geht, der in der Mitte dunkel, nach aussen zu heller verlaufend ist. Bei den Bildern des Drahtes und Haares sind die Verhältnisse in diesem Punkte aber durchaus andere. Mühelos können wir hier feststellen, dass die Symmetrielinie hell ist, dass dann beiderseits ein dunkler Streif und je auf diese ein ganz heller Grenzstreif folgt. Die Kontraste in der Helligkeit sind auffällige. Hell und dunkel ist bei den Streifen des Drahtes viel intensiver als bei denen der 0,006 - 0,049 mm breiten Spinnfäden und Haare.

Ich hatte zunächst vermutet, dass der Schnittrand längs der Gelatinseiten wie ein dunkler Streif (feines Haar z. B.) wirke. Ich habe ihn aber derart aufhellen können, dass ein Haar um ein vielfaches breiter erscheint; zum Vergleiche brachte ich die schmalen Flächen des Drahtes und Haares daneben. Die Unterschiede zwischen den Streifen längs der Gelatine und denen längs der schmalen Flächen sind so weitgehend, dass ich keine Parallelen zwischen beiden ziehen kann und die Streifen der Gelatine anders ableiten muss. Die Gesamtbreite der Streifen ist geringer als die jener längs des schmalen Haares. Das blaue Licht hat hier auf nicht allein Einfluss, denn das direkte Messen an orangefarbiger Gelatine 8*) (2) ergibt das gleiche Resultat; längs des dunklen, undurchsichtigen Randes ziehen innerhalb des blauen Schattens- also doch sicher im blauen Lichte - die Streifen in fast gleicher Breite, wie bei roter Gelatine, weiter! Nach der Theorie müssten sie im Blau messbar schmaler werden.

8*) Das Bild der Gelatineecke zeigt eine wolkige Schattenfläche: diese Wolken entstehen durch die zahlreichen mikroskopischen Unreinheiten und Schlieren. Letztere können nach dieser Methode in der sichersten und leichtesten Weise nachgewiesen werden, was für die praktische Optik ein ganz erheblicher Vorteil ist. Die Technik wird und auch wohl bald dünne, homogen gefärbte und planparallele Glasplatten für obige Zwecke herstellen können, doch die Gelatine ist nur ein unvollkommenes Hilfsmittel, aber doch oft nicht zu ersetzen.

Die Anordnung der Flächen, wie sie dieses Experiment zeigt, gibt auch die Möglichkeit, genau bestimmen zu können, wo die Grenze einer Fläche zu suchen ist. Für Haar und Draht haben wir einfach die Symmetrielinien zu nehmen, sie sind den Mittellinien dieser Flächen gleich zu setzen. Da die Abstände unter dem Mikroskope ziemlich genau gemessen werden können und ebenso die Abstände der Gelatineseiten von den genannten Mittellinien, so kann die Grenze jeder undurchsichtigen Fläche gefunden werden.

Wenn wir die Bilder schmaler Flächen noch unter anderen Gesichtspunkten betrachten, so tritt uns die Eigentümlichkeit entgegen, dass das Licht nicht nur beiderseits die Streifensysteme erzeugt, sondern auch in der Mitte des Flächenbildes

Differenzierungen aufweist, welche uns zeigen, dass sich die Beugung nicht nur von den Rändern der Fläche aus nach aussen zu erstreckt, sondern dass sie, bis zu einer gewissen Breite der schattenwerfenden Fläche, auch nach der entgegengesetzten Richtung hin stattfindet. Dort, wo man den sogenannten Kernschatten einer schmalen Fläche vermuten sollte, finden sich ebenfalls Streifen in ganz gesetzmässiger Anordnung. Unter den angenommenen Verhältnissen zeigt die photographische Platte bei sehr schmalen Flächen längs der Mitte des Bildes einen hellen Streifen; beiderseits dieses verlaufen zwei dunkle und längs dieser die hellen Grenzstreifen. - Die direkte Beobachtung lässt aber in der Mitte noch weitere helle und dunkle, besser gesagt farbige Differenzierungen erkennen, besonders, wenn, wie unten erwähnt wird, die schattenwerfende Fläche verbreitert wird. Diese Streifen sind ein Beweis dafür, dass das Licht tatsächlich nach der Schattenzone zu weitere Streifen bilden kann, aber doch nicht wie Wellen um die Kanten herumgeht. 9*)

9*) Auf der Platte sind Flächen angebracht, welche eine Breite von 0,006 mm an haben; es lassen sich aber noch erheblich schmalere Flächen zur Anwendung bringen, sodass Masse vorliegen, wie bei den W e l l e nl ä n g e n d e s L i c h t e s. Jede dieser Flächen beugt das Licht - wie die einfachsten Photographien zeigen - noch ganz gleichmässig nach beiden Seiten hin. Die entstehenden Streifensysteme lassen sich vergrössern und zeigen dann noch die gelb-roten und blau-violetten Säume; sogenannt rote Wellen könnten aber auf eine derart schmale Fläche gar nicht mehr wirken, wo kommen nach den seitherigen Anschauungen also die roten Säume her?

Die Kurven, welche in den vorspringenden Ecken der Schattenzonen hervortreten, stehen zu den oben erwähnten Streifen in direkter Beziehung. Um das zu beweisen, habe ich in dem Versuche eine möglichst wechselnde Anzahl verschiedener Winkel zusammengestellt. Die Winkel, welche aus zusammengelegten Haar und Drahtenden gebildet wurden, zeigen, wie es auch sonst überall klar hervortritt, dass die Streifen vollständig durcheinander hindurchgehen. Die dunklen Streifen der nach aussen gelegenen Systeme biegen im Umkreise der Spitze des Winkels bogenförmig um; die Streifen der innen gelegenen Systeme gehen je bis zum äusseren hellen Grenzstreifen weiter, biegen aber im letzten Abschnitte auch nach der Spitze des Winkels zu um. Je schmaler die Schenkel der Winkel sind, umso weniger intensiv sind die Streifen, umso schärfer gehen sie aber durcheinander hindurch. Häufig treffen wir unter den Mitteilungen älterer Autoren die Angabe, dass die Spitze einer Nadel einen doppelten Schatten werfe. Auch das direkte Sonnenlicht lässt diesen Schatten doppelt erscheinen, daher ist es nötig, die scheinbare Verdoppelung abzuleiten, denn später, bei Betrachtung der Spektren, müssen alle diese Verhältnisse auf das Eingehendste berücksichtigt werden, sonst kann die Ableitung der Farben und Linien in den Spektren nicht lückenfrei erfolgen.

Ich habe daher in der Öffnung, welche unsere letzte Figur zeigt, auch zwei Flächen angebracht, welche ähnlich den Nadeln in scharfe Spitzen auslaufen. Die Spitzen ihrer Schatten erscheinen in der erwähnten doppelten Form. An der Spitze der breiteren Fläche sind die beiden dunklen Schattenteile kürzer als an der spitzwinkeligeren Spitze der anderen Fläche. An beiden Spitzen werden sie nach aussen zu durch bogenförmige Kurven verbunden. Die Figur 6 auf Tafel V zeigt die Zusammengehörigkeit der Streifen im Umkreise des Schattens einer Spitze. Es findet an den Spitzen eine ganz stumpfwinkelig vor sich gehende Durchkreuzung der Streifensysteme statt, die in der Photographie nicht so auffällig hervortritt wie bei der direkten Beobachtung; letztere zeigt die Zusammenhörigkeit auch noch deshalb deutlicher, weil alle dunklen Streifen in blau und roten Tönen umsäumt sind; die Streifen verschiedener Schattenseiten stossen also in auffälliger Weise mit gleichen Farben zusammen. Genau das umgekehrte Verhältnis findet in den hellen Winkeln statt. Nimmt man anstatt einer Spitze ein ca. 1,5 mm breites, mehrere Zentimeter

langes Rechteck, so zeigt dessen Ende im Sonnenbilde die Kurven der beiden rechten Winkel nicht einfach nebeneinander, sondern - weil die Ecken nahe zusammenliegen - durchkreuzt. Hier ergibt sich durchaus klar, dass die Kurven vollständig in Streifen übergehen, welche den Längsseiten des Rechtecks parallel laufen. Der Schatten des Rechtecks ist also der Länge nach gestreift; nach den Ecken zu biegen die Streifen um und durchkreuzen sich. Die Streifen selbst liegen dadurch an den entgegengesetzten Seiten, das heisst: die zur linken Seite gehörigen finden wir rechts die rechten gehörigen links wieder. Diese Umlagerungen sind verwickelt und können nur durch komplizierte Experimente deren Anführung hier nicht angängig ist, klar gestellt werden. Figur 4, Tafel IV zeigt die Streifen im Schatten eines Rechtecks – mit ihr wären noch die Figuren 3, 4, 5 und 6 der Tafel V zu vergleichen.

Wie die undurchsichtige Spitze zwei dunkle Kurven im Schatten aufweist, neben denen noch jederseits drei weitere festgestellt werden können, so besitzt der freie spitze Winkel zwei breitere helle Spitzen, welche sich durchschneiden und je von den zweiten und dritten hellen Streifen begleitet werden. Die Bilder, welche spitze Winkel erzeugen, sehen daher wie mit hellen Widerhaken besetzt aus. Vergleiche Figur 6 auf Tafel II. In der Figur 1, Tafel IV sind die spitzen Flächen so angeordnet, dass sie sich untereinander und mit einer Seite der Öffnung unter den verschiedensten Winkeln schneiden. Schon die ganz oberflächliche Betrachtung dieser Winkel zeigt deutlich, dass die wechselnden Bilder, welche sie bieten, durch das verschiedenartige Durcheinanderlaufen der Streifensysteme ihrer Schenkel erzeugt werden. In den spitzen Winkeln und Ecken liegen die Verhältnisse derart, dass ganz unbedingt sogenannte Interferenzerscheinungen hervortreten müssten. Dies ist aber in keinem Falle zu beobachten, sondern alle Veränderungen des Lichtes erfolgen nach so einfachen mathematischen Regeln, dass ihre Ableitung in der denkbar einfachsten Weise erfolgen kann. Anders liegen allerdings, wie noch gezeigt werden muss, die Verhältnisse bei der Streifenbildung überhaupt. Hier werden wir vor Rätsel und Fragen gestellt, welche nicht so einfach zu lösen sind, wenigstens zurzeit noch nicht. Spätere Untersuchungen werden vielleicht auch hierfür überraschend einfache Lösungen bringen, denn jedes Naturgesetz lässt sich in eine einfache Form kleiden.

Die Differenzierungen an den schattenwerfenden Rändern aber lassen sich genauer feststellen, wenn mehrere Schatten in Beziehung zu einander gebracht werden. Diese Versuche müssen nunmehr als die anschliessenden eine kurze Berücksichtigung erfahren. Vorher möchte ich aber noch auf das bereits von Newton angestellte Experiment hinweisen, bei dem zwei gerade Flächen unter einem ganz spitzen Winkel zusammenstoßen und durch das Sonnenbild einer Lochkamera projiziert werden. Der Spalt verengt sich natürlich bis auf Null, und dementsprechend weichen die Streifensysteme nach dem Seite 64 Gesagten nach der Spitze zu weit auseinander. Es entstehen gleichseitige Hyperbeln, die leicht berechnet werden können. Jede lässt sich ganz mühelos an die bekannte Hyperbel anschliessen, welche entsteht, wenn eine Flüssigkeit in dem Winkel, welchen zwei Glasplatten bilden, durch sogenannte Kapillarwirkung in die Höhe gezogen wird. Die Breite der Flüssigkeitssäule entspricht je der Spaltbreite im obigen Versuche und die Koordinate des zugehörigen Hyperbelpunktes gibt genau den Abstand des farbigen Streifens des sogenannten Beugungsbildes an. *Diese Übereinstimmung ist, da sie auch für die gleichen, durch direktes Sonnenlicht von ähnlichen Spalten erhaltenen Bilder gilt, überaus wichtig!* Halten wir daneben noch das Verhalten, welches Flüssigkeiten zeigen, die aus Öffnungen im Boden eines Gefäßes ausströmen

(Kontraktions-Koeffizient), so lassen sich noch weitere, rechnerisch ganz interessante und wichtige Übereinstimmungen feststellen und man ist demnach berechtigt, die Gesetze der Hydro-Mechanik auch auf die Sonnenenergie anzuwenden. Man beachte z. B. nur ihr Verhalten in Figur 6 auf Tafel II u.s.w.

III. Beziehungen zwischen Schatten verschiedener Flächen.

Von der grössten Wichtigkeit sind die Änderungen, welche hervortreten, sobald zwei oder mehrere Schatten zusammen in Beziehung treten, denn es ist verständlich, dass die Streifensysteme, die wir eben so eigenartig übereinander fortlaufen sahen, noch weitere Änderungen erfahren müssen, sobald Schatten von verschieden weit entfernten Flächen aufeinander einwirken. Schon das Wort "Streifensystem" darf von Anfang an nur in der richtigen Bedeutung benutzt und aufgefasst werden. Wir können vorläufig nur Durchschnitte durch die räumlichen Schatten beobachten und darstellen. Auf allen Durchschnitten kann, wie bei der mathematischen Projektion, das räumlich Verteilte nur in einer Ebene dargestellt werden. Könnte ein mathematischer Punkt Schatten werfen, so würde letzterer eine mathematische Linie sein, wenn die Lichtquelle auch nur punktförmig, im mathematischen Sinne, wäre. Alle Lichtquellen und alle schattenwerfenden Gegenstände sind aber räumlich ausgedehnt, also mindestens Ebenen, welche aufeinander wirken. Die Schatten sind daher niemals ganz einfach, sondern stets derartig durch die Ausdehnung der Lichtquelle modifiziert, dass wir diesem Umstande voll Rechnung tragen müssen! Ein recht lehrreiches Beispiel dafür haben wir bereits oben bei dem Schatten, welcher durch das direkte Sonnenlicht erzeugt wird, kennen gelernt.

Der Schatten, den die kreisrunde Sonne erzeugt, ist in mannigfacher Weise von dem verschieden, den die abgeblendete Sonnenscheibe hervorbringt.

Die Sonnenscheibe verändert sich für uns am auffälligsten, wenn der Mond zwischen Erde und Sonne tritt. Der Schatten, welchen der Mond unter der Einwirkung des Sonnenlichtes in den Weltenraum hineinwirft, ist der für unsere Zwecke idealste, denn der Mond ist soweit von uns entfernt, dass er fast den gleichen scheinbaren Durchmesser wie die Sonnenscheibe hat. Der Mond besitzt fernerhin keine Atmosphäre, durch welche das Sonnenlicht abgelenkt werden könnte. Leider sind aber die Sonnenfinsternisse recht seltene Erscheinungen, sie kommen daher für die praktischen Versuche kaum in Betracht. Leichter erreichbar ist schon ein Beobachtungsort hinter einem fernen, möglichst scharfrandigen Gegenstande, der sich zwischen Sonne und Beobachter schiebt. Ein Kirchturm, ein fernes, frei und hoch gelegenes Haus, ein glatter, ferner Bergrücken und ähnliche Gegenstände geben vortreffliche Hilfsmittel ab, wenn man die Änderungen der Schatten studieren will. Ein etwa 20 bis 25 m entferntes Hausdach oder eine scharfe Hauskante genügen für die Darstellung der wichtigsten Erscheinungen; näher gelegene Objekte geben keine klaren Bilder mehr, weil dann die Schatten mannigfachere Beziehungen zueinander eingehen.

Geht die Sonne, um gleich ein festes Beispiel zu wählen, derart hinter einem fernen Hausdache her, dass letzteres die Sonnenscheibe nach und nach verdeckt oder hervortreten lässt, so kann man an dem Bilde eines schmalen Spaltes sofort die eigenartigen Umwandlungen verfolgen, welche durch die in ihrer Gestalt geänderte Sonnenscheibe besonders an den Spaltenden erzeugt werden. An den Enden müssen die Veränderungen am deutlichsten werden, weil hier bei voller Scheibe, wie Seite 41 erwähnt wurde, runde Sonnenbilder hervortreten. Wird die Scheibe also in ihrer Gestalt geändert, so muss sich diese Änderung im umgekehrten Bilde an einem jeden Spaltende wiederholen. - Sobald bei aufsteigender Sonne der obere Sonnenrand hinter dem Hausdache hervorsieht, projiziert sich dieser längs der

Spaltseiten in ganz gesetzmässiger Weise auf den Schirm. Die Figur 3, Tafel IV zeigt das Bild des Spaltes bei eben hervortretender, etwa halbverdeckter Sonne.

An den langen Seiten des Spaltbildes lässt sich ohne weiteres keine Veränderung nachweisen. Die beiden schmalen Seiten treten aber nicht abgerundet hervor, sondern abgeschnitten. Die obere ganz scharf und gerade, die untere ganz wenig nach aussen gebogen. Je weiter nun die Sonne emporsteigt, umso weiter tritt der untere Bildrand als Bogen hervor, während der obere ganz gerade verläuft. Sobald die Sonne zur Hälfte hervorragt, ist der untere Rand halbkreisförmig (Fig. 3, Tafel IV) und bleibt es nun auch, der obere Rand des Spaltbildes ist noch ganz gerade. Mit noch weiter emporsteigender Sonne ändert sich von nun ab nur noch der obere Bildrand, denn er geht allmählich ebenfalls in einen Halbkreis über, und am unteren Rande die helle Grenzlinie, welche sich wie der obere Bildteil in die Höhe hebt. Die Kreisbogenhälften wachsen von den Seiten aus scheinbar in die Höhe, oben durch eine immer kürzer werdende Sehne abgeschnitten. Ist die Sonne voll über dem Dache hervorgetreten, so ist das Spaltbild oben und unten symmetrisch ausgebildet.

Diese Erscheinungen werden erst interessant, sobald wir die gleichzeitigen Änderungen, welche nach dem Innern des Spaltbildes zu stattfinden, berücksichtigen. Die Bilder der Sonne an den Spaltenden haben bis jetzt absichtlich keine grössere Berücksichtigung erfahren. Ihre Ableitung wird uns fernerhin kaum noch Mühe machen.

Von dem Bilde des quadratischen Spaltes von 3 cm Seitenlänge, den also das Licht wohl gut passieren kann, wurden Seite 41 die abgerundeten Eckfiguren erwähnt und dargestellt. Die hellen Grenzlinien gehen gerade durch und biegen erst nahe vor den dunklen Grenzstreifen um, so dass also die Eckfiguren den Anblick gewähren, wie ihn Figur 3, Tafel II, wiedergibt. Schneiden wir aus einem Kreis einen Quadranten aus, so gibt dieser ein ungefähres Bild einer Ecke wieder. Die Schenkel des rechten Winkels am Quadranten werden im Spaltbild von den Enden der hellen Grenzstreifen dargestellt, Der Viertel-Kreisbogen wird durch den umgebogenen dunklen Grenzstreif gebildet. Wird nun der quadratische Spalt durch Annäherung zweier Seiten zu einem rechteckigen gemacht, so rücken die Ecken gegeneinander hin. Die hellen Grenzstreifen trennen sie zunächst scharf voneinander, sodass zwischen ihnen ein dunkler, gerader Streifen bleibt, der sich allmählich verschmälert und schliesslich nur als schmale dunkle Linie bleibt. Auch diese verschwindet bei weiterer Annäherung der Spaltseiten; es ist dann an einem jeden Spaltende nur eine länglich-runde Figur von doppelter Breite wie das dieser Stellung entsprechende Sonnenbild, welches durch eine punktförmige Öffnung erzeugt wird. In der Figur haben wir eine helle, gerade verlaufende Basis und einen im Schattenverlauf liegenden Bogen. Die helle Basis ist der Rest des hellen Grenzstreifens, der sich bei weiterer Verengung des Spaltes am auffälligsten verändert; er rundet sich von den Seiten her mehr und mehr ab, sodass bei genügend engem Spalte an jedem Ende nur ein rundes Sonnenbild hervortritt, das nach der Spaltmitte zu hell und nach der Schattenzone zu dunkel verlaufend ist. - Diese Sonnenbilder erfahren bei der oben erwähnten Änderung der Sonnenscheibe die eigenartigen Umwandlungen. Liegt die Dachfirste, welche die Sonne verdeckt, wagerecht, und wird der Spalt senkrecht zu ihr gestellt, so ist das Spaltbild bei halbverdeckter Sonne oben geradlinig abgeschnitten. Die Grenze zeigt den bekannten Schattenverlauf. Nach der Spaltmitte zu wölbt sich über dieser Basis die helle Hälfte des Sonnenbildes, dessen sehr heller Rand scharf gegen den mittleren Teil des Spaltbildes zu abgesetzt ist, wie es die

Figur 3, Tafel IV, zeigt. - Das untere Ende des Spaltbildes ist ganz entgegengesetzt ausgebildet. Der Rest des hellen Grenzstreifens geht als helle, nach der Spaltmitte zu geradlinig und scharf abgesetzte Zone quer durch das Spaltbild hindurch. Nach aussen (unten) zu setzt sich halbkreisförmig und im Schattenverlauf der Rest des Sonnenbildes fort, sodass an dieser Stelle ein Bild der halben Sonne entsteht, das einen hellen Durchmesser und einen dunklen Scheibenteil besitzt.

Die Mitte des Spaltbildes ist nur, entsprechend der Verminderung der Sonnenscheibe, weniger hell, sonst aber, soweit die vorläufigen Beobachtungen ergaben, gegenüber dem Bilde, das durch volles Sonnenlicht entsteht, gar nicht verändert.

Wird der Spalt jetzt derart um seinen Mittelpunkt gedreht, dass er allmählich parallel zur Dachfirste liegt, so gehen durch das ganze Spaltbild recht interessante Verschiebungen hindurch, deren Ableitung kaum noch Schwierigkeiten bereiten dürfte.

Die beiden Bilder der halben Sonne, welche an den Enden des Spaltbildes liegen, drehen sich natürlich ebenso wie das ganze Spaltbild um einen Winkel von 90^0, aber die bei beiden Bildern nach oben gerichtete Basis des halben Sonnenbildes dreht sich nicht je um den Mittelpunkt, sondern bleibt stets parallel zur Dachfirste gerichtet. Dreht sich das Bild auf dem Schirme in der Richtung des Pfeiles in Figur 1, Tafel III, so ist nach Durchlaufung eines halben rechten Winkels das Spaltbild wie in Stellung 2 der Skizze. Es ist gegen das Bild der Stellung 1 etwas schmaler geworden. In der Stellung 3, die parallel zur Dachfirste läuft, ist das Bild noch schmaler. Die direkte Messung ergibt, dass eine Abnahme der Breite um die Hälfte eingetreten ist.

Betrachten wir das Bild der Stellung 3 genauer und skizzieren wir uns Sonne und Spalt daneben. Der Bildschirm kann hier durch eine Mattscheibe ersetzt sein, um die Darstellung zu erleichtern; wir betrachten das Spaltbild also scheinbar von seiner Rückseite, in Wirklichkeit ist diese Betrachtungsweise die einwandfreiere und richtigere. Die Skizze zeigt auch sofort, wie konstruiert werden muss, um die Figuren am Ende des Spaltbildes zu erhalten. Sie zeigt andererseits ebenso klar, dass die Mitte des Spaltes nicht als eine Summe von Einzelbildern aufgefasst werden darf, sonst müssten diese bei *a* gleichmässig beginnen und bei *b* ihr Ende erreichen oder umgekehrt. Die Figur ist ausserdem, wie später zu zeigen ist, ein direkter Beweis gegen die Newtonsche Hypothese, dass durch das Prisma der Spalt in eine zahllose Anzahl von Einzelbildern zerlegt würde, was hier bereits vorausgeschickt werden soll, um die Wichtigkeit dieser Experimente klar darzulegen.

Die Seite *c* in Figur l a entspricht der Dachfirste, die Seite *d* ist durch Projektion des oberen Sonnenrandes erzeugt worden, längs der Seite *c′* zieht sich eine helle Zone durch das Spaltbild hin, während die Seite *d″* einen dunkleren Verlauf aufweist. Die Randteile *d* und *c′* der Sonnenbilder sind hell, die nach aussen liegenden Bogenteile *c* und *d″* sind dunkler.

Die Verteilung der hellen und nach dem Schatten zu verlaufenden Abschnitte im Spaltbilde ist also eine ganz streng gesetzmässige. Nach dem Schatten zu liegt stets der dunklere Verlauf, nach der voll belichteten Fläche zu die helle Grenzfläche.

Ist das Sonnenbild, wie es bei einer teilweisen Verfinsterung durch den Mond der Fall sein muss, mondsichelförmig, so erscheinen die Enden des Spaltbildes genau in der Sichel-Gestalt. Die Sicheln an den Enden sind alsdann derart scharf hervortretend, dass Prismen, welche nur wenig zerstreuen, von ihnen gesonderte, bogenförmige Spektren erzeugen.

Die relativ weit entfernte Dachfirste wirft auf unseren Schirm einen ganz breit verlaufenden Schatten (bei 30 m Entfernung etwa 27 cm breit), der die früher geschilderten Differenzierungen (also die Grenzstreifen u. s. w.) nur unter besondern Bedingungen zeigt. Das Spaltbild ändert sich in diesem Schatten aber doch ganz streng gesetzmässig. Um die Beziehungen der Schatten zueinander bequem ableiten zu können, ändert man den Versuch zweckmässiger Weise etwas ab. Vor dem Fenster bringt man, etwa vier Meter vom Schirm entfernt, ein scharfrandiges Brett an und erzeugt die Änderungen der Spaltbilder dadurch, dass man den Spalt in etwa 40 bis 50 cm Entfernung vom Schirm innerhalb der Schattenpartie des Brettes verschiebt. Mühelos lässt sich jetzt die Grenze des Sonnenbildes feststellen. Sie geht von der äussersten Grenze des hellen Grenzstreifens bis zum Aussenrande des dunklen. Die Namen "Grenzstreifen" haben also ihre volle Berechtigung! Sobald nämlich, der Spalt in den Anfang des hellen gehalten wird, tritt die erste Änderung am entgegengesetzten Rande des Spaltbildes auf. Dieses ändert sich nun beim weiteren Verschieben des Spaltes stufenweise bis zu der Stelle, welche durch den Anfang des dunklen Grenzstreifens markiert wird. Hier erscheint das Spaltbild noch als ganz schmale helle Linie, die sofort verschwindet, sobald der Spalt voll in den dunklen Grenzstreifen gelangt.

Würde es sich um Wirkung von Lichtwellen handeln, so müssten diese am Ende des Schattens ebenso wirken wie am Anfange, das heisst, sie müssten allerorts ein gleich breites, wenn auch abnehmend lichtschwächeres Bild des Spaltes erzeugen.

Betrachten wir den mittleren Teil des Spaltes in der Stellung 2 oder in einer, die näher an 1 liegt, so zeigt sich auch noch das Eigenartige, dass die nach dem Spaltinnern gelegenen Ecken der halben Sonnenbilder durch einen ganz hellen Streifen verbunden werden, wodurch das Bild, wie Figur 1a zeigt, ganz auffallend körperlich erscheint. Dieser Streif kommt im Spektrum auch voll zur Geltung.

Wir verstehen die erzeugten Spaltbilder aber erst dann noch genauer, wenn wir einfach die Schatten der Ränder zweier verschieden weit entfernter, paralleler Ebenen in Wechselwirkung treten lassen. Die Ränder mögen in diesem Falle beide geradlinig sein. Die Einwirkung zweier, verschieden weit entfernter, schattenwerfender, paralleler Flächen mit gerade verlaufenden Rändern aufeinander kann recht mannigfaltig gestaltet werden. Die Ränder können parallel liegen oder gegeneinander gedreht werden. Die parallel laufenden Ränder der schattenwerfenden Flächen können in demselben Sinne gelagert sein, also Fläche hinter Fläche oder die Flächen sind gegeneinander gekehrt. Im letztern Falle sind sie einem Spalt vergleichbar, dessen Schneiden in zwei hintereinanderliegenden Ebenen verschoben werden; das Licht erreicht also die eine Schneide früher als die andere.

Wird eine Fläche fixiert und die andere so in der Ebene gedreht, dass die Mitte ihres freien Randes den Drehpunkt abgibt, so kreuzen sich natürlich die Schatten an den Rändern in unendlich mannigfachen Lagen. Das Licht muss gewissermassen

durch Winkel hindurch, deren Schenkel nicht in einer Ebene liegen (wir haben für diese Verhältnisse keine mathematische Bezeichnung).

Die eigenartigen Umwandlungen der Schatten werden uns am leichtesten klar, wenn sofort drei Beispiele mit festen Entfernungen genommen werden, denn es muss jetzt möglichst mannigfach gemessen werden, um ganz einwandfrei nachweisen zu können, welche Ursachen die Änderungen erzeugen. Die praktische Optik wird hier voll einsetzen müssen, denn aus diesen Untersuchungen ist nicht nur die Wirkung der Blenden abzuleiten, sondern auch die Wirkung der Linsenfassungen in unseren Fernrohren, Mikroskopen u. s. w. Es wird hier ein Gebiet erschlossen, das seither ganz unbeachtet liegen geblieben war.

Die Schatten gleichgerichteter Flächen.

Als Flächen können zwei flache, breite Lineale dienen, deren Kanten angehobelte Facetten besitzen und schwarz gebeizt sind, um Reflexe zu verhüten. Das eine Lineal klemmen wir derart fest, dass das Sonnenlicht senkrecht auf seine Fläche trifft; wir bezeichnen es mit *A*. Das zweite Lineal *B* wird parallel zu *A* auf einem flachen Fusse befestigt und kann nun auf einer horizontalen Unterlage stets parallel zu *A* in allen Richtungen verschoben werden. Siehe Figur 3, Tafel III.

S sei die Sonnenscheibe, die unter einem Winkel von 32' zur Wirkung gelangt und deren Entfernung von uns so gross ist, dass sie als unendlich angenommen werden kann. Das muss beachtet werden, denn jede Fläche auf unserer Erde, welche auf der Verbindungslinie zwischen Sonnen- und Erdmittelpunkt senkrecht steht, wird senkrecht vom Sonnenlichte beschienen. In den Figuren müssen die Verhältnisse natürlich anders gezeichnet werden, weil ein Winkel von 32' bei der Breite einer Druckseite nur eine Länge von 0,9 mm haben kann, die Sichtbarkeit der Differenzierungen in den Schatten also ganz ausgeschlossen ist. - Die Lineale *A* und *B* sollen 40 cm Abstand voneinander haben. Der Schatten, den alsdann die Schneide von *A* in der Ebene *B* erzeugt, ist im Durchschnitt 3,5 mm breit, wenn von der äussersten Grenze des bellen bis zu der gleichen des dunklen Grenzstreifens gemessen wird. Wird also die Schneide *B* um 3,5 mm verschoben, so muss sie dabei den Schattenrand voll durchlaufen, das heisst sie wird, wenn wir beim Ende des dunklen Grenzstreifens beginnen, zunächst vom äussersten Rande der Sonne getroffen und allmählich von der immer breiter vortretenden, bis endlich ganz vollen Sonnenscheibe. Das Lineal *A* entwirft auf einem Schirm, der 1 m von ihm entfernt ist, einen Randschatten von etwa 8,7 mm Breite. *B* ist vom Schirm 60 cm entfernt, deshalb ist sein Randschatten nur 5,3 mm breit. Diese Randschatten kommen aber beim Verschieben von *B* in eine bestimmte Übereinanderlagerung die jetzt ihren wichtigsten, d. h. auffälligsten Erscheinungen nach geschildert werden muss. Nach dem früher Gesagten entstehen durch Auffallen des Sonnenlichtes nicht nur einfache Schatten, sondern es setzen sich an die oben genannten Randschatten auch noch helle und dunkle, farbig umsäumte Streifensysteme an, von denen unter bestimmten Bedingungen vier deutlich hervortreten, welche aber bei Einwirkung direkten Sonnenlichtes nicht ohne weiteres sichtbar sind, weil das Nebenlicht derart intensiv und durcheinander *verlaufend* ist, dass alle feinen Differenzierungen vollkommen verwischt werden; erst wenn wir, wie beim engen Spalt, das Nebenlicht vollkommen abhalten, treten in den sogenannten Beugungsstreifen diese Differenzierungen in geänderter Form hervor. Die Randschatten müssen also bereits in viel weiteren

Grenzen, als es oben angenommen wurde, aufeinander einwirken. Die Untersuchungen darüber, die zu den schwierigsten aus dem weiten Gebiete der Physik gehören, können hier nicht näher ausgeführt werden. Befinden sich *S*, *A* und *B* der Figur 3 auf Tafel III in der gezeichneten Stellung, so liegt die Schneide von *B* genau am äusseren Rande des dunklen Grenzstreifens. Von dem direkten Sonnenlichte kann *B* nicht mehr getroffen werden, kann also auch keinen direkten Schatten werfen. Trotzdem ist an dem Grenzstreifen auf dem Schirme eine ganz eigenartige Veränderung bemerkbar. Er erscheint bedeutend schärfer und viel dunkler. Diese Änderung ist so hervorstechend, dass sie auch bei oberflächlicher Betrachtung nicht übersehen werden kann. Sie zeigt auf das Klarste, dass alles Licht, welches von der Sonne herkommend, noch über den dunkeln Grenzstreifen hinaus abgelenkt worden war, nunmehr eine Absperrung erfahren hat, Wieweit letztere geht, kann zur Zeit noch nicht festgestellt werden.

Rücken wir jetzt den Rand *x* des Lineales *B* etwas nach *x'* zu, so muss er natürlich von dem Rande *y* der Sonne getroffen werden, für *x* tritt die Sonnenscheibe als ganz schmaler Kreisabschnitt über den Rand von *A* hervor. Sie erscheint als hellleuchtende, schmale Fläche, müsste also der seitherigen Theorie nach deutliche Beugungsbilder längs des Randes *x* erzeugen. Das ist nicht der Fall, sondern es findet ganz etwas anderes statt: Genau unter dem Winkel, unter dem sich, von *x* aus gesehen, *y* über den Rand von *B* erhebt, entsteht auf dem Schirme zwischen *i* und *e*, wodurch die Grenzstreifen bezeichnet worden sind, eine schmale helle Zone längs der Linie *i*. Je weiter *x* nach *x'* hin gehoben wird, um so weiter wandert der schmal bleibende helle Streif von *i* nach *e* hin. Dieses Wandern erfolgt so gleich- und regelmässig, dass sich mühelos für jede Stellung von *x* die entsprechende Lage des hellen Streifens zwischen *i* und *e* berechnen lässt. Von Beugung und Interferenz ist hier keine Rede, sondern der Streifen hängt ganz genau von der Breite des Sonnenbildes und der Entfernung zwischen *A* und *B* ab. Es ist dieser Streifen der helle Grenzstreifen, der von der Sonne längs der Kante *x* gebildet wird, den wir auch oben bei der verdeckten Sonnenscheibe je in einem bestimmten Abstande vom dunkeln Grenzstreifen kennen lernten.

Der Streifen ist in diesem Falle also ganz direkt von der Lichtquelle abhängig, und wird umso breiter, je mehr von *y* über den Rand von *A* hervorragt. Lassen wir aber zerstreutes Licht durch eine punktförmige Öffnung gehen und dann einen begrenzten Schatten erzeugen, so tritt auch in diesem, wie die Figuren 1 und 2 auf Tafel IV lehren, ein heller Streif klar hervor. Die Breite desselben hängt hier aber teils von dem Durchmesser des Loches, teils von noch ganz unbekannten Ursachen ab. Die Breite des punktförmigen Loches, durch welches Licht eintritt, kann um ein Vielfaches geringer sein als die Breite des Streifens, wenn der schattenförmige Rand genau in der Mitte zwischen Schirm und Loch steht; hier lässt sich also nicht einfach berechnen und konstruieren.

Durch das Loch kann Licht eintreten, das aus einem fast halbkugelförmigen hellen Raum stammt. Es ist Tatsache, das ein quadratischer Ausschnitt von 1 cm Seitenlänge, der 90 cm vom Loch entfernt ist, auf einer Platte, die genau weitere 90 cm Abstand hat, ein Bild entwirft, das eine Seitenlänge von 2 cm besitzt! Das Licht muss sich also hinter dem Loche ganz gleichmässig halbkugelförmig ausdehnen. Wie kommen aber dabei die eigenartigen hellen und dunklen Streifensysteme zustande, die oben in der mannigfachsten Weise geschildert wurden? Die Vergrösserung entspricht der Theorie von der Ausbreitung des Lichtes, die Streifen entsprechen derselben aber nicht! Die Streifen entstehen nicht allein durch diffuses Licht, sondern

sie finden sich auch von genau den gleichen Abständen im Bilde der Sonne, also in ganz direktem Lichte. Sie entstehen, wenn das Sonnenlicht nur eine Spaltseite trifft, genau so, als dann, wenn der Spalt voll in dem Sonnenbilde liegt. Sie müssen also eine Erscheinung sein, die durch die Eigenartigkeit des Lichtes oder der Energie überhaupt hervorgerufen wird.

Es ist also nötig, dass nochmals auf die Bilder zurückgegriffen werde, welche ein Spalt liefert, der in Licht gehalten wird, das durch Öffnungen von verschiedener Weite hindurch gegangen ist.

Für punktförmige Öffnungen bis zu 0,7 mm Durchmesser lassen sich Nadelstiche in Blech oder besser Papier verwenden, für alle grösseren Öffnungen benutze ich eine gut konstruierte Irisblende, deren Öffnung von 0,65 mm bis zu 2 cm Durchmesser erweitert werden kann. Eine solche Blende gibt zwar keine tadellos kreisförmig begrenzte Öffnungen, sondern nur Vielecke, was aber von ganz minimalem Einflusse ist, Dagegen bietet sie den recht grossen Vorteil, dass die Öffnung ganz gleichmässig erweitert werden kann.

Der Abstand zwischen Irisblende und quadratischem Spalt betrage 90 cm, ebenso gross sei der Abstand zwischen Spalt und Schirm. Das durch die Öffnung von 0,7 mm Durchmesser entstehende Sonnenbild ist dann immerhin 9 mm breit. Wird ein quadratischer Spalt von 3 mm Seitenlänge genommen, so bleibt er einige Zeit im Sonnenbilde und deswegen auch unverrückt auf dem Schirme. Es können auf letzterem daher die Abstände der Streifen u.s.w. bequem mit Blei nachgezogen, gemessen oder photographiert werden, ohne dass das Bild durch die Erdrotation verrückt würde. Dieses ist für viele Untersuchungen eine unumgängliche Bedingung. - Das Bild auf dem Schirme ist nur wenig über 6 mm breit, also verhältnismässig klein. Das Messen der Abstände der dunklen oder hellen Streifen ergibt, da diese verlaufende Ränder besitzen, keine genauen Resultate. Um solche zu erzielen, muss man photographische Aufnahmen machen und die Platten vergrössern und als Diapositive für den Projektionsapparat benutzen. Die Bilder lassen sich dadurch um das hundertfache und mehr vergrössern; die Streifen können nachgezeichnet und bequem in Übereinstimmung gebracht werden, wobei Differenzen in der Streifenbreite und dem Streifenabstand hundertfach deutlicher werden. Das Messen unter dem Mikroskope ist ungenau, weil das Korn der photographischen Platten die Abschätzung der Grenzen erschwert, ja ganz unmöglich macht.

Die Spaltbilder vergrössern sich entsprechend der Zunahme des Durchmessers der Irisblenden-Öffnung. Ein Spalt von 3 mm Seitenlänge liefert bei 0,7 mm Öffnung ein Bild von 2 X 3 + 0,7 mm Breite, bei 1,5 mm Öffnung ein solches von 2 X 3 + 1,5 mm Breite. Bei zwei Millimeter Öffnung ist das Bild des quadratischen Spaltes also 8 mm breit. Jederseits ist die Breite des ersten hellen Streifens gleich der Breite der Öffnung, also in diesem Falle 2 mm, deshalb ist der Abstand der ersten dunkeln Grenzstreifen gleich (6 + 2) (2 + 2) = 4 mm. Ist die Öffnung gleich 5,9 mm, so ist das Spaltbild gleich 6 + 5,9 mm. Ziehen wir von diesen 11,9 mm die Breite der jederseitigen hellen Streifen ab, so bleibt eine Differenz von 0,1 mm. Das heisst: die hellen Streifen füllen fast das ganze Bild des Quadrates aus, es bleibt zwischen ihnen nur ein dunkles Kreuz von 0,1 mm Linienbreite bestehen. Wird die Öffnung 6 mm breit, so ist die Mitte hell, weil die hellen Grenzstreifen jetzt aneinander stossen. Wird die Öffnung um weitere 0,2 mm vergrössert, so legen sich die äusseren Teile der hellen Grenzstreifen übereinander; es entsteht dadurch in dem

Spaltbilde ein ganz helles Kreuz an der Stelle, wo vorher das dunkle auftrat. Das Kreuz ist doppelt so hell, als die äusserste Zone des hellen Grenzstreifens; diese wandern also nunmehr übereinander hin. Wird die Öffnung im Fensterladen aber bis zu 6 mm Durchmesser erweitert, so treten die Differenzierungen in den Bildern von den zwischen-geschalteten Spalten nur hervor, wenn die Abstände zwischen den Öffnungen und dem Schirme möglichst groß genommen werden. Im Zimmer sind also die angeführten Masse die äusserst anwendbaren.

Ganz anders gestalten sich aber die Bilder, welche durch kleinere Öffnungen erhalten werden. Die drei Darstellungen in Figur 8 auf Tafel II sind nach einer photographischen Aufnahme hergestellt, zu der folgende Hilfsmittel angewandt wurden. An Stelle der lrisblende wurde ein Blech eingesetzt, in welches vier Öffnungen I - IV gebohrt waren, deren Durchmessser I = 0,3, II = 0,47, III = 0,61 und IV = 0,73 mm betrugen, also annähernd das Verhältnis 3:5:6:7 innehielten. 1 ist also halb so gross als III und fast ein und einhalb mal kleiner als IV. Dieses Verhältnis müsste absolut klar in der Breite des ersten hellen Grenzstreifens zum Ausdrucke kommen: das Bild von III müsste einen doppelt und das von IV einen ein und einhalb-fach breiteren hellen Rand haben als das Bild von I. Schon die flüchtige Betrachtung der Bilder zeigt, dass dies keineswegs der Fall ist, sondern dass die Unterschiede erst in der Breite der zweiten hellen Streifen bemerkbar werden. Die Abstände der ersten dunklen Streifen, welche also im Innern des Bildes ein Quadrat erzeugen, bleiben sich nahezu gleich, so dass die vier Quadrate keine messbaren Unterschiede in den Seitenlängen zeigen. Dieses höchst wunderbare Verhalten ist noch aufzuklären. Ich habe an Stelle des Quadrates einen kreisrunden Ausschnitt von 4,8 mm Durchmesser gesetzt, die vier Bilder von ihm hatten dann 9,6 mm Durchmesser, und die Abstände der ersten dunklen Streifen, die hier natürlich kreisrund sind, betrugen durchweg 8 mm. Durch ein parallel geführtes Lineal lassen sich an je zwei Kreise Tangenten ziehen, die parallel sind, und welche ganz deutlich Unterschiede von 0,43 mm zeigen müssten. Diese Unterschiede treten erst bei den zweiten dunklen Streifen klar hervor und entsprechen hier den Massen und Entfernungen. Ich möchte diese Eigentümlichkeit jener anschliessen, welche wir früher von den Streifensystemen im Umkreise einer Spitze kennen lernten. Bis zu einer gewissen Breite der letzteren laufen ja die Streifen ganz auffällig parallel zur Symmetrielinie der Spitze. Sie werden also gegen den äussersten Punkt der letzteren zu auseinander gedrängt, ebenso wie bei den Spinnfäden und Haaren im Vergleich zu den Drähten. Sobald hier die schattenwerfende Fläche eine ganz bestimmte Breite erreicht hat, hört das Innehalten der parallelen Richtung auf; an diesen Punkten finden aber Durchkreuzungen der Streifen statt und nicht ein einfaches Umbiegen der längs der Winkelkante zur Spitze ziehenden Streifen. Die Spitze hat ihr besonderes Streifensystem, wie es die Figur 6 auf Tafel V zeigt; dieses setzt sich noch weit in die Schattenzone hinein fort. Längs der Spitze halten also die Streifen ganz bestimmte Abstände inne. Es ist noch zu untersuchen, bis zu welchem Grade diese Abstände auch von dem Durchmesser der Öffnung im Fensterladen abhängig sind. Auf alle Fälle muss aber stets die Breite der Energiequelle und ihre Form ganz genau beachtet werden. Es läuft also auch hier schliesslich die Untersuchung darauf hinaus: genau die Winkel festzustellen, unter denen Flächen irgend welcher Art von einer Energie, die sich in Licht und Wärme umzusetzen vermag, getroffen werden!

Die hellen Grenzstreifen mit den angrenzenden ersten dunklen Streifen treten bereits wenige Millimeter hinter dem Spalt ganz deutlich hervor, man kann sie hier

bei Lupenvergrösserung beobachten. Wie beim direkten Sonnenlichte ist auch hier der Grenzstreif bedeutend heller als die voll belichtete Fläche. *Dieses Verhalten zwingt uns die Annahme auf, dass hier eine Verstärkung eines Teiles der Sonnenenergie stattfinde. Da aber jede Zugabe an irgend einer Stelle eine Abnahme an einer anderen bedingt, so findet sich irgendwo sicher eine entsprechende Verminderung; eine solche lernten wir in dem dunklen Grenzstreifen kennen*. Dieses Gesetzmässige, das die photographischen Aufnahmen zeigen, muss sich selbstverständlich an den direkten Befund anschliessen. Die Platte zeigt dunkel an den Stellen, wo gelb-rot ist. Wie kommt es nun, dass an allen Stellen, wo sich zwei gelb-rote Streifen überdecken, eine doppelte Verringerung der chemisch wirksamen Kraft stattfindet? Diese Tatsache steht fest, denn jede Platte zeigt an solchen Stellen doppelte Dunkelheit. Die chemisch wirksame Komponente bewirkt doppelte Helle. Es wäre doch ein unverständlicher Zufall, wenn zwei Wellenzüge, die von ganz verschiedenen Seiten herkommen, ja welche sogar zwei räumlich getrennten Energiequellen ihren Ursprung verdanken können, also nicht gleiche Schwingungsphasen haben, stets eine Verstärkung der Höhe oder der Tiefe, in allen Punkten räumlich ausgebreiteter Gebiete bewirken sollten!

Ich finde subjektiv und objektiv gelb-rote Färbung, verbunden mit einer Wärmezunahme, stets dort, wo eine Fläche als Hindernis in den Weg der Sonnenenergie (oder ähnlicher) eingeschaltet wird, oder wo ein energiefreies Feld in das Energiefeld hineingeschoben wird. Blau-violette Töne, mit entsprechender chemischer Wirksamkeit, treten stets hervor, wenn eine energiefreie Fläche aus einem Energiefeld herausgeschoben wird, wenn Energie über eine energiefreie Fläche hingleitet !

Das Gesagte mag im Augenblicke unklar erscheinen, es wird aber verständlich werden, sobald erst die Betrachtungen über die Brechung des Lichtes abgeschlossen worden sind.

Kehren wir nach dieser vergleichenden Zwischenbemerkung wieder zur Betrachtung der Bilder zurück, welche Schattenzonen verschieden weit voneinander entfernter Flächen im direkten Sonnenlichte miteinander erzeugen.

Oben sind nur die Grenzen zweier geradlinig begrenzter Flächen in Übereinstimmung gebracht; ändern wir also auch gleich wieder die eine Fläche und zwar die dem Schirme zunächst gelegene. Wir nehmen ein Rechteck, dessen kürzere Seite eine Länge von ca. vier Zentimetern besitzt. Diese Seite wird parallel zu dem entfernten Linealrande im Schatten des letzteren vorgeschoben und zwar gleich soweit, dass die beiden Aussenränder der hellen Grenzstreifen genau zusammenfallen. Die Abstände vom Schirme können nun vorteilhaft durch andere ersetzt werden. *A* sei vom Schirme zwei Meter entfernt, *B* 60 cm. Es entsteht dann ein Bild, wie es die Figur 3 a auf Tafel III wenigstens teilweise wiedergibt. Es sei *a* die Schattenzone des Lineales *A*, *b* die des Rechteckes *B*. Der Schatten von *B* zeigt eine ganz eigenartige Form. Der helle Grenzstreif läuft bogenförmig um die rechten Winkel herum, geht dann etwas geradeaus und biegt daraufhin ganz auffällig nach innen um. Der dunkle Grenzstreif bildet in den Winkeln die schärferen Ecken, und verläuft jederseits von diesen aus mit einer nach aussen gerichteten *Kurve* bis zum dunklen Grenzstreifen des Schattens vom Lineale *A*. Er trifft sich hier mit den hellen Grenzstreifen. Dadurch, dass hier *Kurven* entstehen *und nicht gerade Linien* haben wir einen Beweis dafür, *dass das Licht an den Rändern ungleich abgelenkt wird.*

Diese ungleiche Ablenkung ist nicht allein die Folge von der Einwirkung der kreisförmigen Sonnenscheibe. Die hellen Grenzlinien entstehen nicht allein durch Randwirkung der Lichtquelle.

Machen wir nun das zweite Experiment, kehren wir das Lineal um, so dass das Sonnenlicht zwischen den Schneiden hindurch gehen muss, so werden natürlich andere Bilder entstehen, die wieder durch ein modifiziertes Experiment verständlich zu machen sind.

Die Schatten gegeneinander gekehrter Flächen.

Anstatt des Lineales setzen wir in den Fensterladen eine rechtwinkelige Fläche *A* ein, deren Ecke auf dem zwei Meter entfernten Schirme einen Schatten erzeugt, den wir mit dem gleichgerichteten der Rechteckseite *B* zusammentreten lassen. Letztere sei vom Schirme auch wieder 60 cm entfernt. Die Ecke des Schattens *A* treffe den Schatten der Rechteckseite so, wie es die Figur 5 auf Tafel III angibt. Anfänglich stossen die äussersten Grenzen der hellen Grenzstreifen zusammen; werden die Schatten von dieser Stellung aus übereinander geschoben, so wandern die Grenzstreifen übereinander hin, ihr Licht verstärkt sich dabei. Sobald der Rand des hellen Grenzstreifens von *A* den äussern Rand des dunklen Grenzstreifens von *B* trifft, wird dieser ganz deutlich, fast scharf. Das Deutlicherwerden nimmt bei weiterem Übereinanderschieben der Schatten immer mehr zu, gleichzeitig hebt sich der Rand (da er fernerhin von einem immer kleineren Stücke der Sonnenscheibe beleuchtet wird) mehr und mehr aus seiner Schattenzone hervor; er wächst gleichsam gegen den Schattenrand von *A* zu. Ist die Grenze des hellen Grenzstreifens von *B* der des dunklen von *A* sehr nahe gekommen, so berührt der Schatten von *B* den von *A* beinah; er wird von ihm nur noch durch eine ganz schmale helle Linie, wie sie Figur 6 auf Tafel III zeigt, getrennt.

Das Experiment lässt sich weiterhin dadurch modifizieren, dass man das Rechteck *B* dem rechten Winkel *A* im Fensterladen allmählich näher rückt. Der Schatten von *B* muss sich alsdann natürlich entsprechend verbreitern, in dem Augenblicke, wo *B* auf *A* trifft, sind die Schattenzonen gleich breit. Es entsteht dann auf dem Schirme der Schatten eines rechten Winkels. Von diesem gingen wir auf Seite 37 aus. Dort wurde das Licht durch eine quadratische Öffnung von 3 cm Seitenlänge auf den Schirm geleitet, und es wurde auf die Bilder in den vier Ecken ausdrücklich hingewiesen.

Anstatt nun das Licht der Sonne durch eine quadratische Öffnung gehen zu lassen, können wir es auch auf einen möglichst ebenen rechteckigen Metall-Spiegel auffallen und von diesem auf einen Schirm zurückwerfen lassen. Es kann also an den Rändern des Spiegels alles Licht, das nicht auf die Spiegelfläche auftrifft, ungehindert vorbeigehen. Ebenso kann ganz naturgemäss nur Licht zurückgeworfen werden, welches auf die Spiegelfläche auftrifft. Die Streifen treten sowohl längs der Ränder des zurückgeworfenen Spiegelbildes hervor, als auch längs der Ränder des Schattens, den der Spiegel wirft; sie können also nicht ausschliesslich mit den Flächen, welche beispielsweise einen Spalt begrenzen, in Verbindung gebracht werden, also etwa durch Licht entstehen, das von zwei lichtundurchlässigen Randflächen abgelenkt wird. Auf Wellenbewegung, welche von Teilen ausgeht, die zwischen den Spaltschneiden liegen, können sie aber noch weniger zurückgeführt werden, dagegen spricht ihr Verhältnis zur Form und Entfernung der Energiequelle!

Was für das direkte Sonnenlicht Gültigkeit hat, gilt auch voll und ganz für das irgendwie modifizierte. Betreffs der Helligkeitsverteilung zeigen die Streifen des vom Spiegel zurückgeworfenen Bildes ganz genau das umgekehrte Verhalten wie die Streifen längs des Schattens des Spiegels. Fangen wir den Schatten auf einem Schirme auf, der einen Meter von dein Spiegel entfernt ist, und werfen wir das Licht vom Spiegel auf einen Schirm, der einen Meter vor dem Spiegel aufgestellt ist (senkrecht kann das Licht natürlich nicht reflektiert werden, weil es dann zur Sonne zurück-kehren würde. so können wir die zwei entstehenden Bilder photographieren. Erfolgen die Aufnahmen bei genau gleichen Abständen, so können die Bilder auf den Platten übereinander gelegt werden, wobei es sich herausstellt, dass sie sich nicht decken, sondern dass die Ränder einen breiten hellen Streifen zwischen sich lassen, der sich aus dem ergibt, was ich oben über die Schattenwirkungen sagte.

Die Spiegelbilder sind gewählt, um etwaige Wirkung der Seitenflächen auszuschliessen. Einfacher ist es, wenn man aus einem Bogen schwarzen Papieres ein Rechteck oder eine andere Figur ausschneidet, den Ausschnitt und das Ausgeschnittene nebeneinander Schatten werfen lässt diese auf eine Platte photographiert und ein Positiv auf eine zweite Platte bringt. Die Bilder werden durch Durchschneiden der Platte getrennt und sind nun, weil alle Manipulationen an ihnen unter gleichen Bedingungen ausgeführt wurden, durchaus gleichwertig und einwandfrei. Man legt sie dann einfach übereinander und beobachtet ohne Mühe, dass zwischen den beiden Schattenflächen ringsum ein breiter heller Streifen bleibt, dass also tatsächlich an allen Schattenzonen ein Überschuss von Licht anzutreffen ist. Von dem Rande der Fläche, welche Schatten erzeugt, kann dieses nicht herrühren, denn der Spiegel wirft ein gleiches Bild zurück, wie ein solches beim Durchtritt direkten Sonnenlichtes durch eine gleich grosse Öffnung entsteht. Vergl. dazu Figur 4, Tafel III.

Zum Teil wird diese helle Zone, welche genau die Breite des Sonnendurchmessers besitzt, durch die Scheibenform der Sonne bedingt, aber diese Übereinstimmung erklärt doch nicht das Auftreten der verstärkt hellen und dunklen Grenzstreifen.

Nach dem, was bereits Seite 31 gesagt wurde, wird ja jede Schattenzone am Rande um die Hälfte der sich projizierenden Sonnenbreite aufgehellt. Die dunklen und hellen Grenzstreifen decken sich auch, wenn man die Figuren einer Platte übereinander legt, aber zwischen ihnen liegt in Sonnenbreite eine in der Mitte hellere, nach den Rändern zu verwaschene Zone, welche einen Überschuss an chemisch wirksamer Energie bedeutet. Übrigens haben wir daraus noch keine Erklärung der Streifenbildung selbst, denn außer den Grenzstreifen lassen sich noch weitere darstellen, wie gleich zu zeigen sein wird.

Es würde mir leicht fallen, auf die zahlreich auftauchenden Fragen mit einer neuen Hypothese zu antworten, die vieles erklären würde; ich vermeide eine solche aber ängstlich, da die von mir gefundenen Tatsachen altbestehende Hypothesen als irrig erscheinen lassen. Suchen wir also weitere Tatsachen auf.

Schon ein einfaches anderes Experiment zeigt, dass das Licht an den Bändern von Flächen ganz eigenartig abgelenkt wird. Macht man aus einem Bleche oder einem steifen Blatt schwarzen Papieres einen rechtwinkeligen Ausschnitt, rückt man dann den ausgeschnittenen Winkel in einer Diagonale um eine zunächst geringe und dann steigende Entfernung nach aussen, so kann man leicht einen ganz gleichmäs-sigen, rechtwinkelig gebogenen Spalt herstellen, dem man wechselnde Breiten

geben kann. Dieser Spalt zeigt in allen Fällen, dass das Winkelfeld ganz anders belichtet ist, als die Schenkelfelder, dass also eine weitgehende Differenzierung in dem Winkelfelde stattgefunden hat, für die eine durchaus genügende Erklärung noch gesucht werden muss. Unsere seitherigen Hypothesen und Theorien betreffs Wesen und Ausbreitung des Lichtes versagen, wie schon erwähnt, vollkommen, sobald es sich darum handelt, die Eigenarten der hellen Grenzstreifen -- von allen anderen Differenzierungen ganz abgesehen - erklären zu wollen.

Die Schatten hintereinander liegender, schräg gerichteter Flächen.

In den Fensterladen bringen wir wieder ein Lineal senkrecht zur Sonne an und lassen eine Kante ihren Schatten auf den zwei Meter entfernten Schirm werfen. Als zweite schattengebende Fläche wird diesmal ein etwa zwei Zentimeter breites, schwarz gebeiztes Lineal genommen, dessen Kanten auf einer Seite scharf angehobelte Facetten haben. Dieses Lineal kann in die mannigfachsten Lagerungen zum ersten gebracht werden. Die Versuche sind einfach ausführbar und können von einem jeden beliebig vermannigfacht werden, deswegen seien hier nur einzelne mitgeteilt.

Das Lineal *A* im Fenster bleibe feststehend. Das schmale Lineal *B* werde ca. 60 cm vom Schirm entfernt so gehalten, dass sein Schatten den von *A* unter einem spitzen Winkel von etwa 15^0 schneidet, der nebenliegende stumpfe Winkel muss dann natürlich 165^0 betragen. Die direkte Messung an den Schattenrändern gibt aber *ganz andere* Resultate. Schon eine flüchtige Beobachtung zeigt, dass sich der Schatten, den das schmale Lineal wirft, dort, wo er in den Schatten von *A* übergeht, ganz erheblich verbreitert hat und nun allmählich schmäler werdend nach aussen verläuft, wie es die Figur 1 auf Tafel V auf den ersten Blick erkennen lässt. In dieser Figur ist gleichzeitig noch die Einwirkung des Bogens im Umkreise der rechten Ecke der Fläche *A* auf den Schatten von *B* dargestellt.

An dem Schatten der Fig. 3 a auf Tafel III wurde hervorgehoben, dass an der Grenze beider Schatten eine Verbreiterung des Schattens der Rechteckseiten stattfände. Drehen wir in dem eben besprochenen Versuche das Lineal *B* so, dass es rechtwinklig zu *A* steht, so tritt auch an dem Schatten von *B* beiderseits die bogenförmige Verbreiterung des dunklen Schattens klar hervor. Neigen wir nun das Lineal langsam bis zu dem angenommenen Winkel von 15^0, so verschmälert sich der Schatten dort wo der stumpfe Winkel liegt und gleichzeitig verbreitert er sich in dem spitzen Winkel. Ganz entgegengesetzt neigt sich die helle Grenzlinie dort mehr, wo der stumpfe Winkel hervortritt und sie streckt sich mehr und mehr in dem zunehmend spitzer werdenden Winkel.

Aus diesem Versuche lässt sich mühelos ein anderer ableiten. Bringt man in den Schatten eines mehrere Meter entfernten Stabes, z. B. eines Fensterkreuzes, den Schatten eines weniger entfernten kurzen Stabes, der rechts und links über den ersten Schatten nur bis zur Grenze des hellen Grenzstreifens vorsteht, so erscheint der Schatten des kurzen Stabes gebrochen und die Hälften sind nach oben und unten auseinander gerückt, sobald die Schatten schräg in Wechselwirkung treten, wie es in Figur 2 auf Tafel V skizziert ist. Stehen sie auch senkrecht zueinander, so sind die vier rechten Winkel ganz gleichmässig durch Bögen vom Lineal *B* aus verändert.

Alle die eigenartigen Beziehungen lassen sich fernerhin leicht ableiten wenn nur die Gestalt der Lichtquelle und die Winkel, welche die Ränder eines schattenwerfenden Körpers mit den Rändern der Lichtquelle und des Schattens machen, genau berücksichtigt werden, aber die Kurven, die fast durchweg auf Hyperbeln zurückzuführen sind, lassen sich noch nicht so einfach ableiten!

Es dürfte wohl manchen Leser interessieren, eine geometrische Konstruktion kennen zu lernen, nach welcher der Schatten an den vom direkten Sonnenlichte beschienenen Ecken und Winkeln konstruiert werden kann. Denkt man sich ein helles Scheibchen vom je entsprechenden Sonnendurchmesser längs der Ränder der schattenwerfenden Körper *S* und *S'* so fortgerollt, dass sein Mittelpunkt als Axe über die Ränder hingleitet, so kann man diese Bewegung graphisch mit Hilfe eines Zirkels leicht wie in Figur 10 a. f. S. darstellen. Die Linie *D M C* gibt die Grenze der schattenwerfenden Fläche an und gleichzeitig den Durchmesser der Sonne, der in voller Breite zur Wirkung kommt. Der Punkt *A* läuft längs der Grenze des hellen Grenzstreifens; zu ihm gelangt Licht von der ganzen Sonnenscheibe. Der Punkt *B* läuft im dunklen Grenzstreifen und erhält den letzten Rest des Lichtes, Auf dem Wege von *A* ist also volles Licht, auf dem von *B* fast voller Schatten. Die sich durchschneidenden Kreise geben also ganz gut die obwaltenden Verhältnisse an. Von Ecken erzeugt das Sonnenlicht tatsächlich ähnliche Schatten und in den Winkeln, bei denen dann der Punkt *B* auf der voll erleuchteten Linie hingleitet, gleiche Erscheinungen. Aber die Grenzstreifen sind verstärkt hell und dunkel, was durch die Konstruktion nicht ausgedrückt wird, denn an *A* grenzt voll belichtete Fläche, an *B* voll beschattete! Hier liegen ausserdem noch die Streifen, welche in dieser Figur unberücksichtigt blieben.

Wo und wie aber auch irgend eine Schattenbildung untersucht werden mag, nirgends haben wir Verhältnisse, die sich mit der Wellentheorie in Einklang bringen lassen. Wir müssen also diese Lehre auch bei allen folgenden Darlegungen ganz kritisch betrachten. Es wird sich zeigen, dass allerorts Tatsachen hervorzuheben sind, die nie und nimmer unter den seitherigen Voraussetzungen eine genügende Erklärung zu finden vermögen.

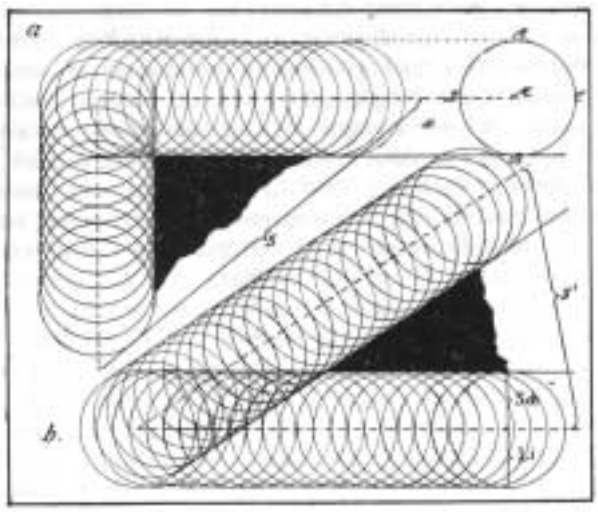


Fig. 10.

IV. Das Auftreten von Farben an den Schattengrenzen.

Seither haben wir vornehmlich die *hellen* und *dunklen* Grenzstreifen berücksichtigt, die bei der sogenannten Schattenbildung hervortreten. Nur einleitend wurde erwähnt, dass sie mit dem Hervortreten von Farbenerscheinungen verknüpft seien. Es muss jetzt diesen eigentümlich hervortretenden Farben eine grössere Aufmerksamkeit geschenkt werden; vor allen Dingen müssen wir es versuchen, die Entstehung der Farben soweit als nur möglich klarzustellen. Die Bedingungen, unter welchen Farben auftreten, müssen aufgesucht werden. Die Vorgänge in unserem Auge und Gehirn können erst später Berücksichtigung erfahren, an dieser Stelle müssen jene Ursachen ausserhalb dieser Organe, durch welche eine Beeinflussung der Nerven stattfindet, untersucht werden.

Warum ich von dunklen und hellen Streifen spreche, wird klar werden, wenn ich später bei Besprechung der Spektren die Zurückbrechung der Farben zu hellen und dunklen Flächen abhandle, das heisst jenes Experiment kritisch betrachte, das Newton an den Anfang seiner Optik stellte.

Werden die Versuche in der bisher angedeuteten Weise unter Zuhilfenahme der kleinen Öffnungen im Fensterladen ausgeführt, so treten, wie wiederholt angeführt wurde, ganz gesetzmässig Farben hervor, welche die Schatten saumartig umranden und in geregelten Streifensystemen um- und durchziehen. Diese Farben erscheinen auf dem sie auffangenden Schirme saumartig und als Flächen oder Streifen, die in der Schirmebene liegen. Wir haben sie zumeist nur in einer noch nicht einen Meter vom Schirm entfernten Ebene betrachtet, also nahe hinter der schattenwerfenden Fläche. Diese Entfernung ist aus mannigfachen Gründen gewählt worden. Erstens kann dabei das direkte Sonnenlicht durch die Fensteröffnung fallen, was ganz unbedingt nötig ist, weil alles Sonnenlicht, das durch Spiegel oder Prismenflächen abgelenkt wird, bereits Veränderungen erfahren hat und falsche Bilder erzeugt. Zweitens werden die Bilder bei weiteren Entfernungen so lichtschwach, dass die feinen Differenzierungen und Färbungen nicht mehr genau zu unterscheiden sind. Drittens ist diese Entfernung im Sommer bei hohem Stande der Sonne die äusserste, weil die Höhe unserer Arbeitsräume zumeist eine begrenzte ist; es muss aber einem jeden die Möglichkeit gegeben sein, diese Untersuchungen nachprüfen und erweitern zu können.

Nähern wir den Schirm aus einer Entfernung von einem Meter der schattenwerfenden Fläche ganz langsam, etwa durch eine Schraube, so wird das Bild zunehmend heller und kleiner, aber: *an den Verhältnissen der Streifensysteme zueinander und hinsichtlich ihrer Entfernungen von der Schattenzone ändert sich nicht das Geringste!*

Wir haben es also mit Streifen und Farben zu tun, welche in Form mathematisch begrenzter und der Berechnung zugänglicher Körper ausgebildet sind! Die Querschnitte durch diese Körper fangen wir je auf dem Schirme auf. *Die hier sichtbare und messbare Fläche ist dem Quadrate der Entfernung zwischen der schattenwerfenden Fläche und dem Schirme proportional!* Dementsprechend verteilt sich auch die Helligkeit. Letztere nimmt also sehr schnell mit steigender Entfernung ab. Den Schirm dürfen wir aber nicht als Ebene in die Rechnung einsetzen, noch weniger dürfen wir, nach den Angaben Newtons, den Schirm neigen und dann die

Entfernungen messen, sondern wir müssen ihn in Form von Zylinderflächen betrachten, sonst sind alle exakten Berechnungen grundfalsch!

Die Helligkeit hängt ferner von der Größe der Öffnung ab, durch welche Licht eindringt; *sie erhöht sich im Verhältnis der Quadrate der Halbmesser der angewandten Öffnungen*. In Figur 8 auf Tafel II ist der Durchmesser von *a* gleich 0,3 mm, der von *c* gleich 0,7. Die Helligkeit der Bildflächen verhält sich also ungefähr wie 1:5,5. - Die Bilder werden um so schärfer, je enger das kleine Loch im Fensterladen gewählt wird, mit zunehmender Entfernung nimmt aber ihre Helligkeit nach obigem ganz erheblich ab.

Doch bevor wir die Farben genauer besprechen, wollen wir noch einige Masse angeben, die bereits Seite 56/57 angedeutet waren. - Bei kleineren Öffnungen als von 0,5 mm Durchmesser sind die hellen Grenzstreifen nahezu gleich breit und die ersten dunklen Streifen zeigen kaum messbare Differenzen in den Abständen (diese betragen auf den Originalplatten 4,25 mm). Die Abstände der zweiten dunklen Grenzstreifen von den ersten verhalten sich aber wie die Durchmesser der Öffnungen, welche die Bilder erzeugten. Die Durchmesser waren 0,3; 0,47; 0,61 und 0,73 mm, genau so gross waren auch im Verhältnis die Abstände der betreffenden Streifen. - Dieses Verhältnis ist für die Ableitung der farbigen Streifen überaus wichtig. Es zeigt uns, dass das Licht an der Kante der schattenwerfenden Fläche entsprechend der Breite der Öffnung ganz gesetzmässig abgelenkt wird, denn die je folgenden Streifen verhalten sich in ihren Abständen genau entsprechend den Abständen der ersten Streifen.

Die Helligkeit der Streifen desselben Bildes ist ebenfalls keine einheitliche. Der erste helle Grenzstreifen ist hervorstechend hell. Dort wo zwei dieser Streifen übereinander hingehen, wie es z. B. in den Ecken der Fall ist, entstehen kleine Felder, welche wieder die doppelte Helligkeit der hellen Grenzstreifen haben. Die Zwischenräume zwischen den ersten und zweiten dunklen (farbigen) Streifen sind bedeutend weniger hell als die hellen Grenzstreifen, aber doch noch fast um das Doppelte heller als die Bildmitte. Die Verhältnisse der folgenden hellen Streifen habe ich noch nicht genau feststellen können, vielleicht gelingt dies anderen mit anderen Hilfsmitteln. Eine stufenweise Abnahme der Helligkeit habe ich sicher beobachtet und auch photographisch feststellen können.

Die dunklen Streifen zeigen hinsichtlich der Tiefe und der Breitenausdehnung die gleichen Verhältnisse wie die hellen Streifen. Die Intensität nimmt aber mit zunehmender Öffnung ab. Am dunkelsten und schärfsten treten also die dunklen (farbigen) Streifen bei kleinem Durchmesser der Öffnung hervor. Auch hier ist eine Gesetzmässigkeit nachweisbar, für die sich später feste Formeln aufstellen lassen werden.

Alle diese Angaben und Ableitungen sind wichtig, weil aus diesen Bildern diejenigen entwickelt werden müssen, die in den Beugungsstreifen und Spektren eine so hohe Bedeutung erlangt haben. Sie geben uns auch Aufschluss darüber, warum die Streifen längs der Schatten, welche durch direktes Sonnenlicht erzeugt werden, nicht so ohne weiteres alle sichtbar sind, warum sie erst klar hervortreten, sobald zwei Flächen zu einem Spalt vereinigt und einander genähert werden !

Selbstredend wird sofort die Frage auftauchen: Wie entstehen die Streifen und insonderheit die Farben, in welche sie aufgelöst sind?

Manche Tatsache habe ich zur Lösung dieser Frage aufdecken können, aber viel wird noch zu tun übrig bleiben, denn bis zu den letzten, unaufklärbaren Gründen ist ein weiter Weg, aber manches Rätsel, das gelöst werden muss wird sich enthüllen lassen. Untersuchungen im direkten Sonnenlicht sind schwierig anzustellen, wenden wir also wieder das durch eine kleine Öffnung in einfachere Bahnen gelenkte Licht an. Es ist ganz gleichgültig, ob dabei direktes Sonnenlicht oder zerstreutes Tageslicht genommen wird; ersteres eignet sich wegen der grösseren Lichtmenge besser für direkte Beobachtungen, letzteres ist für photographische Aufnahmen das geeignetste. Bei einfachen photographischen Bildern muss aber der Umstand bedacht werden, dass alle blauen und violetten Teile der Streifen hell, alle gelben und roten Teile dunkel hervortreten. Nach dem Prinzipe der Dreifarben-Photographie lassen sich jedoch Aufnahm en erzielen, welche die geschilderten Verhältnisse durch Projektion absolut genau wiederzugeben gestatten. Die oben angeführten Verhältniszahlen ergeben sich aus allen Beobachtungen, deswegen können sie in der weiteren Betrachtung als sichere Basis dienen.

Der Umstand, dass die vermittelst einer kleinen Öffnung von einem Spalt oder einer Fläche erhaltenen Bilder ohne weiteres durch jede Lupe, jedes Objektiv derart hindurchzugehen vermögen, dass *Bildkörper* entstehen, deren Querschnitt *an jeder Stelle* durch einen Schirm sichtbar gemacht werden kann, wobei stets ein gleichmässig scharfes Bild hervortritt, lehrt uns in unwiderlegbarer Weise, dass das Licht hinter der kleinen Öffnung radiär den Raum durcheilt. Deshalb gibt die Lochkamera an beliebigen Stellen gleich scharfe Bilder, deswegen können wir auch mathematisch konstruieren, sobald eine Anzahl von Konstanten gefunden sind.

Die Bilder werden um so schärfer, je enger die Öffnung im Fensterladen genommen wird. Eine solche von 0,3 mm Durchmesser ist bereits recht klein, aber dem direkten Messen noch leicht zugänglich. Fällt direktes Sonnenlicht durch eine solche Öffnung, so entsteht auf einem entfernten Schirme ein rundes Sonnenbild, das aber nicht ganz scharfrandig ist; es ist ausserdem um 0,6 mm breiter, als dem Durchschnittswinkel von 32’ unter dem das Sonnenbild hervortritt, entspricht. Sonnenflecken erscheinen in dem Bilde ebenfalls, aber auch an allen Stellen um je 0,6 mm verbreitert und daher wenig scharf. Das heisst jeder Punkt des Bildes empfängt Licht von einer kleinen Kreisfläche, deren Durchmesser 0,6 mm beträgt. Das Licht eines Kegels mit solch kleiner Basis vereinigt sich also in einem jeden Punkte. Es ist daher leicht verständlich, dass benachbarte Punkte des Bildes Strahlen erhalten, die sich unter wechselnden Winkeln schneiden. Infolge dieser Durch-Kreuzungen entstehen die Unschärfen der Bilder. Wird nun in diese Strahlen, die sich sämtlich höchstens unter einem Winkel schneiden können, der dem an der Spitze des erwähnten Kegels entspricht, eine scharfkantige Fläche hineingeschoben, so gehen die Strahlen an dem Rande dieser Fläche unter den gleichen Winkeln vorbei, und der Schatten, den die Fläche erzeugt, muss an seinem Rande diese Winkel zeigen, wie es auch tatsächlich der Fall ist. Wir werden also wohl die Beziehungen der sich unter verschieden grossen Winkeln kreuzenden Strahlen zueinander aufsuchen müssen, um die Bildung der farbigen Streifen verstehen zu können. In den Kapiteln, welche von den Spektralfarben und von der Physiologie des Sehens handeln, müssen Tatsachen mitgeteilt werden, welche zeigen, wie Farben durch Wechselwirkung ähnlicher Streifen, wie die seither geschilderten, entstehen

oder beeinflusst werden. Ob aber jemals eine voll befriedigende, durch unwiderlegbare Beweise gestützte Erklärung aller dieser Erscheinungen gegeben wird, das vermag wohl zur Zeit noch niemand als wahrscheinlich oder unwahrscheinlich hinzustellen.

Die Farben, welche die Streifen längs der Schattenzonen umsäumen, sind selbstredend in den Streifen, am hellsten, welche nach der voll belichteten Fläche zu liegen. Sie fehlen aber auch nicht den Streifen, die sich in der Schattenzone selbst finden. Hier müssen sie nur durch bestimmte Hilfsmittel sichtbar gemacht werden.
Um dieses zu erreichen, ist es nötig, dass die schattenwerfenden Flächen schmal genommen werden, nur etwa ein bis anderthalb Millimeter breit, dass ihre Enden rechtwinkelig durchschnitten sind. Wenn der Abstand des Schirmes von der kleinsten Öffnung im Fensterladen 180 cm beträgt und die schattenwerfende Fläche wieder genau in der Mitte liegt, so erzeugt direktes Sonnenlicht ein Bild, wie es in der Figur 4 auf Tafel IV skizziert worden ist. Die äusseren Streifen sind sämtlich am inneren, dem Schatten zugekehrten Saume rot gefärbt, am äusseren Saume blau. In der Schattenfläche treten jetzt klar und scharf eng nebeneinanderliegend und fast durchweg gleichmässig weit voneinander entfernt, dunkle Streifen hervor, welche bei Lupenvergrösserung betrachtet werden müssen. Sofort zeigt sich, dass diese Streifen gegen die Mittellinie des Schattens symmetrisch angeordnet sind, sowohl hinsichtlich der Breite als auch betreffs der Färbung. Jeder Streifen ist nach der Mittellinie hin rot, nach außen zu blau umsäumt. So kommt es, dass die mittleren Streifen beide den roten Saum nach der Mittellinie zu ausgebildet zeigen.

In den Ecken treten wieder die dunklen Kurven hervor, welche nunmehr aber absolut klar als Fortsetzungen der Streifen erscheinen. Die Verhältnisse, welche hier auftreten, gehen am übersichtlichsten aus der Skizze hervor. Die parallelen Streifen durchschneiden die nach unten und außen gelegenen Kurven, welche nur bogenförmig auftreten und der schmalen, nach oben gekehrten Kante angehören, sie biegen sich dann je nach der Mittellinie zu in die zu den Längsseiten gehörenden Kurven um. Diese durchkreuzen sich natürlich auch, wodurch in den Ecken komplizierte Figuren entstehen.

Welche Streifensysteme gehören zusammen? Nach alle den Darstellungen, die seither gegeben wurden, kann hierüber kein Zweifel mehr bestehen. Die links gelegenen äusseren und die rechts gelegenen inneren Streifen gehören zur linksseitigen Kante und umgekehrt.

Diese mittleren Streifen zeigen also gegen die Mitte zu genau das gleiche Bild wie die durch den Spalt erzeugten sogenannten Beugungsstreifen!

Während die letzteren aber verbreitert sind und sich bei enger werdendem Spalt immer weiter ausbreiten, treten diese Streifen schmal und eng aneinander gerückt auf. Auch bei ihnen sind die Systeme der zwei Seiten durcheinander hin gewandert. Die Streifen werden erst bei einem grösseren Abstande des Schirmes von der schattengebenden Fläche sichtbar. Das Auffällige und zur Zeit mir noch Unerklärbare ist die Grösse des Abstandes zwischen dem ersten inneren und äusseren Streifen, die zu derselben Kante gehören.

Wird die schattenwerfende Fläche breiter genommen, so treten die Streifen alsbald vollständig zurück. Verschmälert man die Fläche, so rücken die Streifen aus

der Schattenzone heraus und letztere zeigt in der Mitte nur einen hellen Streifen, der sich um so mehr verbreitert, je schmaler die schattenwerfende Fläche wird. Dabei treten folgende Verhältnisse hervor. Haare und Drähte von wechselnden Durchmessern bis zu 0,2 mm zeigen, sowohl beim direkten Messen als auch auf der photographischen Platte, gleichbreite Schattenzonen, die nur umso heller werden, je geringer die Durchmesser werden. Man sieht diese Erscheinung deutlich an dem Schatten einer ganz spitzwinkeligen Fläche, deren Spitze im Schatten bis zu einer gewissen Grenze gleichmässig verbreitert erscheint. Genaue Masse mag ich dafür noch nicht angeben; vorläufig finde ich, dass bei einer Breite von 0,5 - 0,6 mm eine Verbreiterung der Schattenzone stattfindet. Die Masse ergaben sich aus den Darstellungen der Figur 1 auf Tafel IV, auf die hier verwiesen werden muss.

Diese überaus interessanten Erscheinungen haben eine ganz hervorragende Bedeutung, weil sie mit den Spektren, welche durch Gitter erzeugt werden, in Verbindung gebracht werden müssen. Ein Gitter 10*) ist ja nichts anderes als eine grosse Anzahl gleichbreiter und in gleichen Abständen aneinander gelegter, schmaler Flächen, an deren Kanten das Licht nach den eben angeführten Gesetzen regelmässig abgelenkt wird. Die Flächen liegen aber so dicht nebeneinander, dass die Streifensysteme, die zu einer jeden schmalen Fläche gehören, unbedingt übereinander greifen müssen. Um auch diese auffällige Eigenschaft des Lichtes der endgültigen Lösung näher zu bringen, bleibt auch weiter nichts übrig, als ganz systematisch mehrere bis viele Flächen unter den seither angegebenen Gesichtspunkten in Wechselwirkung zu bringen.

10*) In eine planparallele Glasscheibe oder auf eine metallene Spiegelfläche werden mit einem Schneidwerke auf je einen Zentimeter Flächenbreite 100 bis 1000 und mehr parallele Ritzen eingeritzt, durch welche dann das Licht gebeugt und in Farben zerlegt wird.

Feine Drähte werden in gleichen Abständen aufgespannt, durch Lampenruss matt gemacht und dann in den Lichtkegel gebracht. Um die Abstände zwischen den Drähten verschieden breit machen zu können, werden sie auf zwei Seiten eines Parallelogrammes aufgeheftet, dessen vier Seiten in den Winkeln bewegt werden können, sodass das Rechteck zu mehr oder minder flachen Rauten verschoben werden kann.11*) Handelt es sich nur um zwei Drähte, so können diese auf die Schneiden des Mikrometerspaltes aufgekittet werden, wozu kleine Spannvorrichtungen nötig sind, die jeder Mechaniker leicht anfertigt, oder die man sich nach nebenstehendem. Schema aus starkem Messingblech ausschneidet. Die Ecken werden oben abgerundet und mit einer feinen Feile eingekerbt, um die Drähte aufzunehmen, die man leicht mit Siegellack ankitten kann; mit Siegellack können diese Winkel auch auf die Schneiden des Spaltes in Figur 5, Seite 41, aufgekittet werden.

Man untersucht zunächst im direkten Sonnenlichte und dann in dem durch eine feine Öffnung erzeugten Sonnenbilde.

Bei der Beobachtung im direkten Sonnenlicht muss das Auge durch eine dunkle Brille geschützt werden die Flächen, welche Schatten erzeugen sollen, sind hinreichend breit zu nehmen (etwa 0,75 - 1,00 mm) und der Abstand zwischen Flächen und Schirm darf nicht zu gross sein. Aber selbst bei Anwendung dieser Vorsichtsmassregeln ist nicht viel zu beobachten, denn die geradlinig von der Sonnenscheibe kommenden Strahlen kreuzen sich unter einem Winkel von 32', das ist eine Grösse, die erhebliche Wirkungen hervorbringt und schnell alle feineren Differenzierungen verschwinden lässt.

.

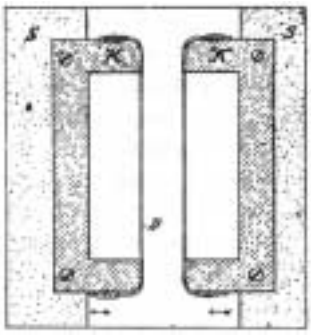


Fig. II. Schema einer Spannvorrichtung; aus zwei

11*) Damit die Abstände zwischen zwei Drähten gleich weit werden, zieht man sie durch die Windungen zweier feiner Schrauben, schiebt das Gitter, welches so entsteht, über das hergerichtete Rechteck und lötet die Drähte einer Seite auf diesem fest, schneidet dann die Enden, welche um die Schrauben herumgehen, ab und schwärzt die Drähte. - An Stelle von Drähten müssen aber auch feine Spinnfäden von Raupen oder Spinnen genommen werden, deren Ausspannen ohne Hilfe von Mikrometerschrauben schon an und für sich unmöglich ist. Es würde zu weit führen, wollte ich hier die gesamte, recht mühsame Technik der Herstellung solcher Gitter schildern. Diese haben vor den in Glas geritzten den Vorzug, dass das Licht ungehindert zwischen den Drähten u. s. w. hindurchgehen kann, und dass man ferner leicht eine Änderung der Abstände zwischen den einzelnen Drähten zu bewerkstelligen vermag, wenn die Lötstellen mit den Drehpunkten der Winkel genau in einer geraden Linie liegen. Haare und Spinnfäden, die aufgekittet werden müssen, können nicht in verschiebbare Rechtecke eingespannt werden.

Das Wichtigste, was sich beobachten lässt, ist zunächst bei weit voneinander entfernten Flächen die scheinbare Verdoppelung eines jeden Schattens. Dies ist nach dem, was wir früher ausgeführt haben, ein Beweis dafür, dass es sich um keine einfache Schattenbildung handeln kann, sondern dass Differenzierungen vorhanden sind. Diese treten noch deutlicher hervor, wenn die Flächen einander genähert werden, denn dann gewahrt man, wie Streifen, die vorher als solche nicht unterschieden werden konnten, mit der grössten Deutlichkeit durcheinander hindurch oder besser gesagt übereinander hinweg rücken. Dieses Sichtbarwerden ist wohl auch wieder der sicherste Beweis dafür, dass Differenzierungen vorhanden sind. Sie treten erst ganz deutlich hervor, wenn zwei breite Flächen zu einem engen Spalt zusammengeschoben werden, wie auf Seite 43 auseinandergesetzt worden ist.

Klarer und leichter übersehbar werden diese Differenzierungen, wenn die Sonne nicht unter einem Winkel von 32' auf die Kanten der Flächen einwirkt, sondern wenn nur ein Lichtscheibchen von l' Durchmesser zur Wirkung gelangt, wenn also eine Öffnung von 0,3 mm Durchmesser auf eine schmale Fläche, die 1 m entfernt ist, einwirkt. Die leuchtende Scheibe ist jetzt so schmal, dass sich die Strahlen, welche sie entwickelt, im äussersten Falle nur unter einem Winkel schneiden, der für unser Sehen belanglos ist. Werden die beiden schmalen Flächen zunächst in etwa 3 mm Entfernung voneinander in das Sonnenbild gebracht, so projizieren sie sieh auf einem entfernten Schirm in der Form, wie sich die Drähte und Haare in Figur 1 auf Tafel IV darstellen.

Jede Schattenfläche ist in ihrer Mitte hell, am Rande dunkel, dann folgen beiderseits die genugsam geschilderten Streifensysteme. Werden die Flächen gegeneinander geschraubt, so treten natürlich die Streifensysteme der einander zugekehrten Seiten übereinander hin, wie es früher beim Spalt erwähnt wurde. Sobald sich die Flächen aber fast berühren, gehen die übereinander hin laufenden Streifen nicht aus den Schattenflächen heraus, sie verbreitern sich also nicht, wie es in den Schattenzonen eines Spaltes der Fall ist, sondern sie treten als schwache

dunkle Streifen in den Schatten der schmalen Flächen hervor. Berühren sich letztere, so kommen Bilder zustande, wie die Figur 1 auf Tafel VI darstellt. Es entsteht also eine breite Schattenfläche, welche von acht dunklen Streifen, die untereinander parallel sind, durchzogen wird. Die Streifensysteme an den freien Seiten zeigen keine ohne weiteres wahrnehmbaren Veränderungen.

Wichtig ist für uns aber die Verteilung der Farben längs der Seiten der dunklen Streifen. Aus der Anordnung, welche sie zeigen, haben wir schrittweise die Farben abzuleiten, die durch zahlreiche nebeneinander liegende schmale Flächen erzeugt werden.

Nicht ohne Absicht habe ich seither vornehmlich nur von dunklen und hellen Streifen gesprochen und die Farben längs dieser bloss gelegentlich erwähnt. Hell und dunkel ist das Ursprüngliche; die Farben entstehen dort, wo Licht und Schatten unter bestimmten Winkeln einander durchkreuzen, wo also hell und dunkel unter ganz feststehenden Bedingungen zur Wechselwirkung gelangen. *Jede begrenzte Lichtquelle vermag durch Einwirkung auf die Ränder einer Fläche Farben zu erzeugen*. Durch geeignete Prismen lassen sich diese Farben zurückbrechen, worauf nur helle und dunkle Streifen hervortreten. Spektralfarben gemischt geben hier also Dunkelheit und *k e i n W e i s s* !

Die Farben entstehen durch Verbreiterung der Streifen, welche Licht erzeugt, wenn es an Flächen vorbei geht. Es ist in allen Fällen möglich, diese Streifen so zu verbreitern, dass sie sich stufenweise oder kontinuierlich in immer reiner gefärbt erscheinende Bänder auflösen. Wenn die Streifen auf einem Schirme aufgefangen werden, welcher senkrecht zur Richtung des projizierenden Lichtes steht, so kann man eine Verbreiterung der Streifen, wie schon erwähnt wurde, sehr leicht durch einfaches Neigen des Schirmes hervorbringen und dabei sofort feststellen, wie die Färbungen intensiver werden, sobald die Streifen ein gewisses Mass der Breite erreicht haben. Lässt man das Licht der Sonne durch eine enge Öffnung im Fensterladen einfallen und auf die Ränder einer Fläche wirken, die einen Meter weit entfernt ist, so breiten sich die Streifensysteme von den Rändern dieser Fläche ab fächerartig aus. Es tritt also mit zunehmender Entfernung des auffangenden Schirmes von der Fläche, welche projiziert wird, eine Verbreiterung der Streifen ein. Das entstehende Bild wird grösser, dementsprechend lichtschwächer und dabei gleichzeitig lebhafter gefärbt. - Unsere Sonne erscheint uns unter einem zu grossen Winkel, um ohne weiteres schon solche Streifen hervortreten lassen zu können. Auf dem Neptun wird jedoch die Schattenbildung eine von der auf unserer Erde hervortretenden wesentlich abweichende sein, denn die Sonne erscheint dorten nur unter einem Winkel von 1,66 Minuten. Welcher Art die dadurch hervorgerufenen Erscheinungen werden, die wir oben für unsere Sonnenbreite und künstlichen Lichtquellen zusammengestellt haben, ergibt sich leicht aus den bisherigen Darlegungen, Farbige Schattenstreifen werden auf dem Neptun das Gewöhnliche sein.

Wollen wir das Licht unserer Sonne zur Erzeugung farbiger Streifen benutzen, so müssen wir es durch einen engen Spalt hindurchgehen lassen. Die ersten farbigen Streifen sind dem unbewaffneten Auge bemerkbar, wenn nicht, wie oben ausgeführt wurde, zwei schmale Flächen einander genähert werden, sondern wenn wir 3, 4, 5 und mehr solcher Flächen, die in gleichen Abständen voneinander innerhalb eines Spaltes angebracht sind, Schatten werfen lassen. Wir erhalten dann ein einfaches Gitter, dass fernerhin dadurch beliebig modifiziert werden kann, dass wir die Flächen vermehren, verschmälern und ihre Abstände voneinander verringern.

An Stelle der in Figur 11 auf Seite 89 angebrachten zwei verschiebbaren Drähte wollen wir zunächst einmal etwa 10 (auf die Zahl kommt es nicht an) nehmen, die so miteinander verbunden werden, dass sie gleichmässig in wechselnde Abstände gebracht werden können. Dieses lässt sich erzielen, wenn die Drähte, welche etwa Haarstärke haben können, in je zwei Millimeter Abstand voneinander auf zwei Messingstreifen aufgeklemmt werden. In die Messingstreifen werden mit der Teilmaschine entsprechend viele Rillen eingraviert oder besser vorgerissen und eingeätzt, was leicht bewerkstelligt werden kann. Die Drahtenden werden in diese Rillen eingedrückt und dann beiderseits durch aufgenietete Messingplatten festgepresst. In den durch Figur 2 auf Tafel VI kenntlich gemachten Längen und Weiten werden diese einfachen Gitter auf ein Blech montiert; sie können nun in Parallelogrammen gegeneinander verschoben werden. Die Verschiebung erfolgt nur durch Bewegung der oberen Spannstreifen, welche in den extremsten Lagen in der Figur skizziert worden sind.

Die überaus interessanten und wichtigen Beziehungen, welche sich bei den mannigfachen Veränderungen der Gitterbreite und den nebenhergehenden wechselnden Abständen zwischen Schirm und Gitter ergeben, lassen sich leicht verfolgen, wenn man das Gitter in das Spaltbrett der Figur 6 auf Seite 36 einschaltet und die Bilder auf dem Schirme durch eine dunkle Brille beobachtet. Man kann, um etwaige Färbungen zur Anschauung zu bringen, weiterhin das Gitter zur Hälfte mit farbiger Gelatine verdecken und dadurch leicht die Erscheinungen derart wechselnd gestalten, dass es ganz unmöglich ist, auch nur einen Teil von ihnen in Worten kurz schildern zu können. Für die exakte wissenschaftliche Untersuchung sind nicht nur alle Abstände je auf das Genauste festzustellen, sondern es muss auch ebenso sorgfältig die Breite der Sonnenscheibe in Betracht gezogen werden; auf derart eingehende Untersuchungen kann naturgemäss an dieser Stelle nicht eingegangen werden.[12*])

[12*]) Die eingehenden Untersuchungen zu den hier zusammengestellten Forschungsergebnissen werden in besonderen Monographien ausführlich gebracht und je nach Abschluss durch den Buchhandel veröffentlicht.

Stehen also zehn Flächen in Gitterform in dem breiten Spalt des Fensterladens und befindet sich beiderseits neben diesem Gitter ein etwa zwei Zentimeter freier Raum, so kann der Schirm genügend weit entfernt werden, bevor die Schatten längs der Spaltschneiden mit den Schatten, welche die Gitterdrähte werfen, in Wechselbeziehung treten. Das ist unbedingt nötig, wenn das Hervortreten der Farben erläutert werden soll. Solche erscheinen nämlich nicht ohne weiteres durch ein frei stehendes Gitter, wenn die Lichtquelle - wie unsere Sonne - relativ breit zur Wirkung gelangt, sie treten aber in interessanter Weise hervor, wenn die Lichtquelle verschmälert wird.

Bringt man den Schirm etwa 5 cm hinter das von der Sonne voll durchschienene Gitter, so treten zehn Schattenstreifen ganz getrennt voneinander hervor. Die Schatten der Drähte lassen aber durch die Lupe, sobald der Schirm etwas geneigt wird, je die ganz schmalen, beiderseits verlaufenden Streifen erkennen. Wird der Schirm jetzt allmählich entfernt, während die Drähte des Gitters noch den Abstand von je zwei Millimeter aufweisen, so verändern sich zunächst nur die Schatten eines jeden Drahtes. Sie nehmen auch im direkten Sonnenlichte, wie man durch sorgfältiges Beobachten feststellen kann, die Form an, welche sich in Figur. 1 auf Tafel IV bei den Drähten und Haaren zeigt. In grösserer Entfernung verblassen aber

schliesslich unter dem mächtigen Einflusse des direkten Lichtes die Schatten derart, dass ein sicheres Beobachten unmöglich wird. In 15 cm Entfernung vom Schirme beobachtet man die Einzelschatten mit den je zugehörenden Streifen noch deutlich. Wird jetzt das Gitter allmählich verengt, so wandern dabei die Streifen übereinander hin; sie verdecken oder erhellen die mittleren Teile der Schatten (die ja eigentlich Kernschatten sein sollen), je nachdem die dunklen oder die hellen Grenzstreifen in Übereinanderlagerung kommen. Schliesslich ereignet es sich, dass die hellen Streifen die ursprünglichen dunklen Mitten aufhellen, und dass umgekehrt die dunklen Streifen die hellen Zwischenräume füllen, womit das Schattenbild gerade umgekehrt wie zu Anfang erscheint. Diese Verwandlung lässt sich ganz unmöglich in Worten darstellen, sie ist aber nicht nur wichtig und interessant, sondern auch recht leicht von jedermann selbst zu beobachten, denn mit zwei Schrauben, welche gleichmässiges Gewinde haben, einem feinen Messingdraht und etwas dickem Spirituslack kann man sich schnell ein Gitter herstellen, wie bereits in der Anmerkung auf Seite 89 angegeben wurde. Auf ähnliche Weise verfertigte einst Fraunhofer die Gitter zu seinen Untersuchungen.

Werden die Drähte schließlich bis auf 0,5 mm Abstand einander genähert, so sieht man die Streifen (immer bei 15 cm Schirmabstand) mannigfach durcheinander hinwandern und sich an den Seiten der ursprünglichen Schattenzone zu zwei dunklen Bändern verdichten, welche deutlich hervortreten. Diese auffallenden Streifen kann man leicht auf allen Stadien ihrer Entwicklung verfolgen; sie zeigen uns deutlich, dass hier *keine Wellenbewegung* die erzeugende Ursache sein kann, denn man erhält die gleichen Bilder auch dann, wenn man das Gitter unverändert bei bestimmtem Drahtabstand stehen lässt und nun den Schirm allmählich weiter verschiebt. Dadurch ändern sich die durch den Sonnendurchmesser bedingten Winkel nicht, sondern nur die Längen der Bögen bei verschiedenen Radien.

Im direkten Sonnenlichte ist vorläufig wenig Hervortretendes mehr zu beobachten. Man gewahrt nur, dass die beiden dunklen Streifen eine bräunlich-rote Färbung aufweisen, sobald der Schirm geneigt, das Bild also in die Länge oder Breite gezogen wird. Farben in ausgesprochener Weise sieht man weder bei solch einem einfachen groben Gitter, noch auch bei freistehenden feinen Gittern.

Halten wir jetzt einen gerade abgeschnittenen, breiten Blechstreifen in 0,5 mm Abstand neben einen am Ende stehenden Draht, verdunkeln wir also durch eine geradrandige Fläche die eine Seite des Spaltes, so tritt sofort eine ganz bemerkenswerte Änderung hervor. Die Schattenstreifen *neben der angeschobenen Fläche* erfahren eine durchgreifende Änderung. Die Fläche selbst erzeugt einen Schatten, der - entsprechend der Sonnenbreite - über die Schatten der Drähte herübergreift, und die Schatten der letzteren treten in Wechselbeziehung zu dem Schatten der Fläche. *Damit sind die Bedingungen zur Entstehung eines sogenannten Gitterspektrums gegeben*!

Um letzteres ableiten zu können, ist auch wieder, wie erwähnt, eine Änderung der Lichtquelle erforderlich. Das sich allseitig ausbreitende Licht der Sonne, also der Umstand, dass jeder Punkt unseres Beobachtungszimmers in gleicher Weise unter dem Einflusse der Sonnenscheibe von 32’ Durchmesser steht, wie es in Figur 3 auf Tafel III angedeutet wurde, verhindert die Ausbildung vollständiger Streifensysteme. Geht aber das Sonnenlicht zunächst durch eine feine Öffnung, so entsteht geradlinig

hinter dieser je ein Bild der Sonne. Innerhalb dieses Bildes steht jeder Punkt nur unter dem Einflusse eines Lichtkegels mit einem Winkel an der Spitze, der nach Sekunden misst; kein Punkt kann von Licht, das ausserhalb dieses Kegels liegt, getroffen werden! Geht das Licht des Sonnenbildes daher an einer Kante vorbei, so kann es sich nur in der früher geschilderten Weise in Streifen zerlegen, weil jetzt der unverdeckte und weitergehende Teil des Sonnenbildes von demjenigen Licht abgegrenzt wird, *welches an der Kante der Fläche vorbeigeht und für jeden Punkt dieser Kante unter dem Winkel, den die Öffnung mit jedem Punkte bildet, zur Einwirkung gelangt.* Warum sich aber auch hier anstatt der vorauszusetzenden Abschwächung eine ganz eigenartige Verstärkung der Lichtwirkung zeigt, ist noch zu untersuchen, mir fehlt zur Zeit jede Erklärung dafür. Diese Ansammlung von chemisch wirksamer Energie in dem ersten Streifen (hellen Grenzstreifen beim Schatten durch direktes Sonnenlicht) hängt also von noch unbekannten Verhältnissen ab, sie ist auch nicht mit dem Hervortreten von blauen oder violetten Farbentönen verknüpft; blau liegt erst nach der Schattenzone zu, und die helle Zone wird nach der Lichtseite hin rot umsäumt. An dieses Rot grenzt wieder Blau, wodurch der erste dunkle (farbige) Streif, der auch in der Photographie als *d u n k l e r* Streif hervortritt, entsteht. Der Zwischenraum zwischen diesem Streifen und dem nächstfolgenden ist, wie früher schon ausgeführt wurde, von einer ganz gesetzmässig festzustellenden Breite, welche der Breite der Öffnung im Fensterladen proportional ist.

Wird in das Sonnenbild eine schmale Fläche anstatt einer breiten eingeschaltet, so entstehen Streifensysteme, die sich aus 7, 8, 9, 10, 11 und 12, sowie aus den Spitzen von 5 in Figur 1 auf Tafel IV ableiten lassen. Die Wichtigkeit der dort zutage tretenden Breitenverhältnisse aller Schatten-Streifen wird jetzt erst deutlich hervortreten Wenn sich die mittleren Schatten-Streifen bei einer Flächenbreite von 0,01 mm genau so breit oder gar noch breiter zeigen, wie bei einer von 0,2 mm, so ist das eine Eigentümlichkeit, für welche vorläufig jede annehmbare Erklärung fehlt; aber es folgt daraus, dass sich bei einem Gitter, welches aus zahlreichen feinen Flächen besteht, die durch sehr schmale Zwischenräume voneinander geschieden werden, die Schatten unter gleichen Winkeln übereinander hinlagern müssen wie dann, wenn die Flächen breiter und die Zwischenräume nicht breiter werden. Nehmen wir nun weiterhin noch die Eigentümlichkeit hinzu, *dass die Streifen bei sehr schmalen Flächen relativ breiter auseinanderrücken*, so erklärt sich daraus schliesslich die eigenartige Übereinanderlagerung und Verbreiterung bei der Beugung durch einfache enge Spalte und bei der sich addierenden Beugung durch Gitterspalte. Wir wissen, dass die Spektren bei feinen Gittern breiter werden als bei weiteren Gittern.

Diese Erscheinungen können nur erklärt werden, wenn das Spektrum überhaupt besprochen worden ist. Das kann erst im folgenden Abschnitte geschehen, und deswegen müssen wir dieses Thema hier vorläufig einschränken und nur das oben erwähnte breite Gitter in der Wirkungssphäre des Sonnenbildes betrachten, das durch eine enge Öffnung erzeugt wurde.

Nehmen wir wieder 10 Drähte von je 0,2 mm Breite und 0,5 mm Abstand, so kann man dieses Gitter zunächst frei in 1 m Entfernung vom Loch im Fensterladen aufstellen und in das Sonnenbild hineinschieben. Hält man den Schirm anfänglich ganz dicht hinter das Gitter, um ihn von hier aus langsam zu entfernen, so vollziehen sich vor unsern Augen die hochinteressanten Übereinanderlagerungen von 10 Paar Streifensystemen. Wir sehen, wie nach den Seite 79 dargestellten Übereinanderlagerungen jetzt symmetrisch zur Mitte des projizierten Gitters die Streifen zur

Wechselwirkung gelangen, wie ein Farbenspiel hervortritt, das sich mit Worten gar nicht schildern lässt, wie aber daraus schliesslich eine ganz eigenartige Anordnung der Farben hervorgeht.

Die Drähte sind anfänglich dunkel mit den ganz schmal hervortretenden Streifensystemen, die sich sehr bald übereinander hinschieben, wodurch die Schatten der Drähte in Farben aufgelöst werden. Da die Drähte breit sind, so können die Farben nicht verschwinden, sondern treten bei grösserer Entfernung des Schirmes vom Gitter nur lebhafter hervor. Die Schatten der einzelnen Drähte zeigen nicht sämtlich die gleiche Färbung, sondern sind in regelmässigen Abständen verschieden gefärbt; die rote, blaue und violette Färbung tritt lebhaft hervor. Auch hier brauchen wir nur den Schirm um die Höhenaxe zu drehen, um die Schatten zu verbreitern und die Färbungen lebhafter und reiner hervortreten zu lassen; ein Gleiches erfolgt bei der Lichtbrechung durch Prismen, wie später darzulegen ist. - An den Seiten des Gitterbildes finden sich die Streifensysteme, von denen besonders der erste helle Streif jederseits auffallend hervortritt. Der erste dunkle zeigt bei 1 m Abstand zwischen Schirm und Gitter eine rote Färbung.

Wird nun dem Gitter eine Fläche so genähert, dass die Kante der letztern den Gitterstäben parallel ist, so vermögen wir damit leicht eine grosse Anzahl der wichtigsten Fragen zu lösen. Der Rand der Fläche zeigt im Sonnenbilde natürlich ebenfalls die Streifensysteme, welche ja früher hinlänglich geschildert wurden. Diese Systeme treten selbstredend mit denen an der zugekehrten Seite des Gitters in Wechselwirkung, sobald die Fläche stetig gegen das Gitter zu vorgeschoben wird, was durch eine Schieberführung leicht bewerkstelligt werden kann. Diese Führung ist so einzurichten, dass die Fläche nicht nur bis an das Gitter heran, sondern auch dicht darüber hinweg geschoben werden kann, was unbedingt erforderlich ist. Die bei der Annäherung in Wechselwirkung tretenden Streifensysteme zeigen zunächst nichts Bemerkenswertes, erst wenn der Rand des Schieberschattens in den ersten dunklen Grenzstreifen des Gitters eintritt, erscheinen in der breiten Schattenzone des Schiebers fast plötzlich die Spektra, das heisst, es treten einige zum Gitter parallel verlaufende gefärbte Streifen hervor, welche die Reihenfolge der Regenbogenfarben zeigen. Da diese farbigen Ränder durch ein Gitter erzeugt werden, so hat man sie Gitterspektra genannt.

Zunächst ist aber zu untersuchen, wie viel Stäbe oder Zwischenräume zwischen diesen im Gitter erforderlich sind, um die Farbenstreifen hervorzurufen. Unser Gitter hat 10 Stäbe; schieben wir also den Schieber dicht über diese hinweg, so muss es sich schnell entscheiden, wann die Streifen verschwinden. Das Experiment ist leicht auszuführen und das Resultat, welches dabei gewonnen wird, geradezu verblüffend. Wir können nämlich durch Vorschieben der Fläche nach und nach von den zehn schmalen Flächen (Drähten) neun überdecken und bemerken dann mit anfänglicher Überraschung, dass der eine Draht, der nun in 0,5 mm Abstand vom Rande der Fläche befindlich ist, schon genügt, um die farbigen Bänder zu erzeugen! Eine Fläche von 0,2 mm Breite ist aber kein Gitter; woher kommen also die farbigen Bänder, dürfen wir sie fernerhin überhaupt Gitterspektra nennen?

Die Antwort auf diese schwerwiegende Frage kann erst gegeben werden, wenn die Brechung des Lichtes und das Spektrum, welches ein Prisma erzeugt, besprochen worden ist. Hat man diesen Versuch abgeschlossen, so kann das Gitter beiderseits von breiten Flächen eingegrenzt werden. Schliesslich setzte ich an Stelle

des breiten Gitters solche, bei denen die Flächen in Glas eingezogene, durch Diamantspitzen erzeugte scharfe Linien waren. Die Breite der Linien betrug 0,02 mm, die Abstände je zweier Linien waren: 0,2; 0,17; 0,1; 0,05; 0,02 und 0,01 mm. Solche Gitter geben nun schliesslich Bilder, welche wir als die eigentlichen Gitterspektren bezeichnen. Ihre Ableitung folgt aus dem oben Mitgeteilten, ihre Erläuterung kann aber erst später erfolgen.

Die Farben bei direktem Sehen.

Im Anschlusse an das eben Ausgeführte muss ich hier noch nach einer anderen Richtung hin vorgreifen und wenigstens von dem direkt zu Beobachtenden soviel mitteilen, als nötig ist, um die Entstehung der Farben zu erläutern. Unser Auge ist, wie schon wiederholt angedeutet wurde, ein Organ, das seine Entstehung und Ausbildung ganz ausschliesslich dem Lichte verdankt. Ohne Licht ist kein Auge, kein dazu gehörender Gehirnteil denkbar, und mit diesen Teilen fehlen eine unschätzbar grosse Anzahl von Vorstellungen und Begriffen, welche unser Geistesleben auf das weitgehendste beeinflussen und reich gestalten. Wir sehen die Dinge der Aussenwelt in korrekter Weise, das lehren uns die photographischen Platten. Wir nehmen sie aber nicht nur wie eine solche in hellen und dunklen Abtönungen wahr, sondern die Welt um uns herum ist farbig und deshalb unendlich viel beachtenswerter, als wenn sie nur in den Tönen einer einfachen Photographie zur Aufnahme gelangte. Die Farben geben den Dingen um uns herum das, was wir Stimmung nennen; sie sondern die einzelnen gesehenen Objekte schärfer voneinander und bilden dann, von diesen Objekten ausgehend, in unserem Geistesleben ein mehr oder minder harmonisches Bild der Umgebung. *Die Natur schafft keine beleidigenden Zusammenstellungen*, sie verbindet gelb und grün und violett ebenso unfehlbar sicher zu einem harmonisch wirkenden Bilde, wie irgend eine andere beliebige Zusammenstellung; sie beleidigt unser Gefühl durch keine falsche Form, sondern scheint alles auf das Sorgsamste abzumessen und abzustimmen. Und der Mensch? - er geht auch als sogenannter Künstler oft achtlos an dieser Harmonie vorüber und glaubt imstande zu sein, selbst etwas Vollkommeneres schaffen zu können, er tönt den Himmel grün, setzt die violette Wiese darunter, färbt den diese durchschneidenden Bach gelb und nennt das Sudelwerk ein stimmungsvoll naturgemässes, modernes, zukünftige Geschlechter bilden und belehren sollendes Kunstwerk! - Wer dann die wunderbare und auf das höchste befriedigende Zusammenstimmung der Farben erschaut und erfasst hat, die ein funkelnder Edelstein, ein schillernder Schmetterling, ein Feldblumenstrauss, ein Regenbogen am Gewitterhimmel oder gar die Farbenpracht zahlreicher zusammenwirkender Spektren oder der Kristalle im polarisierten Lichte dem ernst Beobachtenden zum Bewusstsein bringen, dem schaudert vor dem Gedanken, dass es die Kunst, die doch eine meisterliche Nachahmung der Natur zum höchsten Ziele haben soll, wagen darf, solche Irrwege der Mit- und Nachwelt zu zeigen. Da ist es denn auch Pflicht der Wissenschaft, weiteren Kreisen klar zu machen, wie die Aufnahme von Formen und Farben durch unsere Augen erfolgt, und wie fest die Gesetze begründet sind, Dach denen sich Formen und Farben verbinden. Vom ersten Augenblicke an muss eine wissenschaftliche Darstellung, die ihren Einfluss voll zur Geltung bringen möchte und vielen verständlich werden will, auch diese Momente berücksichtigen.

Wie schafft uns die Natur Farben, wenn sie in der Aussenwelt an und für sich nicht vorhanden sind? Das Auge muss dann doch wohl selbst die Eigenschaften

besitzen, ohne komplizierte Vorgänge Farben entstehen zu lassen und unserem Geistesleben zum Bewusstsein zu bringen. Welches sind diese Eigenschaften und wie weit werden sie mit den bisher geschilderten Verhältnissen verknüpft, um den Eindruck der unschätzbaren Menge von Farben im Geiste wachrufen zu können? Als ich vor Jahresfrist darauf bezügliche Arbeiten meinen Fachgenossen vorzulegen für gut hielt, glaubte ich verstanden zu werden. Wenn ich die Eigenart des subjektiven Aufnehmens objektiver Naturerscheinungen zunächst als physikalische Vorgänge hinstellte, so geschah es, weil wir alle ganz selbstverständlich den rein subjektiven Vorgang des Farben-Sehens auch als einen rein physikalischen Abschnitt aus der Lehre vom Lichte lernten und lehren. Den Regenbogen bezeichnen wir doch als ein rein physikalisches Phänomen. Wenn ich also nachweise, wie in unserem Auge die Reize hervorgerufen werden, welche zum geistigen Vorstellen der Regenbogenfarben, die doch am Himmel gar nicht sind, hinführen, so schildere ich ebenso gut das einfache Zustandekommen eines physikalischen Experimentes, als wenn ich beschreibe, wie durch Eisenfeilspäne die Kraftlinien, die ein Magnet zu erzeugen vermag, zur Anschauung zu bringen sind. Das Auge, das uns bei millionenfachen Beobachtungen zuverlässig berichtet, soll in seiner ureigentsten Eigenschaft fehlerhaft sein?

Nehmen wir einen Spalt, der nur noch 0,1 mm Breite besitzt, nahe vor das Auge, und stellen wir dieses dann auf die Ferne ein, so sehen wir plötzlich in dem ganz verbreitert erscheinenden Spalte eine grosse Anzahl von zarten und kräftigeren Längslinien. In der Mitte tritt eine auffallend helle hervor, neben welcher dunklere ausgebildet sind. Die Linien sind nicht symmetrisch zur Spaltmitte angeordnet, sondern sind auf beiden Seiten verschieden ausgebildet. Drehen wir daher den Spalt um seinen Mittelpunkt, so verändern sich die Linien fortwährend in ihren Lagerungen zueinander, um nach und nach, sobald eine Drehung der Spaltfläche um 180^0 stattgefunden hat, wieder in die Ausgangsstellung zurückzukehren.

Werden die Schneiden des Spaltes auseinandergeschraubt, so zeigt es sich, dass *zwei Liniensysteme übereinander liegen, die sich nunmehr trennen; dieses Auseinanderrücken der Systeme kann nichts Subjektives sein*, denn das Auge kann nicht an einem Punkte zwei verschiedene Systeme wahrnehmen und sich voneinander trennen sehen. Die Streifensysteme, welche wir seither in der objektivsten Weise zur Darstellung bringen können, werden auch vom Auge wahrgenommen; ihnen gesellen sich bei der direkten Beobachtung allerdings Streifen bei, welche ihren Grund im Bau der Linse und des Glaskörpers des Auges haben. Werden die Schneiden um einige Millimeter auseinander geschraubt, so sehen wir - wenn der Spalt immer nahe vor dem Auge und dieses auf die Ferne eingestellt bleibt - die Streifen ähnlich so, wie sie bei der Projektion durch direktes Sonnenlicht hervortreten. Unsere Pupille ist kreisförmig, und das Licht zerlegt sich am Rande der Spaltschneiden in Streifensysteme, die vom Auge, wenn es nicht auf die Streifen zu akkomodieren vermag, auch wahrgenommen werden, ähnlich so, wie sie die photographische Platte aufnimmt. Schrauben wir die Spaltschneiden wieder zusammen, so treten Erscheinungen hervor, wie sie Seite 35 vom direkten Sonnenlichte geschildert worden sind! Das wollen wir uns an erster Stelle merken!

Ist der Spalt bis auf 0,5 mm verengt, so tritt eines der bemerkenswertesten Phänomene hervor; um es ganz deutlich von Anfang an verfolgen zu können, wollen wir den Spalt in den Fensterladen einschalten und eine Anzahl weiterer Untersuchungen vom dunklen Zimmer aus machen. Sehen wir durch den so

zugerichteten Spalt hindurch nach einem fernen Gegenstande, wobei das Auge etwas näher als beim deutlichen Sehen in der Nähe (genauem Lesenkönnen z. B.) vom Spalt entfernt bleibe, so treten nicht nur die Liniensysteme im Spaltbilde hervor, sondern *es erscheinen Farben*, die um so lebhafter werden, je länger man beobachtet.

Die Ränder des Spaltbildes sind ringsum rot umsäumt. Nach der Schattenzone zu geht das Rot in Braun über, nach dem Spalt. innern zu in Gelb. Die Streifen in der Mitte des Spaltbildes erscheinen mehr oder weniger bläulich bis rein violett-blau gefärbt. *Diese Färbungen sind subjektiv*, sie hängen auf das Innigste mit der Übereinanderlagerung der gesehenen Streifensysteme zusammen, von denen es ganz gleichgültig ist, ob sie von der Energie als solcher oder von Unreinigkeiten der brechenden Medien unseres Auges herrühren. Um die Färbungen in der schönsten Weise darzustellen, muss der Versuch gleich etwas geändert werden.

Der Spalt im Fensterladen wird auf 3 mm erweitert. Der Beobachtende geht etwa zwei Meter zurück, muss aber den Spalt scharf sehen, also bei Kurzsichtigkeit Brille tragen. Dicht vor das Auge wird ein Streifen Blech (Uhrfeder) von einigen Zentimetern Länge und 3 mm Breite gehalten und an den Seiten dieses Streifens vorbei der Spalt beobachtet. Sofort treten für alle normalen Augen die auffälligsten Farben hervor. Der vor dem Auge befindliche Streifen ist tief gelb-rot umsäumt, bei längerer Beobachtung, also mit sich erweiternder Pupille, geht eine tief-rote Färbung über den ganzen Streifen bin. Rechts und links von diesem Bilde treten die Schneiden des fernen Spaltes in reinem Blau gefärbt hervor! Wir haben zwei Spektren, die symmetrisch zur Mitte des vor dem Auge befindlichen Streifens auftreten. Ihre Farben sind aber nicht hervorgetreten, weil - wie ganz irriger Weise angenommen und gelehrt wurde - die brechenden Teile des Auges schlecht korrigiert sind, das Auge also nicht achromatisch (ohne farbige Säume) sieht, sondern weil sie durch Übereinanderlagerung der Streifensysteme ganz gesetzmässig entstehen und erscheinen müssen, ebenso, wie die wiederholt geschilderten farbigen Streifen bei den einfachsten Flächenwirkungen. Deutlich kann wahrgenommen werden, wie die Streifen, welche zu beiden Seiten der nahen Fläche, also längs der Kanten der Uhrfeder, sichtbar werden, sich über die Schattenzonen des fernen Spaltes herüber lagern und dadurch den Schattengrenzen die eigenartige blaue bis violette Färbung verleihen! Man sieht ohne Mühe - und wer Augen hat zu sehen, der sehe! - in den blauen und violetten Gebieten die hellen Zwischenräume zwischen den Streifensystemen scharf ausgeprägt und kann sich, da die hellen Grenzlinien (hier für Pupillenbreite gültig) nicht fehlen, leicht orientieren.

Diese wenigen Experimente, die später noch erweitert und begründet werden müssen, wollen wir uns vorläufig ganz genau merken und nun zunächst zu dem für den einzelnen und die Technik wichtigsten Kapitel, zur Brechung des Lichtes, übergehen.

Die seither gewonnenen Resultate lassen sich folgendermassen zusammenfassen:

In dem Wirkungsgebiete einer räumlich begrenzten Energiequelle entstehen vom Rande jeder Zone, welche die Ausbreitung der Energie hindert, divergierend ausgehende, energiereichere und energieärmere Bezirke, deren Ausbildung durch die Winkel bedingt wird, unter denen die einzelnen Punkte der Energiequelle von den Grenzen der hemmenden Zone aus erscheinen. - Werden durch Auffangsschirme Durchschnitte durch diese räumlich ausgedehnten Gebiete gewonnen so treten für unser Sehvermögen helle und dunkle oder farbige Streifen hervor, zwischen denen auf jedem Durchschnitte gleiche Verhältnisse herrschen. Es Ist deswegen ganz ausgeschlossen, dass Wellenbewegungen die Ursache dieser Streifen abgeben können ! - Flächen, welche Energie zu spiegeln vermögen, zeigen gleiche Erscheinungen längs der Grenzen desjenigen Raumes, der durch die zurückgeworfene Energie beeinflusst wird.

D. Die Brechung des Lichtes.

Befinden wir uns in einem vollkommen verdunkelten Raume, so sind für unsere gesamte Geistestätigkeit Form, Licht und Farben nur noch in der Erinnerung vorhanden, und diese erweist sich nach dieser Richtung hin dazu noch als höchst mangelhaft. Unsere Augen kann kein Reiz treffen, der als Licht oder Farbe empfunden werden könnte; nur, wenn ein Stoss oder Schlag das Auge trifft, wenn also ein ganz grober, mechanischer Reiz ausgeübt wird, der auch die tiefer liegenden Teile, den Sehnerven und das Gehirn, in Mitleidenschaft zieht, treten lebhafte blitzartige Lichterscheinungen, sogenannte Funken, auf. Machen wir nun in eine Wand des verdunkelten Raumes eine punktförmige Öffnung, so empfinden wir, falls die Aussenwelt hell erleuchtet ist, zunächst einen hellen Schein, der unseren Aufenthaltsort durchdringt; wir gewahren nach und nach an der Wand, welche der Öffnung gegenüber liegt, ein umgekehrtes, ganz mattes Bild der Aussenwelt mit allen Formen, Schattierungen und Farbentönen, das heisst "wir sehen". Das Bild an der Wand kommt aber ganz anders zustande als das Bild in unserem Auge. Das letztere entsteht durch Lichtbrechung, das erstere durch Lichtbeugung, wie wir sie seither schon wiederholt betrachtet haben. Die Lichtbrechung ist der Vorgang, bei dem die grösstmöglichste Fülle von Licht zur Verwendung kommen kann, bei der also die Aussenwelt in der geeignetsten Weise wahrgenommen zu werden vermag. Die Lichtbrechung lässt einzig und allein in unseren Augen helle, scharfe Bilder der Aussendinge entstehen, während durch Beugung, wie sie bei der Lochkamera angewandt wird, nur lichtschwache, unscharfe Bilder hervortreten. Und wir verstärken diese Eigenschaft unseres Auges noch in der machtvollsten Weise. Wenn wir mit dem Mikroskope die Wunder der unsichtbaren Welt erschliessen und daran ungetrübte Freude empfinden, wenn wir also Lebewesen, Strukturen, Flächen und anderes mehr denn tausendfach linear vergrössert unser Auge aufnehmen lassen, wenn wir mit einem der modernen grossen Fernrohre die Weiten des Weltalls durchdringen und die funkelnden Sterne, die himmlischen Nebel und sonstigen unschätzbar fernen Gebilde eine vernehmliche Sprache reden lassen, wenn wir uns dann noch durch die photographische Platte Geheimnisse aus dem Himmelraume und von irdischen Dingen offenbaren lassen, die das Auge keines Sterblichen zu ergründen vermag, so nehmen wir hierzu die Eigenschaft der sogenannten Glas-Linsen "das Licht brechen zu können" zu Hilfe. Zaubern wir an die Wand das wunderbare Farbenspiel eines band- oder gar kreisförmigen Spektrums, so brechen wir wieder das Licht durch besonders geformte, durchsichtige Apparate, die wir Prismen nennen.

Die Masse des brechenden Stoffes, also z. B. des Glases, und die Eigenart des Lichtes müssen zusammen den Grund dafür abgeben, warum solche Erscheinungen hervortreten. Wir schleifen ein Glas in bestimmten Formen und zwingen dadurch das Licht es nur in bestimmten gesetzmässigen Bahnen zu durcheilen; jeder unregelmässige Glassplitter zeigt aber bereits an seinen mannigfachen Kanten und Flächen die gleichen Eigentümlichkeiten ungeordnet nebeneinander.

Wir hatten geglaubt, die wichtigsten Verhältnisse, welche bei der Lichtbrechung eine Rolle spielen, erkannt, erforscht und durch strenge mathematische Betrachtungen sicher gestellt zu haben. Wie aber bereits aus diesem Kapitel hervorgeht, müssen noch Momente berücksichtigt werden, die seither ganz ausser acht gelassen wurden; hoffentlich regen die gebotenen Darstellungen manchen zur

Mit- und Weiterarbeit an, denn nicht nur in unserem engen Kreise spielt die Lichtbrechung eine grosse Rolle, sondern sie beherrscht auch eine bereits erheblich ausgedehnte Industrie und beeinflusst ausserdem in nicht geringem Masse die gesamte Oberfläche unserer Erde, deren kugelschalenförmige Luftschicht ebenso betrachtet sein will, wie ein ähnlich geschliffenes Glas. Wenn dieses Kapitel daher einen relativ grossen Raum in den Darstellungen einnimmt, so liegt der Grund dafür in der Wichtigkeit der Erscheinungen, welche gerade bei der Brechung des Lichtes durch die Körper auf unserer Erdoberfläche so mannigfaltig hervortreten und unsere Beachtung herausfordern.

I. Allgemeines über die Brechung des Lichtes.

Geht Licht aus einem dünneren Mittel in ein dichteres 13*) über, so verringert sich seine Geschwindigkeit; findet der Übertritt aus einem dichteren in ein dünneres Mittel statt, so vergrössert sich im letzteren sofort wieder die Geschwindigkeit! In dieser Form wird eines der wichtigsten Gesetze der Optik hingestellt. Licht, das aus dem Weltenraume zur Erde gelangt, mag es von der Sonne oder von irgend einem anderen Weltkörper stammen, verliert beim Eintritt in die Lufthülle der Erde einen Teil seiner Geschwindigkeit, in der hohen, dünnen Luftschichten wenig, in den tieferen, dichten mehr.

Tritt Licht aus Luft in das erheblich dichtere Wasser oder in das noch dichtere Glas ein, so findet nach der seitherigen Annahme eine sichtbare Verzögerung seiner Geschwindigkeit statt, die so gross ist, dass der Weg, den das Licht durch den dichteren Stoff macht, unter gewissen Bedingungen geändert wird. Es kommt bei schräg in ein dichtes Mittel hineingehendem Lichte zu einer Ablenkung des Ganges, die wir als *Brechung der Lichtstrahlen* bezeichnen

Nehmen wir eine dicke Glasmasse, an welche zwei unter sich parallele Flächen angeschliffen wurden, so kann diese über viele Verhältnisse Aufschluss geben. Glaswürfel oder dicke, als Briefbeschwerer geschliffene Glasplatten sind heute verbreitete Handelsartikel, also leicht beschaffbar. Eine Fläche wird dem Auge zugekehrt und zunächst senkrecht zur Augenaxe gehalten. Sieht man in dieser Stellung durch das Glas gerade hindurch, so erscheinen in gerader (senkrechter) Richtung dahinter befindliche Dinge am richtigen Orte; alles was aber rechts und links von der Ebene liegt, die senkrecht auf Glas und Auge steht, erscheint vom Platze weggerückt. Wir ziehen auf ein Blatt weissen Papieres z. B. sieben von oben nach unten gehende, parallele, starke Linien, die je einen Zentimeter voneinander entfernt sind. Die mittlere Linie wird fixiert, und die Glasplatte alsdann so zwischen Auge und Papier gehalten, dass ihre Flächen senkrecht auf der Verbindungslinie von Auge und Linie stehen. Die mittlere Linie erscheint dann, wenn sie oben und unten über das Glas hervorragt, unverändert als Gerade. Betrachtet man nun die Linien rechts und links von ihr, so erscheinen diese alle an den Stellen, welche von der Glasplatte überlagert werden, durchbrochen und die Stücke seitwärts verschoben, wie die Figur 3 auf Tafel VI zeigt. Je weiter eine Linie von der mittleren entfernt ist, umso beträchtlicher ist die Verschiebung des ausgeschalteten Teiles nach der entfernten Richtung hin.

13*) Die Physik hat nun seit langer Zeit hier Begriffe angenommen, welche von den allgemein üblichen etwas abweichen. Dichte im mechanischen S i n n e bezeichnet die in einer Raumeinheit enthaltene Masse eines Stoffes; je grösser letztere ist, um so dichter ist der Stoff. Masse ist die in der Raumeinheit enthaltene Menge eines Stoffes. In einen Raummeter gehen bei 0^0 1000 kg Wasser, ein Kubikmeter Luft von 0^0 wiegt 1293 g. Luft ist bei 0^0 und bei 760 mm Barometerstand also 773 mal leichter als Wasser, das heisst im Verhältnis zu Wasser auch ebenso viele Male weniger dicht. Wir können einen Raum derart luftleer pumpen, dass nur ein Rückstand von 0,000012 mm Druck bleibt. Mit einer gewöhnlichen Luftpumpe lässt sich etwa eine Verdünnung um das 350 fache erzielen, also wiegt dann 1 cbm dieser verdünnten Luft bei 0^0 nur 850 mal weniger, ist also 350 mal weniger dicht. Die Dichten verhalten sich also wie 1 : 350 von Luft zu luftverdünntem Raum und wie 1 : 773 wie Luft zu Wasser.
D i c h t e i m S i n n e d e r 0 p t i k bezeichnet aber ganz etwas anderes. Dasjenige Mittel, in welchem das durchgehende Lichtbündel mit der auf dem Eintrittspunkte errichteten Senkrechten (Einfallslot) den kleineren Winkel bildet, heisst das optisch dichtere. Luft verhält sich zu Wasser wie 4/3, der Brechungsexponent ist also 1,333; der zwischen Luft und luftverdünntem Raume ist gleich 1,000249, also etwa wie 4001/4000. Diese Verhältnisse lassen sich daher mit den oben angeführten absolut nicht in Vergleich bringen. Welches ist nun das Verhältnis zwischen dem hypothetischen Lichtäther und der Luft des luftverdünnten Raumes? Wenn im folgenden von "Dichte" gesprochen wird, so ist darunter stets die im optischen Sinne gemeint!

Um diese eigenartige Verschiebung zu verstehen, müssen wir den Durchtritt des Lichtes durch das Glas hindurch direkt zu verfolgen suchen; es lässt sich dies unschwer erreichen.

Eine Fläche eines Glaswürfels wird matt geschliffen, oder man verklebt sie vermittelst eines geeigneten Lackes (Kanadabalsam) mit weissem Papier. Der Würfel wird dann mit dieser Fläche auf ein Stück weissen Kartons gesetzt. In den Fensterladen schiebt man den Spalt der Figur 5 auf Seite 35 aufrecht ein und lässt Sonnenlicht durchtreten. Vor das untere Ende des Spaltes hält man das Stück Karton so, dass das Sonnenlicht eben über die Papierfläche hinstreicht und hier einen hellen Streif aufzeichnet. Mitten auf den Karton und in den Streif hinein wird nun der Glaswürfel gesetzt.

Fällt das Licht, das den Spalt durchzieht, senkrecht auf die dem Spalt zugekehrte Würfelfläche, so geht es ganz geradlinig in den Würfel hinein, durch ihn hindurch und an der entgegengesetzten Seite wieder ausserhalb weiter. Auf der unteren, mattgeschliffenen Würfelfläche sieht man den Gang des Lichtbündels genau aufgezeichnet. - Misst man ganz genau mit geeigneten Instrumenten, so lässt sich feststellen, dass nur der mittlere Teil des Lichtes, das durch den Spalt ging, geradeaus weitergeht, dass aber die Randzonen des Spaltbildes eine immerhin bemerkbare Ablenkung erfahren haben. Dieses sei, den Tatsachen entsprechend, vorläufig gesagt, weil sich daraus ganz wichtige Schlüsse ziehen lassen, wenn die Entstehung der Spektralfarben behandelt werden muss.

Wird jetzt der Würfel um den Mittelpunkt seiner unteren Fläche gedreht, so fällt das vom Spalt kommende Lichtbündel schräg auf die ihm zugekehrte Würfelfläche. Ein Teil des hier auftreffenden Lichtes wird zurückgeworfen, der grössere Teil geht durch das Glas hindurch. Schon bei der senkrechten Stellung, die oben angenommen wurde, wird eine gewisse Menge Licht zurückgeworfen. Beim Durchgange durch das Glas wird ein weiterer Teil des Lichtes absorbiert, das heisst: es zerlegt sieh an der Struktur des Glases, wie wir es später am auffälligsten bei Kristallen finden. - Das schräg aus dem Würfel wieder austretende Lichtbündel zeigt gegenüber dem eintretenden, ausser dem erwähnten Verlust, noch eine ganz andere Eigentümlichkeit: es ist aus seiner ursprünglichen Bahn ganz erheblich abgelenkt worden, es erfuhr eine zweimalige Brechung! Die erste beim Eintritt in den Würfel, die zweite beim Austritt aus diesem. Man kann den Gang der Lichtstrahlen auf dem Karton und auf der matten Basis des Würfels ganz genau verfolgen. Das vom Spalt kommende Licht geht geradeaus zur vorderen Würfelwand, auf dem Karton stellt es

sich aber nicht als gleichbreites Band dar, sondern es erscheint radiär verbreitert. Im Würfel erscheint das Band ganz scharf von der Eintrittsstelle aus abgelenkt und zwar in folgender Weise: Errichten wir auf der Würfelfläche, dort wo die Mitte des auftreffenden Lichtbündels ist, eine Senkrechte, und verlängern wir diese durch den Würfel hindurch weiter nach der entgegengesetzten Seite, so bildet das einfallende Lichtbündel mit dieser einen spitzen Winkel; das durch den Würfel gehende Lichtbündel bildet aber gegen die Senkrechte zu einen noch spitzeren Winkel. Das aus dem Würfel austretende Bündel geht nun wieder parallel zum einfallenden weiter. In die Figur 4 auf Tafel VI ist der Gang des Lichtbündels eingezeichnet, nicht, wie es sonst üblich ist, mit einfachen geraden Strichen, sondern entsprechend dem tatsächlichen Verhalten, es ist nur der Winkel von 32' durch einen grösseren ersetzt worden.

Es zeigt sich bei sorgfältigen Untersuchungen auch hier, dass das Lichtbündel noch mehrere Umformungen erfahren hat, die nicht übergangen werden dürfen. Wir mögen es nämlich machen, wie wir irgend können, stets werden wir von einem Spalt aus einem mathematisch bestimmbaren, divergierenden Lichtkörper erhalten, weil die Lichtquelle stets räumlich ist. Sogenannte parallele Lichtstrahlen gibt es also nicht, und selbst Spalte von 0,001 mm Breite, die wir unter dem Mikroskope betrachten, senden Lichtkörper weiter, die ich - um keinen Irrtum aufkommen zu lassen - als Lichtbündel bezeichne, das heisst das Licht breitet sich nach dem Durchgange durch enge Spalte oder Öffnungen irgend welcher Art nach den Seiten hin aus und zwar entsprechend der Breite oder Ausdehnung der Lichtquelle! Wiederholt habe ich erwähnt, dass diese Ausbreitungsweise dem Lichte oder der von einer Quelle stammenden Energie den Charakter des Körperlichen oder Stoffartigen zuweist. Bis zu einem gewissen Grade unterliegt das so auf einen bestimmten Raum angewiesene Licht einer Anzahl von Gesetzen, die wir in der Mechanik als feststehend ansehen, andererseits weicht es in seinen Eigenschaften wieder von wichtigen Gesetzen der Mechanik ab.

Wenn wir das von einem Spalt mit dahinter befindlicher Lichtquelle erzeugte Lichtbündel schräg durch ein dichteres Mittel hindurchgehen lassen, in diesem Falle also durch den Glaswürfel, so erleidet das Licht nicht nur eine Ablenkung, sondern es wird noch weiter verändert. Die einzelnen Teile des Lichtbündels, die wir als Lichtstrahlen bezeichnen, ordnen sich in einer eigenartigen Weise an. Waren sie vor ihrem Eintritte in das Glas noch mannigfach durchkreuzt und scheinbar wirr durcheinander geschoben, so zeigen sie jetzt eine bestimmte Gleichmässigkeit in ihrem weiteren Verlaufe, aus der sie sich nicht leicht wieder herausbringen lassen. Wir bezeichnen diese Veränderung als Polarisation. Beim Durchgange durch nur eine Glasplatte tritt die Änderung wenig auffällig hervor, sie besteht aber bereits. Sobald nämlich mehrere Platten, von nicht allzu beträchtlicher Dichte, parallel hintereinander geschaltet werden, verstärkt sich diese Eigenart stufenweise mit jeder hinzugefügten Platte. Wir werden diese Umwandlungen noch kennen lernen. Hier sollte nur von Anfang an darauf hingewiesen werden, dass das Licht nicht nur seinen Weg ändert. Lassen wir das Licht, wie es durch den Spalt kommt, auf einen Schirm auffallen, der einige Meter vom Spalt entfernt ist, so entsteht auf dem Schirme ein breiteres, helles Band, das unter gewissen Umständen an den Seiten von Farbenstreifen umgeben ist. Messen wir den mittleren hellen Teil dadurch, dass wir seine Grenzen mit Bleistift umreissen, so können wir nach früher Gesagtem aus seiner Breite unter Umständen die Breite der Lichtquelle bestimmen. Geht das Lichtbündel aber durch eine Glasplatte hindurch, die schräg hinter den Spalt gehalten wird, so verändert es

seinen Ort, je nach der Stellung der Glasplatte; gleichzeitig erweist sich auch die Breite seines Bildes auf dem Schirme geändert. Auch bei senkrecht gehaltenem Schirme erscheint das Bild verbreitert. Zum Gelingen dieses Versuches bedarf es aber einer durchaus gleichmässigen und absolut planparallel geschliffenen Glasplatte. Verlassen wir also zunächst diesen Versuch, um zu anderen überzugehen und ihnen diesen später wieder anzureihen. Halten wir nur die Tatsache fest, dass das Licht beim Gange durch verschieden dichte Stoffe von seinem Wege abgelenkt wird. Diese Tatsache ist ja allgemein bekannt. Jeder gerade Stab, der schräg in ein ruhiges Wasser gehalten wird, erscheint nach diesem Gesetze geknickt, sobald wir ihn schräg von der Seite betrachten; genau nach diesem Gesetze scheint sich der Boden eines Gefässes, in das wir schräg von der Seite hineinsehen, zu heben, sobald wir in das Gefäss Wasser oder eine andere Flüssigkeit giessen. Diese Tatsache wurde bereits im zweiten Jahrzehnt des 17. Jahrhunderts von dem nur zu früh verstorbenen, genialen Willebrord Snellius bearbeitet. Sein Zeitgenosse, der Jesuitenzögling Descartes, nahm die unveröffentlichten Angaben, über die uns wieder ein Zeitgenosse Descartes, der nicht minder berühmte Huyghens, berichtet, in seine Arbeiten auf. Descartes und Huyghens vernachlässigten die Hebung der Bilder, weil diese mit ihren Hypothesen und Rechnungen gar nicht in Einklang zu bringen war, und formulierten das heute gültige Brechungsgesetz aus den Verhältnissen der Sinus des einfallenden und gebrochenen Strahles, sowie die Hypothese von der wellenartigen Ausbreitung des Lichtes. Also mit Verdeckung und Entstellung von unverrückbar feststehenden Tatsachen wurde unsere moderne Optik in die Wege geleitet. Über diesen Entwicklungsgang der wissenschaftlichen Optik habe ich später noch manches hinzuzufügen.

Bereits Snellius bediente sich zur Ausführung seiner Untersuchungen verschiedener Flüssigkeiten, die er in Gefässe mit ebenem Boden goss, um dann über den Gefässrand hinweg nach Marken auf dem Boden des Gefässes zu visieren. Flüssigkeiten haben vor Glas den Vorzug, dass sie homogen ausgebildet sind, sie können daher auch ganz zweckmässig zur Herstellung von stärkeren homogenen Platten, Prismen u. s. w. Verwendung finden, wenn sie in eine Schale gegossen werden, welche einen Boden besitzt, der - wenigstens teilweise - aus einer dünnen planparallelen Glasscheibe besteht. Letztere braucht nicht Umfangreich zu sein, es genügt eine Platte von 3-4 cm Durchmesser, die in den Boden eines Blechgefässes eingekittet ist. Die Mitte der Oberfläche einer Flüssigkeit ist in breiteren Gefässen stets eben, sie wird nur leicht erschüttert, deshalb bedeckt man sie mit einer zweiten, parallel geschliffenen Glasscheibe, an welche ringsum ein leichter Blechrand angekittet ist, so dass die Scheibe wie ein Nachen auf der Flüssigkeit schwimmt. Die Brechung des Lichtes in den beiden Glasplatten muss bei genauen Untersuchungen in Betracht gezogen werden, bei einfachen Demonstrationsexperimenten darf man sie vernachlässigen. Dieses Gefäss wird auf das durchbrochene Tischchen *h* des in Figur 2 auf Seite 26 dargestellten Apparates gestellt und kann nun einmal mit den mannigfachsten, das Licht verschieden stark brechenden Flüssigkeiten gefüllt werden und dann ferner leicht in ein Prisma mit wechselnden Winkeln an der brechenden Kante umgewandelt werden. Man kann, um letzteres zu erreichen, sowohl die Grundfläche neigen, als auch die obere Scheibe schief in die Flüssigkeit eindrücken. Die Lichtquelle wird von oben oder unten zur Einwirkung gebracht. Sonnenlicht, das ich ausnahmslos direkt einfallen lasse, ändert seinen Einfallswinkel nach der Jahres- und Tageszeit, ganz abgesehen von der geographischen Breite des Beobachtungsortes; es kommt bei uns aber stets schräg von oben, deshalb muss bei Untersuchungen mit prismatischen Körpern die brechende Kante horizontal

gerichtet sein. Will man Sonnenlicht wagerecht, oder von unten einfallen lassen, so muss es ganz unbedingt durch irgend einen Spiegel abgelenkt werden. Wird aber ein Spiegel angewandt, so ergeben sich nach dem, was früher gesagt wurde, oft erhebliche Änderungen des Ganges des Lichtes. Glasspiegel können mir als Prismen einwandfrei sein, dadurch sind ihrer Grösse enge Grenzen gesetzt. Metallspiegel sind teuer und sehr empfindlich, kommen also kaum in Betracht. Es bleibt daher, da das direkte Licht der Sonne nimmermehr ersetzt oder modifiziert werden kann, nichts anderes übrig, als die einfachen Apparate mannigfach zu modifizieren; ich muss darauf zurückkommen.

Stellen wir den Apparat wie In Figur 2 *b*, und bringen wir auf das durchbrochene Tischchen *h* die Schale mit dem Glasboden. In sie wird zunächst $^1/_2$ cm hoch reines, abgekochtes Wasser gegossen, dessen Oberfläche dem Glasboden parallel sein muss. Fällt nun Sonnenlicht schräg auf das Wasser, so wird es teils an dessen Oberfläche zurückgeworfen, teils geht es durch das Wasser hindurch und zeichnet das Bild des Gefässbodens auf dem Tische ab. Es wird nunmehr auf den Zeiger *b* ein Spalt aufgesetzt und der Zeiger *c* mit b in eine gerade Linie gebracht, wodurch das Bild des Spaltes auf den Schirm *s"* geworfen wird, der leicht ersehen lässt um wieviel eine Ablenkung stattgefunden hat. Das Bild des Spaltes muss mit seiner Mitte auf der Mittellinie des Schirmes stehen, dann können die Winkel abgelesen werden. Nun giesst man langsam Wasser zu und beobachtet dabei die Verschiebung des Spaltbildes, welche stetig erfolgt, solange Wasser zugegossen wird, solange also die dichtere Schicht eine Verdickung erfährt. Das Bild wird unruhig zittern, deswegen muss auf das Wasser die zweite Glasplatte aufgelegt werden; das Bild darf sich dadurch nur wenig verschieben. Die Ablenkung des Lichtes wird also mit zunehmender Dicke der Schicht, welche das Licht bricht, stärker.

Giessen wir nun das Wasser in einen Messzylinder, und ersetzen wir es durch die gleiche Menge Glyzerin, so zeigt es sich sofort, dass das Bild weiter entfernt erscheint. Das Glyzerin setzt also, wie wir sagen, dem Lichte einen größeren Widerstand entgegen und lenkt es von seinem Gange stärker ab. Glyzerin mit Wasser gemischt ergibt entsprechende Mittelwerte. Andere Flüssigkeiten ergeben mehr oder minder weit abweichende Werte, die sich in bezug auf den für reines Wasser gefundenen Wert in eine Reihe stellen lassen. Wird das "Licht-Brechungsvermögen", wie diese Eigenschaft der Stoffe genannt wird, des Wassers mit der Wertziffer 1,33 bezeichnet, so zeigt es sich, dass einige Stoffe weniger brechende, andere stärker brechende Eigenschaften haben.

Bevor wir das Brechungs-Gesetz, das heißt die Regelmässigkeiten in der Ablenkung des Lichtes beim Übergange ans einem Stoffe in einen von ihm verschieden dichten, ableiten und feststellen, wollen wir einige geänderte Versuche machen, durch welche sich schliesslich eine Darstellung der Lichtbrechung ergibt, die von der seither üblichen ganz wesentlich abweicht, die uns schliesslich zu ganz neuen Gesichtspunkten führt.

Wir nehmen eine Lupe, ein Objektiv oder überhaupt ein Vergrösserungsglas vor das Auge und stellen irgend ein Bild scharf ein. Es werde also beispielsweise auf den Tisch eines Mikroskopes ein bedrucktes Papier gelegt und dieses bei schwacher Vergrösserung betrachtet. Ein gutes Mikroskop gibt dann ein kreisförmiges, allerorts gleich scharfes Bild der Schrift. Nun stellen wir auf die Schrift das oben erwähnte Näpfchen mit der planparallelen Scheibe im Boden. Die Schrift wird, falls das

Bodenglas dünn ist, nur ganz *wenig geändert* erscheinen, sie erhält eine Spur *Unschärfe*. Giessen wir aber in das Näpfchen eine durchsichtige Flüssigkeit, so wird das Bild der Schrift mit zunehmender Höhe der aufgegossenen Schicht zunehmend unschärfer. *Wir müssen, um wieder ein scharfes Bild zu erhalten, den Abstand zwischen der Oberfläche der Flüssigkeit und der unteren Fläche der Objektivlinse* ***vergrössern***, den Tubus des Mikroskopes also in die Höhe schrauben. Das Bild der Schrift ist durch das Bedecken mit einem dichteren Mittel in die Höhe gehoben worden!

Das Licht, welches von der bedruckten Fläche ausging und durch das Mikroskop hindurch zum Auge gelangte, macht daher im Wasser oder in einer anderen Flüssigkeit, im Glas und in allen anderen durchsichtigen Körpern, welche dichter als Luft sind, scheinbar einen kürzeren Weg. Vergl. Figur 13, auf Seite 109.

Das Bild jeder in einer Ebene gelegenen Figur wird gleichsam von seinem Orte entfernt, sobald es von einer homogenen, gleich starken Schicht eines durchsichtigen Stoffes überdeckt wird, dessen Dichte von jener verschieden ist, welche das Mittel besass, in dem sich die Figur zunächst befand. Dichtere Stoffe heben das Bild senkrecht dem Beschauer zu, weniger dichte bewirken eine entgegengesetzte Entfernung hinter oder unter die ursprüngliche Bildebene.

Da die Bildhebung für die Linie auf einer halben Ellipse erfolgt, findet sie, nach dem was früher gesagt wurde für die Ebene auf einer Fläche statt, welche durch Rotation einer halben Ellipse entsteht. Eine Senkung würde ganz entsprechend zu konstruieren sein. Sie könnte etwa eintreten, wenn das beobachtende Auge aus Wasser heraus eine Fläche beobachten könnte, die sich parallel zur Wasseroberfläche über dieser befände. Vergl. Figur 14, auf Seite 109.

Diese Verschiebungen erfolgen nicht nur scheinbar bei direkter Beobachtung vermittelst des Auges, sondern sie lassen sich durch alle geeigneten optischen Instrumente feststellen und objektiv, z. B. durch Photographie u. s. w. zur Darstellung bringen.

Die hierbei vor sich gehenden, überaus wichtigen Verhältnisse müssen zunächst noch weiter verfolgt werden, bevor eine Erklärung der auffälligen Erscheinung gesucht wird. Denn aus dieser Eigenschaft der Stoffe unserer Erde lassen sich alle Gesetze der Lichtbrechung in der Atmosphäre, im Wasser, in Prismen, Linsen und anderen künstlich hergerichteten optischen Instrumenten auf die einfachste, ungezwungenste und dabei auf eine mathematisch korrekt darstellbare Weise ableiten und entwickeln! Zu diesen Ableitungen bedürfen wir keinerlei Hypothesen, sondern nur die Resultate einfacher, klarer Experimente; diese geben uns im Anschlusse an das bisher Mitgeteilte auch sicheren Aufschluss darüber, ob das Licht in der seither üblichen Weise noch fernerhin gedeutet werden kann.

Einen Gegenstand, den wir in der Luft einen Meter weit vor uns sehen, erblicken wir im Wasser nur in einer Entfernung von etwa siebzig Zentimetern.

Der in unseren Lehrbüchern der Physik ausgesprochenen Behauptung, dass hierdurch eine Verzögerung in der Geschwindigkeit des Lichtes ausgedrückt würde, kann ich mich nicht anschliessen. Ich möchte gerade das Gegenteil behaupten.

Machen wir also bestimmte, jedermann zugängliche Experimente, die uns irgend einen Aufschluss geben können.

Auf den Boden eines etwa 11-12 cm hohen Gefässes legen wir eine kreisförmige Scheibe aus schwarz gebeiztem Blech (für oberflächliche Beobachtungen genügt ein Blechdeckel), deren Fläche durch eingravierte parallele Striche in Quadrate von je 1 cm Seitenlänge geteilt ist. Die Scheibe habe einen beliebigen Durchmesser, etwa 12 cm. Der Topf habe eine innere Höhe von 11,25 cm. Das beobachtende Auge befinde sich 40 cm senkrecht über der horizontal liegenden Blechscheibe. Auf den Rand des Topfes legen wir den Mass-Stab, der längs einer Facette aufgetragen ist. Visieren wir nach den Enden eines Scheibendurchmessers, so können wir am Mass-Stabe einigermassen genau einen entsprechenden scheinbaren Durchmesser von 8,7 cm ablesen. Wird jetzt der Topf genau 10 cm hoch mit Wasser gefüllt, so rückt das Bild der Scheibe in die Höhe. Ihr scheinbarer Durchmesser ist nun am Mass-Stabe 9,3 mm. Der Winkel, unter dem wir die Scheibe sehen, hat sich um 1,2 Grad vergrössert. Tragen wir diese Masse in eine geometrische Zeichnung ein, so können wir daran, wie es schon einfache Skizzen zeigen, ohne weiteres feststellen, dass sich das Bild der Scheibe jetzt etwa 2,75 cm gehoben hat! Nach den früher gemachten Angaben soll sich die Geschwindigkeit des Lichtes in reinem Wasser in einer Sekunde von 301 000 km auf 225 000 km verringern. Dieses Verhältnis würde dem von uns ganz roh gefundenen umgekehrt entsprechen. Wendet man feine Messinstrumente an, so wird ein Resultat erzielt, das sich dem Brechungsquotient oder -exponent von Wasser und Luft genau anschliesst; dieser wird bekanntlich durch den Bruch ¾ ausgedrückt nach dem Gesetze, dass sich der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels in diesem Verhältnisse konstant zeigt. 14*)

Wenn ich nun behaupte, dass eine *H e b u n g* des Bildes einer Fläche in einem dichteren Stoffe stattfinde, so muss sich diese Eigenart auch voll dem Brechungsgesetze einfügen. Das ist in derart weitgehender Weise der Fall, dass ich überhaupt eine andere Darstellung dieses Verhältnisses für notwendig halte. Das Brechungsgesetz orientiert uns nur über den Weg, den das Licht einschlägt. Das genügt mir nicht.

Oben wurde vorgeschrieben, die Fläche der kreisförmigen Scheibe durch parallele Linien in Quadrate zerlegen zu wollen; am Rande der Scheibe fallen diese selbstredend fort. Durch die Hebung des Bildes werden die gleichen Längen der Quadratseiten entsprechend dem, was oben gesagt wurde, geändert. Messen wir genau, so stossen wir nicht überall auf die gleiche Seitenlänge der durch die Hebung entstandenen neuen Quadrate. Das bedeutet, dass die Verschiebung des Bildes keine absolut gleichmässige gewesen ist. Hat nun das Licht beim Übergang aus Luft in Wasser eine Verzögerung in der Geschwindigkeit erfahren?

Ich möchte diese Frage direkt mit *N e i n* beantworten. Betrachten wir einen Pfeil *a* der Figur 13, Seite 109, mit dem Mikroskop, so entsteht durch das Objektiv *o* ein vergrössertes umgekehrtes Bild des Pfeiles etwa in *b*. Dieses Bild wird durch das Okular *q* vergrössert und vom Auge nur in *einer* Ebene *c*, der *Bildebene*, scharf wahrgenommen. Jede Änderung des Abstandes zwischen *o* und *p* drückt sich durch Unscharfwerden des Bildes in *c* aus. Wir können *p* heben, dann muss auch das Objektiv höher gerückt werden, wir können *p* senken und müssen dann das Objektiv um ebensoviel tiefer stellen.

Wird nun ein dichteres Mittel *m* zwischen *a* und *o* eingeschaltet, so soll nach seitheriger Ansicht das Licht in seiner Geschwindigkeit gehemmt werden und aus dieser Hemmung sollen sich alle Gesetze ableiten lassen, soll die Geschwindigkeit des Lichtes berechnet werden. Es muss also geprüft werden, was eigentlich vor sich geht, wenn das Mittel *m* eingeschaltet wird. Setzen wir also das Gefäss mit dem Glasboden auf den Objekttisch des Mikroskopes. Ist der Glasboden nur ganz dünn, so stört das Glas nur ganz wenig, giessen wir aber vorsichtig eine Wasserschicht, etwa 10 mm hoch, in das Gefäss hinein, so zeigt sich sofort das Eigentümliche, dass das Bild im Mikroskope immer undeutlicher wird. Um es scharf zu halten, muss das Objektiv mit zunehmender Dicke der Wasserschicht ständig gehoben werden. Es entsteht also ganz unfehlbar von dem Pfeile *a* jetzt durch das Objektiv des Mikroskopes ein Bild *a'*, das höher liegt als *a*, also ist die Entfernung oder der Weg *o a* entsprechend grösser als der Weg *o a'*. Ausserdem ist das entstehende Bild des Pfeiles nicht mehr gleichmässig scharf, also müssen die einzelnen Punkte der Pfeillinie ungleich gehoben sein; sie liegen ja auch tatsächlich jetzt auf einer Ellipse. Drückt man dieses Verhältnis unseren seitherigen Anschauungen entsprechend aus, so muss gesagt werden: Das Licht hat seine Geschwindigkeit durch Zwischenschaltung der Wasserschicht erhöht, das Bild des Pfeiles ist in der gleichen Zeit um den Abstand zwischen *a* und *a'* weitergerückt. Diese Erklärung ist aber so unklar und so wenig den Tatsachen entsprechend, dass notwendigerweise eine andere gesucht werden muss.

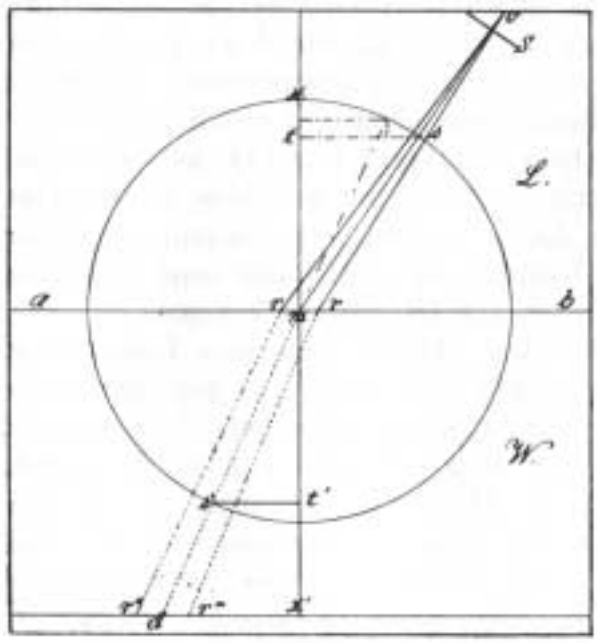
Als Foucault die Geschwindigkeit des Lichtes im Wasser bestimmte, stellte er den Versuch so an, dass er zwischen zwei Spiegel eine Wassersäule einschaltete und andererseits zwischen den einen Spiegel und einen dritten nur die bestehende Luft als Leiterin des Lichtes liess. Es musste nach dem eben Gesagten, durch diese Zwischenschaltung die Entfernung zwischen den beiden Spiegeln verringert werden, was einen ganz erheblichen Fehler in dem Foucault'sche Experiment bewirkt. Foucault hätte die beiden Spiegel, mit der zwischengeschalteten 2 m dicken Wasserschicht, um ein ganz erhebliches Stück verrücken müssen, wollte er ein durch eine Linse erzeugtes scharfes Bild auf dem einen Spiegel erhalten; die beiden Spiegel mussten voneinander entfernt werden und zwar um 0,50 m. Da dieses nicht geschah, so musste sich ein Fehler einstellen, der sich in der seitlichen Verschiebung der beiden Bilder, die Foucault durch Umdrehung des mittleren Spiegels erhielt, ausdrückte. Auf den Versuch selbst kann hier nicht näher eingegangen werden.

Es dürfte hier der Ort sein, die Vorgänge, welche sich bei der bereits wiederholt angedeuteten Hebung eines Bildes durch dichtere Mittel abspielen, wenigstens soweit mathematisch abzuleiten, dass alle die folgenden Erwägungen dadurch leicht verständlich werden. Es genügt in keinem Falle, dass nur der Weg des Lichtes, oder besser gesagt: der Energie, in einem verschieden dichten Mittel angegeben werde, wie es durch das sogenannte Sinusgesetz geschieht, sondern wir müssen durch ein möglichst einfaches Gesetz auch gleich den Einfluss ausdrücken, welchen die optisch verschieden dichte Masse auf die Energie ausübt. Wenn wir durch die Atmosphäre unserer Erde hindurch irgend ein Gestirn beobachten, so liegt letzteres *n i c h t* an dem Orte, den wir irgend wie durch Winkelmessung und Rechnung bestimmen, sondern es liegt *w e i t e r v o n u n s e n t f e r n t*, weil die dichte Lufthülle, wenn auch nur in einem ganz geringen Grade, die ausserhalb von ihr gelegenen Objekte näher an den Beobachter auf der Erdoberfläche heranzurücken scheint. Das ist ganz überaus wichtig und muss unbedingt als ein *Grundgesetz der*

Optik vorangestellt werden. Da wir nun mit Luft und luftleeren Räumen schlecht experimentieren können, so müssen die grundlegenden Versuche mit einem optisch dichteren Mittel angestellt werden; als solches wählt man am besten reines, durch Kochen luftfrei gemachtes Wasser, das in beliebig grosse Gefässe gegossen werden kann, so dass diese Versuche auch zahlreichen Zuhörern gleichzeitig vorgeführt werden können, worauf wir heute ganz berechtigter Weise grossen Wert legen. Ich gebe die Versuche an, wie ich sie für meine Zwecke am geeignetsten ermittelt habe. Ich verwende Glas- und Blechgefässe von ca. 12 cm Höhe und gleicher Weite.

Fig. 12. Um den zum Einfallswinkel *omx* gehörigen Brechungswinkel zu finden, muss um *m* mit dem beLiebigen Halbmesser *ms* ein Kreis geschlagen werden. Von *s* fällt man die Senkrechte *st* auf *mx*, dann ist der Sinus des Winkels *smt* durch den Quotient *st : ms* geGeben. Man teilt *st* in vier Teile, weil der Brechungs-Exponent von Wasser und Luft 4/3 ist und sucht durch beliebige Konstruktion die Linie *s' t' = ¾ st* und paralell zu *st*, sodass *s'* ein Punkt des Kreises um *m* ist; alsdann gibt der Halbmesser *ms*' die Richtung des gesuchten gebrochenen Strahles *md* an. Es ist nämlich: *st : sm* = sin *smt*, *s't' : s'm* = sin *s'mt'* also sin *smt* / sin *s'mt'* = *st:sm* / *s't' : sm'* = *sm = s'm* und *st* / *s't'* = 4/3, also ist der Quotient *st : sm* / s't' : s'm = 4/3 = sin *mx* / sin dmx' Berechnet oder konstruiert man aber nach diesem allbekannten Satze die Wege, welche die zu *om* symmetrischen Randstrahlen *or* und *or'* einschlagen, so sieht man sofort, *dass das Sinusgesetz für ein auftreffendes Lichtbündel keine Gültigkeit hat;* der Axenstrahl *om* Bleibt nach der Brechung, wie später noch auszuführen Ist, als *md* kein Axenstrahl von dem Bündel, das im Wasser durch r r' r'' r''' angedeutet ist. Das hätte längst Beachtet werden müssen, ist aber seit Newton's inkorrekter Darstellung stets unbeachtet geblieben.

Vergl. Fig. 15a.



14*) Dieses Gesetz hat nur bedingte Gültigkeit, wie ich später darzulegen habe. Es basiert auf folgender Erwägung. Geht ein Lichtbündel, also etwa das Bild der Sonne, wie es ein schmaler Spalt erzeugt, schräg aus der Luft zur ebenen Oberfläche einer Flüssigkeit oder eines anderen durchsichtigen Stoffes (Glas u. s. w.), so wird der Weg, den das Licht in letzterem einschlägt, stets von dem abweichen, den es in der Luft verfolgte. Wir sagen das Licht wird abgelenkt oder gebrochen. Machen wir uns dieses Verhalten an einer Figur klar, die nach dem tatsächlichen, also experimentell festgestellten Verhältnissen entworfen ist. Vergleiche Figur 12 auf voriger Seite.

Die Linie *ab* sei der Durchschnitt durch die Oberfläche einer Wassermasse *W*. Der Spalt *s* sende ein Bündel Sonnenlicht schräg gegen *ab* zum Wasser. Dieser Weg in der Luft *L* sei durch die Mittellinie *om* des Lichtbündels angegeben. Wir legen nun durch *m* eine Senkrechte *mx* zur Wasseroberfläche, ihre Verlängerung durch *W* werde mit *mx'* bezeichnet. Der Winkel *Mox* ist alsdann der E i n f a ll s w i n k e l. Das Licht geht im Wasser nicht in der Richtung von *om* nieder, sondern bleibt nur in der Ebene, die durch *a b m x* gelegt werden kann (hier also die Papierfläche). Es wird so abgelenkt, dass es näher an *mx'* gerückt erscheint, die Mittellinie also in der Richtung *md*. Der Winkel *dmx'* ist kleiner als *omx.* - Der Sinus von *omx* verhält sich nun zum Sinus von *dmx'* stets in einem gewissen, -scheinbar feststehenden Verhältnis.

Wir haben das Verhältnis $\frac{\sin omx}{\sin dmx'}$ = Konstante. Der Winkel dmx' wird als der Brechungswinkel

bezeichnet. Es ist daher der Sinus des Einfallswinkels, dividiert durch den Sinus des Brechungswinkels für Luft und Wasser, Luft und Glas, Wasser und Glas u. s. w. j e eine bestimmte Zahl, die sich nicht ändert, wenn sich die Einfallswinkel ändern.

Der -Brechungsquotient von luftleeren Raum zu atmosphärischer Luft beträgt nur 1,000294, von Luft zu Wasser = 1,333 = 4/3 Luft: Flintglas = 1,635, Crownglas 1,529, Schwefelkohlenstoff 1,6308.

Wir werden später bei der Betrachtung der Spektren diese Verhältnisse genauer verfolgen müssen.

In dem durch beistehende Figur 14 dargestellten Versuche wurde die Linie *a g* vom Punkte *M* aus betrachtet. In *M* ist, senkrecht zur Papierfläche, eine feine Spitze angebracht. Längs dieser wird aus möglichst 50 cm Entfernung nach den Punkten *a*, *b, c d, e, f, g* an der Unterfläche des brechenden Mittels visiert. Um die Winkel genau zu finden, dreht sich um *M* der Zeiger *M M'*, der bei *M'* in 25 cm Entfernung von *M* eine zweite Spitze trägt, welche mit *F* und den Punkten der Linie *a g* je in einer Geraden liegen muss. In genau dieser Geraden ist bei *F* eine kleine Facette angeschliffen, welche als Lineal dient, um die Richtung des Zeigers auf einem untergelegten Papier verzeichnen zu können. Zur Sicherheit müssen etwa fünf oder mehr Beobachtungsreihen gemacht werden Man trägt die Marken je an übereinander liegenden Stellen längs *F* auf und wählt aus den so erhaltenen fünf Strichen die mittlere Richtung aus, wodurch ganz befriedigende Resultate gewonnen werden. Zuerst werden die Punkte *a - g* abvisiert und markiert, ohne dass eine dichterer Zwischenschicht vorhanden ist, dann wird eine solche eingeschaltet und nun nochmals visiert und die zweiten Markenreihen gezogen. Als dichteres Mittel nimmt man am besten Wasser in einer viereckigen Küvette. Auf den Boden wird Quecksilber gegossen, das eine horizontale Oberfläche hat, auf diese legt man einen Glas- oder Eisenmass-Stab, dessen Striche schwarz und scharf sein müssen. Bei Glas muss, um Spiegelung zu umgehen, die Teilung dem Quecksilber zugekehrt sein! Man giesst die Küvette voll Wasser und bedeckt dies vollkommen mit einer dünnen Spiegelglasplatte, deren Oberfläche mit einer Wasserwage horizontal gerichtet wird.15*)

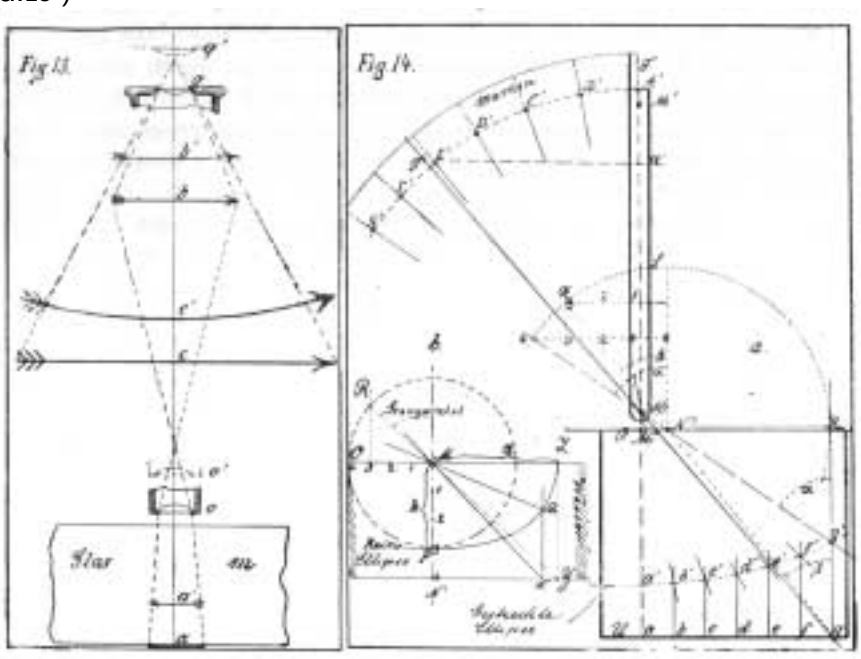


Fig. 13. Schema der Versuchsanordnung zur Bestimmung der Bildpunkte einer Linie, welche durch eine planparallele Masse hindurch betrachtet wird.

Fig. 14a. Hebung der Punkte einer Linie in einem dichten Mittel, beobachtet von einem Punkte über der Oberfläche.

Fig. 14b. Hebungskurve in einem dichten Mittel, dessen Brechungsexponent 4: 3 ist, wenn das beobachtende Auge genau von dem Punkte X der Oberfläche aus die Hebung der Fläche *NXY* beobachtet. *MP* = $^3/_4$ *MN* ist die halbe kleine Achse *b; MZ*, deren Richtung und Länge sich aus der Konstruktion des Grenzwinkels ergibt, ist die halbe große Achse *a*. Für jeden Punkt der Unterfläche, z. B. *X* findet man eintretenden und gebrochenen Strahl durch einfachste Konstruktion; *XQ* ist das Einfallslot zu *X X, M Q* ist der austretende Strahl aus Wasser nach Luft, *Q* ist das auf der Ellipse liegende gehobene Bild des Punktes *X*. *M X:MQ* =4:3 = Brechungsquotient zwischen Luft und Wasser!

15*) Für einfache Untersuchungen während des Unterrichts in der Schule genügt ein Blechtopf mit geradem Boden; die senkrechte Hebung des Mass-Stabes erzielt man durch Bänder, welche je gleichweit über den Rand hinausgezogen werden. Für Demonstrationen in grösseren Auditorien nimmt man einen hell erleuchteten quadratischen Spalt, der zur Wasserfläche derart drehbar ist, dass er stets gleichen Abstand von einem Punkte der Bodenfläche hat. Das Bild des Spaltes wirft man durch eine Linse so gegen den Boden des Gefässes, der nun mit einem Spiegel (Quecksilber) bedeckt sein muss, dass es von diesem gespiegelt wird und auf einen Schirm, der in gleichem Abstand wie der Spalt um den Boden drehbar ist, ein scharfes Bild des Spaltes erzeugt. Wird jetzt das Gefäss mit Wasser gefüllt, so verändert das. von der Linse erzeugte Bild seinen Ort. Ist Sonnenschein, so kann man selbstredend das Bild der Sonne selbst verwenden. Eine einfache Berechnung veranschaulicht das Gehobenwerden des Sonnen- oder Spaltbildes. Man skizziert sie auf eine hinter dem Apparat befindliche Tafel und zeigt durch Heben des Schirmes an, wie weit das Bild gehoben ist. Benutzt man an Stelle des Schirmes ein spiegelndes Prisma, so, kann das Bild gleich auf die Tafel projiziert werden. Der Versuch ergibt durchaus genau, dass die Wasserschicht die Brennweite der Linse derart verändert, dass das Bild des Spaltes von der Linse umso weiter entfernt erscheint, je mehr Wasser durchlaufen werden muss.

Jetzt werden die Striche *a--g* nochmals abvisiert und durch das Lineal *L* vermerkt, wodurch eine zweite Markenreihe *A' - G'* erhalten wird, aus der man auch wieder je die mittlere Richtung auswählt. Alle auf diese Weise erhaltenen Masse werden mit den entsprechenden Abständen und Dimensionen zusammen genau auf Karton übertragen. Die Linien werden darauf zwecks weiterer Konstruktion ausgezogen, wodurch ein Bild entsteht, wie es in kleinem Mass-Stabe in der nebenstehenden Figur 14 a wiedergegeben ist. In den Punkten *b - g* errichtet man Senkrechte, welche den Einfallsloten entsprechen. Diese werden in den Punkten *b', c', d', e', f', g'* von den Verbindungslinien des Punktes *M* mit den Punkten der zweiten Markenreihe *A', B,* u. s. w. geschnitten. Die Punkte *a' - g'* verbindet man untereinander, wodurch sofort hervortritt, dass sie auf einer Kurve liegen. Diese stellt sich als abgeänderte Ellipse dar, deren halbe kleine Achse gleich $^3/_4$ der Dicke der Wasserschicht ist; also *M"a* : *M" a'* = $^4/_3$ = Brechungsquotient. Die halbe grosse Achse ist in dem vorliegenden Falle nicht einfach zu finden; rückt jedoch *M* nach *M"*, so zieht sich der Punkt *N* ebenfalls nach *M",* es erfolgt die Hebung der Bildpunkte unter anderen Bedingungen. Die halbe grobe Achse ist leicht zu finden, wenn (Figur 14b) der Punkt gesucht wird, welcher von *M'* aus längs *a - g* noch gesehen werden kann. Man schlägt um *M* einen beliebig grossen Kreis, verlängert *M O* bis zur Peripherie, teilt dann diese Linie in vier Teile, errichtet im dritten Teilpunkt (von *M* aus gerechnet) eine Senkrechte, welche den Kreis oben im Punkte *R* schneidet. Dieser Schnittpunkt gibt mit *M* verbunden die Richtung des Strahles *M Y* an, der noch von *M* aus gesehen werden kann. Wo die Unterfläche getroffen wird, errichtet man ein Lot, dessen Austrittspunkt an der Oberfläche in *Z* liegt. *M Z* ist die Länge der halben großen Achse der gesuchten Ellipse. Den Winkel, welchen dieser "Grenzstrahl" mit der senkrechten *M N* bildet, nennt man den "Grenzwinkel".

Die in unserer Figur 14 a vorliegende lang gestreckte Kurve ist aber nicht minder wichtig. Zieht man *g' M* und *g M*, so sind dieses die Strahlen, welche bei direkter Beobachtung des Punktes *g* in Betracht kommen. In der Richtung *g' M* tritt das von *g* kommende Licht nach dem beobachtenden Auge aus. Die Oberfläche des Wassers werde im Punkte *N* verlassen. Suchen wir nun zu *N g'* nach dem Brechungsgesetze den zugehörigen Strahl, wie es in der Figur geschehen ist, so sehen wir, dass dieser Strahl *X N* ebenfalls von *g* ausgeht! Die Linie *N g* steht zu *N g'* andrerseits wieder genau in dem Verhältnis von 4 : 3 = Brechungsquotient! Ohne Hilfskonstruktion lässt sich beweisen, dass cosec ß : cosec a = 4 - 3 ist, wonach sich nun für alle Strahlen die Orte der Bildpunkte einfach berechnen lassen, wenn *N* und *M* in *M"* zusammenfallen, wenn also das beobachtende Auge von einem Punkt der Oberfläche des dichteren Mittels ans beobachtet, oder über einen solchen Punkt hinweg visiert! Will man den Gang eines Strahles in verschieden dichten Mitteln schnell finden, so braucht man nur nach dem Verhältnis *Ng' : Ng* = 4: 3 zu

konstruieren. Der Quotient 4 : 3 gilt aber nur annähernd für Luft und Wasser. Für Glas ist er etwa 3 : 2; $N\,g$ würde, falls es gegeben wäre, dann in 3 Teile geteilt und um N mit $^2/_3\ Ng$ ein Kreis geschlagen, der das in g errichtete Einfallslot in dein gesuchten Punkte $g^{(x)}$ schneiden würde. Dieser Punkt ist dann gleich der Bildpunkt!

Es ergeben sich aus diesen Konstruktionen so zahlreiche interessante mathematische und optische Beziehungen, z. B. auch solche zur Ellipse u. s. w., dass ich diese angedeuteten Sätze an die Stelle des von Descartes gegebenen Sinusgesetzes setzen werde. Isaac Vossius berichtet, dass Snellius auch die Berechnung der Hebungskurve hinterlassen habe. D e s c a r t e s, dem die Manuskripte anvertraut waren, hat daraus in Verkennung der wichtigen Bildhebung sein Sinusverhältnis abgeleitet und Hu y g h e n s, der das Manuskript von Snellius einsah, konnte die Hebung bei der Berechnung seiner Wellenflächen nicht verwenden, weil sie einer solchen Berechnung durchaus hinderlich ist; er erklärte die Hebung als eine scheinbare, welche durch die Beobachtung mit zwei Augen hervorgerufen würde. Was von einem solchen Einwande, der durch Beobachten mit einem Auge hinfällig wird, zu halten ist, möchte ich nicht ausführen. Weil aber das tatsächliche Verhalten ungenau dargestellt wurde, deshalb haben wir 200 Jahre hindurch ungenaue Formeln benutzt.

In dem Versuche, den Foucault und einige seiner Nachfolger anstellten, ist dem Umstande nicht Rechnung getragen, dass durch eine Schicht aller dichteren Mittel die Bilder dahinter befindlicher Objekte derart gehoben werden, dass sie tatsächlich mit dem Mikroskope, mit dem Projektionsapparate, der pbotographischen Platte und auf beliebigem anderen Wege, wie durch Messung mit den verschiedenartigsten Messinstrumenten u. s. w., so zur Beobachtung und Berechnung gelangen, als lägen die Objekte in einer gehobenen Bildebene. Diese Tatsachen sind vorläufig noch nicht zu erklären. Zu der Geschwindigkeit des Lichtes im dichteren Medium können sie auf keinen Fall in irgendwelche Beziehung gebracht werden, denn es handelt sich hier nicht um blitzartig hervortretende Bilder, sondern um kontinuierliche Lichtwirkung, welche auf ruhende Ebenen ganz gleichmässig für alle Entfernungen des Raumes wirkt. In dem obigen Apparate stehen die Bilder bei ruhigem Spiegel an der Stelle, wohin sie nach den unverrückbaren Gesetzen der Lichtbrechung gehören. Erst wenn der Spiegel so rotiert, dass die Kontinuität der Lichtwirkung aufgehoben wird, kann das Bild seinen Platz ändern.

Es wird nunmehr kein müssiges Unterfangen sein, die Gesetze der Lichtbrechung, welche wir kennen, unter diesen neuen Gesichtspunkten zu betrachten. Da diese Gesetze so fest formuliert werden konnten, müssen sie sich ohne jeden Zwang, ohne Künstelei, ohne jede Hypothese mit den eben mitgeteilten Tatsachen in Übereinstimmung bringen lassen. Sie tun es auch und erklären uns zudem noch eine ganze Anzahl von ständig hervortretenden Erscheinungen auf die denkbar einfachste Weise; sie machen vieles der mathematischen Betrachtung zugänglich, was seither nicht mathematisch ausgeführt werden konnte. Sie gestatten ein ruhiges Weiterarbeiten, an dem sich viele beteiligen können. Ohne grossen kostspieligen optischen Apparat offenbart sich uns Wichtiges, vielleicht das Wichtigste aus der gesamten Naturwissenschaft und nicht nur aus dieser, sondern aus allen Disziplinen des menschlichen Denkens und Könnens. Unwillkürlich werden wir wieder von den Priestern der Diana an die alte Wahrheit erinnert, dass die Sonne, indem sie uns ihr Licht sendet, die grosse Allvollbringerin ist, die allein Leben zeugt - strahlend, und die mit dem hervortretenden Leben auch dem Geiste die Wohnung bereitet, darinnen er weilen kann, um die Wunder der Schöpfung nach seiner Weise erforschen zu können.

II. Die Spiegelung (Reflexion) und Brechung (Refraktion) des Lichtes.

Trifft Licht irgend welcher Art, das ungehindert durch ein Medium geht, während seines Ganges auf ein von diesem Mittel verschiedenes, so wird es auf alle Fälle irgendwie beeinflusst. Welcher Art diese Beeinflussung ist, hängt von recht wechselnden Bedingungen ab. Einen überaus grossen Einfluss übt die Molekularstruktur des Stoffes, welcher dem Lichte entgegentritt, aus. Wasserdampf - ohne Mischung mit Luft -, Wasser von verschiedenen Temperaturen und Eis in wechselnder Ausbildung können chemisch gleiche Zusammensetzung haben und sind physikalisch ganz verschieden 16*). Auch abgesehen von dem Aggregatzustande, der gasförmig, flüssig und fest ist, sind die inneren Zusammenhänge der einzelnen Wassermoleküle, also die schliesslichen Verbände bei jeder verschiedenartigen Temperatur, die ein Aggregatzustand aufweisen kann, andere, so dass von dem heissesten Wasserdampf, der nahe vor dem Zerfall in Atome steht, bis zu dem harten Eise, das durch Kältemischungen erzeugt wird, eine ununterbrochene Kette der verschiedenartigsten Eigenschaften zutage tritt. Mit jeder Änderung der Molekularstruktur ändert sich auch das Verhalten zum Lichte!

16*) Es ist der Brechungsexponent von:
Eis = 1,31
Wasser = 1,333 — Schwefelkohlenstoff = 1,63
Wasserdampf = 1,000 250 — Schwefelkohlenstoffdampf = 1,0014

Das Verhältnis von Wasser zu Schwefelkohlenstoff ist ein anderes, als das der Dämpfe zueinander; ebenso steht Wasser zu Wasserdampf optisch in einem andern Verhältnisse als Schwefelkohlenstoff zu seinem Dampf.

Die Aggregatzustände des Wassers sind sämtlich durchsichtig. Bei anderen Stoffen ändert sich auch dieses Verhalten. Meist sind die gasförmigen Zustände durchsichtig, die flüssigen und festen durchscheinend oder undurchsichtig.

Für die Einwirkung des Lichtes kommt aber auch in Betracht, wie die Oberfläche des Mittels, auf welches Licht auftrifft, beschaffen ist.

Ein Glaswürfel, an dem zwei parallele Flächen eben und poliert sind, lässt Licht in ausgiebiger Weise durch diese Flächen und seine innere Masse durchtreten. Sind zwei andere Seiten mattgeätzt, so geht durch die Rauheiten nur sehr wenig Licht hindurch, das meiste wird von den zahllosen winzigen Flächen nach allen Richtungen des Raumes hin zerstreut, wir nennen das diffus gespiegelt und gebrochen. Werden die beiden anderen Seiten des Würfels mit einer Schicht eines undurchsichtigen Glases überzogen, so bleibt der Würfel in dieser dritten Richtung durchaus undurchsichtig. Es kommt also recht sehr auf die Beschaffenheit der Oberfläche an, wie das Licht fernerhin zu wirken vermag. Die Oberfläche eines jeden Stoffes beeinflusst das Licht, in ganz bestimmter Weise, dabei spielt die Richtung, in welcher Licht auf die Oberfläche eines Stoffes trifft, eine ganz wichtige Rolle. Endlich ist noch der Umstand in Betracht zu ziehen, dass das Licht Oberfläche und Inhalt eines Stoffes yollkommen umzuwandeln vermag und dann dadurch auch selbst wieder in seinen Eigenschaften geändert wird. Doch das letztere mag vorläufig ganz unberücksichtigt bleiben, betrachten wir nur Stoffe mit dauernd gleichen chemischen Eigenschaften. Bestimmte Beispiele werden uns auch hier wieder am schnellsten Klarheit schaffen.

Werden drei gleich grosse Metallplatten, z. B. Kupfer- oder Silbermünzen, mit verschiedener Oberfläche versehen, die der ersten geschliffen und poliert, die der

zweiten geschliffen und matt geätzt, die der dritten geschliffen, geätzt und schwarz gebeizt, so verhalten sich diese Platten dem auffallenden Sonnenlichte (der Sonnenenergie) gegenüber ganz verschieden. Die polierte wirft den grössten Teil des auffallenden Lichtes zurück, die geringere Menge - es hängt dieses von der Farbe des Metalles ab, Kupfer verhält sich anders als Silber - zerlegt sich an der oberflächlichen Struktur und setzt sich in Wärme um. Metalle in ganz dünner Schicht sind durchscheinend, z. B. Gold grünlich, Silber bläulich. - Die Platte mit der matten Oberfläche zerstreut einen Teil des auffallenden Lichtes diffus und zerlegt einen grösseren Teil in Wärme. - Die schwarz gebeizte Platte zerlegt den grössten Teil der auftreffenden Sonnenenergie in Wärme und lässt nur den kleinsten Teil zurückgehen, weil glatte schwarze Flächen das Licht ebenfalls spiegeln.

Eine Platte von Chlorsilber würde im polierten Zustande einen grösseren Teil auffallender Sonnenenergie zurückwerfen, einen anderen aber zu chemischer Umsetzung verwenden; sie schwärzt sich dabei durch Ausscheidung metallischen Silbers und zerlegt dann den eindringenden Teil der Energie in Wärme. Durch die Schwärzung und die dabei stattfindende Umwandlung der wirksamen Kraft der Sonne in Wärme wird die chemische Zersetzung des Chlorsilbers nur ganz langsam nach der Tiefe zu fortschreiten. Diese Oberflächenwirkung ist ganz interessant und für manchen praktischen Fall wertvoll, wir lernen sie im zweiten Teil dieser Arbeit noch besser verstehen.

Die Zerlegung der Energie in Wärme lässt sich leicht durch Thermometer feststellen, welche unter die Metallplatten gelegt werden. Die Spiegelung ist ebenso leicht mit Hilfe des Apparates in Figur 2 auf Seite 26 zu beobachten.

Die Umsetzung der Sonnenenergie in Wärme oder chemisch wirksame Kraft ist selbstredend gleichbedeutend mit einem Lichtverluste. Je mehr Licht zurückgeworferi oder durchgelassen wird, umso geringer ist die hervortretende Wärme oder die bemerkbare chemische Wirksamkeit. Letztere hängt aber wieder recht sehr von der Anfangstemperatur des Körpers ab. Bei sehr niederen Temperaturen hört schliesslich der chemisch wirksame Einfluss der Sonnenenergie ganz auf, denn chemische Prozesse spielen sich erst bei einem gewissen Wärmegrade ab, wie später auch noch wiederholt auseinanderzusetzen ist. Wenn Stoffe chemisch aufeinander wirken sollen, so müssen sie, wenn wir uns so ausdrücken wollen, in einem Zustande gewisser innerer Erregung sein. Ein solcher Zustand wird eben durch Wärme erzeugt, welche nach und nach die Verbindung zwischen den einzelnen Molekülen zu lockern und schliesslich ganz aufzuheben vermag. Also auch dieses muss berücksichtigt werden. Dazu kommen noch Verhältnisse, die, wie das Auftreten von Farben, recht verwickelter Natur und schwer darstellbar sind, die nun aber auch berücksichtigt werden müssen.

Wird eine Glasplatte genommen, wie in dem Versuche der Figur 2 Tafel VI, so kann diese mancherlei erläutern. Wir legen sie auf den horizontalen durchbrochenen Tisch des Apparates der Figur 2a, Seite 26 und stellen die Platte vertikal wie in Figur 2b. Nun wird Licht durch einen Spalt auffallen gelassen und zwar zunächst senkrecht von oben oder unten; der Einfallswinkel ist dann gleich Null, weil die Einfallsrichtung mit der Senkrechten zusammenfällt. Alsdann geht man durch Neigung des Spaltes immer mehr zu einem grösser werdenden Einfallswinkel über und beobachtet dabei das bereits Seite 102 und in Figur 3, Tafel VI, dargestellte Verhalten. Man kann das Licht durch den Spalt ganz schräg auf die Glasplatte fallen lassen, wenigstens weit

unter einen Winkel von 45^0, und wird stets beobachten, dass noch ein Teil des auf. treffenden Lichtes gebrochen durchgeht, während ein anderer gespiegelt wird. Die Spiegelung ist leicht am Schirme des zweiten Zeigers festzustellen. Beim senkrechten Einfallen des Lichtes ist sie am kleinsten, sie steigt mit zunehmendem Einfallswinkel, während gleichzeitig eine ebenso fortschreitende Verminderung des durchgehenden Lichtes stattfindet.

Da eine planparallele Glasplatte vorliegt, so lässt sich auch sofort feststellen, dass nicht nur die obere Fläche spiegelt, sondern dass das Gleiche an der unteren Fläche vor sich geht. Es werden also zwei Bilder des Spaltes auf dem Schirme erscheinen. Dadurch ist naturgemäss der Lichtverlust durch Zurückwerfung des Lichtes ein doppelt grosser. Die Bilder, welche von beiden Flächen durch Spiegelung geliefert werden, lassen sich in ganz instruktiver Weise voneinander trennen. Wird an Stelle der farblosen Glasplatte eine ebensolche aufgelegt, die in der Masse gefärbt ist, so muss natürlich eine Verschiedenheit in der Färbung der gespiegelten Bilder hervortreten. Die obere Fläche der z. B. gelben Glasplatte (gelbe planparallele Platten sind heute leicht erhältlich, da sie als sogenannte Gelbscheiben in der Photographie benutzt werden) wirft das auf sie fallende Bild des Spaltes ohne Farbenänderung zurück, es geht also als weisses Bild auf den Schirm. Die untere Fläche empfängt Licht, das durch die gelbe Schicht hindurchging und diese beim Austritt nochmals durchlaufen muss, es ist daher lebhaft gelb gefärbt, lebhafter als das unter gleichem Winkel durchgehende Licht. - Ganz anders ist es aber, wenn wir das Auge an Stelle des Schirmes setzen.

Wir können, um instruktivere Bilder zu erhalten, direkt nach dem sich spiegelnden Fenster sehen. Der Querbalken des Fensters wird dann in der Mitte dunkel erscheinen und an den Rändern gelb und bläulich umsäumt sein. Das Auge sieht gelb oben und den blauen Saum unten. Diese Färbungen lassen sich sehr leicht ableiten, man braucht nur einen Bleistift auf die Glasplatte schräg aufzusetzen und dessen Spiegelbilder zu betrachten; das obere Bild des Stiftes ist tief gelb, es berührt sich mit der aufgesetzten Spitze, das untere Bild ist leicht graublau und liegt frei. Die blaue Färbung des letzteren wird dadurch erzeugt, dass - wie wir seither nicht ganz korrekt sagten - die gelben Strahlen des weissen Lichtes absorbiert werden und nur die blauen durchgehen. Beim direkten Durchgange durch die Gelbscheibe werden aber die blauen absorbiert und nur die gelben, die chemisch wenig wirksamen, gehen durch. Wenden wir nun an Stelle des Bleistiftes schmale Streifen gefärbter Gelatine an, so zeigen diese weitere Eigentümlichkeiten, die betrachtet werden müssen. Um das hervortretende Farbenspiel zu verstehen, ist zunächst wieder eine farblose Glasplatte zu nehmen. Lassen wir sich die Gelatinestreifen an deren Flächen spiegeln, so erhalten wir je einen dunklen mittleren Teil des gespiegelten Objektes in genau der Färbung wie diese. Die Säume sind viel matter, erscheinen aber auch in dem Farbentone der Gelatine, nur nicht rein, sondern wie mit grau gemischt. Der obere Saum ist um ein geringeres dunkler als der untere, was ein Beweis dafür ist, dass das Licht beim Durchwandern des Glases eine Einbusse erfahren hat. Es hat den Anschein, als ob zwei Bilder etwas gegeneinander verschoben seien und nun in den mittleren, sich deckenden Teilen den Farbenton des Objektes erzeugten, was aber nicht ganz zutreffend ist, weil die gespiegelten Bilder um den Teil- des Lichtes (also auch der Färbung) heller sind, der durch die Masse des Glases voll hindurchgegangen ist. Lassen wir sich die Bilder unter immer grösseren Einfallswinkeln spiegeln, sehen wir also ganz schräg über die Platte hin, so nimmt das obere Bild an Tiefe zu, während das untere ganz erheblich verliert,

sodass es schliesslich kaum noch sichtbar ist. Dieses Verhalten ist für die Erklärung der Polarisation des Lichtes von Bedeutung.

Wird nun wieder an die Stelle des farblosen Glases das gefärbte gesetzt, so lassen sich die entstehenden Differenzierungen schon leichter verstehen. Noch auffälliger als soeben tritt die Erscheinung hervor, als seien bei der Spiegelung zwei verschiedene Bilder übereinander gelagert. Nehmen wir einen orangefarbenen Streifen, so entsteht oben ein orangefarbenes Bild und etwas nach unten gerückt ein zart violett-blau erscheinendes; wo diese Bilder übereinander liegen, da tritt der Farbenton der Gelatine hervor. Dem oberen gelben Rande des ersten Bildes scheinen die violett-blauen Töne zu fehlen. Blaue Gelatine zeigt im Spiegelbilde oben einen schmutzigen Mischton aus Grau, Orange und Blau, unten einen hellblauen Saum, in der Mitte auch wieder das reine Blau der Originalgelatine. Grün zeigt oben einen gelb-grau-grünen, in der Mitte einen original-grünen, unten einen hellblau-grauen Reflex. Rot hat orange, rote und blaue Töne im Spiegelbilde, Violett hat gelb-rot-graue, violette und blau-graue Spiegelfarben. Dabei ist zu bemerken, dass die Gelatinestreifen vom freien Himmelslicht durchschienen wurden, sich also auch gegen das Bild des Himmels abgrenzen, und dass ferner die Unterlage unter der Gelbscheibe schwarz war. Geht von unten her weisses Licht oder irgend wie gefärbtes durch die Glasmasse hindurch, so ändern sich die Färbungen des oberen Spiegelbildes und der Mitte ab, während das untere Spiegelbild nur mehr oder weniger tief in den blau-grauen Tönen erscheint. Die blau-grauen Töne ändern sich bei verschiedenfarbiger Gelatine kaum, es wird also das von der unteren Fläche der Gelbscheibe reflektierte Bild in seiner Färbung nur von der Glasmasse abhängen, wohingegen das von der oberen Fläche reflektierte Bild bei den verschiedenfarbigen Gelatinestreifen alle nur möglichen Mischfarben hervortreten lässt. Bei ihm wirkt also die Farbe der Glasmasse neben der Farbe des sich spiegelnden Objektes.

Der Versuch kann noch weiter geführt werden, wenn zwei oder mehrere Gelbscheiben parallel übereinander gehalten werden, wobei der hellste Farbenton der Scheiben oben liegen muss. Man sieht jetzt eine Anzahl von Spiegelbildern, 4, 6, 9, u.s.w., die je eine geänderte Färbung aufweisen.

Bei der Spiegelung des Lichtes auf gefärbten Platten kommt. aber noch etwas in Betracht. Sehen wir schräg über die Gelbscheibe gegen den Himmel zu, so spiegelt sich dessen Bild in einfacher Weise; die Scheibe erscheint also hell, das Bild des hellen Himmels ist leicht gelb-grau getönt. Nehmen wir jetzt ein sogenanntes Nicol'sches Prisma vor das Auge und drehen wir es, so ist in dem einen Falle das Bild des Himmels unverändert, sobald sich aber die sogenannte Polarisationsebene senkrecht zu ihm stellt, ist der helle Reflex verschwunden und es tritt das Gelb der Scheibe voll hervor. Wir haben also bei der Spiegelung in allen Fällen sogenannt polarisiertes Licht in dem zurückgeworfenen! Dieses Verhalten ist wieder wichtig, weil es viele Erscheinungen, die bei der Polarisation des Lichtes hervortreten, erklärt. Später muss darauf zurückgegriffen werden. Die Spiegelung ist also auch kein ganz einfacher Vorgang, sondern kann sich unter Umständen recht kompliziert gestalten, wofür weiter unten noch ein Beispiel angeführt werden wird.

Mit der Spiegelung an planparallelen Platten geht aber auch gleichzeitig die Brechung des Lichtes Hand in Hand. Fällt Licht in der Richtung *L* auf die Glasplatte *A* in Figur 15, so wird ein Teil unter dem gleichen Winkel ($\alpha = \beta$) zurückgeworfen. Ein Teil geht bis zur unteren Fläche, aber sein Gang ist nicht gleichmässig, sondern es

findet eine Brechung statt, das heißt der Gang des Lichtes ist vollständig abgelenkt. Der Strahl *L 0* wird bei *U* auf die untere Fläche auftreffen und von hier aus, parallel zu seiner ursprünglichen Richtung nach *L'* weiter gehen. In *U* findet aber auch die Spiegelung statt. Diese erfolgt unter gleichen Winkeln, so dass der Weg *U O'* mit *U O* gleichen Winkel gegen das Einfallslot *X' U* aufweist. Sobald *U 0'* an die obere Fläche gelangt ist und aus dem Glas in Luft übertritt, erfolgt eine weitere Ablenkung der Richtung, so dass das Licht, das von der unteren Fläche gespiegelt wird, in der Richtung *0' L'''* austritt. Wäre die Masse *A* nicht vorhanden, sondern befände sich bei *0* und *U* nur je eine ganz dünne spiegelnde Platte, so ginge der Strahl *L 0* nach U'' und in den Richtungen L^{IV} und L^{V} getrennt weiter.

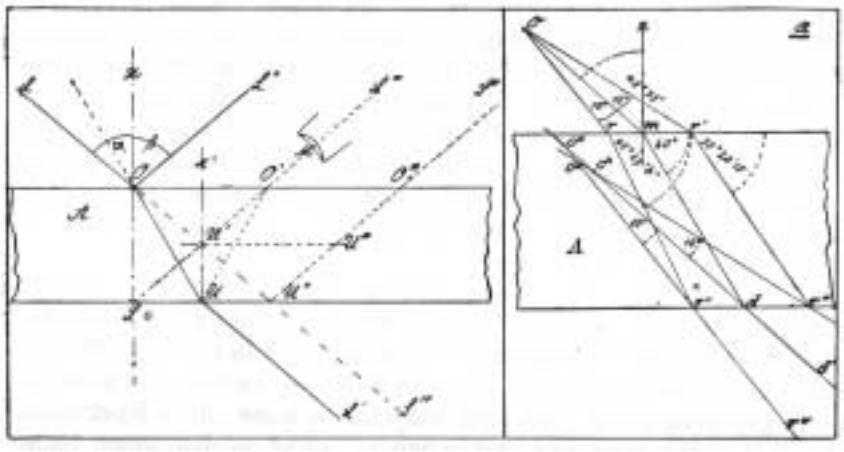


Fig. 15. Spiegelung eines Punktes an den Flächen einer planparellelen Glasplatte.-

Fig. 15a. Gang eines Lichtbündels durch eine planparallele Glasplatte. Die Konstruktion zeigt die Auflösung und Verschiebung des Austrittspunktes für das austretende Bündel. Die Ausdehnung des Austrittspunktes nimmt umsomehr zu, je dicker die Platte wird.

Für alle unsere weiteren Betrachtungen, für die praktische Berechnung und die direkte wissenschaftliche Beobachtung, ist in dem angenommenen Falle *U'* der Punkt, in welchem die Spiegelung erfolgt, während der Austrittspunkt des Strahles *L 0* sich an der unteren Fläche in *U* befindet; *U' U* steht senkrecht auf der letzteren Fläche, die Verlängerung nach *X'* stellt das scheinbare (oder das wirkliche?) Lot für den unten austretenden und den nach oben gespiegelten Strahl dar. - *0 U' + U' 0,* ergibt eine Länge, die sich absolut genau in Millimetern berechnen lässt und ebensoleicht konstruierbar ist. Ziehen wir durch *U'* die Linie *U' U'''*, parallel zu den Oberflächen der Glasplatte, so ist *U' 0' = U''' 0'''*, also *U' U'' = U'' U'''*. Der Strahlengang des Lichtes erscheint also dadurch, dass die Spiegelung in *U'* erfolgt, um 2 *U' U''* verkürzt gegenüber der Weglänge, die vom Lichte zurückgelegt würde, falls es in *U''* unserer Konstruktion gespiegelt würde und in der Richtung L^{V} austräte. Der Brechungsexponent ist $^{3}/_{2}$!

Es ist nun wieder die Frage zu entscheiden: wird der Weg des Lichtes in einem dichteren Mittel nur scheinbar oder tatsächlich verkürzt? Die Konstruktion sagt aus, dass die Verkürzung eine tatsächliche sei, denn die Spiegelung erfolgt in der Richtung O' *L'''*, und nicht in *0''' L*^{V}. Um die Länge des Weges zu messen, den das Licht in der Glasmasse *A* gegenüber dem Wege zurückgelegt hat, den es in einer gleich dicken Luftschichte machen würde, legen wir auf die Glasplatte in *0* ein kleines Objekt; wir machen also am besten in *0* mit Tinte einen Punkt. Nun wird der Tubus

des Mikroskopes mit seiner Längsachse in die Richtung *O' L'''* gebracht und auf den Punkt *0* genau eingestellt. Infolge der Spiegelung scheint der Punkt *0* in der Richtung *U' 0'*, zu liegen, etwa in L^0.

Nach direkter Beobachtung ist *U' L*^{0} der Länge nach gleich *U' 0.* *M L*^{0} ist der Abstand, den das Objektiv des Mikroskopes von Objekten, die scharf gesehen werden sollen, haben muss. Diese Grösse ist für Luft unverrückbar. Der Abstand *M O'* ist leicht festzustellen und nach Abzug dieser Länge ergibt sich, dass der Punkt *0* tatsächlich in L^0 gesehen wird, wenn *U' L*^{0} *= U' 0* ist. Es ist vorausgesetzt worden, dass der Brechungsexponent genau $^3/_2$ sei!

Das Bild des Punktes *0* liegt also nach erfolgter Spiegelung an der Unterfläche der Glasplatte *A*, für den Einfallswinkel *L 0 N*, dem Mikroskope um 2 U' U" näher, als wenn die Spiegelung in Luft stattgefunden hätte!

Aus dieser in keiner Weise fortzuleugnenden Tatsache leiten sich fernerhin alle Brechungserscheinungen in einer ganz anderen als der seither geübten Weise ab!

Ich habe neben die Figur 15 noch eine zweite, 15 a, gesetzt, welche den Weg der Strahlen eines Bündels nach dein Durchgange durch die Platte angibt. Die Strahlen sollen unter einem Winkel von 20^0 divergierend von *0* aus auf *A* auffallen, derart, dass der Achsenstrahl *0 m* nach der Brechung mit *m x* einen Winkel von 30^0 macht. Es zeigt sich deutlich, dass er auch nach dem Austritt kein Achsenstrahl ist, denn anstatt dass die austretenden Strahlen auch von nur einem Punkte, etwa *0'*, auszugehen scheinen, kommen sie jetzt von einer Strecke, welche sich zwischen $0^x \cdot 0^x \cdot 0^x$ ausdehnt. Das ist überaus wichtig, bis jetzt aber vernachlässigt worden!

Wir haben also auch hier einen Beweis dafür, dass bei der Brechung des Lichtes nicht nur das Sinusgesetz Gültigkeit haben darf sondern dass dieses, unter ganz anderen Voraussetzungen, durch ganz andere Konstruktionen abgeleitet werden muss In der auffälligsten Weise stellt sich auch hier neben der Spiegelung die *Brechung* des Lichtes als eine *Bildhebung* in dem dichteren Mittel dar.

Eine der eigentümlichsten Spiegelungen findet aber in den Prismen statt, wenn die Winkel, unter denen das Einfallen des Lichtes geschieht, von jenen verschieden sind, unter denen der Austritt stattfinden könnte. Das wollen wir gleich betrachten, vorher aber das Allgemeine über die Lichtbrechung in Prismen voranstellen. Aus den Besonderheiten, welche das Licht in den soeben besprochenen planparallelen Platten zeigt, sind jene abzuleiten, welche hervortreten, wenn die beiden Durchtritts-Flächen eine Neigung gegen einander erhalten, also in spitzen bis stumpfen Winkeln zusammentreten. Wir kommen damit zu den prismatischen Körpern. An diese sind dann wieder solche anzureihen, bei denen unendliche Mengen von Prismen miteinander kombiniert werden. Das geht leichter, als es den Anschein hat, denn jeder Schnitt, den wir parallel zur Achse durch einen Glaszylinder führen, trennt einen Körper ab, der sich auf die Prismen zurückführen lässt machen wir ferner durch eine Glaskugel einen Schnitt parallel zu einer Mittelebene, so kann auch jeder Kugelabschnitt, den wir noch als plan-konvexe Linse kennen lernen werden, als aus Prismen zusammengesetzt aufgefasst werden. Das Stück, welches den Schnitt durch den Zylinder lostrennte, nennen wir, was hier schon erwähnt sein mag, eine plan-konvexe Z y l i n d e r l i n s e.

III. Der Gang des Lichtes im Prisma.

Bis jetzt wurde das Licht untersucht, welches durch sogenannte planparallele Massen eines dichteren Stoffes 17*) hindurchgeht. Den Betrachtungen sind weiterhin solche anzureihen, die sich mit der Ausbreitung des Lichtes befassen, das durch eine prismatisch geformte Masse eines Stoffes hindurchgeht. Die Massen sind die gleichen geblieben, nur die Form, in der sie zur Anwendung kommen, ist eine andere geworden, also werden auch die Änderungen, welche das Licht beim Durchgange durch ein Prisma erfährt, aus der geänderten Form ableitbar sein.

17*) Bereits auf Seite 99 wurde in der Anmerkung ausgeführt, dass die mechanische Dichte eines Stoffes nicht der sogenannten optischen Dichte proportional sei. Es gibt Flüssigkeiten, meist brennbare, welche beispielsweise weniger dicht als Wasser sind, also auf ihm schwimmen, und doch eine größere optische Dichte als Wasser besitzen. Es bedeutet in nachstehender Zusammenstellung die erste Zahl das spezifische Gewicht, die mechanische Dichte, die zweite Zahl den Brechungsexponenten in bezug auf Luft. Eis m. D. = 0,92, o. D. = 1,31; Wasser m. D. = 1, o. D. = 1,34 (Eis ist also mechanisch und optisch weniger dicht als Wasser); Schwefeläther m. D. = 0,74, o. D. 1,36, Alkohol m. D. = 0,79, o. D. = 1,377, Terpentinöl m. D. = 0,87, o. D. = 1,47. Schwefeläther, Alkohol und Terpentinöl sind spezifisch leichter als Wasser, haben eine geringere mechanische Dichte bei höherer optischer. Solche Stoffe brechen das Licht vom Lot ab, wenn sie auf Wasser schwimmen und Licht aus ihnen in das Wasser übertritt. Das Licht geht also ebenso, als ob es aus dem Glase oder dem Wasser in Luft übergeht.

Prisma nennen wir allgemein einen Körper, der von drei oder mehr ebenen Flächen, die zu einer Geraden (Achse) parallel verlaufen und von zwei einander parallelen Grundflächen begrenzt ist. Die Optik nennt speziell alle die Körper prismatisch, welche drei gleichverlaufende ebene Flächen besitzen; sie nimmt dabei auf die Grundflächen keine Rücksicht. Schliesslich bezeichnen wir auch noch einen Körper, der von nur zwei Flächen, die gegeneinander verlaufen, sich also unter einem bestimmten Winkel in einer geraden Linie schneiden, prismatisch. Die gerade Linie, in der sich die Flächen schneiden, nennen wir brechende Kante und berücksichtigen nur die Winkel, unter denen zwei Flächen in dieser brechenden Kante zusammentreffen, indem wir voraussetzen, dass die zusammenstossenden Flächen vollkommene Ebenen seien. Die dritte Fläche eines dreiseitigen Prismas hat für den Fall Bedeutung, dass ein Winkel gegen 90^0 oder mehr beträgt; in solchen Fällen kann das Prisma zur Brechung und Spiegelung des Lichtes Verwendung finden. Für spezielle Zwecke sind auch Prismen mit mehr als drei gleichlaufenden Seiten in Gebrauch. Wir verwenden auch solche, bei denen eine Fläche eben und die andere die Gestalt eines Kegelmantels besitzt; als Kegelprismen finden sie später Erwähnung.

Das Wichtige ist, dass das Licht auf eine Fläche des Prismas auftrifft, teilweise durch die Masse des letzteren hindurchgeht und dann an einer anderen Fläche wieder austritt. Wo und wie aber immer Licht auf eine Fläche auftritt, stets wird ein Teil gespiegelt, das heisst unter dem gleichen Winkel, unter den es auftrifft, zurückgeworfen, deswegen wird *n i e m a l s* die volle Menge des auf eine Prismenfläche auffallenden Lichtes durch das Prisma hindurchgehen. Ein weiterer Teil des in die Masse des Prismas eindringenden Lichtes wird ausserdem noch von dieser Masse selbst umgewandelt und am Durchgange gehindert, was wir mit Absorption bezeichnen. Diese Aufhebung der Lichtwirkung kann bei trüben oder gefärbten Massen oft recht erheblich sein.

Die Kunst, Prismen aus Glasmasse und Edelsteinen, wobei sie zuerst Anwendung fand, zu schleifen, ist wohl schon den alten Kulturvölkern bekannt gewesen, aber erst zu Anfang des 17. Jahrhunderts fanden die Glas-Prismen wieder in weiteren Kreisen Beachtung, die sich von nun ab mehr und mehr steigerte, besonders seitdem Newton 1666 die Eigenart der Glasprismen zu deuten versucht hatte und dann später als hervorragender Mathematiker allgemeinere Anerkennung fand. Das Licht, welches ein geeignetes Prisma durchläuft, wird teils eigenartig abgelenkt, teils in farbige Streifen zerlegt. Gerade die letzte Eigenschaft hat den Prismen allgemeine Beachtung verschafft, denn die entstehenden Farben sind von absoluter Reinheit und Harmonie; es sind dieselben, die auch im Regenbogen hervortreten, wenn auch in anderer Weise, deshalb bezeichnet man sie einfach als Regenbogenfarben. Physiker und Mathematiker haben ihnen die weitgehendste Beachtung geschenkt, und seit Jahrhunderten versucht man mit allen Mitteln sie hinsichtlich ihrer Entstehung richtig zu deuten und durch eine solche Deutung auch das "Wesen des Lichtes" ergründen zu wollen. Das *„Wesen des Lichtes“* werden wir niemals ergründen, wir müssen es als ein Geschenk aus dem fernen Weltenraume entgegennehmen und können uns glücklich preisen, wenn wir wenigstens erforschen können, welcher Art seine hauptsächlichsten Eigenschaften und Wirkungen sind, sobald es die Oberfläche unserer Erde trifft. Hier entfaltet sich vor unseren Augen schon ein derartig weites und fruchtbares Arbeitsfeld, dass wir an seiner Aufschliessung volle Befriedigung finden können und nicht den Sinn nach der uferlosen Ferne zu richten brauchen.

Das Prisma als Instrument.

Für verschiedene Zwecke sind selbstredend verschiedenartige Prismen im Gebrauche, deren wichtigste kurze Erwähnung finden müssen,

Die durchsichtigen, prismatischen Körper können durchweg zweierlei Zwecken dienen, die sich aus ihren Eigenschaften ergeben.

Nehmen wir ein prismatisch geschliffenes Glas vor das Auge, so sehen wir bekanntlich die Aussenwelt ganz wesentlich anders, als dies beim Sehen mit unbewaffnetem Auge der Fall ist. Erstens sind alle Gegenstände scheinbar von ihrem Platze fortgerückt, und zweitens haben alle unterscheidbaren Dinge überall dort, wo helle und dunkele Stellen aneinander grenzen, farbige Säume, auf der einen Seite rot-gelbe, auf der anderen violett- blaue! Die erste Eigentümlichkeit ist eine Folge der Lichtbrechung, die wir im vorigen Kapitel bereits kennen lernten, die farbigen Ränder rühren von der sogenannten Lichtzerstreuung, Dispersion, her, die sich teilweise aus der Lichtbrechung, teilweise aus der inneren Struktur der das Licht brechenden Stoffmasse ableiten lässt. Vergl. dazu ausserdem noch Figur 15a.

Manche Stoffe zeigen eine verhältnismässig starke brechende Kraft, ohne das Licht stark zu zerstreuen, das heisst die farbigen Ränder treten nur schmal hervor, andere Stoffe lassen letztere breit hervortreten, ohne das Licht entsprechend stark zu brechen. Verschiedene Glassorten zeigen diese Eigenart in ausgezeichneter Weise, sie geben dem praktischen Optiker dadurch die Mittel an die Hand, fast tadellos beschaffene Vergrösserungsgläser für die mannigfachsten Zwecke und Prismen jeder Art zusammensetzen zu können. Wie wertvoll das für uns ist, werden wir später erfahren.

Meist werden die Prismen aus G l a s gefertigt. Zu Brillen und Prismen für Augenleidende wählt man Glassorten von hoher brechender und geringer zerstreuender Kraft. Die Prismen, welche der Augenarzt bedarf, sind die denkbar einfachsten. Eine dünne Glasplatte wird auf beiden Seiten vollkommen eben geschliffen und den Ebenen gegeneinander eine Neigung gegeben, die in Grenzen von einem bis fünfundzwanzig Grad schwankt. Solche Prismen, die aus Crownglas verfertigt sind, werden wir häufig zu verwenden haben, denn sie lehren mehr als die sogenannt starken Prismen, die zu anderen Zwecken Verwendung finden. Diesen stärkeren Prismen gibt man verschiedene Formen, entweder auf dem Querschnitt-gleichseitigdreieckig, so dass drei brechende Kanten mit je anliegenden Winkeln von 60^0 entstehen, oder rechtwinkelig-gleichschenkelig, oder ungleichwinkelig-dreiseitig und -mehrseitig.

Auch das Material, aus dem Prismen verfertigt werden, ist ein wechselndes. Glas ist das gebräuchlichste, reines Fensterglas, Crown-glas, Flintglas und andere Sorten mit mehr oder minder hohem Metallgehalt und dem verschiedensten Brechungs- und Zerstreuungsvermögen finden Verwendung; daneben können alle durchsichtigen Mineralien, vom Steinsalz bis zum Diamant, zu Prismen geschliffen werden. Solche aus Bergkristall (Quarz) und Fluss-Spath sind die neben Glas am häufigsten verwandten. - Flüssigkeiten werden oft und gerne gebraucht. Man füllt sie in Hohlprismen, das heisst in dreiseitige Glaskästchen, an denen zwei Seiten wenigstens aus ganz ebenen, dünnen Glasplatten bestehen. Entweder werden Flaschen in dieser Gestalt hergerichtet oder es kommen Glas-, Metall- und Hartgummigehäuse zur Verwendung, die winkelig geschliffen sind und mit plan-parallelen Glasscheiben verdeckt werden. In solche Hohlprismen kann man auch Gase und Dämpfe einschliessen oder man kann sie auf der Luftpumpe ihres Inhaltes teilweise bis nahezu vollständig entleeren. Das Brechungsvermögen schwankt mit der Temperatur!

Hauptsache ist und bleibt aber in allen Fällen, dass das Licht auf eine möglichst eben geschliffene und hochgradig polierte Fläche auftreffe, von dieser aus in die innere, homogen ausgebildete Masse abgelenkt werden könne und alsdann durch eine zweite, ebenfalls möglichst ebene und polierte Fläche wieder nach aussen gehe. Diese Möglichkeiten sollen in der weitgehendsten Weise gewährleistet sein, damit die anzustellenden Versuche u. s. w. einwandfrei gestaltet werden können. Polieren heisst bekanntlich nichts weiter, als eine Oberfläche mit feinsten Ritzen versehen; bei einer entsprechend starken Vergrösserung würden also auch die best-polierten Flächen ihre Unebenheiten zeigen. Für unser Auge sind diese belanglos, für das, was wir seither als Energie, Licht und Wärme bezeichneten, aber sicher nicht!

Unsere Technik gebietet auch glücklicherweise jetzt über eine grosse Menge von Hilfsmitteln aller Art, um die Wissenschaft weitgehend unterstützen zu können.

Treten wir wiederum an der Hand eines bestimmten Experimentes in die notwendigen Untersuchungen ein. Prismen aus guten Glassorten gefertigt und sauber geschliffen sind jedem heute zugänglich und geben nicht, wie noch vor hundert Jahren, wertvolle fürstliche Geschenke ab. - Seit langer Zeit sind das Crown- und das Flintglas in Gebrauch, sie werden je nach ihrer Fähigkeit das Licht zu brechen und in Farben zu zerlegen ausgewählt. Der Brechungsexponent einer mittelschweren Flintglas-Sorte ist ungefähr gleich 1,65 ,das Licht zerstreuungs-

vermögen 0,016. Der Brechungsexponent von Crown-glas ist 1,54 bei einem Zerstreuungsvermögen von 0,008.

Es wurde schon erwähnt, dass die Glassorten ganz verschiedenes Brechungs- und Zerstreuungsvermögen für Sonnenlicht besitzen. Es hängt diese Eigenschaft von der Molekularstruktur, die wieder mit der chemischen Zusammensetzung verknüpft ist, auf das Engste zusammen. Die gebräuchlichsten Gläser sind Crown-glas und Flintglas, beide zunächst sorgfältig in England hergestellt und daher auch englisch benannt. Crownglas, zu hochdeutsch Kron- oder Mondglas, ist ein möglichst tadelloses Fensterglas, das aus Quarz, Salpeter und Pottasche oder Natron hergestellt wird. Es ist meist grünlich gefärbt und mit winzigen Luftbläschen durchsetzt. Flintglas oder Feuersteinglas wird aus reinem Quarz (früher Feuerstein), Salpeter, Kalk, Pottasche oder Natron, einem Bleisalze (Mennige) und etwas Braunstein angefertigt. Zusätze von Verbindungen mit Phosphorsäure und Borsäure ändern die Brechbarkeit und das Zerstreuungsvermögen in ganz bestimmter Weise ab. Es schwankt der Brechungsexponent zwischen 1,5 und 1,96, das Zerstreuungsvermögen zwischen 0,007 und 0,05 je nach der Zusammensetzung. Für die Herstellung von Instrumenten sind diese Eigenschaften überaus wichtig; vorzügliche Glassorten, die einen Weltruf besitzen, werden augenblicklich in Jena nach den Untersuchungen von Abbe und Schott hergestellt, sie sind als Jenaer Gläser auch weiteren Kreisen dem Namen nach bekannt.

Für die meisten Untersuchungen genügen die gewöhnlichen Brillen-Prismen von 1^0, 2^0, 4^0, 8^0, 15^0 und 20^0, jede Brillenhandlung liefert solche, je ein rechtwinkelig, gleichschenkeliges Prisma aus Crown- und Flintglas von 3 cm Höhe und 3 cm Basislänge, je ein gleichseitiges Prisma aus Crown- und Flintglas von 3 cm Seitenlänge. Die später zu erwähnenden, besonders konstruierten Prismen genügten für die wissenschaftlichen Untersuchungen.

An die planparallele Glasplatte schließt sich naturgemäss ein Prisma an, dessen brechender Winkel möglichst klein ist, also wählen wir das oben erwähnte von 1^0.

Zunächst ist es notwendig, das Gesetz der Spiegelung an den beiden Prismenflächen festzustellen, es müssen sich jetzt geänderte Verhältnisse ergeben, denn die beiden Flächen sind nicht mehr parallel. Wird die brechende Kante dem Beschauer zugekehrt, so divergieren die Flächen nach ihm zu, wird die entgegengesetzter Kante dein Beschauer zugekehrt, so gehen die Flächen konvergent auf ihn zu. Es ist also leicht verständlich, dass sich bei der Betrachtung einer sich spiegelnden Lichtquelle, z. B. eines leuchtenden; Punktes, verschiedene Bilder und Bildabstände ergeben, je nachdem, das Prisma gedreht wird. Diese Verschiedenheiten müssen aber doch etwas näher geprüft werden, denn sie führen zu wichtigen optischen Gesetzen hin, zu denen der Lichtbrechung durch Prismen und der Entstehung der Farben,

Das Prisma legen wir auch wieder auf das Tischchen des Apparates Figur 2b, Seite 26, und zwar so, dass die obere Fläche ganz horizontal liegt; es ist die untere Fläche alsdann die geneigte. Um leicht konstruieren zu können, spiegele sich der leuchtende Punkt genau in der Mitte der oberen Prismenfläche. Das Sonnenlicht lassen wir durch einen punktförmigen Spalt einfallen, es entstehen alsdann auf dem Schirm zwei runde Spiegelbilder genau übereinander. Will man direkt mit künstlicher Lichtquelle beobachten, so wird über die Prismenfläche in einer Entfernung von

5 - 7 cm eine kreisrunde mit Pauspapier überzogene Öffnung von etwa 3 - 4 mm Durchmesser gebracht und das Pauspapier mit zwei Linien, die sich unter rechten Winkeln schneiden, für genaues Messen hergerichtet. Man misst die Entfernung der Bilder sehr leicht durch Zwischenstellen einer Glasscheibe, auf welcher ein Mass-Stab eingeritzt oder mit einer Ziehfeder aufgezogen wurde.

Das Prisma muss auf einer rotierenden Scheibe liegen, die man sich leicht aus einem kreisrunden Pappscheibchen, das mit einem kleinen Nagel in der Mitte eines Brettchens angenagelt wird, herstellt. Beim Drehen der Scheibe darf sich das von der Oberfläche zurückgeworfene Bild nicht vom Orte bewegen, beim direkten Visieren muss das Kreuz fest hinter einem Punkte des Mass-Stabes liegen bleiben. Da die untere Fläche des Prismas geneigt ist und beim Drehen aus einer konvergierenden in eine divergierende Stellung übergeht, so kann das von der Unterfläche zurückgeworfene Bild um die Mitte desjenigen der Oberseite keinen Kreis beschreiben, .aber auch keine reguläre Ellipse, sondern es beschreibt mit seinem Mittelpunkte eine Kurve, welche dem Umriss eines Eies ähnlich ist. Das Bild der unteren Fläche wird zweitens nicht den Weg durchlaufen, wie ein Bild, welches von einem Spiegel, der um einen Grad gegen die Horizontalebene geneigt ist, sondern es erfährt, da es in einem dichten Mittel, dem Glase des Prismas, zweimal eine Hebung durchmachte, eine ganz eigenartige Ablenkung. Ist die brechende Kante des Prismas dem Beobachter zugekehrt, so sind die Spiegelbilder weiter voneinander entfernt als dann, wenn das Prisma um 180^0 gedreht wurde, also seine breite Seite dem Beschauer zukehrt. Während das Bild, das von der oberen Fläche zurückgeworfen wird, nur die Merkmale eines jeden einfach reflektierten Bildes trägt, erweisen sich die Bilder, welche die untere Fläche zurückwirft, untereinander ganz verschieden, sowohl hinsichtlich der Grösse als auch der Ausbildung. Da das Licht durch eine prismatisch geformte Glasmasse hindurchging, so ist es nicht nur gebrochen, sondern auch noch weiterhin umgewandelt worden. Die Ränder der reflektierten Bilder sind stets an zwei Seiten farbig umsäumt, zur Hälfte ist der Saum gelb-rot, zur anderen blau-violett. Es muss also dadurch, dass ,eine schräg gestellte Fläche an der Masse des dichteren Mittels vorhanden ist, eine tiefgreifende Umwandlung des Bildes stattgefunden haben.

Ist die brechende Kante dem Beobachtenden zugekehrt, so liegt das Bild, welches der unteren Fläche angehört, nach vorne, also vor dem von der oberen Fläche reflektierten Bilde. Die farbigen Säume des unteren Bildes liegen so, dass der rot-gelbe der Mitte des Prismas zugekehrt ist, der violett-blaue nach aussen, hier also vorne liegt.

Ist die brechende Kante vom Beschauer abgekehrt, so liegt das von der unteren Fläche reflektierte Bild nach rückwärts von dem der oberen Fläche. Rot ist wieder der Mitte, diesmal also dem Beschauer zugekehrt, blau-violett liegt nach aussen.

Die farbigen Säume sind natürlich sehr schmal, da die Brechung nur schwach und die zerstreuende Kraft des verwandten CrownglasPrismas nur gering ist. Wenn wir die Bilder jetzt durch Konstruktion theoretisch entwickeln, so zeigt sich sofort, warum die genannten Verschiedenheiten hervorgehen müssen. Mit Winkeln von 1^0 werden Konstruktionsbilder wenig übersichtlich, deshalb ist es zweckmässig, alle weiteren Betrachtungen gleich mit einem stärker brechenden Prisma anzustellen. Wählen wir dazu eins von nahezu 20^0. Ein solches müsste sehr grosse Flächen besitzen, um die reflektierten Bilder gleichzeitig zeigen zu können; infolge der stärkeren Brechung

rücken letztere weit auseinander. Das Prisma muss also gehoben oder das Auge verschoben werden, wenn die von der unteren Fläche reflektierten Bilder gesehen werden sollen. Liegt die brechende Kante nach vorn, so muss diese gesenkt werden. Das sichtbare Bild zeigt nun nach dem Beschauer zu einen breiten von violettblau nach hellblau und von hier in das Weiss verlaufenden Saum; an die weisse Mitte des Bildes schliesst sich nach der anderen Seite ein gelber durch orange in rot übergehender Saum an. Bei dem runden Bilde sind diese Säume mondsichelförmig. Lassen wir sich das Fensterkreuz spiegeln, so erscheint das Bild des Querholzes entgegengesetzt gefärbt umsäumt. Nach der brechenden Kante zu liegt rot-gelb, an der andern Seite, vom Beschauer fort, wird das dunkle Bild des Querholzes der ganzen Länge nach von einem violett-blauen Saume eingefasst. Wird das Prisma umgekehrt, so rückt gelb-rot stets der brechenden Kante zu. Bei genauer Betrachtung stellt es sich heraus, dass die Bilder untereinander verschieden sind. Dasjenige, welches entsteht, wenn die brechende Kante nach vorne liegt, ist viel schmaler und weniger breit farbig umsäumt als das entgegengesetzt entstehende Bild. Das Querholz des Fensters erscheint dem Auge auch nicht gerade, sondern bogenförmig gekrümmt, die konkave Biegung gegen die brechende Kante zu. Das entgegengesetzt entstehende Bild hat nicht eine gleichgerichtete Biegung, sondern diese ist ebenfalls nach der nun abgekehrt brechenden Kante zu gerichtet; die Querhölzer liegen im ersten Falle ∪ im zweiten ∩ gebogen, ohne dass die Kurven gleiche Krümmungshalbmesser hätten. - Diese Biegung ist nicht etwa durch den Bau unseres Auges entstanden, sondern sie findet ihre Begründung, in der Hebung des Bildes, entsprechend der Dicke des dichteren Mittels (hier Glas), durch welches das Licht, das vom Objekte kommt, konvergierend hindurchgehen muss. Hier kommen die Winkel in Betracht, unter denen ein Gegenstand gesehen wird; die Schenkel dieser Winkel werden beim Durchgange des Lichtes durch die Masse des Prismas ganz anders gebrochen werden als die Strahlen aus der Mitte. Die Linien, welche die Schenkel dieser Winkel (Sehwinkel) bilden, treffen nämlich auf die Fläche eines zwischen-geschalteten Prismas nach zwei Richtungen hin schief auf, sie stehen zur gebrochenen Mittellinie nicht allerorts in gleichen Verhältnissen, können daher Dicht an einfachen Durchschnitten durch gerade Linien angegeben werden. Die hierher gehörigen Rechnungen, die mit einfachen mathematischen Betrachtungen nicht zu bewältigen sind, muss ich an anderer Stelle bringen; nach dem sogenannten Sinusgesetze ist eine einfache Lösung nicht möglich. Wird ein Prisma von etwa 8^0 mit der Oberfläche horizontal gelegt und um den Mittelpunkt dieser Fläche gedreht, so wandert das Bild eines horizontalen Stabes, das an der unteren Fläche gespiegelt wird, um das an der oberen Fläche sichtbare Spiegelbild herum. Ist ersteres dem Beschauer zugekehrt, so ist es gegen ihn konkav gebogen; die brechende Kante liegt nach dem Auge zu. Wird das Prisma um 90^0 gedreht, so rückt das Bild schräg nach aussen, das vom Mittelpunkte entferntere Ende richtet sich divergent nach vorn. Nach weiterer Drehung von 90^0 liegt das Stabbild nach vorn; es ist jetzt gegen den Beschauer zu konvex gebogen. Bei weiterer Drehung geht es auf der anderen Seite schräg nach aussen-vorn und kehrt dann schliesslich in die Anfangsstellung zurück. An diese Spiegelbilder lassen sich nun ganz interessante mathematische Betrachtungen anknüpfen, welche Aufschluss über Verhältnisse geben, deren Aufklärung nach dein einfachen Gesetz vom Verhältnis der Sinus ganz unmöglich ist.

Die Enden des Querholzes müssen gebogen erscheinen, weil das Licht, das von ihnen zum Prisma und von dort zum Auge geht, einen dickeren Teil des Glases bei vorne liegender brechender Kante, einen dünneren bei entgegengesetzt liegender durchlaufen muss, als das Licht der mittleren Teile des geraden Holzes. Daher erfolgt

eine ungleiche Brechung. Wir bemerken diese auch, wenn wir durch irgend ein Prisma nach entfernten, langen, geraden Kanten sehen; sie tritt auch in augenfälliger Weise hervor, wenn ein Spektrum vermittelst eines Spaltes, der im Projektionsapparate angebracht ist, erzeugt wird, weil hier das Licht divergierend durch das Prisma tritt, welches vor dem Objektiv aufgestellt wurde. Die Biegung kann aber nicht entstehen, wenn das direkte Sonnenlicht durch einen geraden Spalt hindurch auf ein langes Prisma fällt und von diesem gebrochen und in die Spektralfarben zerlegt wird. Der Stab erscheint verschieden stark gebogen, je nachdem das Auge dem Prisma näher oder ferner ist. Sein Bild ist an allen Punkten von gleicher Breite, weil die Sehwinkel für alle Punkte der Stabränder nach dem gleichen Gesetze abgeändert werden.

Bei der einfachen Zurückwerfung des Lichtes von einer ebenen spiegelnden Fläche, also von der Oberseite des Prismas kann keine Formänderung hervortreten.

Es wird zweckmässig sein, für einen Punkt, der sich in der eben angedeuteten Weise spiegelt, wenigstens die zweifach hervortretende Verschiebung durch Konstruktionen darzustellen. Die Prismen sind nur durch die Querschnitte angegeben. Nach dem, was Seite 117 gesagt wurde, müssen stets die Punkte aufgesucht werden, welche die scheinbaren Ausgangspunkte der sich spiegelnden und brechenden Strahlen sind. Diese Punkte liegen im Durchschnitte durch die Prismen in Figur 16; sie werden gefunden, wenn zunächst ein Strahl so gezeichnet wird, als ob er geradlinig durch eine planparallele Masse hindurchginge und in dieser, entsprechend dem Brechungsexponenten, gehoben würde. Ich habe hier die Bezeichnung „Brechungsexponent" beibehalten, wieweit dazu nach dem Vorhergehenden und Folgenden noch eine Berechtigung vorliegt, mag dahin gestellt bleiben. Für den Strahl *A O* ergibt sich folgendes: Bei geradlinigem Durchgange durch die Masse des Prismas würde bei *A* der Eintritt, bei *B* der Austritt aus Glas sein. - Ein Mikroskop bildet, wenn es in der Richtung *A 0* eingestellt würde, nicht den Punkt *B* ab, denn dieser ist nach *B'* gehoben worden. In der Richtung von *A B* findet es in Wirklichkeit den Punkt *Q'* in *Q".* Aber doch wieder nicht ganz in *A B* liegend, sondern entsprechend der Neigung um die Winkelgrösse *O Q' Q''* nach unten in die Länge gezogen; der Punkt *Q'* erscheint deshalb niemals scharf, sondern unscharf und nach den Seiten farbig umsäumt. Mathematische Punkte können weder abgebildet noch gesehen werden, wir schalten sie nur als Rechnungswerte in die Betrachtungen ein. Erscheint also ein Punkt in die Länge gezogen, so kann es sich nur um eine winzige Scheibe, welche für das Auge punktförmig ist, handeln. Für die Beobachtung mit unbewaffnetem und bewaffnetem Auge kommen einzig und allein Flächen in Betracht. In *Q'* trifft aber der Lichtstrahl *O A* faktisch, wie die direkte Beobachtung durchgehenden Sonnenlichtes lehrt, die untere Fläche des Prismas. Also von *Q'* aus erfolgt auch ganz zweifellos die Spiegelung, wie wieder die direkte Beobachtung verbunden mit Photographie und Messung lehrt, also sicher ganz objektiv! Um den Austritt des von der Unterfläche in *Q'* gespiegelten Lichtes (Bildes von *0*) zu finden, muss in *0* auf der Unterfläche eine Senkrechte *X'* errichtet werden, die das Einfallslot innerhalb der Prismenmasse darstellt. Gegen diese müssen Einfalls- -und Spiegelungswinkel innerhalb der Glasmasse einander gleich sein. Es wird das Licht jetzt tatsächlich in der Richtung *Q' C* reflektiert; es geht also bei *C* aus dem Prisma nach *Y*. In *C* erfolgt der Übertritt in Luft und deswegen erscheint von der Richtung *YC* aus der spiegelnde Punkt *Q'* wieder gehoben. Für *A B* war *K P* die Konstruktionsebene, für *Q'* ist es *K u*. Daher erfolgt die Bildhebung bis an *Y C*.

Der Punkt *Q*, kann nur senkrecht gehoben werden, er wird also in *Q'''* liegen müssen, womit aber dem Sinusgesetze in keiner Weise Genüge geschehen ist, denn *A Q' : A Q'''* entspricht nicht dem Brechungsexponenten! *Y Q'''* sollte, was nicht der Fall ist, gleich *Q'' 0* sein. *0''* erscheint in den Spektralfarben und ist deshalb der direkten Messung unzugänglich. Der Lichtstrahl, der von *0* kommt und unter dem Winkel *O A X* auf die Oberseite des Prismas trifft, wird an der Unterseite so reflektiert und in der Masse des Prismas derart für das in Luft beobachtende Auge verschoben, dass das Bild des reflektierten Punktes *0* in *Q'''* gesehen wird. Dieses entspricht auch der direkten Beobachtung.

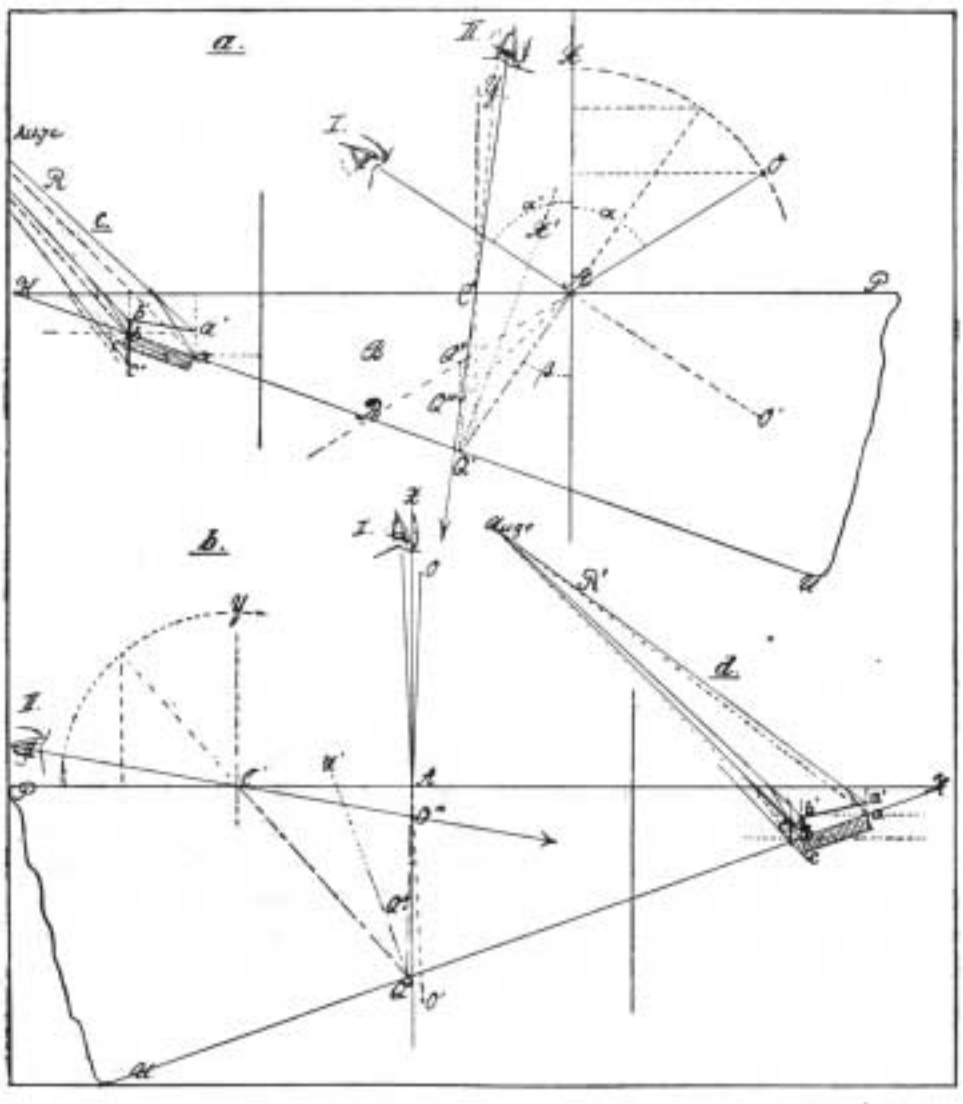


Fig. 16

Fig. 16. Spiegelung und Bilderzeugung an Prismenflächen. - In Figur 16 a sieht das Auge von *I* aus das Spiegelbild des Punktes *0* an der Fläche *KP* in *0'*. Es ist *A 0* gleich *A 0'*. Suchen wir jetzt das Bild an der Unterfläche *KU* des Prismas, welche doch gegen die planparallele Platte eine Neigung von nur 20^0 erfahren hat, so müssen wir das Auge um 60 Grad nach oben drehen, etwa in die Stellung *II*. Dabei verschiebt sich das Spiegelbild von *0* an *K U* ganz gewaltig; ist *0* eine kleine Fläche, so löst sie sich in Farben auf. - In Fig. 16 b ist die brechende Kante des Prismas gedreht. Ein Punkt, dessen Spiegelbild an beiden Flächen beobachtet werden soll, muss schon in *0* nahe am beobachtenden Auge *I* liegen; letzteres muss um fast 80 Grad gedreht werden, um von *I I* aus das Bild, das sich an *K U* spiegelt und farbig umsäumt ist, wahrnehmen zu können. Das Bild liegt nahezu in 0'''. - In Fig. 16 *c* habe ich das Bild konstruiert, das zwei Flächen *ab* und *bc* eines Körpers zeigen, der an der Fläche *K U* liegt und von *R* aus beobachtet wird. Das Bild *a' b' c'* lässt sich nach dem Gesetze der Bildhebung leicht finden; es erscheint allseitig *vergrössert*, wie es die tatsächliche Beobachtung ebenfalls lehrt! - Fig. 16 d zeigt das Bild der Flächen *a b* und *b c* bei gedrehter brechender Kante. Das Bild *a' b' c'* ist jetzt verkleinert! Die in Fig. 16 c und d ausgezogenen Linien geben die Richtungen an, in denen die Punkte *a, b, c* aus der Richtung *R* und *R'* wahrgenommen werden.

Die Darstellungen bei c und d sind überaus interessant. Wird nämlich der im Durchschnitt gezeichnete Stab *a b c* allmählich von dem Prisma entfernt, während dieses und das beobachtende Auge in der gezeichneten Stellung verbleiben, so tritt in Stellung *c* nach und nach ein verhältnismässiges Kleinerwerden des Bildes von *a b c* ein ; das heisst, die Winkel, welche von a b c aus grösserer Entfernung direkt zum Auge gelangen, werden *verkleinert*, sobald der Stab in derselben Entfernung durch das Prisma betrachtet wird. Man braucht z. B. nur durch letzteres hindurch nach einem fernen Fensterkreuze zu sehen um die Verschmälerung zu gewahren. Bei der in Figur *d* dargestellten Stellung ist es gerade umgekehrt: der nah an die Prismenfläche gehaltene Stab erscheint merklich verkleinert entfernen wir in vom Prisma, so wird er alsbald immer grösser. Die Ränder aller Gegenstände sind bei *c* und *d* farbig, aber diese Farbenzerstreuung ist nicht der Grund für die eigenartige Änderung der Sehwinkel. Ich komme im Texte später nochmals auf diese Verhältnisse zurück. - (In Figur *c* muss der Punkt *c'* um etwa 3 mm nach der Fläche *K U* hin verschoben werden, also muss auch dementsprechend die Linie *b' c* andere Richtung erhalten, was beim Zeichnen übersehen worden ist.)

Wichtig ist noch das Verhalten des Bildes eines Objektes, das durch eine planparallele Platte oder ein Prisma hindurch beobachtet wird, wenn also das Bild des Punkte *o* in Figur 15 a auf Seite 117 mit dem Mikroskope gesucht wird. Der Punkt *o* wird zu einer Linie ausgezogen welche auf der Senkrechten liegt, die von *o* aus auf die Oberfläche der Glasplatte gefällt werden kann. Wo die austretenden Strahlen *r'' r^{IV}*, *d d'* u.s.w. diese Senkrechte schneiden, liegen die Endpunkte des zu einer Linie verzerrten Punktes *o.* Bei der Betrachtung des Spektrums und in der Erklärung zu Tafel IV ist hierüber Weiteres mitgeteilt worden.

Figur 16 b gibt die Konstruktion der Richtung, in welcher das Spiegelbild gesucht werden muss, das von *0* an der Unterfläche des Prismas entsteht, wenn die brechende Kante umgekehrt wie in der oberen Figur 16 a gelagert ist. Die Konstruktion ergibt sich ganz zwanglos aus der vorigen. Es liegt hier *0'''* über *0'*. Daraus lässt sich ableiten, dass das Bild einer Fläche wesentlich anders erscheinen muss als bei der Lage in Figur 16 a. Für die hier angenommenen Punkte und einfachen Strahlen ergeben sich solche Verschiedenheiten nicht. Einfache Strahlen gibt es in Wirklichkeit nicht, ungebrochenes Licht geht stets *divergierend* von der Lichtquelle aus, das wollen wir bedenken. Hätte ich in der gleichen Weise die Ebenen für ein divergent eintretendes Strahlenbündel bestimmen wollen, so hätten bei jeder Brechung und Spiegelung gebogene Flächen berücksichtigt werden müssen, für die es, da sie in Farben aufgelöst sind, keine Konstruktionsmethode gibt. Nach dem jetzt gültigen Brechungsgesetze liesse sich ja überhaupt die Lage des Punktes *0'''* gar nicht berechnen, was, wie die direkte Beobachtung bestätigt, noch einfach auszuführen ist, wenn die Bildhebung in die Betrachtungen - wie es oben geschah - eingeflochten wird. Bringt man in *0* ein Konvexglas mit bekanntem Brennpunkt an, so kann man letzteren sich spiegeln lassen und bekommt so die Ebene, in der das von Spektralfarben umgebene, aber an zwei Seiten scharfe Bild der Sonne auf *C 0'''*

gefunden wird. Daraus ergibt sich die Korrektheit eines Teiles der obigen Ableitungen. Das Mikroskop, welches nach *C 0'''* eingestellt wird, sieht ferner ein bei *0* befindliches Fadenkreuz nur in *Q'''*, womit die Richtigkeit der Schlüsse bewiesen ist.

Das Auge muss fast nach *//* verschoben werden, wenn es den sich an der Unterfläche spiegelnden Punkt *0* sehen will! Bei der Konstruktion ist dem sogenannten Sinusgesetze, wie eine einfache Betrachtung ergibt, voll Genüge getan. Es ist aber zwanglos die bisher unbekannte Verschiebung der Spiegelbilder von *0* nachgewiesen. Aus dieser Verschiebung ergeben sich die Spektralfarben! In einigen grossen Spezialwerken über Optik findet sich gelegentlich die Bemerkung, dass subjektiv das Bild eines Objektes unter einem dichteren Mittel, z. B. das einer Münze auf dem Boden eines Glases Wasser, gehoben erscheine. Diese Hebung soll also eine scheinbare sein, während sie sich an der Hand unwiderlegbarer Tatsachen als optisch wirkliche darstellt, die wir überall in Rechnung zu setzen haben, wo es darauf ankommt, den Gang solcher Lichtstrahlen festzustellen, welche senkrecht durch ein dichteres Medium hindurch gehen, wie es also bei allen Strahlen der Fall ist, welche mit den optischen Axen unserer Linsen, die später besprochen werden müssen, zusammenfallen. Wir haben bei den Berechnungen der Brechung des Lichtes durch gebogene Flächen diese Tatsache seither ausser acht gelassen. - Das Sinus-Gesetz, wonach also das Verhältnis zwischen den Sinus des Einfalls- und Brechungswinkel eine konstante Grösse für alle Strahlen sein soll, welche aus irgend einem gleichmässigen Mittel in ein anderes gleichmässiges von höherer oder geringerer optischer Dichte übergehen, ist aus der Tatsache der Bildhebung und Bildsenkung abgeleitet. Eine Brechung kann ja aber für senkrechte Strahlen nicht angenommen werden, wir lassen solche auch als "ungebrochen" aus den Rechnungen ausscheiden. Deshalb decken sich meine Darstellungen nicht mehr mit den seither üblichen. Ich leite das Sinusgesetz in anderer Form ab, ohne es aber bezüglich seiner Gültigkeit irgendwie anfechten zu wollen. Dass dem geradlinigen Durchgange des Lichtes in den Berechnungen alle Beachtung geschenkt werden muss, geht zu Genüge aus der Seite 107 gebrachten Kritik des Arago-Foucault'schen Experimentes hervor.

Ich lehne mich, wie schon aus den Seite 103 gemachten Mitteilungen hervorgeht, an den bereits vom ersten exakten Beobachter dieser Verhältnisse gemachten Befand an und betrachte mit Willebrord Snellius (1591 bis 1626) vornehmlich die Bildhebung. Descartes hatte bereits Licht und Farbe auf Bewegungen zurückzuführen versucht und sich damit als Fortarbeiter der Lehren des Anaxagoras, Aristoteles u. a. bekannt. Malebranche führte diese Lehre weiter aus und ist so recht eigentlich als Vorläufer von Newton anzusehen, dessen Lehre schliesslich auch nichts weiteres ist, als eine Fortführung der Gedankenreihe, die vor ihm Descartes (1596-1650) und gleichzeitig Malebranche (1638-1715) und andere bestimmt genug festgelegt hatten. Die Arbeiten Newtons zur Farbenlehre erstrecken sich über den Zeitraum von 1666 bis 1704, wo sie abgeschlossen veröffentlicht wurden.

Huyghens beweist in seinen Wellenkonstruktionen nur, dass ein Sinusverhältnis, welches durch je unter sich ähnliche Dreiecke (die er einfach konstruiert) erzeugt wird, für alle diese Dreiecke ein gleiches ist. Er bedarf dazu des hypothetischen, in der Wirklichkeit nie und nirgends vorhandenen geradlinigen Wellenzuges, also einer Kugelschale, deren Radius unendlich ist. Wo bleiben denn aber die recht endlichen, oft nur wenige Millimeter langen Halbmesser, die wir bei den tatsächlichen

Experimenten benutzen, um das gleiche Resultat zu erhalten!? Gegen diese mathematische Misshandlung der Optik sträubte sich Newton und nach ihm hundert Jahre lang die gesamte Welt der Mathematiker und Physiker. Ich möchte sie aber doch nochmals objektiv nachrechnen und prüfen, um daran zu zeigen, dass Huyghens nicht nur hinsichtlich der Reflexion und Bildhebung auf Irrwegen war, sondern auch betreffs seiner Lehre von der Ausbreitung der Wellen in mathematischen Ebenen von beliebiger Ausdehnung. Die genauere Ausführung muss ich an anderer Stelle geben, sie ist nach den eben gemachten Andeutungen leicht zu finden.

Bevor wir die Brechung des Lichtes durch gebogene Flächen besprechen, muss noch die sogenannte totale Reflexion, also die vollständige Spiegelung Erwähnung finden. Spiegelung und Brechung gehen so eng nebeneinander her, dass beide nur im Zusammenhange dargestellt werden können.

Bei Prismen gibt es eine Richtung, welche als Grenzweg der Brechung für schräg auffallende Strahlen gelten muss. Der Einfallswinkel hat nur bis zu einer gewissen Grösse einen Brechungswinkel, wird diese Grösse um das geringste Mass überschritten, so hört die Brechung auf und es tritt ausschliesslich Spiegelung ein. Bestimmen wir nach dem Sinusgesetze die Winkel, so erhalten wir einen Grenzwert. Für Glas und Luft ist der Weg, den das Licht nach dem Eintritte in Glas noch durchlaufen kann, um wieder austreten zu, können, ungefähr unter einem Einfalls-Winkel von 42^0 gegen die Fläche geneigt. Der ein- oder austretende Strahl streift alsdann die betreffende Fläche. Weicht der Winkel noch etwas mehr von diesem Werte ab, so geht das Licht nicht schräg im Glase weiter, sondern wird ausschliesslich gespiegelt und zwar im Glase so vollkommen, dass nur ein ganz minimaler Lichtverlust stattfindet, der in der Struktur des Glases seine Ursache hat. Rechtwinkelig gleichschenklige Glasprismen können also als Spiegel benutzt werden und werden dazu benutzt; das Licht, welches senkrecht auf eine Kathetenfläche fällt, geht gerade zur Hypothenuse, wo es unter ca. 45^0 auftrifft und nun unter gleichem Winkel entgegengesetzt weitergeht. Gleichseitige Prismen und eine beliebig zu erweiternde Anzahl anderer zeigen natürlich auch totale Reflexion, aber die Spiegelung ist bei ihnen nicht so vollkommen wie bei gleichschenklig rechtwinkeligen.

Nehmen wir anstatt des Glasprismas ein solches von Wasser, also etwa ein aus Eis geformtes oder ein vermittelst einer Glaskapsel hergestelltes, so ist der Grenzwert natürlich ein ganz anderer. Senkrecht zu einer Kathetenfläche auftreffende Strahlen werden an der Hypothenuse nur teilweise gespiegelt und gehen daneben, teilweise gebrochen, durch diese Fläche hindurch und jenseits weiter. Erst wenn die Strahlen unter einem Einfallswinkel von etwa 50^0 auf die Hypothenusenfläche auftreffen, werden sie von dieser nur gespiegelt.

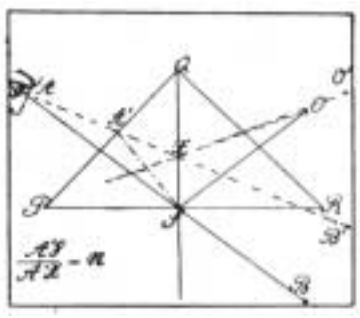


Fig. 17. Hebung des sich in *S* spiegelnden Punktes *0*, welcher nach *X* gehoben wird, sodass er dem Auge a um eine Entfernung *(AS-AX) + (OS- OX)* näher gerückt erscheint.
Ersetzen wir *A* durch ein Mikroskop, so müsste dieses um eine solche Entfernung abgerückt werden, falls es so eingestellt wäre, dass es *B* in einer Entfernung *A B = A S + S B* ohne zwischenliegende Prismenmasse wahrgenommen hätte.

Die Konstruktion dieser Spiegelungen ergibt sich aus der nebenstehenden Figur 17. Der Punkt *S,* in welchem die Hypothenusenfläche den auftreffenden Strahl *0 S* durch Ablenkung weiterleitet, liegt in der Zeichnung dort, wohin ihn auch etwa einfallendes Licht markiert. In der Richtung *S A* gelangt der Strahl nach der Konstruktion zum Auge. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse ganz anders. Wir sehen, wie unten noch zu beweisen ist, wenn *A* den Platz des Auges bedeutet, das Bild von *0* nicht in *B*, wo es nach dem gewöhnlichen Spiegelungsgesetze liegen sollte, sondern wir sehen es nach *B'* gehoben Und zwar derart, dass *O S* und *A S* beide um ein Stück *S X* nach oben gerückt sind. Ist das Prisma aus Glas, so ist die Hebung 1/3 bis nahe 1/2 bei verschiedenen Sorten, 1/4 bei Wasser, über die Hälfte beim Diamant, dessen Brechungsexponent etwa 12/5 beträgt. Wir finden den Punkt der Spiegelung sehr einfach, wenn wir *S A'* : *A' X* = Brechungsexponent konstruieren, was ja einfach zu erreichen ist. Der Schnittpunkt *X* ist dann der Punkt, der uns auf die Lage des Bildes im Raume hinweist. Diese Hebung lässt sich als tatsächlich vorhandene vermittelst aller Instrumente feststellen, deswegen haben wir sie auch voll zu beachten.

In einer recht augenfälligen Weise zeigt jedes rechtwinkelige oder gleichseitige Prisma die vollkommen senkrecht erfolgende Hebung der Spiegelbilder, wenn man eine Grundfläche des Prismas schräg von der Katheten- und Hypothenusenfläche aus betrachtet. Um sich schnell orientieren zu können, wie die Spiegelung stattfindet, muss man auf der Grundfläche eine unregelmässige Zeichnung mit Tinte auftragen, diese Zeichnung spiegelt sich dann ebenfalls und dient leicht zur schnellen Bestimmung der Zusammengehörigkeit der einzelnen Seiten. Figur 6 auf Tafel VI zeigt das Bild der Grundfläche von der Kathetenfläche aus gesehen. Figur 5 b zeigt das mehrfache Bild an der Hypothenusenfläche. Im ersten Falle ist das entstehende Bild ein Rechteck, dessen längste Seite die Kathete darstellt. Die Höhe des Rechteckes ist nur ein Bruchteil der entsprechenden Kathetenlänge. Das Rechteck ist von einer Diagonale *a c* durchzogen, gegen welche die Zeichnung auf der Grundfläche nicht symmetrisch angeordnet erscheint. Es hält nicht schwer, durch Visieren die Höhe dieses Bildes mit der Höhe der Kathetenfläche zum Vergleich zu bringen, wobei sich herausstellt, dass das Rechteck beim Aufblicken unter einem Winkel von 45^0 beinahe nur halb so hoch erscheint wie die Kathete. Je mehr das Prisma schräg geneigt wird, um so *geringe*r tritt die Höhe des Rechtecks hervor. Sieht man nur unter einem Winkel von wenigen Graden über die Prismenfläche hin, so hebt sich die untere Rechteckseite fast bis an die obere freie Fläche heran. Bei dieser Hebung kann nicht die Dicke der Glasmasse, welche vom Lichte durcheilt wird, allein ausschlaggebend sein, denn das Austreten der Strahlen erfolgt nur in einem kurzen Bezirke, wovon man sich leicht durch Abdecken der oberen Prismenfläche überzeugen kann. Es sind also die beiden Fragen zu lösen: Wie entsteht die Hebung des Bildes bei senkrechtem Durchgange der Strahlen, wodurch das, was wir Brechung nennen, vollkommen ausgeschlossen ist? Wie kommt ferner die gesteigerte Hebung der Strahlen bei schrägem Durchgange des Lichtes durch die Masse des Prismas zustande? Wodurch entsteht also der Grenzwert und warum findet jenseits desselben nur totale Reflexion und keine Brechung in der Prismenmasse selbst statt?

Das Spiegelbild der Grundfläche an allen Prismenflächen ist, wie Figur 7 auf Tafel VI zeigt, ein achtfaches; es entsteht ein Rechteck, das durch beide Diagonalen geteilt erscheint. Dazu tritt in och ein unter diesem gelegen es, *vollständiges* Spiegelbild hervor. Dadurch, dass dieses letztere nur ganz wenig, etwa im Verhältnis von 12 :10, in der Höhe verkürzt ist, wird dargetan, dass der Weg, den das Licht in der

Glasmasse zurücklegen muss, nicht allein die Ursache der Hebung sein kann! Die absolute Regelmässigkeit der durch die Spiegelung zusammengesetzt erscheinenden verschiedenen Bilder der Grundfläche kann nur nach dem von mir aufgestellten Gesetze der senkrechten Hebung erklärt werden. Wollte man die Erklärungsversuche der kurvenartigen Bildhebung längs sogenannter kaustischer Flächen zugrunde legen, wie es alle neueren grossen Lehrwerke der Physik tun, so erhielte man Spiegelbilder mit gekrümmten Seiten. Da das nicht der Fall ist und die Bildpunkte, welche mit dem Mikroskop gesucht werden können, ganz absolut genau meiner Darstellung entsprechen, so nehme ich für mich die richtigere Ableitungsweise in Anspruch und verwerfe damit ganz ausdrücklich alle Formeln, welche sich über diese Beziehungen in Lehr- und Schulbüchern vorfinden.

Ich möchte hier noch an der Hand erwähnter und neuer Figuren diese Verhältnisse näher klarlegen. Figur 18 a zeigt die Beobachtungsergebnisse, welche hervortreten, wenn eine Anzahl paralleler Striche durch eine planparallele Glasplatte hindurch betrachtet werden. Wie schon Seite 107 hervorgehoben wurde, werden die Striche unter dem Glase gebrochen erscheinen, *d* jederseits stärker als *c*, dieses stärker als *b*. Das Bild von *d* ist unter der Platte gleichzeitig merklich verbreitert.

Legen wir, wie es in Figur 18 b geschehen ist, über einen geraden Strich *d e* ein rechtwinkeliges Glasprisma, so wird unter diesem die Linie de jetzt nach *y* hin gehoben und geknickt erscheinen; sie ist hier also um einen ganz erheblichen Teil in die Länge gezogen, *f y + y g* stellt einen bedeutend größeren Wert dar, als die gerade Linie *f g*. Es setzen sich, wie es die Linie *a c* in Figur 5 b, auf Tafel VI absolut klar zeigt, die geknickten Linien *a x c* und *f y g* aus zwei getrennten Bildern zusammen, die beide verkürzt sind! - Ebenso sehen wir die Grundfläche *a b c* in der Seite *a c* geknickt und nach *x* gehoben. Es ist also auch die ganze Fläche zusammengeschoben.

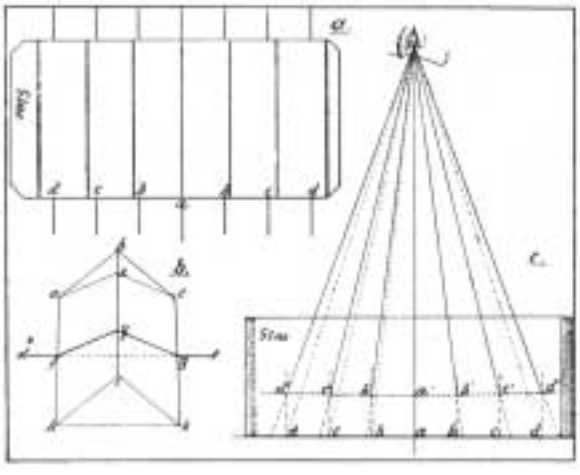


Fig. 18. Darstellung der Bildhebung durch Crownglas. a Durch eine planparellele Platte. b Hebung einer geraden Linie f g und einer Grundfläche durch die Masse eines rechtwinkelig gleichschenkligen Prismas, welches schräg zur Achse beobachtet wird. c Hebung der Linien a, b, c, d in einem Durchschnitte durch Figur a und das beobachtende

Figur 18c gibt uns durch die nunmehr ganz geläufige Konstruktion Aufschluss über diese Eigentümlichkeiten, die in *a* und *b* eine Darstellung fanden.

Das perspektivische Sehen wird nach dem Vorstehenden also dann gestört, wenn zwischen Auge und Objekt ein optisch dichteres oder dünneres Mittel eingeschaltet wird. Ist dieses Mittel dichter, also beispielsweise eine Wasser- oder Glasmasse, so werden die Dimensionen des Objektes, welche in einer Fläche liegen, die der

Oberfläche des Mittels parallel ist, in der Länge und Breite abgeändert, ebenso findet auch eine Verkürzung der Dimensionen statt, die schräg oder senkrecht zur Oberfläche des Mittels gerichtet sind. Dieses Verhalten ist nicht nur interessant, sondern auch wichtig, sobald nahe Gegenstände durch dicke Schichten eines stärker brechenden Mittels hindurch irgendwie beobachtet werden sollen. Bei fernen Objekten kommt die geringe Verkürzung durch die Masse des Mittels nicht sehr in Betracht.

Wir haben bei der Brechung des Lichtes (unter welche Bezeichnung ich auch die Hebung bez. Fortrückung der Bilder durch optisch verschiedene Massen einreihen will, weil die Ausdrucksweise allgemein geläufig und zur Zeit nicht voll ersetzbar ist) vorläufig nur einiges allgemeines betrachtet, das Auffälligste ist und bleibt jedoch die bei jeder Brechung durch parallel und nicht parallel begrenzte Flächen hervorgerufene Zerlegung der Bildränder in Farben. Bei der totalen Reflexion durch rechtwinkelige oder anders geformte Prismen tritt eine solche *nicht ein*. Die Spiegelbilder sind durchaus scharf und vollkommen frei von Farbensäumen. Diese Vorgänge im Prisma lassen sich durch Ergänzung des Durchschnittes durch ein Prisma zu einer planparallelen Platte leicht anschaulich darstellen. Wir brauchen an der Hypothenuse nur die betreffende Konstruktion spiegelbildlich durch Zeichnung zu wiederholen und erhalten dann den Gang des Lichtes durch planparallele Platten. Kitten wir unter eine wirkliche Prismenfläche ein gleiches Prisma in dieser Weise auf, so entsteht ja auf alle Fälle auch tatsächlich nichts weiter als eine planparallele Platte.

Eine Zerlegung der Objektränder in Farben findet stets statt, sobald die Grenzflächen des Mittels mit dem einfallenden Lichte Winkel bilden, welche grösser oder kleiner als 90^0 sind, doch muss das Licht nach dem oben erwähnten Brechungsgesetze an einer Fläche als divergierendes oder konvergierendes Strahlenbündel eintreten und an der anderen austreten können. Darüber ist an andrer Stelle das Wichtigste mitzuteilen. Vorläufig sind Mittel zu untersuchen, deren Grenzflächen nicht gerade Ebenen bilden. Solche müssen sich aus den letzteren ableiten lassen, denn nach einfachen mathematischen Betrachtungen kann ein Kreisbogen als ein Vieleck mit unendlich zahlreichen Seiten betrachtet werden, eine gebogene Fläche dementsprechend als ans ebenso zahlreichen Flächen bestehend.

IV. Spiegelung und Brechung an gebogenen Flächen.

Für die praktische Nutzbarmachung der durch wissenschaftliche Untersuchungen gewonnenen Resultate besitzen diejenigen den grössten Wert, welche die Beziehungen zwischen dem Lichte und den gebogenen, besonders kugelförmig gebogenen Flächen aufschliessen.

Brillen und Vergrösserungsgläser aller Art müssen aus ganz durchsichtigem Materiale, wozu sich am besten Glas eignet, verfertigt werden. Eine Fläche dieser optischen Hilfsmittel ist immer *g e b o g e n* meist sind aber beide Flächen, entweder ausgehöhlt (k o n k a v) oder gewölbt (k o n v e x), gebogen hergestellt. Eine gerade Fläche kann auf jeder vollkommen geraden Unterlage durch Schleifen hergerichtet werden, eine genau gekrümmte Fläche vermag man aber nur auf der Drehbank herzustellen. Von allen Bögen, die auf letzterer gedreht werden können, ist der Kreisbogen am genausten und gleichzeitig auch am leichtesten durch Umdrehung zu erzielen. Drehen wir einen Kreisbogen um den zugehörigen Mittelpunkt, so umschreibt er eine Kugeloberfläche. Wird eine Kugelschale zum Schleifen einer Linse benutzt, so kann jeder Teil der Schale zur Anwendung kommen, ohne dass die Form der Linse sich ändert. Das tritt bei keiner anderen Fläche ein, ist aber technisch besonders beim Polieren wichtig. Die Kugel ist deswegen die Grundform, aus der die Oberflächen fast aller Brillen- und Vergrösserungsgläser abzuleiten sind. Neben der Kugelfläche kommt am häufigsten die Zylinderfläche in Betracht. Die Oberfläche eines Zylinders lässt sich auch auf der Drehbank herstellen, aber doch viel weniger leicht und exakt als die Kugelfläche. In besonderen Fällen findet auch noch die Kegelfläche Anwendung und für die praktische Augenheilkunde sind endlich parabolisch oder hyperbolisch gekrümmte Gläser vorgesehen, mit denen wir uns aber nicht zu beschäftigen brauchen.

Die Kugel muss für unsere Betrachtungen auch schon deshalb die Ausgangsform sein, weil unsere grosse Lichtspenderin selbst Kugelgestalt besitzt und ihre Energie in radiärer Richtung durch den Weltenraum hindurch in die Ferne wirken lässt. Mit nahezu kugelförmiger Oberfläche nimmt die Erde diese Energie auf. Als Kugelschale umgibt uns die für die Sonnen-Energie absolut durchlässige Atmosphäre. Alles dieses ist wohl Grund genug, die Kugelform bei unseren Untersuchungen und an unseren optischen Hilfswerkzeugen genau beachten zu wollen.

Denken wir uns eine Hohlkugel aus möglichst dünnem, innen und aussen hoch poliertem Metall, so können wir, wenn die Kugel in einem grössten Kreise auseinander zu legen ist, alle Versuche damit einleiten.

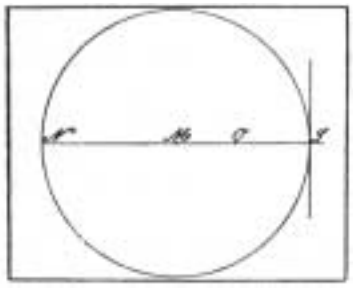
Wird in den Mittelpunkt *M* der Kugel, wie in der umstehenden Figur 19, eine möglichst kleine, ebenfalls kugelige Lichtquelle gebracht, so vermag von hier aus jeder Punkt der Innenfläche gleichmässig beeinflusst zu werden. Geradlinig wird sich das Licht des Punktes *M* radiär ausbreiten, überall senkrecht auf die Innenfläche auftreffen und von hier aus auf demselben Wege voll nach *M* zurückgeworfen werden. Theoretisch genügte in *M* ein einziger punktförmiger Lichtblitz, um das Innere der Kugel für alle Zeit dauernd gleichmässig zu erhellen. Beim Experiment können wir auch praktisch im Mittelpunkte einer derartigen Kugel, durch elektrische Entladung, einen kleinen Lichtblitz erzeugen, aber die dauernde Aufhellung des Kugelinnenraumes gelingt uns nicht, nicht einmal für kürzeste Zeit! In Wirklichkeit

liegen auch hier wie in der gesamten Optik - theoretische Darlegung und praktische Darstellung weit, weit auseinander.

In der Konstruktion können und müssen wir mit mathematischen *Punkten* und *Linien* rechnen, in Wirklichkeit haben wir *Flächen* und *Körper* mit allen Unregelmässigkeiten zu berücksichtigen. Auf dem Papiere erscheint vieles möglich, was man auch mit den kostbarsten Instrumenten nicht zur Ausführung zu bringen vermag. Brennpunkte in dem Sinne, wie wir sie gleich betrachten müssen, gibt es beispielsweise bei der Kugel in Wirklichkeit nie und nirgends, **also gelten unsere theoretischen Betrachtungen stets nur unter Vorbehalt !** Alle Theorien, welche nur theoretische Darstellungen als Grundlage haben, sind verbesserungsfähig! Das mag jeder bedenken, der Fortschritte auf dem schwierigen Gebiete der "Lehre vom Lichte" zu erzielen strebt, wer hier den Boden des Tatsächlichen verlässt, darf auf keine Resultate rechnen, und unsere hervorragendsten praktischen Optiker lassen die "Erfahrung", also das praktisch Ausprobierte, mehr gelten als das theoretisch Vorgerechnete; erst wenn die Rechnung auf die Praxis folgt, gibt es Brauchbares.

Um die Zurückwerfung des Lichtes nach *M* zu verstehen, müssen wir den Gang der hypothetischen Strahlen des Lichtes, *von denen wir niemals einen einzelnen zu isolieren vermögen,* genau untersuchen. Die Bezeichnung Strahl ist einer alten Auffassung entnommen und durchaus inkorrekt. Ein Wasserstrahl ist ein Bündel Wasser, das insgesamt eine bestimmte Richtung einschlägt. In der Optik können wir nur eine einzige gerade verlaufende Richtung als "Strahl" bezeichnen. Die alte Ansicht N e w t o n s ist also ein für alle Male genau zu berichtigen. Die von der Sonne ausgehende Energie besitzt keine isolierbaren Strahlen. Verfolgen wir also mit der Linie *ML* einen theoretischen Strahl. In *L* trifft dieser die spiegelnde Kugelfläche so, dass alle nebenliegenden Punkte in konzentrischen Kreisen gleiche Abstände von ihm und gleiche Neigung gegen ihn haben.

Fig. 19. Schema des Weges eines vom Mittelpunkt einer Kugel ausgehenden Lichtstrahles



Der Strahl *M L* kann also zu keinem benachbarten Punkt Beziehungen eingehen; er trifft einen Punkt, der selbst nicht durch die komplizierteste Rechnung mit einem ausserhalb des betreffenden Durchmessers gelegenen Punkte der Kugelinnenfläche und dem Kugelmittelpunkte verbunden werden kann. Für alle Punkte haben wir nur je eine Hilfsebene, von der wir jede Berechnung ableiten müssen; diese Ebenen sind sogenannte Berührungsebenen an der Kugelfläche in den betreffenden Punkten. Auf diesen Ebenen steht je ein Halbmesser im Berührungspunkte senkrecht. - Dieser mathematische Grundgedanke kehrt in allen Berechnungen als der Ausgangspunkt wieder. Legen wir also die mathematische tangierende Ebene durch den Punkt *L*, so steht *M L* auf ihr senkrecht; daraus folgt, dass, alles Licht, das von *M* nach *L* gelangt, nur wieder auf *L M* nach *M* zurückkehren kann. Es wird vom *M* nach *N* weitergehen, von hier wieder nach *M* und *L* zurückgeworfen werden und so fort. Da jeder Punkt der Kugelinnenfläche das empfangende Licht in gleicher Weise voll auf den

zugehörigen Durchmesser zurücksendet und wieder neues empfängt, so müsste bei stetig andauerndem Leuchten von *M* die Helligkeit in der Kugel dauernd gesteigert werden. Für das Vorhandensein einer derartigen Steigerung haben wir beim Licht keinen Beweis; bei der Wärme liegen die Verhältnisse anders, was hier nur erwähnt sein mag.

Wird der leuchtende Punkt von *M* nach der Mitte zwischen *L* und *M* gebracht, die mit *0* bezeichnet ist, so wird sich auf der Strecke *L N* nichts ändern, wohl aber tritt für jeden anderen Punkt der Kugelfläche eine Änderung im Wege des ihn treffenden Lichtes ein.

In unseren Lehrbüchern findet sich durchweg die Angabe, dass Strahlen, die von *0* aus, unter kleinen Einfallswinkeln, die Kugelinnenfläche treffen, *parallel* zu *L N* gespiegelt würden. Diese Voraussetzung hat mit einer streng mathematischen gar nichts zu tun, sondern schiebt nur einen bedenklichen Fehler in die Berechnung aller Linsen, Hohl- oder Konvex-Spiegel ein. Nicht für einen einzigen neben *L* liegenden Punkt werden Strahlen, die von *0* kommen, parallel der Geraden *L N* die als A c h s e bezeichnet wird, gespiegelt. Ebensowenig werden Strahlen, die parallel zu dieser Achse in der Nähe des Punktes *L* auf die Kugelfläche auftreffen, in dem Punkte *0* vereinigt. Für die Kugel gibt es an keiner Stelle des Raumes Brennpunkte! Wäre *0* auch nur für das kleinste Stück der Kugelfläche ein Brennpunkt, so müssten die zur Achse parallelen Strahlen ganz unbedingt in der Mitte zwischen *M N* zu einem zweiten Brennpunkte *0'* zurückgeworfen werden. Diese Bedingung, auf deren Wichtigkeit ich an anderer Stelle eingehen muss, kann nicht für die Kugelfläche erfüllt werden.

Ausser der Kugelfläche kommen noch die Flächen in Betracht, welche Ellipsen, Parabeln und Hyperbeln beschreiben, wenn sie um ihre Achsen rotieren. Das Licht selbst breitet sich gegen solche Flächen hin aber nur in Abständen aus, welche durch Kugelflächen dargestellt werden können, deswegen werden die Gesetze der Spiegelung schliesslich nur durch Formeln ausgedrückt werden können, welche die Kugelfläche in Beziehung zu den oben genannten gebogenen Flächen bringen. Hier können nur einzelne wichtige Ableitungen ausgeführt werden.

Der Durchmesser *L N* wurde oben als *Achse* bezeichnet. Der Punkt *L* bildet nun weiterhin den Mittelpunkt einer spiegelnden Fläche, die im obigen Falle der Kugel angehört, die man daher sphärisch nennt, danach heisst *L* der sphärische Mittelpunkt, *M* ist der Krümmungsmittelpunkt des Spiegels und *M L* der Krümmungshalbmesser. Der Punkt *0* wird allgemein als Brennpunkt bezeichnet, was ich nicht weiterführen werde. Brennpunkte, welche den Gesetzen der Lichtspiegelung streng entsprechen, gibt es bei einigen Flächen, welche aus Kegelschnitten ableitbar sind. Betrachten wir die Schnitte selbst daraufhin. In der nebenstehenden Figur 20 ist der Durchschnitt zweier kongruenter Kegel, deren Spitzen gemeinsam sind, gezeichnet, die Flächen werden durch die zwei Geraden *A S A' und B S B'* dargestellt die sich in *S* schneiden; *M S M'* bildet die Mittellinie, die Achse der Kegel, welche die Winkel an der Spitze halbiert. Legen wir durch die Spitze *S* eine Ebene, auf welcher die Achsen der Kegel senkrecht steht, so ist jede Schnittfläche, die parallel zu dieser Ebene durch die Kegel gelegt wird, ein Kreis mit dem Mittelpunkt auf *S M M'*. Wird durch den Kreis ein Durchmesser gelegt, so lassen sich durch diesen eine unendliche Anzahl von Schnitten legen, welche die Kegelfläche in krummen Linien schneiden müssen, wir können uns die Schnittfläche gleichsam um diesen

Durchmesser gedreht denken. Zunächst zieht sich der Schnitt in die Länge, aber nur nach einer Richtung. Dadurch entsteht die *Ellipse*, deren Umfang stets eine in sich geschlossene Linie darstellt. - Sobald der Schnitt einer Kegelseite parallel läuft, ist er nur nach der Spitze zu geschlossen, in der anderen Richtung offen; er wurde zu einer Parabel. Dreht sich die Schnittrichtung noch mehr nach der Kegelspitze, so werden beide Kegel angeschnitten und die Schnittflächen bilden eine *Hyperbel.* Die sogenannten Brennpunkte dieser Kurven sind aber nicht mit dem Mittelpunkte des Ausgangskreises identisch. Die Ellipse hat zwei Brennpunkte, die dadurch ausgezeichnet sind, dass die Summe ihrer Verbindungslinien mit jedem Punkte des Umfanges eine gleiche Länge ergibt.

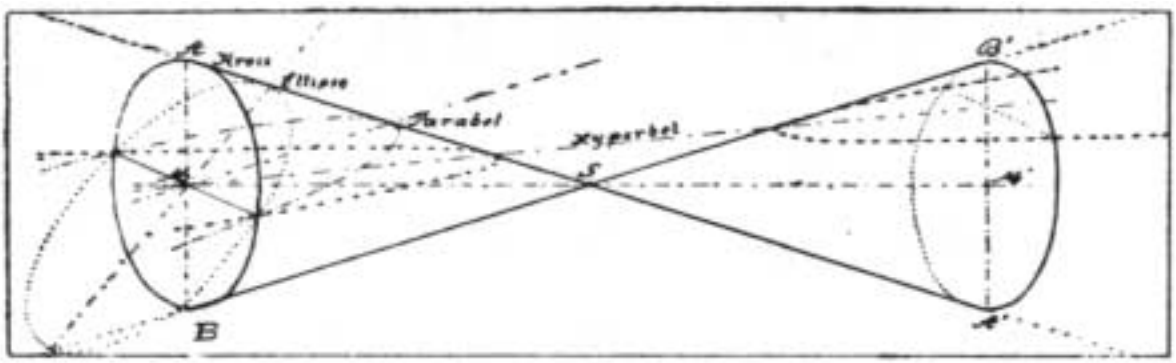


Fig.20. Schema der wichtigsten Kegelschnitte: Kreis, Ellipse, Parabel und Hyperpel.

Rotiert eine Ellipse um eine ihrer Achsen, so entsteht ein Körper, dessen geschlossene Oberfläche ein Ellipsoid repräsentiert. Für diese Fläche gibt es im Innern zwei Brennpunkte, welche stets mit den Brennpunkten der Ellipse identisch sind. Auch in dieser Figur können niemals Strahlen, die von einem Brennpunkte ausgehen, parallele Richtung annehmen.

Drehen wir eine Parabel um ihre Achse, so dass ein sogenannt. parabolisches Konoid entsteht, so besitzt dieses einen Brennpunkt. Alle Strahlen, die von diesem zur Fläche gehen, werden an letzterer so gespiegelt, dass sie parallel zur Achse weitergehen. Werden also zwei gleiche derartige parabolische Flächen auf einer gemeinsamen Achse mit den offenen Seiten gegeneinander gekehrt, so lenkt jede die ihr parallel zugehenden Strahlen nach ihrem Brennpunkte hin ab. Solche Spiegel können als Brennspiegel gegeneinander in Wirksamkeit gebracht werden.

Wird ebenso die Hyperbel um die Achse gedreht, so entstehen zwei Rotationsflächen, welche an der konkaven Seite überhaupt keinen Brennpunkt mehr haben, leuchtet irgend ein Punkt der Achse, so wird das von ihm ausgehende Licht von der Fläche des hyperbolischen Konus nach allen Richtungen hin zerstreut. Die mathematischen Brennpunkte sind unverwendbar.

Parabolische Flächen würden also ein praktisches Resultat bei der Spiegelung geben, vorausgesetzt, dass sie tadellos hergestellt werden könnten und wir über punktförmige Lichtquellen zu verfügen hätten. Da beide Bedingungen schlecht erfüllbar sind, so bleibt die praktische Optik bei der Kugeloberfläche, trotz der Mängel, die sich dabei herausstellen. Für die Spiegelung ist die Oberfläche einer Kugel ganz belanglos, denn die Bilder, welche von Objekten auf Kugelflächen

erzeugt werden, sind durch Zerstreuung des Lichtes entstanden; sie stellen sich verkleinert so dar, als ob der sich spiegelnde Gegenstand aufrecht im Innern der Kugel gelegen sei. Die aufrechte Stellung des Bildes ist hervorzuheben, denn die Bilder, welche von den konkaven Flächen zurückgeworfen werden, sind umgekehrt. Ein Hohlspiegel gibt also ein Bild vor der Fläche, wie es ein photographisches Objektiv auf der Mattscheibe zeigt.

Kehren wir wieder zur Betrachtung der Kugel zurück. Wird aus ihrer Fläche ein Stück ausgeschnitten und durch eine Glasplatte vom Brechungsexponenten $^3/_2$ ersetzt, in welcher, dem entfernten Stücke entsprechend, eine Vertiefung eingedreht ist, während die Platte auf ihrer anderen Fläche vollkommen eben ist, so stellt die Vertiefung jetzt den fehlenden Teil der Kugeloberfläche dar. Vom Inneren kann nun Licht nach aussen gelangen und umgekehrt.

Wird im Mittelpunkte *M* der Kugel, Figur 21 a auf Seite 139 /140, ein leuchtender Punkt angebracht, so geht von diesem, wie oben geschildert wurde, Licht nach allen Punkten der Kugelinnenfläche und genau durch den Mittelpunkt wieder zurück. Es hat also nur den Effekt, als ob der Mittelpunkt allein verstärkt leuchtete. Die Glasfläche wird nur einen kleinen Teil des Lichtes, das sie trifft, zurückwerfen, der grösste Teil dieses Lichtes wird durch sie hindurchgehen, aber noch stärker zerstreut austreten, als er auftraf. Es wird den Anschein haben, falls der Austrittspunkt von außen gesucht werden soll, als ob die Strahlen von einem Punkte *x* ausgingen, der näher an dem Glase gelegen ist.

Für alle von *M* ausgehenden Strahlen trifft dies nicht zu, denn derjenige, welcher durch die Mitte des Hohlglases, das wir als Konkav-Linse bezeichnen, geht, kommt aus dem Mittelpunkte, die nächst gelegenen aus einer geringen Entfernung von *M*. Diese Entfernung vergrössert sich mit dem Winkel, den ein Strahl mit der Achse macht. Es entsteht also von *M* unter keinen Umständen ein Bildpunkt! Es sei dies ausdrücklich hervorgehoben, denn nur durch peinlichste Beachtung des Tatsächlichen können weitere Fragen gelöst werden. Auch theoretisch kommen wir zu keinem anderen Resultate. Nach der Darstellungsweise in unseren Lehrbüchern sollen wir uns die Linse in ihrer Mitte so dünn denken, dass sich Innen- und Aussenfläche dort in einem Punkte berühren. Für diesen Punkt ist selbstredend keine Hebung des Bildes möglich. Der Mittelpunkt kann, in der Richtung der Achse beobachtet, nur in sich selbst liegend erscheinen; wird er von Punkten aus betrachtet, die ausserhalb der Achse liegen, so scheint er der Linse näher gerückt zu sein. Die Kurve, welche auf diese Weise als Brennfläche konstruiert werden kann, hat mit jener gar nichts zu tun, welche entsteht, wenn parallele Strahlen an Kugelflächen reflektiert werden. - Erstere ist durch Brechung, letztere durch Spiegelung erzeugt worden; bei der Spiegelung fehlt aber gerade das so Charakteristische der Brechung: die nicht fortzuleugnende Bildhebung !

Bei der Konkav-Linse mag das Licht von der Kugelinnenfläche oder von der Aussenseite kommen, niemals wird es so gebrochen werden können, dass eine Vereinigung von Strahlen zu einer Brennfläche stattfinden kann. Es findet stets eine Zerstreuung des Lichtes statt, weswegen man diese Linsen auch als Z e r s t r e u – u n g s l i n s e n bezeichnet. Sie finden eine weit ausgedehnte Verwendung als Brillengläser bei Kurzsichtigkeit, weil sie, wie beim Auge auseinander zu setzen sein wird, die Strahlen von fernen Gegenständen, welche das kurzsichtige Auge vor der Netzhaut zu einem Bilde vereinigt, so zerstreuen, dass das Bild auf der Netzhaut entsteht.

Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, alle die verschiedenen Möglichkeiten des Lichtdurchganges durch konkav gebogene Mittel zu erörtern; über die wichtigsten Verhältnisse gibt das nächste Kapitel Auskunft. Ich muss nur noch darauf hinweisen, dass zwischen den austretenden Strahlen ein eigenartiges Verhältnis besteht. Die vom Mittelpunkte der Kugel durch den mittleren Teil der Konkav-Linse hindurchgehenden Strahlen werden *verhältnismässig viel weniger* zerstreut, als es bei einem gleich grossen Teile am Rande des Konkav-Glases der Fall ist. Der stark Kurzsichtige erfährt dies sehr bald, und ganz unbewusst sieht er schräg durch die Randpartie seiner Brille, wenn er einen fernen Gegenstand genauer erkennen will. In der Optik macht man diesen Unterschied ebenfalls und nennt die stark zerstreut werdenden äusseren Strahlen *Randstrahlen.* Ihre störende Wirkung kennt jeder praktische Optiker, er sucht sie daher durch sogenannte Blenden, welche nur den mittleren Teil der Linse freilassen, abzuhalten. Am Rande der Blendenöffnungen finden aber, wie aus dem bisher Gesagten leicht abzuleiten ist, und wie bei der späteren Betrachtung der Bildentstehung ganz deutlich werden wird, recht verwickelte Umlagerungen des Lichtes statt, das von den abzubildenden Körpern ausgeht. Diese Umlagerungen sind seither übersehen worden! Wir wollen die Wirkung der Blenden hier nicht untersuchen, sondern müssen danach fragen, wo der Punkt *M* zur Beobachtung gelangt, wenn er von aussen her vom Auge, oder besser noch vermittelst eines Mikroskopes aus verschiedenen Richtungen gesucht werden soll. Wenn das Mikroskopobjektiv den Punkt *M* in der Richtung *M R* aus einer Stellung beim Punkte *Z* heraus wahrnimmt, so muss es für alle sonstigen Punkte des Raumes ganz genau den Abstand *M Z* innehalten, um je *M* wahrzunehmen. An welche Punkte und in welche Richtung ist das Objektiv zu bringen, um diesen Zweck erreichen zu können? die Beantwortung der Frage ist deshalb wichtig, weil eine Linse wie die vorliegende häufig mit anderen verbunden wird, um Bilder zu erzeugen: die häufigste Anwendung ist ja die als Objektiv in optischen Instrumenten. -- Untersuchen wir den in *V* austretenden nach *V Y* weitergehenden Strahl. Das Objektiv muss so gestellt werden, dass $MR + {}^{2}/_{3}\, RV + VY = MZ$ wird. *RV* ist die Weglänge in Glas, sie muss entsprechend dem Brechungsexponenten um den dritten Teil verringert werden. Durch das Mikroskop sieht man den Punkt *M* also in der Verlängerung von *VY* in *M'*; die Entfernung *M' Y* muss also grösser als *M Z* sein. Das gleiche Verfahren kann für jeden Strahl eingeschlagen werden. Es stellt sich dann heraus, dass wir das Mikroskop über eine gebogene Fläche hinführen müssen, um *M* zu sehen. *M* scheint dabei ebenso über eine kompliziert gebogene Fläche zu wandern. Die Berechnungen dieser Flächen gehören nicht hierher; für die praktische Optik sind sie überaus wichtig.

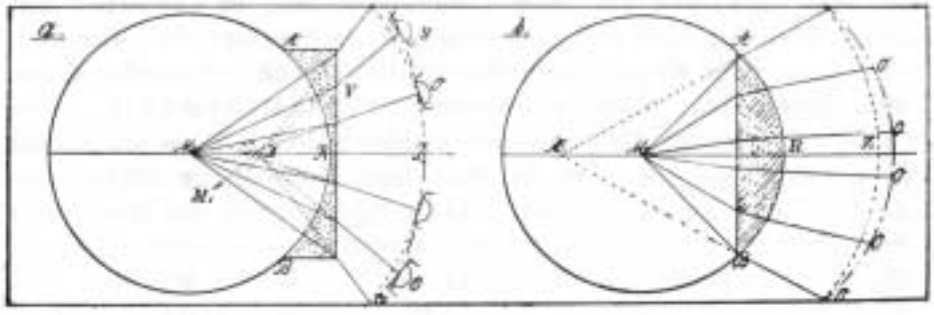


Fig. 21. Lichtbrechung durch Gläser, begrenzt von einer Kugelfläche und einer Ebene *a* Konkave-Linse; die von *M* ausgehenden Strahlen treffen senkrecht auf die Kugelfläche *A R B*, gehen also ganz geradlinig im Glase weiter. Jeder Punkt links oder rechts von *M* auf der Axe *M Z* sendet aber alle Strahlen schräg zur Fläche *A R B.* Man bezeichnet *M Z* als optische Achse. – b Konvex-Linse; die durch *A B* dargestellte Ebene steht auf der Axe senkrecht; auf letzterer gibt es keinen Punkt, vom dem aus – mit Ausnahme des Achsenstrahles – Senkrechte auf die Ebene *A B* möglich wären. Ist *M Z* Objektabstand eines Mikroskopes in Luft, so muss das Objektiv um $^{1}/_{3}$ der Linsendicke weiter von der Linse entfernt werden, um den Punkt *M* durch die Linse hindurch scharf sehen zu können

.

Wird anstatt mit der Konkav-Linse, durch welche die Kugelfläche ergänzt wurde, die Öffnung in dieser Fläche so gefüllt, dass von innen her eine nach aussen zu gebogene und im Innern vollkommen ebene Platte eingesetzt wird, so ergeben sich für das von *M*, Figur 21 b, ausgehende Licht andere Durchtrittsbedingungen. Den von *M* kommenden Strahlen steht zunächst die *e b e n e* Fläche *A B* gegenüber, dann die Masse der Linse und schliesslich deren nach aussen gewölbte Fläche *A R B*. Die Masse sei Glas mit dem Brechungsexponenten $^3/_2$. Die Strahlen, welche auf die Fläche *A B* auftreffen, werden teilweise gespiegelt, gegen den Rand zu in höherem Masse als in der mittleren Zone. Weiterhin werden sie gebrochen, die äusseren wieder stärker, als die in der Nähe der Achse. An der gewölbten Fläche findet eine zweite Brechung aus Glas in Luft hinein statt. Da die Strahlen aber, wie jede Konstruktion ergibt, beinah senkrecht auf die gebogene Fläche auftreffen, so kann an dieser keine starke Brechung stattfinden. Das Resultat ist, dass auch in diesem Falle eine Zerstreuung des Lichtes vorhanden ist, wie es die nebenstehende Figur b angibt.

Suchen mir auch wieder die Stellung, welche ein Mikroskop einnehmen muss, um von allen möglichen Punkten der Aussenwelt den Punkt *M* sehen zu können, so erhalten wir ebenfalls eine gebogene Fläche, aber die scheinbaren Lagen des Punktes *M* sind anders angeordnet als bei der konvexen Linse. Darauf kann hier nicht eingegangen werden. Ich kann bei dem beschränkten Raume, der mir für diese Arbeit zur Verfügung steht, hier, wie auch an anderen Stellen, nur die Versuche soweit mitteilen, dass sie zu den Wegen hinleiten, die ein befriedigendes Ziel erreichbar erscheinen lassen.

Wenn der leuchtende Punkt *M* der Linse genähert wird, aber so, dass er auf der Achse bleibt, so wird die Zerstreuung des Lichtes zunehmen. Wird der leuchtende Punkt aber vom Mittelpunkte aus weiter von der Linse entfernt, so nimmt die Zerstreuung ab, so dass gewisse Strahlen schliesslich horizontal, das heisst parallel zur Achse, austreten. Dieses tritt für Randstrahlen ungefähr ein, sobald der leuchtende Punkt am entgegengesetzten Ende des Durchmessers, welcher die Achse darstellt, angelangt ist. Es sei aber hier bereits bemerkt, dass es keine genaue Parallelstellung der austretenden Strahlen gibt, wenn eine einfache Linse, wie sie angenommen wurde, in den Strahlengang eingefügt wird.

Wenn Strahlen in umgekehrter Richtung durch die Linse gehen, so werden sie, falls sie parallel sind, in dem Punkte vereinigt, der etwa am Ende des Durchmessers gelegen ist. Treffen Strahlen auf, welche gegeneinander, also konvergierend, gerichtet sind, so erfahren diese eine schnellere Vereinigung, sie schneiden sich in Punkten, welche der Linse um so nähergerückt sind, je stärker die Konvergenz war. Das ist für Linsenkombinationen beachtenswert.

Wird der leuchtende Punkt in der Achse noch weiter, als um die Länge des Durchmessers, fortgerückt, so gehen die aus der Linse austretenden Strahlen von ihren parallel gerichteten Bahnen in solche über, die sich wieder untereinander in der Achse und nahe derselben schneiden. Kommen Strahlen aus weiter Entfernung, so dass sie als nahezu parallel gerichtet aufgefasst werden können, so treten sie auch wieder ungefähr in einem Punkte zusammen, der in unserem Falle in der Entfernung der Durchmesserlänge hinter der Linse liegt. Man nennt den Punkt, in welchem, theoretisch wenigstens, die Vereinigung von parallel auftreffenden Strahlen erfolgen soll, den *B r e n n p u n k t* der Linse. Die konvexe Linse selbst heisst *S a m m e l-*

l i n s e, weil sie divergierend oder parallel auftreffende Strahlen zu vereinigen scheint. Wenn wir aber die Linsen als zur Kugel gehörig auffassen, so vermögen wir doch nur rechnerisch die Brennpunkte und den Parallelismus für und von Strahlen zu finden. Unsere Instrumente haben keine Brennpunkte, höchstens reduzierte Brennkörper oder Brennflächen; unser Auge wird niemals einen Brennpunkt wahrnehmen und niemals wird es in die Lage kommen, mathematisch genau parallel gerichtete Strahlenmengen oder Strahlen überhaupt erblicken zu können! Es gehen auch hier Theorie und Wirklichkeit weit, weit auseinander!

Ganz abgesehen davon, dass die Masse der Linsen nach den Gesetzen der Bildhebung auch noch das sogenannte Abbildungsvermögen der Linsen verändert, so dass z. B. das durch eine gewöhnliche Sammellinse erzeugte Bild der Sonne wesentlich von dem Bilde abweicht, welches wir durch ein korrigiertes Fernrohr gewahren, also durch ein Instrument, dass uns eine weit entfernte Fläche fast ohne alle Verzerrung innerhalb der Abbildungsebene zeigt.

Es ist kein müssiges Unterfangen einmal festzustellen, wie denn eigentlich eine Brennfläche ausschaut und wie sie sich ableiten lässt. Vielleicht zeigt uns auch hier die Sonne Wege, die wir seither vernachlässigten.

Allgemein wird angenommen, dass der Sonne Licht in parallelen Strahlen auf unsere Erdoberfläche gelange. Ich habe früher gezeigt und durch die einfachste, ganz unumstössliche Betrachtung hinreichend erwiesen, dass die Sonne ganz unbedingt als eine leuchtende Scheibe oder leuchtende Kugel von einem Durchmesser von 32 Bogenminuten aufgefasst werden müsse. Mit diesem Durchmesser müssen wir die Schatten, welche sie von Körpern wirft, in Verbindung bringen. Diesen Durchmesser müssen wir in Rechnung setzen, wenn ein kleiner, scharf begrenzter Spiegel der Sonne Licht irgendwohin spiegelt; wir müssen ihn voll in Rechnung setzen, sobald Sonnenlicht durch punktförmige oder spaltförmige Öffnungen tritt und Bilder erzeugt, die wir auf unsere Instrumente wirken lassen. Diesen Durchmesser können wir also ganz unmöglich vernachlässigen, sobald der Sonne Licht durch unsere gebräuchlichsten und wichtigsten Instrumente, durch Prismen und Linsen geleitet wird! Und doch wird er allerorts ganz aus den Rechnungen- und Betrachtungen auggeschaltet !

V. Die Randwirkung bei einer Konvex-Linse.

Eine Linse ist - praktisch aufgefasst - stets ein *s c h a r f b e g r e n z t e r* Körper. Wir geben der Grenze möglichst genau die Kreisform und zwar deshalb, um keine Abbildungsfehler zu erhalten. Was geht beim Durchtritt direkten Sonnenlichtes an dieser Grenze vor sich?

Um die letzte Frage zu entscheiden, wird eine konvexe Linse von 20 - 30 cm Brennweite, also etwa das Objektiv eines gewöhnlichen Fernrohres, in die Öffnung des Fensterladens genau passend eingesetzt. Es muss nun alles eintretende Licht durch die Linse hindurch. Um den Weg, den das Licht einschlägt, genau verfolgen zu können, ist es nötig, dass die Luft getrübt, also nur durchscheinend gemacht werde, oder dass die Querschnitte dieses Weges an den verschiedensten Stellen durch Auffangen auf einen geeigneten Schirm sichtbar gemacht werden. Wird die Luft mit Rauch oder Wasserdampf gemischt, so reflektieren die einzelnen Teilchen von diesen Beimengungen gewisse Mengen Licht und zeigen so an, wie der Strahlengang und wie das Verhältnis der Lichtstärke an den verschiedenen Stellen ist. Fängt man dann, nachdem auf die vorhergehende Weise der Strahlengang im grossen und ganzen dargestellt worden ist, den Lichtkegel durch eine matte, grau gebeizte Metallfläche auf, schützt man schliesslich noch die Augen gegen schnelle Ermüdung durch ein schwaches Rauchglas, so können die Durchschnitte ganz genau direkt und unter Lupenvergrösserung untersucht werden.

Im Rauch und Wasserdampf zeigt sich sofort, dass von der Linse aus ein eigenartig erleuchteter Raum in der ungefähren Gestalt eines Doppel-Kegels ausgeht. Hat die Linse eine Brennweite von 30 cm, so ist der angrenzende Kegel eben so hoch. Der Kegelmantel ist, wie sich leicht feststellen lässt, von der Basis bis zur Spitze viel heller als das Kegelinnere. Die Spitze ist am hellsten. Es summiert sich hier die Helligkeitsmenge, welche in der Basis des Kegels und in dem diese umgebenden hellen Grenzstreifen vorhanden ist. Von der Spitze ab verteilt sich das Licht wieder in einem immer breiter werdenden, gleichfalls kegelförmigen Raume. Dieser Raum ist hinsichtlich der Lichtverteilung dem ersten nicht vollkommen gleich. Die peripheren Schichten dieses Lichtkegels sind nur wenig heller als die mehr zentralen. Da sich diese Verhältnisse von aussen her begreiflicher Weise nicht voll übersehen lassen, so muss der Blechschirm die Querschnitte zeigen. Ein Blechschirm muss gewählt werden, weil ein Papier in der Spitze des Lichtkegels verkohlt. Den Punkt, in dem sich das Licht am energischsten zu konzentrieren scheint, wo also die grösste Wärme entwickelt wird, nennen wir den *B r e n n p u n k t*. Er ist nichts anderes als die Bildebene aller Gegenstände, welche sich in Sonnenweite senkrecht vor der Linse befinden. Wir setzen diese Entfernung als unendlich in die Rechnungen ein, weil ihr gegenüber die Entfernungen auf unserer Erde gleich Null erscheinen; korrekt verfahren wir dabei nicht. Dass im Brennpunkte das scharfe Sonnenbild hervortritt, sehen wir durch das Rauchglas, welches auch die Umgebung der Sonne, alle Wolken u. s. w. entsprechend erkennen lässt. Im Fernrohr vergrössern wir einfach dieses Bild und unterscheiden dann alle Einzelheiten auf der Sonnenfläche. Davon später!

Wird der Schirm 15 cm von der Linse entfernt angebracht, so zeigt sich auf ihm ein heller Kreis. Dieser Kreis ist in der Aussenzone am hellsten, in der breiteren mittleren Zone weniger hell. Bringen wir nun gleichzeitig eine kreisrunde Blende von einem Durchmesser, wie ihn das Bild auf dem Schirme besitzt, neben der Linse im

Fensterladen an, so tritt das Sonnenlicht durch diese Öffnung frei hinein; es entsteht ein zweites rundes Bild auf dein Schirme. Auch dieses ist in den äusseren Schichten am hellsten.. Hier tritt der *helle Grenzstreifen* hervor, der sich *vollständig* aus dem scheinbaren Sonnendurchmesser ableiten lässt. Prüfen wir den Lichtkegel der Linse darauf hin. Der Rand der Linse kann auf einer gewissen Fläche, sagen wir auf einem Quadratmillimeter nicht mehr Licht von der Sonne empfangen, als ein Quadratmillimeter der Linsenmitte erhält. Sollen sich daher nach dem Brechungsgesetze die Randstrahlen früher schneiden als die mittleren, so kann erst in einer gewissen Entfernung hinter der Linse eine Vermehrung der Lichtintensität vom Rande her hervortreten. Diese Vermehrung tritt aber *sofort hinter der Linse* sichtbar und messbar zutage, sie hat also noch einen andren Grund. Blenden wir, um diesen aufzudecken, ein Stück aus der Randzone der Linse durch eine scharfrandige Fläche ab, wählen wir dazu einen Keil aus Blech oder schwarzem Papier, der, von der Peripherie breit ausgehend, mit seiner Spitze bis zum Mittelpunkte auf der Linsenfläche aufliegt. In der Entfernung von 15 cm wird in diesem Falle die keilförmige Fläche einen ganz erheblichen Einfluss auf die Gestalt des Lichtkegels ausüben. Es wird aus diesem gewissermaßen ein Stück Licht herausgeschnitten und zwar viel Licht von der Randzone und *immer weniger Licht* von den Mittelzonen. Auf den Querschnitten zeigt sich dieser Raum auch als dreieckige, an den Rändern verwaschene, dunkle Stelle in dem sonst kreisförmigen, hellen Bilde. Dieser "Schatten" zeigt alle die Eigentümlichkeiten, die wir früher vom Schatten, den die Sonne erzeugt, kennen lernten. Er ist ringsum von dem klar hervortretenden hellen Grenzstreifen umsäumt. An der Spitze zeigt sich auch die bereits früher erwähnte Verdoppelung, welche aus der Flächenbreite allein nicht ableitbar ist. - Am Rande des zwischen Brennpunkt und Linse auf dem Schirm hervortretenden verkleinerten Bildes liegt eine auffallend helle Zone, welche sich teils aus dem hellen Grenzstreifen, der durch die Sonnenbreite am Schattenrande der Linse erzeugt wird, teils aus dem Brechungsgesetze ableiten lässt. Die Mitte des Bildes erscheint gegenüber den Grenzstreifen und der daraus hervorgehenden Brennfläche erheblich lichtschwächer! Haben wir den Versuch mit einer einfachen, gewöhnlichen Linse angestellt, so erweist sich die äusserste, an den Schatten angrenzende Zone des Bildes verwaschen und *gelb -rötlich* gefärbt, die Umrandung des Schattens von dem ein gerückten Blechstreifen aber **grau**. Ersetzen wir diesen Streifen durch ein kleines kreisförmiges Blech, dessen Mittelpunkt genau auf dem der Linse liegt, so zeigt der Schatten dieses Bleches auch *ringsum den hellen Grenzstreifen*, wenn auch etwas schwächer, neben der Schattenzone der Scheibe tritt aber ein *blauer Saum* hervor. Die Linse wirkt daher wie ein Prisma. Je näher wir den Schirm an den Brennpunkt heranbringen, um so breiter werden die Grenzstreifen, um so mehr rücken sie gegeneinander vor, um so mehr werden sie aber auch nach dem Brechungsgesetze nach dem Brennpunkte hin vereinigt. Das mittlere Schattenfeld verschwindet, es wird nun von den sich durchkreuzenden Grenzstreifen überlagert, die sich endlich im Brennpunkte zu einem Sonnenbilde vereinen, das sämtliche Richtungen umgekehrt zeigt.

Wird der winkelige Streifen wieder am Rande befestigt und dann der Schirm langsam gegen den Brennpunkt hin weitergeschoben, so verbreitert sich die helle Zone am äussern Rande um so mehr, je kleiner das Bild wird, je näher also der Schirm an den Brennpunkt (oder an die Bildebene der aus weiter Ferne kommenden Strahlen) heranrückt. Der Schatten des Blechwinkels verbreitert sich zunächst in seinem peripheren Teile, er zeigt einen breiteren hellen Grenzstreifen. Dann wird der Schatten um so kürzer, je näher der Schirm an den Brennpunkt herangerückt wird.

Kurz vor dem Brennpunkte ist von dem Schatten nichts mehr zu sehen und im Brennpunkte selbst erscheint nur ein allseitig scharf umrandetes Bild der Sonne mit ihrer näheren oder weiteren Umgebung. An etwaigen Wolken sieht man, dass das Bild ein umgekehrtes ist. Wird jetzt der Schirm über den Brennpunkt hinaus verschoben, so ist das Verhalten des immer undeutlicher werdenden Sonnenbildes ein wesentlich anderes. Zunächst verbreitert sich das Bild etwas, ohne dass im Innern grössere Veränderungen hervortreten. Schliesslich beobachtet man leicht, dass der Bildrand bläulich gefärbt ist. Liegt der Blechstreifen am unteren Linsenrande, so war sein Schatten bis zum Brennpunkte ebenfalls im unteren Teile des Bildes. Jenseits des Brennpunktes liegt er aber nicht mehr unten, sondern er hat sich herumgedreht und steht oben. Es findet im Brennpunkte also eine vollständige Durchkreuzung aller Strahlen statt, welche das Bild zusammensetzen. Damit steht aber keine Durchkreuzung der Farben im Zusammenhange. Je weiter wir mit dem Schirme vom Brennpunkte zurückgehen, um so lebhafter und breiter tritt der blaue Saum hervor. Ersetzen wir also den Blechstreifen, der uns, wie eben gezeigt, als Orientierungsmarke diente, wieder durch die kreisförmige Scheibe in der Linsenmitte, so erscheint ihr Schatten rot umsäumt, aber auch wieder von dem hellen Grenzstreifen begrenzt, den auch der blaue Rand nach innen zu zeigt. Kleben wir auf den Rand der Linse einen breiten, kreisrund ausgedrehten Blechstreifen und in diesen konzentrisch eine grössere Scheibe, derart, dass zwischen Randstreifen und Scheibe nur ein schmaler Zwischenraum von etwa 0,2 mm Breite bleibt, so zeigt sich ein ringförmiges Spektrum, in das wir bei einiger Vorsicht auch verschiedene Fraunhofer'sche Linien hineinbekommen. Wie diese sich ableiten und mit den Grenzstreifen in Beziehung stehen, das werden wir später sehen. Vorläufig wollen wir uns ganz streng merken, dass das Spektrum zwischen Linse und Brennpunkt rot aussen, blau innen aufweist, dass es im Brennpunkte verschwindet und jenseits dieser Fläche die Farben auch ganz genau in umgekehrter Reihenfolge zeigt: blau liegt außen, rot innen.

Diese anscheinend einfachen Versuche gehören zu den wichtigsten für die Erklärung der Farbenentstehung. Die Schattenzonen können absolut genau verfolgt werden. Diejenigen, welche in den Radien der Linse verlaufen, erleiden keine unregelmässige Verschiebung, sie werden also nur entsprechend den Winkeln, unter denen die Energie wirkt, verändert. Die Zonen, welche parallel zum Linsenrande verlaufen, werden aber verschoben, weil die Brechung nicht gleichmässig sein kann. **Dort wo Energie über eine energiearme Fläche, hingeleitet wird, entsteht unter allen Umständen blau-violett oder chemisch wirksame Kraft, wo eine energiearme Zone in eine energiereiche hineingedrängt wird, entstehen ganz unfehlbar gelb-rote Farben für unser Auge und unseren Geist; es zeigt sich Wärme bei dem objektiven Versuche !** Dieses Gesetz lässt sich mathematisch genau ableiten und findet durch jeden Versuch seine volle Bestätigung.

Wir wollen jetzt weiter entscheiden, wie sich ein Gegenstand überhaupt durch eine Sammellinse abbildet. Die Sonne ist kreisrund, deshalb orientiert uns ihr Bild über die Lage der verschiedenen Punkte recht wenig. Um einige Überblicke zu gewinnen, schneiden wir in Blech einen Spalt ein, der mondsichelförmig gestaltet ist und lassen die eine Sichel in eine kleine Kreisfläche enden, dadurch können wir uns stets ganz genau darüber orientieren, wo in dem Bilde oben und unten, rechts und links ist. Hinter den Ausschnitt kleben wir helles Pauspapier oder mattes Glas. Diese Vorsicht ist geboten, weil wir einer hellen Figur bedürfen, ein Spalt zeigt uns aber *stets* die mehr oder minder weit ausgedehnten Umrisse der Lichtquellen.

Entweder wird ein solcher Ausschnitt in den Fensterladen eingesetzt oder vor irgend eine künstliche helle Lichtquelle gestellt. Es darf nur Licht von der sichelförmigen Fläche selbst ausgehen, steht ein Spalt *vor* einer Lichtquelle (Sonne oder Lampenlicht), so bildet sich durch ihn diese Lichtquelle ab. Das muss ganz unbedingt berücksichtigt werden, Sonst verfallen wir in den alten Fehler, der bei den Spektraluntersuchungen so verhängnisvoll gewesen ist.

Zwischen der hellen Fläche und dem sogenannten Brennpunkte der Linse sehen wir auf der Seite, auf welcher der Spalt liegt, eine ganz erhebliche Verstärkung der hellen Grenzlinie, wohingegen die übrige Fläche nur ganz matt hell erscheint. Bringen wir jetzt den Schirm langsam nach dem Brennpunkte zu, so verstärkt sich die helle Zone; sie geht dann beim weiteren Fortrücken des Schirmes über den Brennpunkt hinaus, in eine nierenförmige Figur über, die jetzt umgekehrt wie vorher steht. Diese zeigt an der Seite, wo später die konkave Fläche der Sichel ist, eine hell leuchtende Stelle, die sich verbreitert, sobald wir den Schirm vom Brennpunkte entfernen, um dann schliesslich in der Bildebene soweit ausgedehnt zu erscheinen, dass sie mit der konvexen Seite des Sichelbildes in voller Übereinstimmung betreffs der Helligkeit ist.

Wir haben auf diese Weise eine derartig grosse Menge von Vorgängen. die sich neben- und durcheinander abspielen, dass wir uns über die Lage der einzelnen Punkte des Objektes in den Bildflächen auch bei der grössten Vorsicht nicht mehr zu orientieren vermögen, je komplizierter die Gestalt des abzubildenden Gegenstandes ist, umso verwickelter werden die Erscheinungen. Betrachten wir alle Bilder von einfachen und mannigfach gegliederten Gegenständen, so tritt doch sofort das Eigentümliche hervor, *dass sich alle Dinge, welche durch eine konvexe Linse abgebildet werden sollen, zunächst in den Randzonen bemerkbar machen*. Wir müssen also die Versuche dementsprechend mehr vereinfachen.

Vor allen Dingen ist von vorneherein zu beachten, dass es durchaus zweierlei ist, ob wir ein beliebiges Objekt, z. B. die Sonne, ein Haus, eine Person, ein mikroskopisches Präparat u. s. w. durch eine Linse sich auf einen Schirm, einer photographischen Platte o. ä. abbilden lassen, oder ob wir das von einer Linse oder von einem Spalt (z. B. das in Figur 6, Tafel 11) erzeugte Bild durch eine weitere Linse oder eine Anzahl von zusammengefügten Linsen hindurchgehen lassen. Im ersten Falle wird die von den Objekten ausgehende Energie nur am Rande der Linse zerlegt und dann erfolgt, ganz absolut streng nach dem Gesetze der Bildhebung die Vereinigung der sogenannten Strahlen unter ganz bestimmten Winkeln. Im zweiten Falle wird die unter solchen Winkeln in feste Bahnen gewiesene Energie auf ihrem Wege an einer bestimmten Stelle aufgefangen, durch die Masse einer weiteren Linse nochmals aus ihrer Richtung abgelenkt und dann erst zur Bilderzeugung verwandt. Der Durchtritt durch diese weiteren Linsen kann an beliebigen Stellen von ihnen erfolgen; *es ist hier also nicht nochmals Randwirkung, sondern einfach nur eine Bildhebung!*

Halten wir ein grosses Konvexglas vor das Auge, so wird die zum *Pupillenrande* gelangende Energie in bestimmte Bahnen gewiesen. Die Bilderzeugung erfolgt aber, wie bei Operation der Iris genugsam festgestellt ist, ganz streng vorn Pupillenrande aus. Ist letzterer genau kreisförmig und sind die brechenden Teile normal., so erfolgt eine exakte Abbildung. Ist die Iris nicht kreisförmig, so werden die Bilder entsprechend verzerrt, aber sie sind, wie noch zu schildern ist, nicht absolut unbrauchbar. Darüber später.

VI. Abbildungsvermögen durch Randwirkung.

Die eben geschilderten Verhältnisse treten an einer Linse hervor, deren Flächen aus einer Kugeloberfläche hervorgingen. Es liegen dadurch bereits die angedeuteten ganz komplizierten Durchschneidungen, der von den Objekten ausgehenden Randstrahlen vor. Einfacher und übersichtlicher gestaltet sieh die Sache, wenn wir geradlinig begrenzte Flächen nehmen, auf diese das von Objekten ausgehende Licht auftreffen lassen und dann die Verhältnisse verfolgen, unter welchen Abbildungen von Gegenständen entstehen, deren Energie längs der Kanten solcher Flächen vorbeigeht.

Die einfachste Darstellung ist die, welche ein ganz breiter, rechtwinkeliger und von einer schmalen, rechteckigen Fläche durchzogener Spalt abgibt, wenn die von ihm ausgehende Licht (Energie)- Menge am Rande einer geradlinigen, den Rechteckseiten parallel gestellten Fläche vorbeigeht. Vergleiche die Figur 1 auf Tafel VII.

Wir benutzen dazu am einfachsten den unteren Teil eines hellen Fensters, das wir in der Tiefe des Zimmers auf die Kante einer Platte wirken lassen, welche senkrecht auf einer weissen Fläche steht. Die Fläche heben wir so, dass sich die Fensteröffnung schräg auf sie projiziert. Durch diese Versuchsanordnung erreichen wir recht viel, aber nicht alles; wir sehen, wie sich von dem Fusspunkte der Platte *S* ab die Teile des Fensters, welche dem Rande der Platte *parallel* laufen, projizieren. Sie bilden auf diese Weise noch *lange kein* Bild, aber sie deuten auf das allerschärfste an, wie die Bilder von Gegenständen, welche irgendwie Licht aussenden, entstehen können! Deswegen sind diese Versuche für das Verständnis der Wirkung der Linsen und Prismen einfach grundlegend und gar nicht zu ersetzen!

Wir sehen auf dem Papiere *B* eine Anzahl von ganz hellen und dunkleren Streifen, die am Fusse der Platte beginnen und von hier aus sämtlich unter ganz bestimmten Winkeln strahlenförmig auseinander gehen. Die Helligkeitsunterschiede zwischen den einzelnen Streifen sind derartig erheblich, dass man ohne grosse Mühe die Streifen zu verfolgen vermag. Mit Hilfe eines dünnen Drahtes, der am Fusse der Platte *S* festgeklemmt wird, lassen sich die Winkel leicht feststellen und ausrechnen. Vom Ende des Drahtes, den man möglichst 50 cm bis 1 m lang nimmt, visiert man einfach über den Draht hinweg an der Plattenkante vorbei. Jeder Winkel muss irgend einem Dinge seine Entstehung verdanken. Es fällt auch durchaus leicht, festzustellen, dass die Seitenwände der Fensteröffnung und die Kanten des mittleren Kreuzteiles *zusammen mit den breiten hellen Öffnungen* die Streifen und Winkel verursachen ! Ganz genau so, wie es früher von der Sonne und anderen Lichtquellen berichtet wurde, stellen sich jetzt alle die hellen und dunklen Flächen als abbildende Energiequellen dar, welche je die Grenzstreifen erkennen lassen und sich damit auf dem Papiere haargenau verfolgen lassen, so genau, dass jeder Irrtum vollkommen ausgeschlossen ist!

Wird nun neben die Fläche *S* eine zweite *S'* gesetzt, welche etwa 3 cm von ihr entfernt und mit ihrer Kante ganz parallel zu der von *S* gerichtet ist, so entsteht auf dem Papiere eine zur ersten *s c h e i n b a r* genau symmetrische Projektion der hellen und dunklen Flächen. Man sieht durchaus mühelos, wo und wie sich die korrespondierenden Flächen in der Symmetrieebene berühren. Ist das Papier lang genug, so lässt sich auch feststellen, dass die einzelnen Flächen um so auffallender in Wechselwirkung treten, je weiter sie von dem Spalte entfernt sind. Es müssen also

die Beziehungen zur Lichtquelle noch mit denen verknüpft werden, die sich aus der wechselnden Spaltbreite ergeben.

Das lässt sich nun in der durchsichtigsten Weise auf zwei verschiedenen Wegen erreichen. Dabei kommen wir wieder zu ganz hervorragend wichtigen Resultaten, denn nun wird uns das verständlich, was oben in einer viel zu komplizierten Weise an der konvexen Linse hervortrat. Das Gesetz, welches der Abbildungsmöglich durch Linsen zugrunde liegt, tritt hervor, aber in einer Weise, wie sie bisher nirgends, dargestellt worden ist.

Wird nämlich vor den Spalt, der vorläufig 3 cm breit bleibt, eine plankonvexe Zylinderlinse von etwa 12 cm Brennweite gestellt, so projiziert sich auf dem Papiere ein Bild des Fensters, das sich sofort voll und ganz aus dem vorhin erhaltenen ableiten lässt, aber doch Eigentümlichkeiten zeigt, die durchaus auffallend sind. Die Linse muss den Spalt füllen; ihre Brennlinie muss fernerhin den Längsseiten des Spaltes parallel sein.

Auf den ersten Blick tritt hervor, dass, wie Figur 2 auf Tafel VII zeigt, die Linien oder Flächen, der Figur 1 dieser Tafel sämtlich wiederzufinden sind, jedoch in etwas anderer Ausbildung und in einer anderen Neigung gegeneinander. Zunächst fällt auf, dass die vorher nur wie gewöhnlich hervortretenden hellen Grenzlinien jetzt ganz erheblich verstärkt erscheinen. Ebenso sind die Schattenflächen schärfer und mehr hervortretend. Während ferner der Zusammentritt der Flächen bei den freien Spalträndern erst in einer Entfernung von einigen Metern erfolgt und trotzdem nur ganz unscharfe, wenn auch erkennbare Bildstreifen erzeugt, gehen hinter der Zylinderlinse, ungefähr im Abstande der Brennweite, die verschiedenen Streifen der beiden seitlichen Systeme ganz scharf durcheinander hindurch. Die Durchkreuzungsstellen werden so unverkennbar abgebildet, dass man sie zum Ausgangspunkte für weitere Betrachtungen, Messungen und Rechnungen machen kann.

Wird eine Zylinderlinse, deren brechende Kanten scharf und parallel abgeschliffen sind, an die Stelle des Objektivs einer photographischen Kamera gesetzt, so können die Bilder auf die Mattscheibe geworfen und ebenso auf photographische Platten gebracht werden, daneben können gleichzeitig die Bilder zum Vergleich aufgenommen werden, welche durch einfache Flächenwirkung der Fensterteile auf die oben genannten Spaltschneiden erzeugt werden. Es empfiehlt sich, einmal eine Platte schräg, fast senkrecht zur Zylinderlinse oder der Kante anzubringen und dann Aufnahmen auf parallel zur Zylinderlinse gestellte Platten zu machen.

Wir haben es mit Abbildungs-Körpern zu tun, in diesen und anderen Fällen mit Prismen, deren Basisflächen im Unendlichen liegen, deren Winkelkanten durch die Kanten der projizierenden Flächen- oder Linsenränder gebildet wurden. Die der Basis zugekehrten Teile durchkreuzen sich, wodurch denn die eigentlichen Abbildungen entstehen. Nehmen wir eine quadratische Öffnung als projizierende, so haben wir vier Prismen zu beachten. - Eine Platte, welche senkrecht zur Winkelkante der Prismen steht, wird eine *Schnittebene* durch die Prismen abbilden, welche unter Umständen alle vier Prismen durchschneidet, aber unter ganz wechselnden Winkeln. Jede Platte, welche die Prismen parallel zu den projizierenden Flächen durchschneidet, stellt von jedem einen Schnitt dar, der als Basis bezeichnet werden kann. Je nachdem diese Flächen in Wechselbeziehung treten, je nachdem sind die entstehenden Bilderverschieden !

Bevor wir weiter gehen, müssen wir uns daher darüber Klarheit verschaffen, was denn überhaupt Abbilden heisst.

Bis jetzt haben wir allerorts die Tatsache bestätigen können, dass die Energie am Rande einer undurchlässigen Fläche in ihre Komponenten zerlegt wird. Ich habe absichtlich nur von einer Wärme und einer chemisch wirksamen Komponente gesprochen, denn diese beiden lassen sich unter allen Umständen am leichtesten objektiv darstellen. Die Wärme-Komponente durch das Thermometer, die chemisch wirksame durch die photographische Platte. Ich will dazu vorgreifend noch bemerken, dass unser Augenhintergrund in seinem Sehhautteile nur chemisch wirksame Energie aufzufassen vermag; er wird also sicher von jenem Teile der Energie erregt, der auch auf die photographische Platte wirkt. Diese Behauptung muss aber doch sofort erweitert werden, denn die sogenannten ultravioletten Teile eines Spektrums stellen sich auf der Platte noch dar, während diese jene Teile nicht mehr aufzunehmen vermag, welche im Orange bis Braun des sichtbaren Spektrums liegen.

Das Auge empfindet gelb und orange recht lebhaft, grün nicht minder, nach rot und violett hin wird die Farbenempfindung gleichmässig schwächer, die chemische Wirksamkeit aber ganz ausgesprochen polar. Das heisst am roten Pole ist sie gleich Null, am violetten erreicht sie ein Maximum. Eine chemische Wirkung, wie bei der Platte, kann also beim Wahrnehmen eines Spektrums vermittelst des Auges nicht allein den Ausschlag geben. Dennoch findet ganz ausschliesslich chemische Umsetzung statt. Dort, wo rot-gelb liegt, findet sich die Wärme-Komponente der Energie. Unter dem Einflusse der Wärme verlaufen aber auch chemische Prozesse, wenn auch andrer Art. Ich will hier vorläufig nur daran erinnern, dass der gelb-rote Teil des Spektrums die Phosphoressenz auszulöschen vermag, dass aber andrerseits gewisse chemische Prozesse nur bei einem bestimmten Wärmegrad ausgiebig erfolgen können. Wärme, welche von irgend einem Gegenstande ausgestrahlt wird, kann aber den Augenhintergrund nur beeinflussen, wenn gewisse Bedingungen erfüllt sind, bei Metallen z. B. nur vom Stadium der dunklen Rotglut ab. Darauf muss sich später zurückkommen. Ich erinnere ferner an den galvanischen Strom, der das Geschmacksorgan ganz wechselnd beeinflusst. Wenn wir eine Zinkplatte unter die Zunge und eine Kupferplatte auf die letztere legen und dann die freien Metallenden in Berührung bringen, so entsteht eine Trennung der Elektrizität in zwei Komponenten, die wir durch den Geschmack zu unterscheiden vermögen. Wir sprechen von positiver und negativer Elektrizität, deren innerstes Wesen wir ebensowenig kennen, wie das der Sonnenenergie. Wo Zink liegt, haben wir einen säuerlichen, wo Kupfer liegt, einen brenzlichen oder alkalischen Geschmack. Halten wir einen Kupferdraht in den feuchten Augenwinkel und einen ihm angeschlossenen Zinkdraht an das Zahnfleisch, so erfolgt ein Lichteindruck, sobald das Zink die feuchte Schleimhaut berührt. Davon später noch.

Sichtbarmachen heisst, allgemein ausgedrückt: Eine Fläche, welche frei von chemisch wirksamer Kraft ist, mit solcher unter ganz bestimmten Winkeln versehen. Diese Kraft wird dadurch erzeugt, dass sich die Energie, welche von irgend einer Quelle ausgeht, an den Rändern der sichtbaren Flächen (Objekte überhaupt) spaltet.

Nur wenn eine Spaltung, wie wir sie seither betrachtet haben, möglich ist, sehen wir einen Gegenstand.

Sollen die Gesetze der Abbildung aufgedeckt werden, so sind also auf das Sorgfältigste alle jene Vorgänge zu beachten und zu erforschen, die sich an alle den Teilen abspielen, an denen die Energie eine Spaltung erfahren kann.

Bestimmte Winkel müssen eingehalten werden, denn es müssen die hellen Grenzstreifen, die sich an der Projektion der Lichtquelle durch den Rand einer Fläche darstellen, mit den entsprechenden dunklen der entgegengesetzten Spaltseite möglichst decken! Dies klingt beim ersten Überlesen durchaus unklar; ich will also ganz bestimmte Beispiele wählen.

Eine einzelne scharfrandig begrenzte Fläche, die gegen den freien Himmel zu gerichtet ist, also etwa die Firste eines entfernten Hauses, kann sich durch eine Fläche, die ihr parallel gestellt ist und ebenfalls geradlinig begrenzt wird, *nicht abbilden*, denn das frei von oben strömende Licht verhütet es, dass irgend eine wahrnehmbare Schattenbildung erfolge. Schatten können nur von begrenzten Lichtquellen gebildet werden, und zu einer Schattenbildung muss es unbedingt kommen, denn nur eine verdunkelte Fläche kann für unser Auge mit hellen und dunklen Flächen bedeckt werden. Wollen wir das Dach also irgendwie abbilden, so müssen wir anders verfahren. - In den Fensterladen wird ein etwa 10 cm langer und 5 cm breiter Spalt so eingesetzt, dass seine Längsseiten zur Dachfirste parallel verlaufen. Das Zimmer, in welchem beobachtet wird, muss im übrigen vollkommen verdunkelt sein. Kurz hinter dem Spalt sehen wir auf dem Schirm nur einen entsprechend grossen hellen Fleck mit durchaus verwaschenen Rändern. Wird der Schirm, aber vom Spalt entfernt, so erscheinen alsbald doch bestimmte Schattenteile, die zueinander augenfällige Beziehungen haben. Wo stammen diese her?

Das Hausdach mit alle dem, was auf ihm ist, stellt jetzt selbst eine Energiequelle dar, die am oberen Rande wie an dem unteren die wechselndsten Streifen erzeugt, denn überall, *wo irgend hell und dunkel* aneinander grenzen, da muss, nach dem seither Gesagten, eine Wirkung auf eine Fläche ausgeübt werden. Die Unterschiede mögen für unsere Sinneswerkzeuge unmerklich sein, für die photographische Platte existieren sie aber doch. Wenn irgendwo, so ist gerade hier diese Erfindung von der denkbar grössten Bedeutung, denn sie lehrt uns, wie sich die Energie spaltet und wie sie unter Umständen nutzbar gemacht werden kann.

Die verschiedenen Flächen, welche in den Schattenzonen hervortreten und in die lichterfüllte Fläche hineinragen, müssen, falls sie sich zu einer Abbildung zusammenfügen sollen, wieder in Übereinstimmung gebracht werden. Oben und unten muss in den zugehörenden Teilen so innig als möglich miteinander verbunden werden, dann erfolgt eine Abbildung, die allerdings recht unvollkommen ist. Um die Streifen schnell in Wechselbeziehung zu bringen, schraubt man einfach die Spaltschneiden gegeneinander hin. Es liegt oben ein dunkler Grenzstreif, wo unten ein heller ist. Diese müssen, wie man ganz unbedingt deutlich sieht, nahe aneinander, also teilweise aufeinander fallen, dann entstehen auf dem Schirme, den Schattierungen des Daches entsprechend, unscharfe Längsstreifen, welche eine ganz wechselnde Bedeutung haben, wenn wir das Bild von einem Ende zum andern betrachten.

Der Spalt wurde 10 cm lang gewählt, um noch andere wichtige Differenzierungen übersehen zu können. Diese finden sich an den Enden des vom Spalte erzeugten Bildes. Dort sieht man deutlich, dass die längs verlaufenden Streifen nicht mehr parallel gerichtet sind und glatt durchgehen, sondern, dass sie mit zahllosen kleinen

anderen Streifen untermischt sind, die aber auch wieder zusammen eine gewisse regelmässige Anordnung zeigen. Die Streifen sind an den beiden Enden des Bildes verschieden ausgebildet. Gegen die Spaltmitte zu treten an ihren Grenzen helle Felder hervor. Es ist also das Einfachste, dass durch eine *Verkürzung* des Spaltes eine Zusammenschiebung der Streifen erfolge. Diese Verkürzung ist ja leicht zu bewerkstelligen, braucht man doch nur über den Spalt ein schwarzes Papier, Blech oder dergl. hinwegzuschieben. Sehr leicht lässt sich beobachten, wie die Streifen, welche durch den Rand dieses Schiebers erzeugt werden, mit dem Schieber wandern. Schliesslich berühren sich die äussersten Zonen der Systeme, die an den schmalen Spaltseiten entstanden. Jetzt ist das Spaltbild scheinbar ganz wirr mit allerhand unzusammenhängenden, helleren und dunkleren Streifchen und Flecken erfüllt. In diese muss Ordnung gebracht werden. Das geht sehr gut durch weitere Verkürzung des Spaltes, durch Vorschieben des Schiebers.

Aus dem wirren Haufen von scheinbar unerklärbaren Schatten-Figuren setzen sich Teile zusammen, welche, nach und nach in interessantester Weise, eine etwas in die Länge gezogene, noch wenig präzise, umgekehrte Abbildung des Hausdaches geben.

Aber in diese kommt schnell die notwendige Klarheit, sobald der Spalt immer weiter verengt wird. Das Dach tritt ganz deutlich hervor, sobald der Spalt quadratisch wird und seine Seiten unter einen Millimeter Länge herabgehen. *Wir haben soeben das Bild entwickelt, welches eine Lochkamera erzeugt.* Der Gang der Entwicklung geschah nur unter ganz anderen Voraussetzungen, als solche bisher in der Physik Gültigkeit hatten. Die Umstände liegen *derart offensichtlich* zutage, dass jeder die Versuche beliebig zu erweitern vermag. Dass durch eine ausschliessliche Randwirkung die Energie gespalten und dann wechselseitig wieder zu einem Bilde vereint werden kann, ist schon an und für sich ein ebenso lehrreiches wie interessantes Faktum. Wir verstehen es aber erst deutlicher, wenn wir die seither geschilderte Erscheinung der Grenzstreifenbildung damit in den notwendigen ursächlichen Zusammenhang bringen, denn durch einfaches Aufeinander. legen von vier Schattenflächen erhalten wir noch lange kein Bild.

Bereits Seite 148 wurde erwähnt, dass eine konvexe Zylinderlinse die Streifen zu vereinigen vermöge. Es ist daher das Natürlichste, dass diese Versuche jetzt weitergeführt werden. Sie ergeben auch ganz andere Resultate, als seither angenommen wurde.

Lassen wir zunächst sich nochmals ein volles Fensterkreuz abbilden, eins ohne jeden Hintergrund, also gegen den hellen Himmel hin betrachtet. Es gibt bei diesen Versuchen Doch manches zu beachten, was oben noch nicht berücksichtigt werden konnte.

Wird, wie es bereits angedeutet wurde, die Zylinderlinse mit der Achse parallel zur Längsrichtung des Fensters gestellt, so sehen wir die hellen und dunklen Streifen absolut deutlich. Sie gehen nicht gerade zur Brennlinie, sondern in leicht gebogenen Kurven. Anstatt der eben gewählten Ausdrücke "Brennpunkt und Brennlinie', mag fernerhin die Bezeichnung "Bildebene" gewählt werden, denn es bilden sich in dieser Ebene alle Objekte ab, von denen in irgend einer Form Energie der gedachten Art auszugehen vermag. Wird, um hierfür ein leicht fassliches Beispiel zu wählen, in einer dunklen Nacht der photographische Apparat auf einen fernen Ort, sagen wir ein

in voller Ruhe befindliches Dorf, gerichtet, so ist die Mattscheibe für unsere Augen gleichmässig schwarz, die photographische Platte empfängt auch nicht die mindeste chemisch wirksame Kraft. Sobald aber in den Häusern die Lichter angezündet werden, sobald also Energiequellen entstehen, die entsprechend wirken können, sehen wir einen Lichtpunkt nach dem andern auf der Scheibe erscheinen, bis schliesslich bei einbrechender Morgendämmerung die Energie der Sonne dieser vorauseilt und ein Bild der Landschaft auf der Platte erzeugt. Tritt die Sonne selbst hervor, *s o b i l d e t* auch sie sich ab, und ihr Bild allein, also losgerissen aus dem Gesamtbilde, bezeichnet man oft fälschlich als den *B r e n n punkt*, weil sich hier diejenige Energiemenge der Sonne konzentriert, welche auf die Objektivlinse auftraf.

Ich erwähne das absichtlich, um einer weitverbreiteten Ansicht entgegenzutreten, zufolge der alle Strahlen, welche, von einem leuchtenden Körper ausgehend, die Linsenfläche treffen, in einem Punkte vereinigt werden sollen. Die Physik bezeichnet als Brennpunkt einen rein mathematischen Punkt, den wir in Wirklichkeit niemals finden. Mathematisch parallele Strahlen sollen, wenn sie aus einem optisch wenig dichten Medium auf eine Kugelfläche auftreffen, welche ein optisch dichteres Medium begrenzt, in letzterem nach dem Brechungsgesetze vereinigt werden. Könnte dies in einem Punkte geschehen, so wäre ein solcher der Brennpunkt. Unsere Rechnungen setzen, falls sie richtig sein sollen, eine unendlich dünne, bikonvexe Linse voraus, das ist wieder ein Unding, denn nach ganz einfachen mathematischen Gesetzen ist eine unendlich dünne Linse, die aus zwei Flächen hervorgeht, welche um nahe gelegene Mittelpunkte als Kreise gezogen werden, einfach ein mathematischer Punkt und nichts anderes!

Kugelflächen vereinigen die Strahlen nur in gebogenen Flächen, welche als *Brennflächen* bezeichnet werden. Ein Durchschnitt durch eine Brennfläche zeigt eine > derart gebogene Doppelkurve, welche als *D i a k a u s t i k a* (Brennlinie) bezeichnet wird. - Da in der Natur keine rein parallelen Strahlen angetroffen werden, so sind die Brennpunkte, Brennflächen und Brennlinien nur mathematische Begriffe für die auszuführenden Rechnungen, die ich auch hier nicht verfolgen kann. Die Abweichungen, welche einfache Linsen bei der Erzeugung von Bildern erkennen lassen, nennen wir *sphärische Aberration* (durch Kugelflächen bedingte Abweichung), wenn sich die Aussenwelt auf einer gebogenen Fläche als Bildebene abbildet. Konkav-konvexe Linsen zeigen diese Eigenschaft für praktische Zwecke nur in einem ganz geringen Grade! Sprechen wir von dem Brennpunkte, so haben wir darunter nur die Bildfläche zu verstehen, welche die für uns recht weit entfernte Sonne durch eine Linse entwickelt. Dieses Bild steht immer unter einem Winkel von ca. 30 Minuten vom Mittelpunkte der Linse aus gerechnet. Es ist also sehr schmal, wenn die Linse eine kurze Brennweite hat. Bei einer Brennweite von 1 m sehen wir eine Sonnenscheibe von 9 mm, bei 4 m Brennweite also eine von viermal grösseren Durchmesser (36 mm). Eine einfache Linse erzeugt aber niemals ein scharfes Bild der Sonne, weil der Winkel von 32 immer an den Rändern des Sonnenbildes Verzerrungen erzeugt, die sich durch Unschärfe und farbige Säume bemerkbar machen und durch die Beugungsstreifen noch weiter kompliziert ausgebildet sein können, so dass selbst ganz tadellose Objektive kein ganz scharf umrandetes Sonnenbild geben. Ganz abgesehen davon, dass die Umgebung der Sonne die Platte wechselnd beeinflusst!

Damit muss ich die allgemeinen Betrachtungen schliessen. In den folgenden Abschnitten habe ich an der Hand der Versuche die Richtigkeit und zwanglose

Anwendbarkeit der vorstehenden so einfachen Grundgesetze durch mannigfach gewählte Beispiele zu *b e w e i s e n*. Die Bildentstehung in unseren Instrumenten und im Auge, die Entstehung und Zerlegung des Spektrums, die Darstellungen der Doppelbrechung und der Polarisation werden zeigen müssen, ob meine Lehre vom Licht und von den Farben auf tatsächliche Voraussetzungen und hypothesenfreien mathematischen Ableitungen aufgebaut ist. -

Tafel I.

Umwandlung der Sonnenenergie längs der Seiten geradlinig begrenzter Spalte. Die Grenze der schattenwerfenden Flächen ist in den Figuren, welche die Einwirkung des direkten Sonnenlichtes zeigen, durch - - - punktierte Linien angegeben. Die Figuren 1, 2, 3, 7a, b, d, e, 9 und 10 sind durch dunkelgraues Glas hindurch beobachtet.

Fig. 1. Spaltung des Sonnenlichtes an einem breiten rechtwinkeligen Spalt bei 80 cm Abstand zwischen Spalt und Schirm. Die Grenze der Schattenfläche geht durch die Mitte der Randdifferenzierungen. Die mittlere voll belichtete Fläche ist grau; sie wird vom hellen Grenzstreifen umsäumt, der weiterhin ohne scharfe Grenze in die Schattenzone übergeht, aber in den vier Ecken die eigenartigen Kurven zeigt. Der helle Teil der Figur wird gegen die umgebende Schattenfläche zu von dem dunklen Grenzstreifen abgegrenzt, der das, ganze Bild rahmenartig umgibt.

Fig. 2. Bild bei zusammengeschobenen Spaltschneiden, deren Abstand noch 7,5 mm beträgt. Es bleibt zwischen den von oben nach unten verlaufenden hellen Grenzstreifen ein schmaler, dunkler Streif der voll belichteten Fläche bestehen, der aber oben und unten über die bogenförmig zusammenstossenden hellen Grenzstreifen hinausgeht. Dadurch wird angezeigt, dass in den Randbezirken noch weitere wichtige Differenzierungen stattfinden.

Fig. 3. Der Spalt der Fig. 2 ist auch nach der Längsrichtung verschmälert, so dass ein kleiner quadratischer Spalt vorhanden ist. Der mittlere dunkle Streifen ist nun nach zwei Richtungen in Kreuzform ausgebildet. Das dunkle kleine Quadrat in der Mitte stellt sich als Rest der voll belichteten Fläche dar. - In Fig. 3a ist der Schirmabstand von 80 cm auf 110 cm vergrössert; die Reste der hellen Grenzstreifen bilden nun in der Mitte ein helles Kreuz.

Fig. 4. Geändertes Spaltbild bei Annäherung der Schneide bis auf 0,3 mm. Es entstehen rechts und links die sogenannten Beugungsstreifen. Jeder dunkle Streif wird nach der Spaltmitte zu rot-gelb, nach der Schattenzone zu violett-blau umsäumt. Das Mittelfeld ist also beiderseits gelb-rot begrenzt, die seitlichen dunklen Streifen zeigen aber die Regenbogenfarben.

Fig. 5. Das Bild des quadratischen Spaltes der Fig. 3 durch Projektion vermittelst Tageslichtes, welches durch eine Öffnung von 0,3 mm Durchmesser auf den Spalt fiel. Die Entfernung zwischen Spalt und Öffnung im Fensterladen betrug 80 cm, die zwischen Spalt und phot. Platte 1,50 cm. Es treten längs der Längsseiten des Spaltbildes die Beugungsstreifen hervor.

Fig. 6 zeigt das auf gleiche Weise entstandene Bild des Rechtecks, in dessen unteren Teil der Winkel *a* hineingeschoben worden ist.

Fig. 7. Ansicht des Spaltes, der zur Erzeugung des Bildes in Fig. 7 c benutzt wurde. Das letztere entstand auf gleiche Weise wie das der Fig. 5 und 6.

Fig. 7a zeigt zwei rechtwinkelige Flächen einander genähert wie die Längsschneiden in Fig. 2. Die hellen Grenzstreifen biegen bogenförmig um die Spitzen der Winkel, ungefähr entsprechend dem Konstruktionsbilde in Fig. 10 auf Seite 83. - In Fig. 7 b sind die Winkel nahezu so eng wie in Fig. 4 zusammengeschoben worden, aber die Beugungsstreifen treten nicht hervor, weil sie von der Fülle des Nebenlichtes erdrückt werden. - Fig. 7 d zeigt die Schattenbildung an einer spitzen Ecke; *y'* ist die Eckfigur, welche sich ebenfalls nach Fig. 10 Seite 83 ableiten lässt; *y* ist der dem Durchmesser der kreisförmigen Sonnenscheibe entsprechende Abstand zwischen hellen und dunklen Grenzstreifen.. - Fig. 7 e das gleiche Bild von einer rechtwinkeligen Fläche. - Die Figuren 7 a, b, d und e sind bei 70 cm Schirmabstand und direktem Sonnenlichte durch eine dunkle Gelbscheibe hindurch aufgenommen.

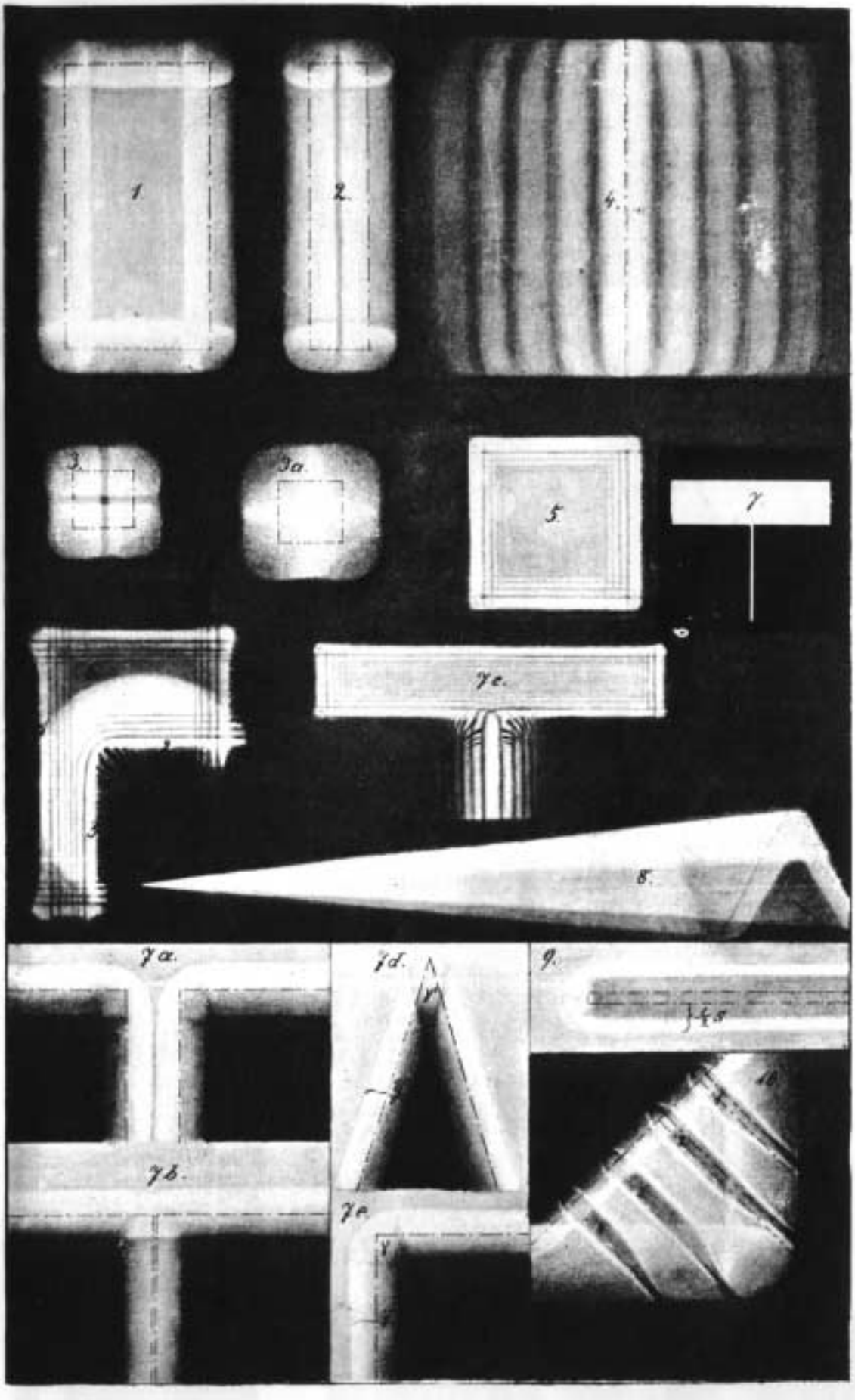
Fig. 8. Isoliert gedachter Lichtkörper, der sich nach der Schattenseite zu im Winkel eines rechtwinkeligen Ausschnittes bildet, z. B. in Fig. 6 an den äusseren Ecken. Die Durchschnittsebene rechts würde der Darstellung auf einer Schirmfläche ent- sprechen.

Fig. 9. Schatten der punktiert umzogenen Fläche bei 80 cm Schirmabstand; $^1/_2$ s würde der halben Sonnenbreite entsprechen. Der ringsum verlaufende helle Grenzstreif tritt besonders klar hervor, weil sich die dunklen Grenzstreifen über den geometrischen Schatten der schmalen Fläche hinaus verschoben haben. Man kann sich das Bild auch leicht durch Konstruktion wie in Fig. 10 Seite 83 ableiten.

Fig. 10. Von der rechtwinkelig ausgeschnittenen Ecke *a* ist ein Bild auf einem 110 cm entfernten Schirm entworfen. Die hellen Grenzstreifen bilden die erwähnte kelchförmige Eckfigur. Auf ein Blech *b* wurden vier schmale Flächen (wie in Fig. 9 eine Verwendung fand) in gleichen Abständen aufgelötet und damit aus 50 cm Entfernung ein Schatten auf dem Schirm entworfen. Die Schatten der Stäbe 1, 2, 3 und 4 wurden daraufhin, wie in der Figur angegeben, in den Schatten des Ausschnittes *a* eingeführt. Es zeigt sich alsdann eine ganz eigenartige Verschiebung der schmalen Schatten, die besonders bei 2 und 3 hervortritt. Die geometrische Projektion der Flächen 1 - 4 lässt sich nicht in die Schattenflächen einschalten, wie bei 1 und 2 ganz klar zutage tritt. In der Randzone des Schattens von a werden die Schatten der kleinen Flächen derart abgelenkt, dass sie gebrochen erscheinen. Auf Tafel V sind in den Figuren 1 und 2 ähnliche Ablenkungen angegeben worden. Die Ablenkung erfolgt derart, dass der spitze Winkel zwischen dunklem Grenzstreif und Schatten der schmalen Fläche vergrössert wird. Die Schatten schmaler Flächen erscheinen in denjenigen breiter, weiter entfernter, oft vollkommen auseinandergezogen und ausgesprochen doppelt.

Figur:	1	2	3, 3a	4	5	6	7	7a	8	9	10
Auf Text-seite	44 47 53	51	51	53	55	56 58	72	71	56 75	Siehe Erläuterung	

Tafel I.



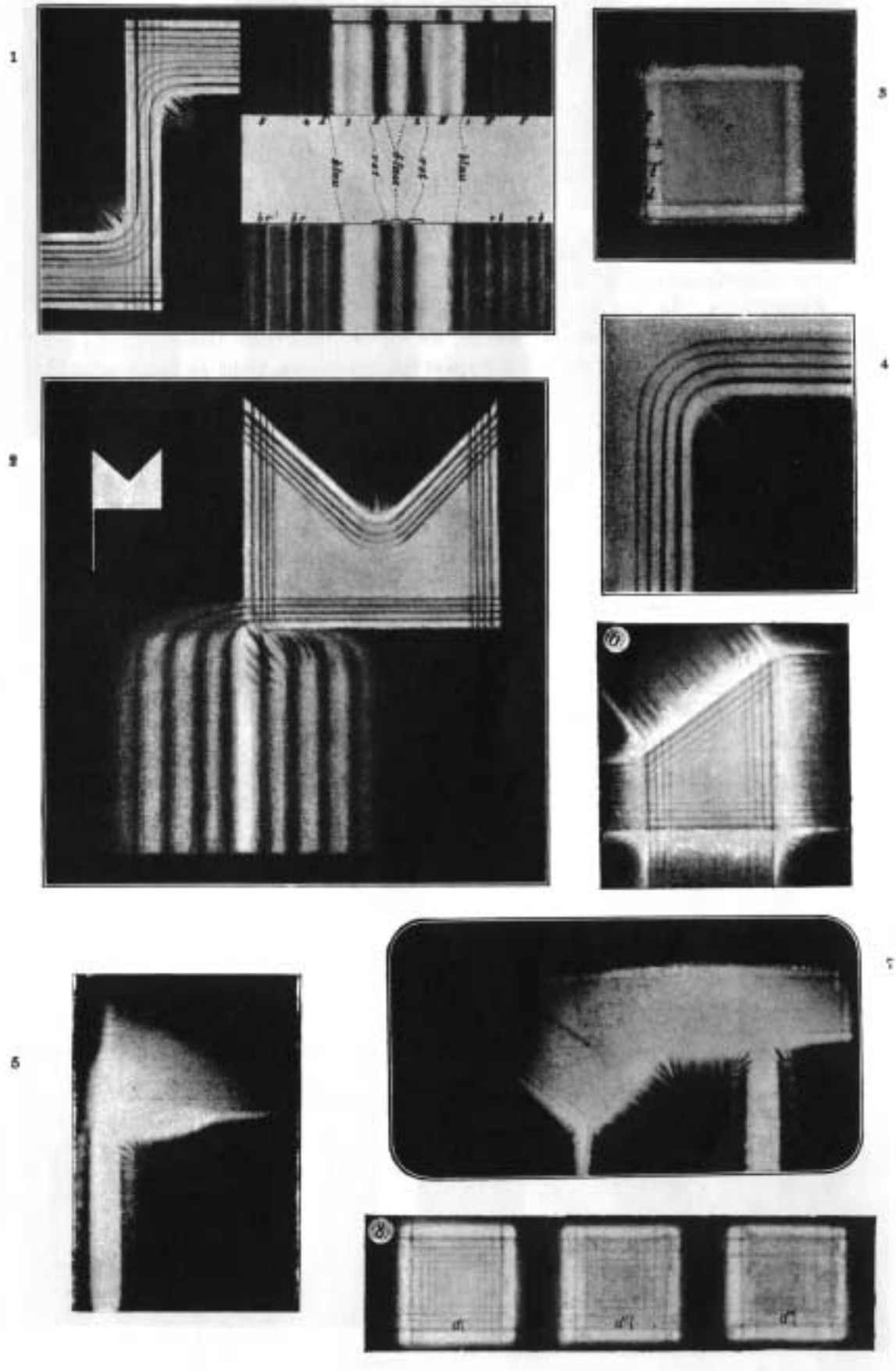
Tafel II.

Projektion von geradlinig begrenzten Flächen vermittelst des Sonnenbildes, welches durch eine kleine Öffnung erzeugt wird. Es sei *a u s d r ü c k l i c h* bemerkt, dass nicht nur das einfache, scharf umgrenzte Bild der Sonne zur Wirkung gelangt, sondern dass dies Bild, wie Fig. 5 und 7 andeuten, am Rande erheblich verbreitert und unscharf ist und ausserdem eine Anzahl ringförmiger Beugungsstreifen, entsprechend der Fig. 4 auf Tafel 1 aufweist. Es ist das zur richtigen Beurteilung aller Differenzierungen, welche bei der Projektion entfernter Flächen auf noch weiter von der Eintrittsöffnung entfernten Schirmen entstehen, wohl zu beachten. Wir dürfen die Streifensysteme aber nicht allein auf ein rein scheibenförmiges Sonnenbild beziehen, sondern müssen das eben Angedeutete voll beachten. Es erfährt die Ableitung der Streifen dadurch eine derartige Erweiterung und wird derartig kompliziert, dass ich im Texte vermeiden musste, näher auf diese wichtigen, vielseitige Untersuchungen und Erweiterungen erfordernden Verhältnisse einzugehen. - Wird ein Fernrohr nach der Sonne gerichtet, so kann man das entstehende Bild auf einem Schirme auffangen, den man in beliebiger Entfernung vom Okular des Fernrohres aufstellt. In den Lichtkegel, der sich zwischen Okular und Schirm darstellen lässt, können schattenwerfende Flächen, Spalte u. s. w. gebracht werden, welche sich nun auf dem Schirme ebenso projizieren, wie es in den Figuren der vorliegenden Tafel wiedergegeben ist. Hier kann man das Auge an die verschiedenen Stellen der Projektionen bringen, wenn man es durch ein Rauchglas schützt, man stellt dadurch sehr einfach fest, wo die Quelle zu suchen ist, welche diese Bilder erzeugt. Auch im Spektrum, das durch verschiedene Spalte erzeugt wird, entstehen durch Projektion zwischengeschalteter Spalte ähnliche Bilder, welche nur entsprechend gefärbt sind.

Die Erläuterung der einzelnen Figuren ist auf den betreffend vermerkten Textseiten nachzulesen.

Figur:	1	2	3	4	5	6	7	8
Auf	57	57	45	58	70	73	58	81
Text-	58	58	89	70	80	86	75	97
seite	80	80				87	80	106
						183		

Tafel II.



Tafel III.

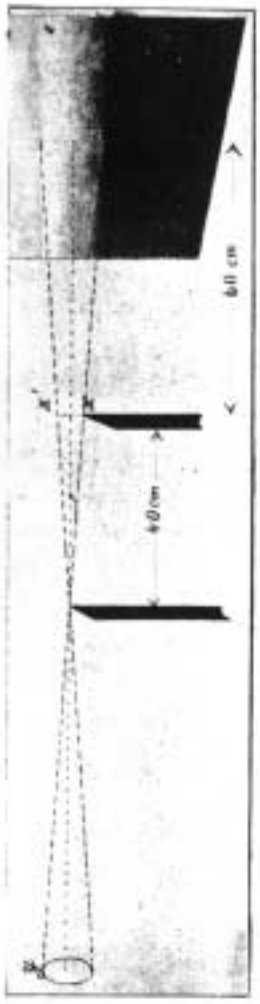
Schattenprojektionen vermittelst direkten Sonnenlichtes. Die Figur l a zeigt das Spaltbild aus der mittleren (schrägen) Stellung der Figur 1. Durch die eigentümliche Verteilung der Energiestreifen erhält das Spaltbild etwas Körperliches. In den Figuren 3 a, 4, 5 und 6 sind noch besonders die Kurven zu beachten, welche sieh dort zeigen, wo dunkle und helle Grenzstreifen miteinander in Beziehung treten. Diese Kurven lassen sich nicht so ohne weiteres aus der Gestalt der Sonnenscheibe ableiten. Man kann sich die Verhältnisse leicht vergegenwärtigen, wenn man vor eine breite helle Flamme, wozu ich die eines Acetylengasbrenners mit grösstem Vorteile wähle, runde oder eckige Blenden stellt und so verschieden geformte Energiequellen schafft, die man ganz nach Art der Sonne auf Flächen wirken lässt. Ist die Blende kreisrund und 1,8 cm im Durchmesser, und stellt man eine Fläche, einen Spalt u. s. w. ca. 2 m von ihr entfernt auf, so hat man auf einem weiter entfernten Schirme fast genau die gleichen Projektionen wie bei Anwendung direkten Sonnenlichtes.

Figur:	1,1a	2	3, 3a	4	5	6
Auf Textseite	90	88	93	101	99	100
	91	90	94			
			99			
			103			
			116			

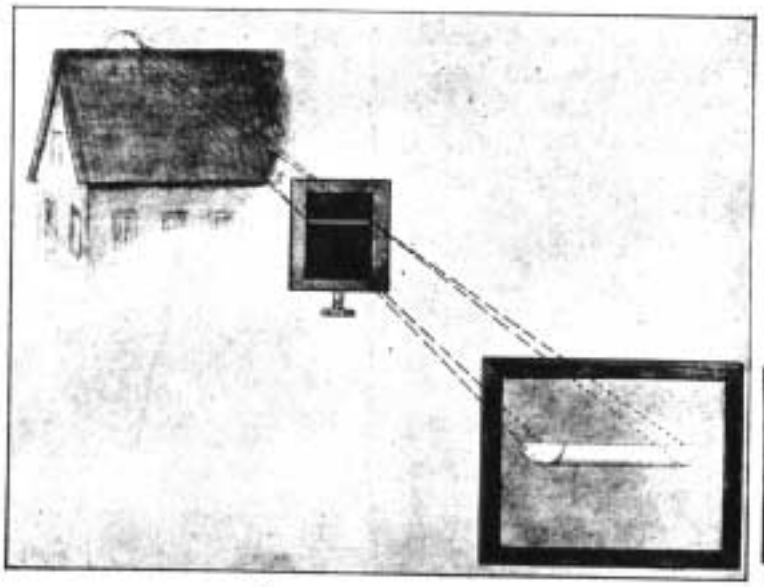
Tafel III.

1a

1

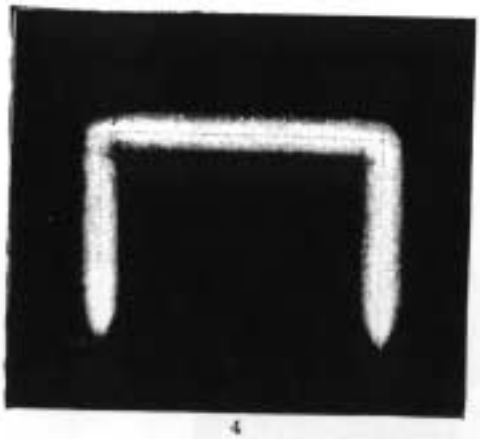


2a

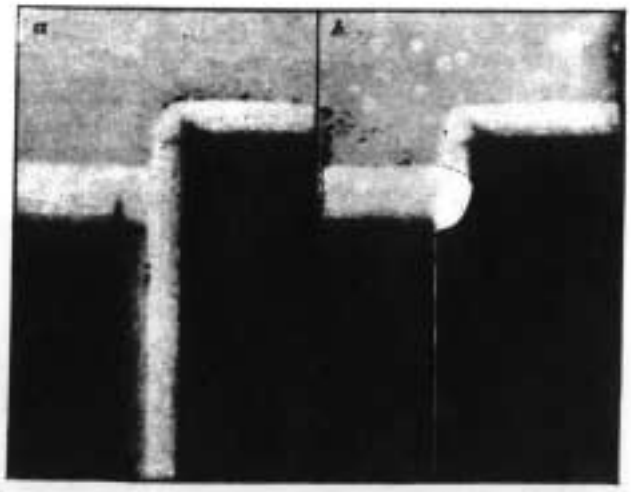


2

3



4



5

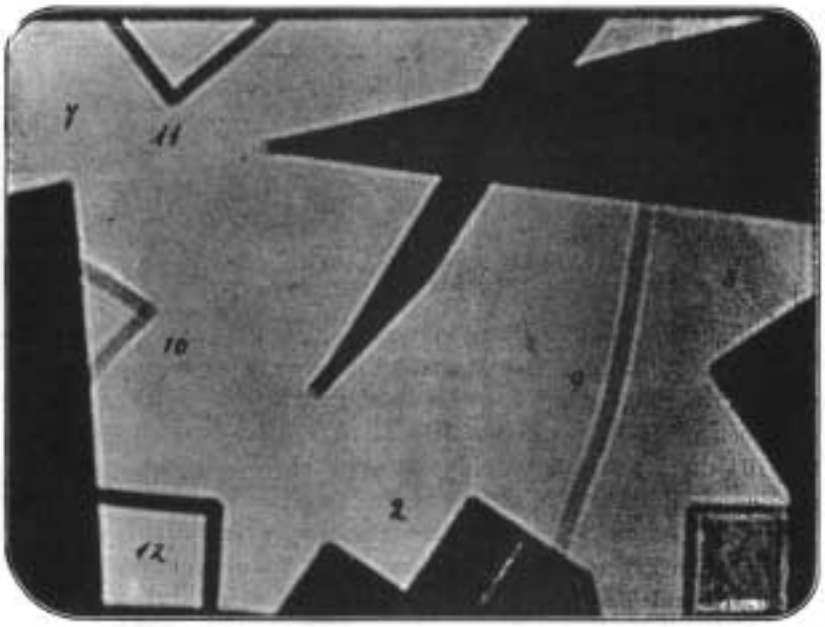
Tafel IV.

Die Figur 1 enthält des Wichtigen eine Menge. Sie zeigt, dass die Energie, welche sich im zerstreuten Tageslichte vorfindet, in dem Falle, dass sie eine enge Öffnung passiert, nicht genau ebenso wirkt, wie die im Verhältnisse etwa 25 mal breitere Sonne, wenn wir bei letzterer annehmen, dass sie unter einem Winkel von 32' zur Wirkung kommt. Am auffälligsten und durch Konstruktion vorläufig nicht verständlich zu machen ist die gleichmässige Wirkung auf Flächen, welche bis zu 0.5 mm Durchmesser haben. Diese Wirkung äussert sich am eigentümlichsten an den Spitzen von 5 und 6, die von einem gewissen Abstande an gegen die Spitze zu parallel ausgezogen erscheinen. Die verschiedensten Messungen ergaben mir 0,5 mm bei 0,3 mm Durchmesser der Öffnung im Fensterladen. Die zu projizierenden Flächen waren von dieser 90 cm entfernt, der Schirm von dem Fensterladen 180 cm.

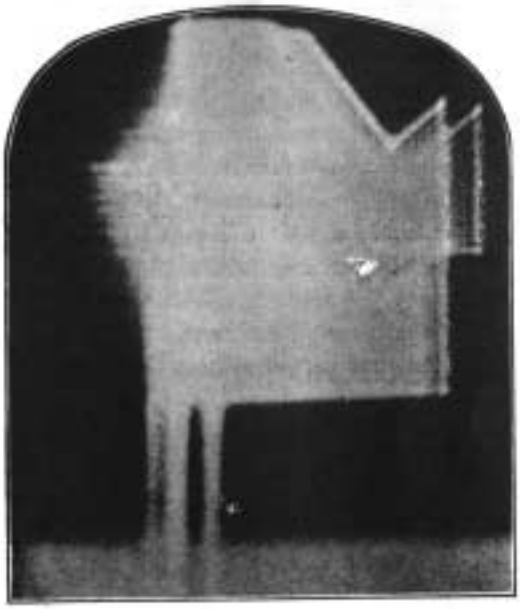
Vergrössert man die Fläche, so entstehen, falls letztere eine parallel laufende Begrenzung hat, die Streifen wie in Figur 4, bei welcher rechts durch nebengefügte Buchstaben die hervortretenden Farben angegeben sind. b, b bedeutet blau-violette, r, r rot-gelbe Säume.

Figur:	1	2	3,	4
Auf Text-seite	72 110 81 112 82 115 83 117 86 95	95	88 89 90	86 109

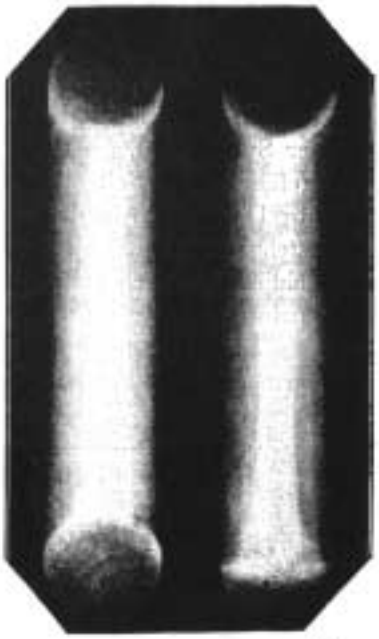
Tafel IV.



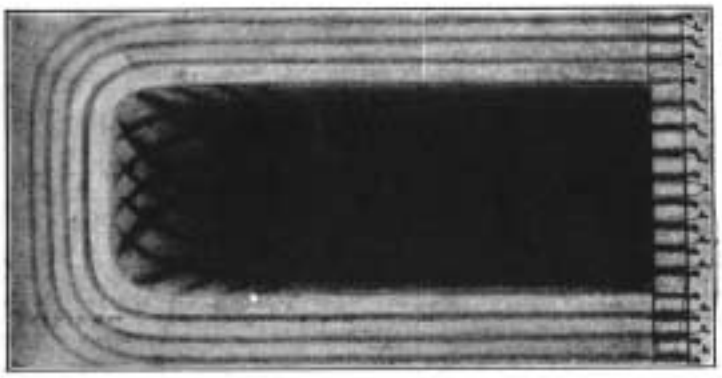
1



2



3



4

Tafel V.

Die Figuren 1 und 2 schliessen sich der Fig. 10 auf Tafel 1 an. Sie zeigen bereits deutlich, dass die Grenzstreifen oder Schattenzonen von Flächen, welche aus verschiedenen Entfernungen auf einen Schirm Schatten werfen, nicht nach einfachen geometrischen Konstruktionen bestimmt werden können, wie es auf Seite 104 durch die Textfigur 10 dargestellt ist. Das An- und Abschwellen der Energie am Rande von Schattenzonen kann nicht gleichmässig erfolgen, sondern muss gegen die äussere Grenze des hellen Grenzstreifens hin weniger energisch vor sich gehen, als in Zier Nähe des dunklen Grenzstreifens, wo z. B., wie es Fig. 10 auf Tafel 1 am deutlichsten zeigt, eine direkte Brechung des Schattens stattfindet.

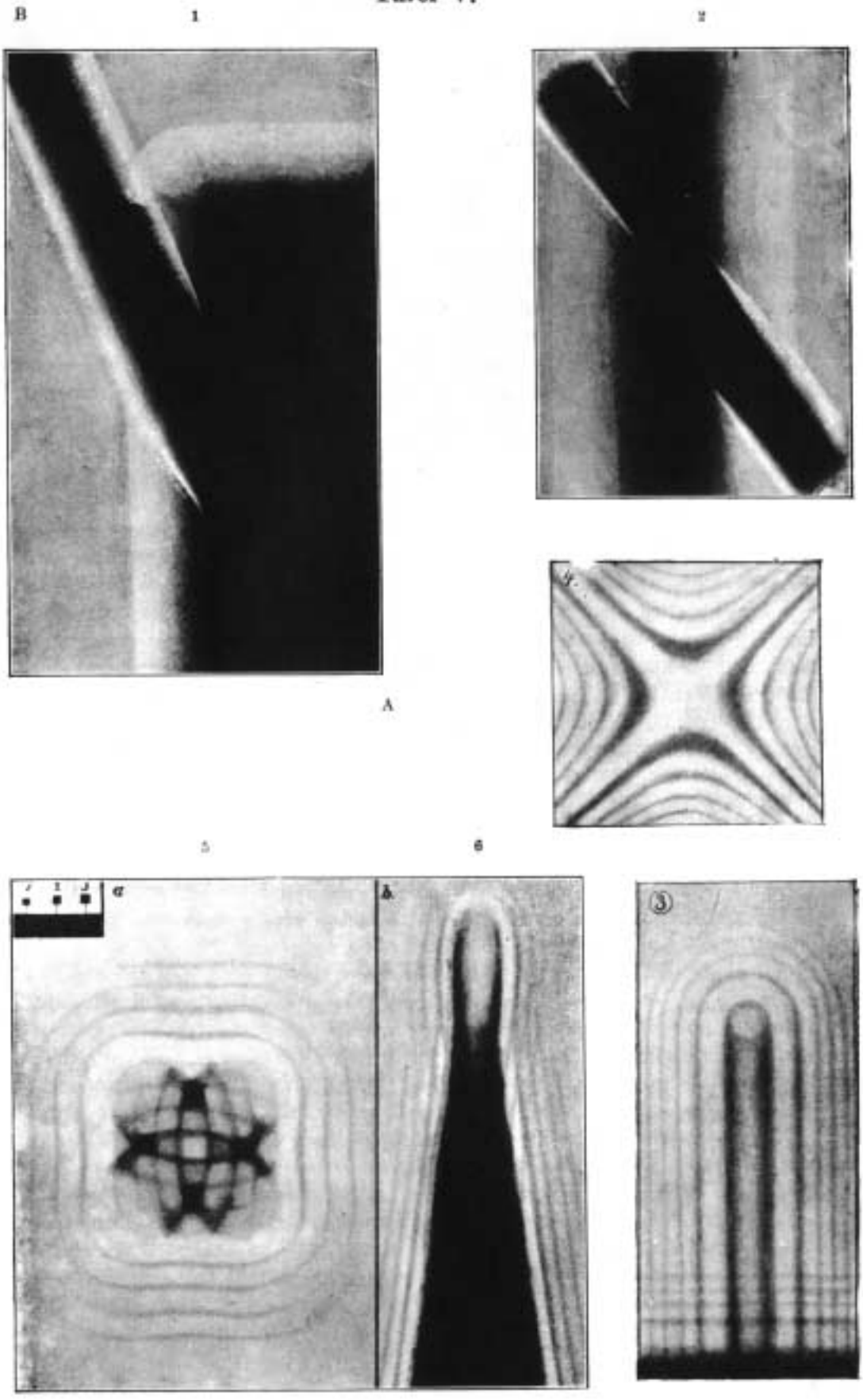
Die Figuren 3, 4, 5 und 6 geben Ansichten ganz interessanter Projektionen durch das Sonnenlicht, welches punktförmige Öffnungen durchwandern muss.

Fig. 3 ist die Projektion der Streifensysteme am Ende eines dünnen Drahtes. Ihr schliesst sich Fig. 6 an, welche die Streifen in der Schattenzone einer Spitze zeigt. - Bringt man in das Sonnenbild ein kleines Quadrat von ungefähr 1 mm Seitenlänge, so entstehen Projektionen wie Fig. 5 eine wiedergibt. Die Kurven in der Schattenfläche durchschneiden sich derart, dass Figuren entstehen, welche sich an die Polarisationserscheiungen in Kristallen direkt anschließen. Noch auffälliger ist dies bei Fig. 4, welche die Projektion eines kreuzförmigen Spaltes zeigt. Die Schneiden waren 0,4 mm voneinander entfernt.

Die Figuren 4-6 sind bei 9.,5 m Abstand zwischen Fensterladen und Schirm und 1 m Abstand zwischen Fensterladen und projizierender Fläche aufgenommen.

Figur:	1	2	3	4	5	6
Auf Text-seite	102	103	86	86	86	85 86 97

Tafel V.



Tafel VI.

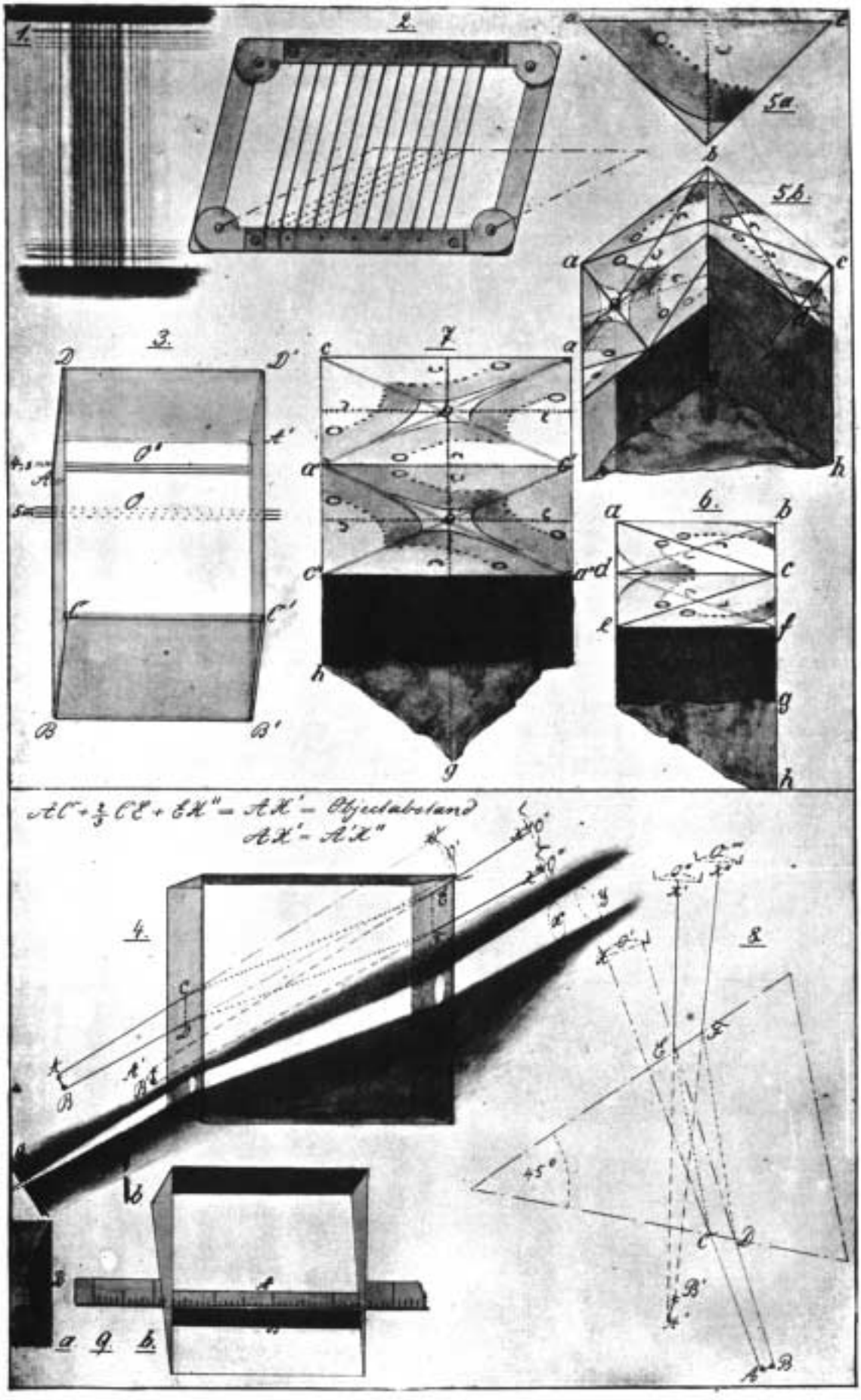
Während Fig. 1 die Schattenprojektion zweier einander genäherten Drähte zeigt, stellt Fig. 2 die Ansicht eines kleinen Hilfswerkzeuges dar, das mancherlei Vorteile gewährt. Die Drähte sind derart auf die beweglichen Seiten eines Rechtecks geklemmt, dass aus diesem eine Reihe von Paralleogramme gemacht werden können, ohne dass die Drähte ihre Spannung ändern, während sich ihre Abstände voneinander mit zunehmender Neigung ganz gleichmässig verringern. Die punktierte Linie geht von den Drehpunkten ans und zeigt die Abstände bei einer stark geneigten Stellung. Man kann nun zwei gleiche Gitter aufeinander legen und gegeneinander verschieben, wodurch die wichtigsten Verhältnisse in Bezug auf das Verhalten der Streifen zueinander geschaffen werden.
Fig. 3 zeigt die Ansicht einer allseitig von Rechtecken begrenzten dicken Glasmasse, welche quer über die drei Linien *0* gestellt wurde. Das Auge sieht schräg nach den Linien, welche nach *0'* gehoben und gleichzeitig mehr zusammengeschoben erscheinen. Die Abstände der äussersten Linien betragen auf der Unterlage 5 mm, im Bilde 4,3 mm. Diesem Verhalten steht scheinbar das ganz

entgegengesetzte gegenüber, dass die Grundfläche, welche durch *A B B'* bezeichnet ist, im Bilde auf *A' B' B* gestreckt, also vergrössert erscheint. Der Widerspruch erklärt sich durch die Hebung auf eine elliptisch gebogene Fläche. - Fig. 4 zeigt den Gang von Strahlenbündeln schräg durch die Platte hindurch. Fällen wir von *A* und *B* Senkrechte auf die ihnen zugekehrte Glasfläche, so liegt *A'* auf der Senkrechten von *A, B'* auf der von *B*. Ebenso liegt das Spaltbild *b* senkrecht unter *a* gegen die Oberfläche hin. - Fig. 5a ist die Ansicht einer Grundfläche eines exakt geschliffenen gleichschenklich rechtwinkeligen Prismas. Durch ein Lot von *b* auf *a c,* sowie durch eine Anzahl von Punkten und Kurven und eine angetuschte Fläche habe ich auf der Grundfläche Marken geschaffen, welche das Wiederfinden zugehöriger Punkte bei der Spiegelung dieser Grundfläche, an den Katheten- und Hypothenusenflächen erleichtern. Sieht man schräg durch des Prisma nach der Grundfläche, so spiegelt sich diese an der Hypothenusenfläche und an den Kathetenflächen. Die Spiegelbilder erfahren dann nochmalige Spiegelungen, die derart regelmässig sind, dass hier einer der elegantesten Beweise dafür vorliegt, dass die Bildhebung vollkommen senkrecht und streng nach dem von mir wieder formulierten Hebungsgesetze erfolgen muss. Fig. 5 b zeigt die Spiegelungen so, dass die Hypothenusenfläche unten und die Kante zwischen den Kathetenflächen genau senkrecht über ihr liegt; das Bild von *a b c* wird also auf beiden Seiten, aber in ganz eigenartiger Weise gehoben erscheinen. Die Bilder und Spiegelbilder sind sämtlich nur unvollständige Ansichten der Grundfläche. - Fig. 6 ist die Ansicht von einer Kathetenfläche aus; *a b c* gehobenes Bild der Grundfläche; *a c d*, Spiegelbild an der Hypothenusenfläche; *d* gespiegelter Punkt *b; d c e* und *c e f* an der Hypothenusenfläche gespiegelte Spiegelbilder, die an der Kathetenfläche *a b g* hervortreten; *e* entspricht dem Punkt *a* und *f* dem Punkte *b*. - Fig. 7. Die Spiegelbilder an den Kathetenflächen von der Hypothenusenfläche aus beobachtet. *a'* ist das einmal gespiegelte Bild von *a, a"* ist das an der Hypothenuse gespiegelte und auf die anliegende Kathete zurückgeworfene Bild von *a*. Die Verhältnisse sind also nicht ganz leicht zu übersehen. Um sich zu orientieren, berührt man die spiegelnden Flächen mit der nassen Fingerspitze. Man sieht dann ganz genau, an welchen Stellen Spiegelung stattfand; die nasse Fingerspitze hebt eine solche natürlich auf, weil ,das Licht dann einfach durchgeht. Der nasse Fleck spiegelt sich jedesmal ganz exakt. - Fig. 8 zeigt die Verschiebung des mit dem Mikroskop *0'* beobachteten Pfeiles

A B, wenn zwischen ihn und das erstere ein Glasprisma, von 45^0 an der brechenden Kante und einem Brechungsquotient von $^3/_2$ zwischen Glas und Luft eingeschaltet wird. Der Pfeil wird nicht nur nach *A′ B′* verschoben, sondern *A* und *B* werden, wie später im Text anzuführen ist, noch je in die Länge gezerrt und erscheinen daher dem Auge farbig. -- Fig. 9 ist die Bildhebung eines gebräuchlichen Zeichenmassstabes an der brechenden Kante eines Prismas von 20^0. Die Unterfläche *B* tritt stark hervor, während die Fläche *A* eine Neigung erfährt. Das Lineal wird also im Prisma herumgedreht. Vergleiche dazu das auf Seite 129/130 Gesagte und die Fig. 19 *C* auf Seite 128.

Figur:	1	2	3	4	5 b	6	7	8 | 9
Auf Textseite	112	114	127 144 145	128	165 166	165	166	Siehe obige Erläuterung

Tafel VI.



Johann Wolfgang Goethe

FARBENLEHRE

Historischer Teil

Materialien zur Geschichte der Farbenlehre

Inhaltsverzeichnis

Einleitung 5
Zur Geschichte der Urzeit 7

Erste Abteilung Griechen 9
Pythagoras nach Diogenes Laertius 9
Pythagoreer nach Plutarch 9
Empedokles nach Theophrast 9
Nach Stobäus 10
Nach Plutarch 10
Demokritus nach Theophrast 10
Nach Plutarch 10
Nach Stobäus 10
Democritus und Epikurus nach Plutarch 10
Epikurus nach Plutarch 10
Nach Diogenes Laertius 11
Zeno, der Stoiker nach Plutarch 11
Chrysippus nach Plutarch 11
Nach Diogenes Laertius 11
Pyrrhonier nach Diogenes Laertius 11
Plato 11
Aristoteles 12
Theophrast oder vielmehr Aristoteles von den Farben 17
II. Von den mittlern oder gemischten Farben 19
Farbenbenennungen der Griechen und Römer 29

Zweite Abteilung: Römer 31
Lucretius 31
Plinius 33
Hypothetische Geschichte des Kolorits besonders griechischer Maler 34
vorzüglich nach dem Berichte des Plinius 34
Betrachtungen über Farbenlehre und Farbenbehandlung der Alten 47
Nachtrag 53

Dritte Abteilung – Zwischenzeit 56
Überliefertes 58
Autorität 61
Nachlese 68
Augustinus 68
Themistius 69
Lust am Geheimnis 69

Vierte Abteilung Sechzehntes Jahrhundert 71
Antonii Thylesii de Coloribus Libellus 72
Antonius Thylesius 79
Simon Portius 80
Zwischenbetrachtung 83

Alchimisten 84
Zwischenbetrachtung 86
Johann Baptist Porta 89
Baco von Verulam 91

Fünfte Abteilung. Siebzehntes Jahrhundert 97
Allgemeine Betrachtungen 97
Intentionelle Farben 106
Funccius 128
Lazarus Nuguet 129
Nuguets Farbensystem 129
Betrachtungen über vorstehende Abhandlung 133
Nachtrag Kurzer Notizen 134
Übergang zur Geschichte des Kolorits 135
Geschichte des Kolorits seit Wiederherstellung der Kunst 136

Sechste Abteilung Achtzehntes Jahrhundert 146
Erste Epoche: Von Newton bis auf Dollond 146
Thomas Birch 147
Mängel, die in der Umgebung und in der Zeit liegen 152
Robert Hooke 153
Newtons Verhältnis zur Sozietät 158
Desaguliers gegen Mariotte 170
Johannes Rizzetti 172
Dissaguliers gegen Rizzetti 174
Gauger 175
Newtons Persönlichkeit 176
Erste Schüler und Bekenner Newtons 179
Französische Akademiker 181
Mariotte 181
De La Hire 182
Johann Michael Conradi 182
Malebranche 182
Fontenelles Lobrede auf Newton 184
Kardinal Polignac 1661 - 1741 187
Voltaire 188
Algarotti 189
Anglomanie 190
Chemiker 191
Dufay 192
Louis Bertrand Castel 192
Technische Malerei 195
Le Blond 196
Gauthier 196
Celestin Cominale 200
Deutsche große und tätige Welt 200
Deutsche gelehrte Welt 201
Akademie Göttingen 204
Nachlese 205
Tobias Mayer 205
Johann Heinrich Lambert 207
Carl Scherffer 208
Benjamin Franklin 209

Zweite Epoche: Von Dollond bis auf unsere Zeit **210**
Achromasie 210
Joseph Priestley 212
Paolo Frisi 212
Georg Simon Klügel 213
Übergang 213
C. F. G. Westfeld 213
Guyot 215
Mauclerc 216
Marat 216
H. F. T. 218
Diego de Carvalho e Sampayo 220
Robert Waring Darwin 223
Anton Raphael Mengs 224
Jeremias Friedrich Gülich 225
Eduard Hussey Delaval 226
Johann Leonhard Hoffmann 228
Robert Blair 230
Konfession des Verfassers 236

Statt des versprochenen supplementaren Teils **245**
Wirkung farbiger Beleuchtung 245
Wirkung farbiger Beleuchtung auf verschiedene Arten von Leuchtsteinen 245
Versuche mit farbigen Gläsern 246
Versuche mit farbigen Gläsern 251
Wirkung der farbigen Beleuchtung auf die Pflanzen 252

Atqui perpendat philosophiae cultor, rerum abstrusarum investigationem non unins esse seculi; saepe veritas furtim quasi in conspectum veniens, negligentia philosophorum offensa subito se rursum subducit, non dignata homines sui conspectu mero, nisi officiosos et industrios.

Einleitung

Wird einer strebenden Jugend die Geschichte eher lästig als erfreulich, weil sie gern von sich selbst eine neue; ja wohl gar eine Urwelt-Epoche beginnen machte, so haben die in Bildung und Alter Fortschreitenden gar oft mit lebhaftem Danke zu erkennen, wie mannigfaltiges Gute, Brauchbare und Hilfreiche ihnen von den Vorfahren hinterlassen worden.

Nichts ist stillstehend. Bei allen scheinbaren Rückschritten müssen Menschheit und Wissenschaft immer vorschreiten, und wenn beide sich zuletzt auch wieder in sich selbst abschließen sollten. Vorzügliche Geister haben sich immer gefunden, die sich mitteilen mochten. Viel Schätzenswertes hievon ist auf uns gekommen, woraus wir uns überzeugen können, dass es unsern Vorfahren an treffenden Ansichten der Natur nie gefehlt habe.

Der Kreis, den die Menschheit auszulaufen hat, ist bestimmt genug, und ungeachtet des großen Stillstandes, den die Barbarei machte, hat sie ihre Laufbahn schon mehr als einmal zurückgelegt. Will man ihr auch eine Spiralbewegung zuschreiben, so kehrt sie doch immer wieder in jene Gegend wo sie schon einmal durchgegangen. Auf diesem Wege wiederholen sich alle wahren Ansichten und alle Irrtümer. Um sich von der Farbenlehre zu unterrichten, musste man die ganze Geschichte der Naturlehre wenigstens durchkreuzen und die Geschichte der Philosophie nicht außer acht lassen. Eine gedrängte Darstellung wäre zu wünschen gewesen; aber sie war unter den gegebenen Umständen nicht zu leisten. Wir mussten uns daher entschließen, nur Materialien zur Geschichte der Farbenlehre zu liefern, und hiezu das, was sich bei uns aufgehäuft hatte, einigermaßen sichten.

Was wir unter jenem Ausdrucke verstehen, wird nicht schwer zu deuten sein. Wer Materialien zu einem Gebäude liefert, bringt immer mehr und weniger, als erforderlich ist. Denn dem Herbeigeschafften muss öfters so viel genommen werden, nur um ihm eine Form zu geben, und an dasjenige, was eigentlich zur letzten besten Zierde gereicht, daran pflegt man zu Anfang einer Bauanstalt am wenigsten zu denken. Wir haben Auszüge geliefert und fanden uns hiezu durch mehrere Ursachen bewogen. Die Bücher, welche hier zu Rate gezogen werden mussten, sind selten zu haben, wo nicht in großen Städten und wohlausgestatteten Bibliotheken, doch gewiss an manchen mittlern und kleinen Orten, von deren teilnehmenden Bewohnern und Lehrern wir unsre Arbeit geprüft und genutzt wünschten. Deshalb sollte dieser Band eine Art Archiv werden, in welchem niedergelegt wäre, was die vorzüglichsten Männer, welche sich mit der Farbenlehre befasst, darüber ausgesprochen. Auch trat noch eine besondre Betrachtung ein, welche sowohl hier als in der Geschichte der Wissenschaften überhaupt gilt. Es ist äußerst schwer, fremde Meinungen zu referieren, besonders wenn sie sich nachbarlich annähern, kreuzen und decken. Ist der Referent umständlich, so erregt er Ungeduld und lange Weile; will er sich zusammenfassen, so kommt er in Gefahr, seine Ansicht für die fremde zu geben; vermeidet er zu urteilen, so weiß der Leser nicht, woran er ist; richtet er nach gewissen Maximen, so werden seine Darstellungen einseitig und erregen Widerspruch, und die Geschichte macht selbst wieder Geschichten.

Ferner sind die Gesinnungen und Meinungen eines bedeutenden Verfassers nicht so leicht auszusprechen. Alle Lehren, denen man Originalität zuschreiben kann, sind nicht so leicht gefasst, nicht so geschwind epitomiert und systematisiert. Der Schriftsteller neigt sich zu

dieser oder jener Gesinnung; sie wird aber durch seine Individualität, ja oft nur durch den Vortrag, durch die Eigentümlichkeit des Idioms, in welchem er spricht und schreibt, durch die Wendung der Zeit, durch mancherlei Rücksichten modifiziert. Wie wunderbar verhält sich nicht Gassendi zu Epikur!

Ein Mann, der länger gelebt, ist verschiedene Epochen durchgegangen; er stimmt vielleicht nicht immer mit sich selbst überein; er trägt manches vor, davon wir das eine für wahr, das andre für falsch ansprechen möchten: alles dieses darzustellen, zu sondern, zu bejahen, zu verneinen, ist eine unendliche Arbeit, die nur dem gelingen kann, der sich ihr ganz widmet und ihr sein Leben aufopfern mag.

Durch solche Betrachtungen veranlasst, durch solche Nötigungen gedrängt, lassen wir meistens die Verfasser selbst sprechen; ja wir hätten die Originale lieber als die Übersetzung geliefert, wenn uns nicht eine gewisse Gleichförmigkeit und allgemeinere Brauchbarkeit zu dem Gegenteil bewogen hätte. Der einsichtsvolle Leser wird sich mit jedem besonders unterhalten; wir haben gesucht, ihm sein Urteil zu erleichtern, nicht ihm vorzugreifen. Die Belege sind bei der Hand, und ein fähiger Geist wird sie leicht zusammenschmelzen. Die Wiederholung am Schlusse wird hiezu behilflich sein.

Wollte man uns hier noch eine heitere Anmerkung erlauben, so würden wir sagen: dass durch diese Art, jeden Verfasser seinen Irrtum wie seine Wahrheit frei aussprechen zu lassen, auch für die Freunde des Unwahren und Falschen gesorgt sei, denen hierdurch die beste Gelegenheit verschafft wird, dem Seltsamsten und am wenigsten Haltbaren ihren Beifall zuzuwenden.

Nach diesem Ersten, welches eigentlich den Grund unserer Bemühung ausmacht, haben wir charakteristische Skizzen, einzelne biographische Züge, manchen bedeutenden Mann betreffend, aphoristisch mitgeteilt. Sie sind aus Notizen entstanden, die wir zu künftigem unbestimmten Gebrauch, beim Durchlesen ihrer Schriften, bei Betrachtung ihres Lebensganges, aufgezeichnet. Sie machen keinen Anspruch, ausführlich zu schildern oder entschieden abzuurteilen; wir geben sie, wie wir sie fanden: denn nicht immer waren wir in dem Falle, bei Redaktion dieser Papiere alles einer nochmaligen Prüfung zu unterwerfen.

Mögen sie nur dastehen, um zu erinnern, wie höchst bedeutendes sei, einen Autor als Menschen zu betrachten; denn wenn man behauptet hat: schon der Stil eines Schriftstellers sei der ganze Mann, wie viel mehr sollte nicht der ganze Mensch den ganzen Schriftsteller enthalten. Ja eine Geschichte der Wissenschaften, insofern diese durch Menschen behandelt worden, zeigt ein ganz anderes und höchst belehrendes Ansehen, als wenn bloß Entdeckungen und Meinungen aneinander gereiht werden.

Vielleicht ist auch noch auf eine andre Weise nötig, dasjenige zu entschuldigen, was wir zu viel getan. Wir gaben Nachricht von Autoren, die nichts oder wenig für die Farbenlehre geleistet, jedoch nur von solchen, die für die Naturforschung überhaupt bedeutend waren. Denn wie schwierig es sei, die Farbenlehre, die sich überall gleichsam nur durchschmiegt, von dem übrigen Wissen einigermaßen zu isolieren und sie dennoch wieder zusammen zu halten, wird jedem Einsichtigen fühlbar sein.

Und so haben wir, um eines durchgehenden Fadens nicht zu ermangeln, allgemeine Betrachtungen eingeschaltet, den Gang der Wissenschaften in verschiedenen Epochen flüchtig bezeichnet, auch die Farbenlehre mit durchzuführen und anzuknüpfen gesucht. Dass hierbei mancher Zufall gewaltet, manches einer augenblicklichen Stimmung seinen Ursprung verdankt, kann nicht geleugnet werden. Indessen wird man einige Launen auch wohl einer

ernsten Sammlung verzeihen, zu einer Zeit, in der ganze wetterwendische Bücher mit Vergnügen und Beifall aufgenommen werden.

Wie manches nachzubringen sei, wird erst in der Folge recht klar werden, wenn die Aufmerksamkeit mehrerer auf diesen Gegenstand sich richtet. Verschiedene Bücher sind uns ungeachtet aller Bemühungen nicht zu Handen gekommen; auch wird man finden, dass Memoiren der Akademien, Journale und andre dergleichen Sammlungen nicht genugsam genutzt sind. Möchten doch mehrere, selbst diejenigen, die, um anderer Zwecke willen, alte und neue Werke durchgehen, gelegentlich notieren, was ihnen für unser Fach bedeutend scheint, und es gefällig mitteilen; wie wir denn schon bisher manchen Freunden für eine solche Mitteilung den besten Dank schuldig geworden.

Zur Geschichte der Urzeit

Die Zustände ungebildeter Völker, sowohl der alten als der neuern Zeit, sind sich meistens ähnlich. Stark in die Sinne fallende Phänomene werden lebhaft aufgefasst.
In dem Kreise meteorischer Erscheinungen musste der seltnere, unter gleichen Bedingungen immer wiederkehrende Regenbogen die Aufmerksamkeit der Naturmenschen besonders an sich ziehen. Die Frage, woher irgendein solches Ereignis entspringe, ist dem kindlichen Geiste wie dem ausgebildeten natürlich. Jener löst das Rätsel bequem durch ein phantastisches, höchstens poetisches Symbolisieren; und so verwandelten die Griechen den Regenbogen in ein liebliches Mädchen, eine Tochter des Thaumas (des Erstaunens); beides mit Recht: denn wir werden bei diesem Anblick das Erhabene auf eine erfreuliche Weise gewahr. Und so ward sie diesem Gestalt liebenden Volke ein Individuum, Iris, ein Friedensbote, ein Götterbote überhaupt; andern, weniger Form bedürfenden Nationen ein Friedenszeichen.

Die übrigen atmosphärischen Farbenerscheinungen, allgemein, weit ausgebreitet, immer wiederkehrend, waren nicht gleich auffallend. Die Morgenröte nur noch erschien gestaltet.

Was wir überall und immer um uns sehen, das schauen und genießen wir wohl, aber wir beobachten es kaum, wir denken nicht darüber. Und wirklich entzog sich die Farbe, die alles Sichtbare bekleidet, selbst bei gebildeteren Völkern gewissermaßen der Betrachtung. Desto mehr Gebrauch suchte man von den Farben zu machen, indem sich färbende Stoffe überall vorfanden. Das Erfreuliche des Farbigen, Bunten, wurde gleich gefühlt; und da die Zierde des Menschen erstes Bedürfnis zu sein scheint und ihm fast über das Notwendige geht, so war die Anwendung der Farben auf den nackten Körper und zu Gewändern bald im Gebrauch.

Nirgends fehlte das Material zum Färben. Die Fruchtsäfte, fast jede Feuchtigkeit außer dem reinen Wasser, das Blut der Tiere, alles ist gefärbt; so auch die Metallkalke, besonders des überall vorhandnen Eisens. Mehrere verfaulte Pflanzen geben einen entschiedenen Färbestoff, dergestalt daß der Schlick an seichten Stellen großer Flüsse als Farbematerial benutzt werden konnte.

Jedes Beflecken ist eine Art von Färben, und die augenblickliche Mitteilung konnte jeder bemerken, der eine rote Beere zerdrückte. Die Dauer dieser Mitteilung erfährt man gleichfalls bald. Auf dem Körper bewirkte man sie durch Tatuieren und Einreiben. Für die Gewänder fanden sich bald farbige Stoffe, welche auch die beizende Dauer mit sich führen, vorzüg-

lich der Eisenrost, gewisse Fruchtschalen, durch welche sich der Übergang zu den Galläpfeln mag gefunden haben.

Besonders aber machte sich der Saft der Purpurschnecke merkwürdig, indem das damit Gefärbte
nicht allein schön und dauerhaft war, sondern auch zugleich mit der Dauer an Schönheit wuchs. Bei dieser jedem Zufall freigegebenen Anfärbung, bei der Bequemlichkeit, das Zufällige vorsätzlich zu wiederholen und nachzuahmen, mußte auch die Aufforderung entstehen, die Farbe zu entfernen. Durchsichtigkeit und Weiße haben an und für sich schon etwas Edles und Wünschenswertes. Alle ersten Gläser waren farbig; ein farbloses Glas mit Absicht darzustellen, gelang erst spätern Bemühungen. Wenig Gespinste oder was sonst zu Gewändern benutzt werden kann, ist von Anfang weiß, und so mußte man aufmerksam werden auf die entfärbende Kraft des Lichtes, besonders bei Vermittlung gewisser Feuchtigkeiten. Auch hat man gewiß bald genug den günstigen Bezug eines reinen weißen Grundes zu der darauf zu bringenden Farbe in früheren Zeiten eingesehen.

Die Färberei konnte sich leicht und bequem vervollkommnen. Das Mischen, Sudlen und Manschen ist dem Menschen angeboren. Schwankendes Tasten und Versuchen ist seine Lust. Alle Arten von Infusionen gehen in Gärung oder in Fäulnis über; beide Eigenschaften begünstigen die Farbe in einem entgegengesetzten Sinne. Selbst untereinander gemischt und verbunden heben sie die Farbe nicht auf, sondern bedingen sie nur. Das Saure und Alkalische in seinem rohsten empirischen Vorkommen, in seinen absurdesten Mischungen wurde von jeher zur Färberei gebraucht, und viele Färberezepte bis auf den heutigen Tag sind lächerlich und zweckwidrig.

Doch konnte bei geringem Wachstum der Kultur bald eine gewisse Absonderung der Materialien sowie Reinlichkeit und Konsequenz statt Enden, und die Technik gewann durch Überlieferung unendlich. Deswegen finden wir die Färberei bei Völkern von stationären Sitten auf einem so hohen Grade der Vollkommenheit, bei Ägyptern, Indern, Chinesen.

Stationäre Völker behandeln ihre Technik mit Religion. Ihre Vorarbeit und Vorbereitung der Stoffe ist höchst reinlich und genau, die Bearbeitung stufenweise sehr umständlich. Sie gehen mit einer Art von Naturlangsamkeit zu Werke; dadurch bringen sie Fabrikate hervor, welche bildungsfähigern, schnell vorschreitenden Nationen unnachahmlich sind.

Nur die technisch höchstgebildeten Völker, wo die Maschinen wieder zu verständigen Organen werden, wo die größte Genauigkeit sich mit der größten Schnelligkeit verbindet, solche reichen an jene hinan und übertreffen sie in vielem. Alles Mittlere ist nur eine Art von Pfuscherei, welche eine Konkurrenz, sobald sie entsteht, nicht aushalten kann.

Stationäre Völker verfertigen das Werk um sein selbst willen, aus einem frommen Begriff, unbekümmert um den Effekt; gebildete Völker aber müssen auf schnelle augenblickliche Wirkung rechnen, um Beifall und Geld zu gewinnen.

Der charakteristische Eindruck der verschiedenen Farben wurde gar bald von den Völkern bemerkt, und man kann die verschiedene Anwendung in diesem Sinne bei der Färberei und der damit verbundenen Weberei, wenigstens manchmal, als absichtlich und aus einer richtigen Empfindung entspringend ansehen.

Und so ist alles, was wir in der früheren Zeit und bei ungebildeten Völkern bemerken können, praktisch. Das Theoretische begegnet uns zuerst, indem wir nunmehr zu den gebildeten Griechen übergehen.

Erste Abteilung
Griechen

Pythagoras nach Diogenes Laertius

Pythagoras sagt von den Sinnen überhaupt und insbesondere vom Gesicht, es sei eine heiße Ausdünstung oder Dampf, vermittelst dessen wir sowohl durch Luft als Wasser sehen: denn das Heiße werde von dem Kalten zurückgeworfen. Wäre nun die Ausdünstung in den Augen kalt, so würde sie in die ihr ähnliche äußere Luft übergehen. An einer andern Stelle nennt er die Augen Pforten der Sonne.

Pythagoreer nach Plutarch

Die Pythagoreer lassen die katoptrischen Erscheinungen entstehen durch eine Zurückwerfung der Opsis. Die Opsis erstrecke sich bis auf den Spiegel, und von seiner Dichte und Glätte getroffen, kehre sie in sich selbst zurück, indem sie etwas Ähnliches erleide mit der Hand, welche ausgestreckt und an die Schulter zurückgezogen wird. Die Pythagoreer nannten die Oberfläche der Körper chroia, das heißt Farbe. Ferner gaben sie als Farbgeschlechter an, das Weiße, das Schwarze, das Rote und das Gelbe. Die Unterschiede der Farben suchten sie in der verschiedenen Mischung der Elemente; die mannigfaltigen Farben der Tiere hingegen in der Verschiedenheit der Nahrungsmittel und Himmelsstriche.

Empedokles nach Theophrast

Empedokles sagt, das Innere des Auges sei Feuer (und Wasser), die äußre Umgebung Erde und Luft; durch welche das Feuer, als ein Zartes, durchschwitze, wie das Licht durch die Laterne... Die Gänge (poroi) aber des Feuers und Wassers lägen verschränkt; durch die Gänge des Feuers erkenne man das Weiße, durch die des Wassers das Schwarze: denn jedes von diesen beiden sei dem andern von beiden angemessen oder damit übereinstimmend (nach dem Grundsatz: Ähnliches wird durch Ähnliches erkannt). Die Farben aber gelangten durch einen Abfluß zu dem Gesicht. Die Augen seien aber nicht aus Gleichem zusammengesetzt, sondern aus Entgegenstehendem; auch hätten einige das Feuer in sich, andre außer sich. Daher sähen auch einige Tiere bei Tage, andre bei Nacht besser. Die nämlich weniger Feuer hätten, bei Tage: das innere Licht werde durch das äußre ausgeglichen; die im Gegenteil, bei Nacht: denn ihnen werde das Fehlende ersetzt. In den entgegengesetzt organisierten verhalte es sich umgekehrt; sie sähen schlecht. Bei denen nämlich das Feuer vorwalte, am Tage noch vermehrt (durch das äußre), überwältige und verstopfe es die Gänge des Wassers; bei denen aber das Wasser vorwalte, werde des Nachts das Feuer vom Wasser überwältigt, so lange bis daß in diesen das Wasser vom äußern Licht, bei jenen das Feuer durch die Luft ausgeschieden und abgesondert werde. Denn immer das Entgegenstehende sei die Heilung des andern. Am besten gemischt und am tauglichsten seien die Augen, die aus beiden Bestandteilen gleichförmig gemischt wären.

Nach Stobäus

Empedokles erklärt die Farbe für etwas, das den Gängen des Auges oder Gesichts angemessen und damit übereinstimmend sei. Ihre Verschiedenheit leitet er von der Mannigfaltigkeit der Nahrung ab. Gleich den Elementen nimmt er viere derselben an: weiß, schwarz, rot, gelb.

Nach Plutarch

Nach Empedokles geschehen die Erscheinungen im Spiegel durch Ausflüsse von den Gegenständen, welche sich auf der Oberfläche des Spiegels versammeln und vollendet werden durch das aus dem Auge sich ausscheidende Feuerhafte, welches die umgebende Luft, in welche jene Ausflüsse getrieben werden, mit in Bewegung setzt.

Demokritus nach Theophrast

Demokritus läßt das Sehen entstehen durch eine Emphasis. Darunter versteht er etwas Besonderes. Die Emphasis geschehe nicht geradenweges in der Pupille; sondern die Luft zwischen dem Gesicht und dem Gesehenen erhalte eine Form, indem sie von dem Gesehenen und Sehenden zusammengedrückt werde: denn von allem geschehe ein beständiger Ausfluß. Die nunmehr harte und anders gefärbte Luft spiegle sich in den nassen Augen. Das Dichte nun werde nicht aufgenommen, das Wässrige aber seihe durch. Darum wären auch die nassen Augen tauglicher zum Sehen, als die harten, wofern die Hornhaut sehr fein und dicht wäre, das Innere des Auges aber schwammig und leer an dickem und starkem Fleische sowie an dicker und fetter Feuchtigkeit, die durch die Augen gehenden Adern aber in gerader Richtung und trocken sowie von paßlicher Gestalt für das Abgebildete: denn jedes erkenne am meisten das ihm Verwandte und Ähnliche.

Nach Plutarch

Demokritus behauptet: tô nomô chroiên einai: die Farbe sei nichts von Natur Notwendiges, sondern ein durch Gesetz, Übereinkunft, Gewöhnung Angenommenes und Festgestelltes.

Nach Stobäus

Demokritus sagt, die Farbe sei nichts an sich. Die Elemente das Volle und das Leere hätten (zwar) Eigenschaften; aber das aus ihnen Zusammengesetzte erhalte Farbe (erst) durch Ordnung, Gestalt und Lage oder Richtung: denn darnach fielen die Erscheinungen aus. Dieser Farbe seien vier Verschiedenheiten, weiß, schwarz, rot und gelb.

Democritus und Epikurus nach Plutarch

Demokritus und Epikurus sagen, das Sehen geschehe dadurch, daß Bilder von den Gegenständen sich absondern und ins Auge kommen. Die katoptrischen Erscheinungen geschehen durch Zurückwerfung von Bildern, welche von uns ausgehen und sich auf dem Spiegel vereinigen.

Epikurus nach Plutarch

Epikur im zweiten Buche gegen Theophrast leugnet, daß Farben den Körpern inwohnen, und behauptet vielmehr, sie entständen durch gewisse Stellungen und Lagen der Körper gegen das Gesicht; und auf diese Weise könne ein Körper ebenso wenig farblos sein als

Farbe haben. Weiter vorn schreibt er also: Auch davon abgesehen, weiß ich nicht, wie man sagen könne, daß Körper in der Finsternis auch Farbe hätten.

Nach Diogenes Laertius

Die Farbe verändre sich nach der Lage der Atomen.

Zeno, der Stoiker nach Plutarch

Die Farben seien die ersten Schematismen der Materie.

Chrysippus nach Plutarch

Nach Chrysippus Meinung geschieht das Sehen, indem die Luft zwischen dem Gegenstande und uns sich erstreckt, getroffen von dem zum Sehen bestimmten Pneuma, das von der Seele aus bis in die Pupille dringt, und nach der Berührung der äußern Luft sich in Gestalt eines Kegels hinerstreckt. Es ergießen sich aber aus dem Auge feurige Strahlen, nicht schwarze oder neblichte; daher wir die Finsternis sehen können.

Nach Diogenes Laertius

Das Sehen geschieht, wenn das Licht, welches zwischen dem Gesicht und dem Gegenstand ist, sich in konischer Gestalt hinerstreckt. Die Spitze des Luftkegels entsteht am Auge und die Basis an dem, was gesehen wird, und so, indem die Luft wie ein Stab sich hinerstreckt, kündigt sich das Gesehene an.

Pyrrhonier nach Diogenes Laertius

Nichts erscheint rein und an sich, sondern mit Luft und Licht, mit Flüssigem und Festem, mit Wärme und Kälte, Bewegung, Verdunstung und andern Eigenschaften. Der Purpur zum Beispiel zeigt eine andre Farbe in der Sonne, eine andre bei Mond- und Lampenlicht. Unsre eigene Farbe ist anders um Mittag, und so auch der Sonne. Durch Lage, Ort und Entfernung erscheint Großes klein, Eckiges rund, Ebenes uneben; Gerades erscheint gebrochen, das Bleiche anders gefärbt. Berge erscheinen von fern luftartig und glatt, in der Nähe rauh; der nämliche Körper im schattigen Hain anders als im Freien; der Hals der Taube, je nachdem sie ihn wendet.

Plato

Übrigens gibt es noch eine vierte Art Empfindbares, die wir abzuhandeln haben, welche aus vielen Mannigfaltigkeiten besteht. Diese werden von uns sämtlich Farben genannt, eine Flamme, die von jedem Körper ausfließt und solche Teile hat, die sich zum Sinn des Gesichts dergestalt verhalten, daß sie von ihm empfunden werden können.

Was das Gesicht betrifft, von dessen Ursprung haben wir oben geredet, und nun ziemt es sich auch, die Farben kürzlich abzuhandeln.

Was von jenen Teilen dergestalt herangebracht wird, daß es ins Gesicht fällt, ist entweder kleiner oder größer als die Teile des Gesichts oder ihnen völlig gleich. Das Gleiche wird nicht empfunden, deshalb wir es durchsichtig nennen. Durch das Kleine hingegen wird das Gesicht gesammelt, durch das Größere entbunden, und beide sind mit dem Warmen und Kal-

ten, das auf die Haut, mit dem Sauern, das auf die Zunge wirkt, mit dem Hitzigen, das wir auch bitter nennen, verschwistert.

Durch Schwarz und Weiß entstehen eben solche Wirkungen, aber als Erscheinungen für einen andern Sinn, jedoch aus denselben Ursachen. Daher läßt sich behaupten: durch das Weiße werde das Gesicht entbunden, durch das Schwarze hingegen gesammelt. Ein lebhafter Trieb aber und eine Art andern Feuers dringt von innen gegen die Augen und entbindet gleichfalls das Gesicht, und indem er die Gänge der Augäpfel mit Gewalt durchdringt und schmelzt, wird ein feuriges Wasser häufig vergossen, das wir Träne heißen. Jener Trieb aber ist ein Feuer, das dem äußern begegnet.

Wenn nun das innere Feuer herausstürzt wie ein Blitzstrahl, indem das äußre eindringt und in der Feuchtigkeit verlischt, werden wir durch die bei solcher gegenseitigen Wirkung entstandenen Farben geblendet, und dasjenige, wovon sich die Wirkung herschreibt, nennen wir leuchtend oder glänzend.

Eine mittlere Art Feuer hingegen, die zu der Augenfeuchte gelangt und sich damit verbindet, bringt zwar keinen Glanz hervor; weil jedoch die Feuchtigkeit sich mit dem Leuchten des Feuers vereinigt, entsteht eine Blutfarbe, welche man Rot nennt.

Das Leuchtende ferner mit Rot und Weiß vermischt erzeugt das Gelbe.

Nach welchem Maße aber solches entstehe, würde jemand, selbst wenn er es verstünde, zu sagen nicht unternehmen, weil er weder das Notwendige noch das Wahrscheinliche davon einigermaßen auszuführen imstande wäre.

Rot mit Schwarz und Weiß vermischt gibt die Purpurfarbe.

Wenn diese Mischung eine Verbrennung erleidet, so daß das Schwarze überwiegend wird, entsteht das Orphninon (ein leuchtend feurig Schwarz).

Das Braunrote entsteht, wenn Gelb und Grau, das Graue hingegen, wenn Weiß und Schwarz gemischt werden.

Aus Weiß und Gelb entsteht das Blasse (Gelb). Wenn das Glänzende mit dem Weißen zusammentritt und auf reines Schwarz fällt, dann wird die blaue Farbe vollendet.

Blau mit Weiß macht Hellblau.

Braunrot und Schwarz Lauchfarbe.

Hieraus sind denn auch die übrigen gewissermaßen offenbar und durch was für ähnliche Mischungen sie hervorgebracht werden.

Aristoteles

Anzunehmen, daß die blauen Augen feuerhaft sind, wie Empedokles sagt, die schwarzen aber mehr Wasser als Feuer haben und dieserwegen am Tage nicht scharf sehen aus Mangel des Wassers, die andern aber des Nachts aus Mangel des Feuers, ist irrig, sintemal nicht des Feuers das Auge ist, sondern des Wassers. Außerdem läßt sich die Ursache der Farben noch auf eine andre Weise angeben.

Wäre das Auge Feuer, wie Empedokles behauptet, und im Timäus geschrieben steht, und geschähe das Sehen, indem das Licht wie aus einer Laterne (aus den Augen) herausgehe, warum in der Finsternis sieht nicht das Auge? Daß es ausgelöscht werde im Finstern, wenn es herauskomme, wie der Timäus sagt, ist durchaus nichtig. Denn was heißt Auslöschung des Lichtes? Gelöscht wird im Nassen oder im Kalten das Warme (Heiße) und Trockne, dergleichen in dem Kohlichten das Feuer zu sein scheint und die Flamme. Keins von beiden aber scheint dem Augenlicht zugrunde zu liegen. Lägen sie aber auch, und nur, wegen der Wenigkeit, auf eine uns verborgne Weise, so müßte täglich auch vom Wasser das Augenlicht ausgelöscht werden, und im Frost zumeist müßte Finsternis entstehen, wie wenigstens mit der Flamme und brennenden Körpern geschieht. Nun aber geschieht nichts dergleichen. Empedokles nun scheint einmal zu behaupten, indem das Licht herausgehe, sähen wir, ein andermal wieder durch Aus- oder Abflüsse von den gesehenen Gegenständen.

Demokritus hingegen, sofern er behauptet, das Auge sei Wasser, hat recht; sofern er aber meint, das Sehen sei eine Emphasis (Spiegelung), hat er unrecht. Denn dies geschieht, weil das Auge glatt ist, und eine Emphasis findet nicht statt im Gegenstande, sondern im Sehenden: denn der Zustand ist eine Zurückwerfung. Doch über die Emphänomena und über die Zurückwerfung hatte er, wie es scheint, keine deutlichen Begriffe. Sonderbar ist es auch, daß ihm nicht die Frage aufstieß: warum das Auge allein sieht, die andern Dinge, worin die Bilder sich spiegeln, aber nicht. Daß nun das Auge Wasser sei, darin hat er recht. Das Sehen aber geschieht nicht, insofern das Auge Wasser ist, sondern insofern das Wasser durchsichtig ist, welche Eigenschaft es mit der Luft gemein hat.

Demokritus aber und die meisten Physiologen, die von der Wahrnehmung des Sinnes handeln, behaupten etwas ganz Unstatthaftes. Denn alles Empfindbare machen sie zu etwas Fühlbarem, da doch, wenn dem so wäre, in die Augen fällt, daß auch alle übrigen Empfindungen ein Fühlen sein müßten; welches, wie leicht einzusehen, unmöglich. Ferner machen sie, was allen Wahrnehmungen der Sinne gemeinschaftlich ist, zu einem Eigentümlichen. Denn Größe und Gestalt, Rauhes und Glattes, Scharfes und Stumpfes an den Massen sind etwas allen Sinneswahrnehmungen Gemeines, oder wenn nicht allen, doch dem Gesichte und Gefühl. Darum täuschen diese beiden Sinne sich zwar hierüber, nicht aber über das jedem Eigentümliche, zum Exempel das Gesicht nicht über die Farbe, das Gehör nicht über den Schall. Jene Physiologen aber werfen das Eigentümliche mit dem Gemeinschaftlichen zusammen, wie Demokritus. Vom Weißen nämlich und Schwarzen behauptet er, dieses sei rauh und jenes glatt. Auch die Geschmäcke bringt er auf Gestalten zurück. Wiewohl es des Gesichtes mehr als jedes andern Sinnes Eigenschaft ist, das Gemeinsame zu erkennen. Sollte es nun mehr des Geschmackes Sache sein, so müßte, da das Kleinste in jeglicher Art zu unterscheiden, dem schärfsten Sinne angehört, der Geschmack zumeist das übrige Gemeinsame empfinden und über die Gestalt der vollkommenste Richter sein. Ferner alles Empfindbare hat Gegensätze, zum Exempel in der Farbe ist dem Schwarzen das Weiße, im Geschmack das Süße dem Bittern entgegen; Gestalt aber scheint kein Gegensatz von Gestalt zu sein. Denn welchem Eck steht der Zirkel entgegen? Ferner da die Gestalten unendlich sind, müßten auch die Geschmäcke unendlich sein: denn warum sollte man von den schmeckbaren Dingen einige empfinden, andre aber nicht? -

Sichtbar ist, wessen allein das Gesicht ist. Sichtbar ist aber die Farbe und etwas das sich zwar beschreiben laßt, aber keinen eigenen Namen hat. Was wir meinen, soll weiterhin klar werden. Das Sichtbare nun, von dem wir reden, ist einmal die Farbe. Diese aber ist das, was an dem an sich Sichtbaren sich befindet. An sich sichtbar ist, was es nicht (...) durch Bezug auf ein anderes ist, sondern den Grund des Sichtbarseins in sich hat. Alle Farbe aber ist ein Erregendes des actu Durchsichtigen. Und dies ist seine Natur. Daher ist ohne Licht Farbe

nicht sichtbar, sondern jede Farbe ist durchaus nur im Lichte sichtbar. Daher müssen wir zuerst sagen, was das Licht ist.

Es gibt ein Durchsichtiges (...). Durchsichtig nenn ich, was zwar sichtbar ist, aber nicht sichtbar an sich, sondern durch eine andre Farbe. Von der Art ist die Luft, das Wasser und mehrere feste Körper. Denn nicht insofern sie Wasser und insofern sie Luft, sind sie durchsichtig, sondern weil eine solche Natur in ihnen ist.

Licht nun ist der *actus* dieses Durchsichtigen als Durchsichtigen. Worin es sich nur *potentia* befindet, das kann auch Finsternis sein. Licht ist aber gleichsam die Farbe des Durchsichtigen, wann es actu durchsichtig ist, es sei durchs Feuer oder durch das höchste und letzte Element.

Was nun das Durchsichtige und was das Licht sei, ist gesagt, daß es nicht Feuer sei, noch überhaupt ein Körper, noch der Ausfluß irgendeines Körpers: denn auch so würde es ein Körper sein; sondern Feuers oder eines andern dergleichen Anwesenheit in dem Durchsichtigen. Denn zwei Körper können nicht zugleich in einem sein. Das Licht ferner scheint der Gegensatz von Finsternis. Finsternis scheint der Mangel einer dergleichen (...) in dem Durchsichtigen. Wie daraus erhellt, daß die Anwesenheit desselben das Licht ist. Daher Empedokles, und wer sonst, nicht recht hat zu behaupten, das Licht verbreite sich und komme zwischen die Erde und ihre Umgebung, ohne daß wir es merkten. Denn dies ist gegen alle Prinzipien und gegen die Erscheinung. In einem kleinen Raume könnte es unbemerkt bleiben, aber vom Aufgang der Sonne bis zum Niedergang ist die Forderung zu groß.

Der Farbe nun empfänglich ist das Farblose, wie des Schalls da s Schallose. Farblos ist das Durchsichtige und Unsichtliche, oder das kaum Sichtbare, dergleichen das Finstere zu sein scheint. Dergleichen also ist das Durchsichtige, aber nicht wenn es actu durchsichtig ist, sondern, wenn es potentia. Denn das ist seine Natur, daß es bald Licht, bald Finsternis ist. Nicht alles aber ist sichtbar im Licht: sondern nur eines jeden eigentümliche Farbe. Denn einiges wird nicht gesehen im Licht, aber in der Finsternis gibt es Empfindung, zum Exempel das Feurige und Leuchtende. Diese Dinge lassen sich mit einem Worte nicht benennen, zum Exempel die Schnuppe am Licht, Horn, die Köpfe der Fische und Schuppen und Augen. An keinem von diesen Dingen wird die eigentümliche Farbe geschaut; wodurch sie aber nun sichtbar werden, ist eine andre Untersuchung.

Soviel ist allbereits klar, daß das im Licht Gesehene Farbe ist; daher wird sie nicht ohne Licht gesehen. Denn das ist das Wesen der Farbe, daß es das Erregende des actu Durchsichtigen ist. Der actus des Durchsichtigen aber ist das Licht. Ein offenbarer Beweis davon ist: wenn jemand etwas Farbiges auf das Auge selbst legt, so sieht er es nicht, sondern die Farbe erregt das Durchsichtige, die Luft; von dieser aber, die ein continuum ist, wird das Gesichtsorgan erregt. Daher hat Demokritus unrecht zu glauben, wenn der Zwischenraum leer wäre, so würde man auch eine Ameise am Himmel genau sehen können. Denn dies ist unmöglich. Denn nur dadurch, daß das Gesichtsorgan etwas erleidet, geschieht das Sehen. Von der gesehenen Farbe selbst kann jenes nicht erfolgen; es bleibt also nur übrig, daß es von dem, was zwischen ist (dem Medium), geschehe. Darum muß notwendig etwas zwischen sein. Wäre der Zwischenraum leer, so würde die Ameise nicht nur nicht genau, sondern ganz und gar nicht gesehen werden können.

Warum nun die Farbe notwendig im Licht gesehen werden muß, ist gesagt. Das Feuer aber wird in beiden gesehen, im Licht und in der Finsternis, und dies notwendigerweise. Denn das Durchsichtige wird dadurch durchsichtig. Dieselbe Bewandtnis hat es mit dem Schall und mit dem Geruch.

Denn keins von beiden, wenn es unmittelbar das Organ berührt, bringt eine Empfindung hervor, sondern von Geruch und Schall muß zuvor das Medium bewegt werden, und durch dieses erst das Organ für beide. Wenn jemand unmittelbar an das Organ ein Schallendes oder Riechendes bringt, so entsteht durchaus keine Empfindung. Auf gleiche Weise verhält es sich mit dem Gefühl (*tactus*) und Geschmack, nur fällt es da nicht so in die Augen. Das Medium für den Schall ist die Luft, für das Riechende etwas, das keinen Namen hat. Denn so wie das Durchsichtige für die Farbe eine gemeinschaftliche Affektion des Wassers und der Luft ist, so gibt es eine andre gemeinschaftliche Affektion in beiden, dem Wasser und der Luft, für das Riechende. Es scheinen nämlich die im Wasser lebenden Tiere eine Empfindung des Geruchs zu haben; aber der Mensch und andre Landtiere, welche atmen, können nicht riechen ohne zu atmen.

Licht ist des Durchsichtigen Farbe per accidens: denn die Gegenwart eines Feuerartigen im Durchsichtigen ist Licht, die Abwesenheit Finsternis. Was wir durchsichtig nennen, ist weder der Luft, noch dem Wasser, noch einem der Elemente besonders eigen, sondern es ist eine gemeinsame Natur und Eigenschaft, die abgesondert zwar nicht ist, aber in ihnen befindet sie sich und wohnt einem Körper mehr, andern weniger bei. So wie nun der Körper ein Äußerstes haben muß, so auch das Durchsichtige. Die Natur des Lichts ist nun in einem unbegrenzten (...) Durchsichtigen. Daß nun das Durchsichtige in den Körpern ein Äußerstes haben muß, ist allen einleuchtend; daß dieses aber die Farbe sei, ist aus den Vordersätzen ergeblich. Denn die Farbe ist entweder in der Grenze, oder selbst die Grenze. Daher nannten auch die Pythagoreer die Oberfläche Farbe. Nun ist aber die Farbe in der Grenze des Körpers und nicht selbst die Grenze; sondern dieselbe färbende Natur, die man außen annimmt, muß man auch innerhalb annehmen.

Luft und Wasser erscheinen gefärbt: denn ihr Aussehen (...) ist ein solches. Aber weil dort die Farbe in einem Unbegrenzten ist, zeigen beide in der Nähe und in der Ferne nicht einerlei Farbe. In (festen) Körpern aber ist die Erscheinung der Farbe eine bestimmte, wenn nicht etwa das, was den Körper einschließt, eine Veränderung hervorbringt. Es ist also klar, daß ein und dasselbe der Farbe Empfängliche sowohl dort als hier stattfindet. Das Durchsichtige also, in sofern es den Körpern in wohnt, und das ist mehr oder weniger der Fall, macht sie alle der Farbe fähig oder teil haft. Da nun die Farbe in der Grenze des Körpers ist, so ist sie auch in der Grenze des Durchsichtigen, so daß also Farbe die Grenze des Durchsichtigen an dem begrenzten Körper wäre. Den durchsichtigen Körpern selbst, als dem Wasser und was sonst der Art ist, und was eine eigene Farbe hat, diesen allen wohnt sie bei im Äußersten.

In dem Durchsichtigen nun ist dasjenige, wodurch auch in der Luft das Licht hervorgebracht wird, bald wirklich vorhanden, bald nicht, sondern entnommen. So wie nun dort bald Licht, bald Finsternis stattfindet, so ist auch in den Körpern Weiß und Schwarz.

Von den andern Farben ist nun zu handeln, auf wie vielerlei Art sie entstehen. Einmal können sie so entstehen, daß wenn Schwarz und Weiß nebeneinander liegen, eins wie das andre aber wegen ihrer Kleinheit unsichtbar sind, dennoch etwas aus ihnen entspringe, welches sichtbar wird. Dieses kann nun weder schwarz, noch auch weiß sein; da es aber doch eine Farbe sein muß, so muß sie eine gemischte sein und einen andern Anblick gewähren.

Auf diese Weise können nun sehr viele Farben außer dem Weißen und Schwarzen, entstehen. Einige durch Verhältnisse, indem sie wie drei zu zwei, drei zu viere und so fort in andern Portionen nebeneinander liegen. Andre hingegen nicht durch Zahlenverhältnisse, sondern durch ein inkommensurables Plus oder Minus. So können sie sich verhalten zum Exempel wie die Konsonanzen in der Musik, daß nämlich die Farben von den leichtesten Zahlenverhältnissen, gerade wie die Konsonanzen, als die angenehmsten erschienen, zum Bei-

spiel Violett und Rot und einige andre dergleichen. Daher auch nur wenige Konsonanzen sind. Andre ferner, die nicht in solchen Verhältnissen bestehen, würden die übrigen Farben ausmachen. Oder auch, alle Farben, sowohl die in einer Ordnung als die in keiner bestehen, beruhten auf Zahlenverhältnissen, und selbst diese, wenn sie nicht rein sind weil sie auf keinem Zahlenverhältnis beruhen, müßten es dennoch werden.

Dies ist nun eine Art der Farbenentstehung. Eine andre Art ist, wenn sie durcheinander erscheinen; wie zum Beispiel die Maler tun, daß sie eine Farbe über eine andre mehr energische herstreichen, wenn sie etwas als in Luft oder Wasser befindlich vorstellen wollen; oder wie die Sonne, die an sich weiß erscheint, durch Nebel und Rauch gesehen aber rot. Auf diese Weise können viele Farben entstehen, daß nämlich eine gegenseitige Bedingung der oben und der unten befindlichen Farbe stattfindet. Andre können gänzlich ohne dieselbe entstehen.

Zu behaupten, wie die Alten sagen, die Farben seien Ausflüsse und das Sehen geschähe aus dieser Ursache, ist ganz unstatthaft. Denn alsdann müssen sie die Empfindung von allem andern durch Berühren entstehen lassen. Viel besser ist es daher zu sagen, durch die Bewegung des Mediums zwischen dem Organ und dem Empfindbaren geschehe die Empfindung, als durch Ausflüsse und Berühren.

Bei Nebeneinanderliegendem muß man, wie man eine unsichtliche Größe annimmt, auch eine unmerkliche Zeit annehmen, damit wir die ankommenden Bewegungen nicht bemerken, und der Gegenstand eins scheine, weil er zugleich erscheint. Aber bei der Farbe ist das nicht notwendig. Denn die über einer andern liegende Farbe, sie mag von der untern bewegt werden oder nicht, bringt doch keine gleichen Eindrücke hervor. Darum erscheint sie als eine andre Farbe und nicht weder als weiß noch als schwarz. Daher, wenn auch keine unsichtliche Größe, sondern alles in einer gewissen Entfernung sichtbar wäre, würde auch so noch eine Mischung der Farbe stattfinden und nichts uns hindern, auch in der Entfernung eine gemeinschaftliche Farbe wahrzunehmen.

Wenn nun eine Mischung der Körper stattfindet, so geschieht es nicht bloß auf die Weise, wie einige sich die Sache vorstellen, daß nämlich kleinste Teile nebeneinander liegen, die uns unbemerklich sind, sondern auch so, daß die Mischung überall und durchweg sei. Denn auf jene Weise mischt sich nur, was sich in die kleinsten Teile zerlegen läßt, wie Menschen, Pferde, Samenkörner. Denn von einer Menge Menschen ist ein Mensch der kleinste Teil, von Pferden ein Pferd, so daß aus Zusammenstellung beider die Menge beider gemischt ist. Von einem Menschen und einem Pferde kann man nicht sagen, daß sie gemischt sind. Was sich nun nicht in die kleinsten Teile zerlegen läßt, bei dem findet keine Mischung auf diese Art statt, sondern auf die Art, daß alles durchaus und aller Orten gemischt sei, was sich besonders zu einer solchen Mischung eignet.

Daß nun wie jenes sich mischt, auch die Farben sich mischen, ist klar, und daß dieses die Hauptursache der Verschiedenheit der Farben sei und nicht das Über- und Nebeneinanderliegen derselben. Denn nicht etwa in der Ferne bloß und in der Nähe nicht zeigen vermischte Dinge einerlei Farbe, sondern in jedem Standpunkt.

Viele Farben werden sich ergeben, weil viele Verhältnisse möglich sind, in denen das Gemischte sich mischt. Einige beruhen auf Zahlen, andere bloß auf einem Übermaß: andere endlich auf derselben Weise, wie bei über- oder nebeneinander liegenden Farben geschieht.

Wie die Farben aus der Mischung des Weißen und Schwarzen entstehen, so auch die Geschmäcke aus der des Süßen und Bittern; und zwar nach Verhältnis des Mehr oder Weniger, es sei der Zahl nach, oder der Bewegung, oder unbestimmt. Die angenehmen Ge-

schmäcke beruhen auf dem Zahlenverhältnis. Der fette Geschmack gehört zu dem süßen; der salzige und bittre sind beinahe eins. Der beißende, herbe, zusammenziehende und saure fallen dazwischen. Schier wie die Arten des Geschmacks verhalten sich auch die Spezies der Farben. Denn beider sind sieben; wenn man, wie billig, das phaion zum Schwarzen rechnet. Daraus folgt, daß das Gelbe zum Weißen gehöre wie das Fette zum Süßen. Das Rote, Violette, Grüne und Blaue liegt zwischen dem Weißen und Schwarzen. Die übrigen sind aus diesen gemischt. Und wie das Schwarze eine Beraubung des Weißen im Durchsichtigen, so ist das Salzige und Bittre eine Beraubung des Süßen in dem nährenden Feuchten. Darum ist die Asche aller verbrannten Körper bitter: denn das Trinkbare ist ihr entzogen.

Die empfindbaren Dinge geben uns durch einen jeglichen Sinn ein Empfindung, und dieser durch dieselben in uns entstehende Zustand dauert nicht bloß, solange die Sinne eben tätig sind, sondern auch, wenn sie aufhören. Wenn wir anhaltend einer Sinnesempfindung uns hingeben und nun den Sinn auf einen andern Gegenstand übertragen, so begleitet ihn der erste Zustand mit hinüber, zum Exempel wenn man aus der Sonne ins Dunkle geht. Dann sieht man nichts wegen des in den Augen fortdauernden Lichteindrucks. Auch wenn wir auf eine Farbe, weiß oder grün, lange hingeschaut haben, so erscheint uns etwas dergleichen, wohin wir auch den Blick wenden mögen. Auch sobald wir in die Sonne, oder auf einen andern hellen Gegenstand gesehen haben und die Augen schließen, erscheint, wenn wir in der geraden Richtung, worin wir sehen, beobachten, zuvörderst etwas dergleichen an Farbe: dann verwandelt es sich in Rot, dann in Purpur, bis es zuletzt ins Schwarze übergeht und verschwindet.

Theophrast oder vielmehr Aristoteles von den Farben

I.	Von den einfachen Farben	1-14
II.	von den mittlern oder gemischten	15-26
III.	Von der Unbestimmbarkeit der Farben	27-37
IV.	von den künstlichen Farben	38
V.	von der Veränderung der Farben an den Pflanzen durch organische Kochung	39-62
VI.	von den Farben der Haare, Federn und Häute	63-82

I. Von den einfachen Farben, weiß, gelb und schwarz

1.
Einfache Farben sind diejenigen, welche die Elemente begleiten, das Feuer, die Luft, das Wasser und die Erde. Die Luft und das Wasser sind ihrer Natur nach weiß, das Feuer und die Sonne aber gelb. Die Erde ist ursprünglich gleichfalls weiß, aber wegen der Tingierung erscheint sie vielfarbig. Dieses wird offenbar an der Asche; denn sobald nur die Feuchtigkeit ausgebrannt ist, welche die Tinktur verursachte, so wird der Überrest weiß, nicht aber völlig; denn etwas wird wieder von dem Rauch gefärbt, welcher schwarz ist. Deswegen wird auch die Lauge gelb, weil etwas Flammenartiges und Schwarzes das Wasser färbt.

2.
Die schwarze Farbe begleitet die Elemente, wenn sie ineinander übergehen.

3.
Die übrigen Farben aber entstehen, wenn sich jene einfachen vermischen und wechselseitig temperieren.

4.
Die Finsternis entsteht, wenn das Licht mangelt.

5.
Schwarz erscheint uns auf dreierlei Weise: denn erstens, was durchaus nicht gesehen wird, wenn man den umgebenden Raum sieht, erscheint uns als schwarz, so auch zweitens dasjenige, wovon gar kein Licht in das Auge kommt. Drittens nennen wir aber auch solche Körper schwarz, von denen ein schwaches und geringes Licht zurückgeworfen wird.

6.
Deswegen halten wir auch die Schatten für schwarz.

7.
Ingleichen das Wasser, wenn es rauh wird, wie das Meer im Sturm. Denn da von der rauhen Oberfläche wenig Lichtstrahlen zurückgeworfen werden, vielmehr das Licht sich zerstreut, so erscheint das Schattige schwarz.

8.
Durchsichtige Körper, wenn sie sehr dick sind, zum Beispiel die Wolken, lassen kein Licht durch und erscheinen schwarz. Auch strahlt, wenn sie eine große Tiefe haben, aus Wasser und Luft kein Licht zurück, daher die mittlern Räume schwarz und finster erscheinen.

9.
Daß aber die Finsternis keine Farbe sei, sondern eine Beraubung des Lichts, dieses ist nicht schwer aus verschiedenen Umständen einzusehen; am meisten aber daher: daß sich nicht empfinden läßt, wie groß und von welcher Art das Gebilde derselben sei, wie es sich doch bei andern sichtbaren Dingen verhält.

10.
Daß aber das Licht zugleich die Farbe des Feuers sei, ist daraus deutlich, weil man an diesem keine aridere Farbe findet und weil es durch sich allein sichtbar ist, so wie es alles übrige sichtbar macht.

11.
Das gleiche gilt von einigem, was weder Feuer, noch feuerartig ist und doch Licht von sich zu geben scheint.

12.
Die schwarze Farbe aber entsteht, wenn Luft und Wasser vom Feuer verbrannt werden, deswegen alles Angebrannte schwarz wird, wie zum Beispiel Holz und Kohlen nach ausgelöschtem Feuer. Ja sogar der Rauch, der aus dem Ziegel aufsteigt, ist schwarz, indem die Feuchtigkeit, welche im Ziegel war, sich absondert und verbrennt.

13.
Deswegen auch der Rauch am schwärzesten ist, der von Fett und harzigen Dingen aufsteigt, als von Öl, Pech und Kien, weil diese am heftigsten brennen und von gedrängter Natur sind.

14.
Woran aber Wasser herfließt, auch dieses wird schwarz; denn hierdurch entsteht etwas Moosartiges, dessen Feuchtigkeit sodann austrocknet und einen schwärzlichen Überzug zurückläßt, wie man am Bewurf der Wände, nicht weniger an Steinen, welche im Bache liegen, sehen kann. Und so viel war von den einfachen Farben zu sagen.

II. Von den mittlern oder gemischten Farben

15.
Diejenigen Farben, welche aus der Mischung (...) der vorhergehenden oder durch das Mehr und Weniger entstehen, sind viel und mannigfaltig. Durchs Mehr und Weniger erzeugen sich die Stufen zwischen dem Scharlach und Purpur; durch die Mischung aber, zum Beispiel des Schwarzen und Weißen, entsteht das Grau.

16.
Auch wenn wir das Schwarze und Schattige mit dem Licht, welches von der Sonne oder dem Feuer her scheint, vermischen, so entsteht ein Gelbrot; ingleichen wird das Schwarze, das sich entzündet, rot, zum Beispiel rauchende Flamme und glühende Kohlen.

17.
Eine lebhafte und glänzende Purpurfarbe aber erscheint, wenn mit mäßigem und schattigem Weiß schwache Sonnenstrahlen temperiert werden.

18.
Deswegen auch, um die Gegend des Aufgangs und Untergangs, wenn die Sonne dahin tritt, die Luft purpurfarb aussieht; denn die schwachen Strahlen fallen alsdann meistenteils in die schattige Atmosphäre.

19.
Auch das Meer erscheint purpurähnlich, wenn die erregten Wellen beim Niederbeugen beschattet werden, indem die Sonnenstrahlen nur schwach in die Biegung einfallen können.

20.
Ein Gleiches erblicken wir auch auf den Federn, denn wenn sie in einem gewissen Sinne gegen das Licht ausgebreitet werden, so haben sie eine Purpurfarbe, wenn aber weniger Licht einfällt, eine dunkle, die man orphninos nennt.

21.
Wird aber das Licht durch ein häufiges und reines Schwarz gemäßigt, so erscheint ein Gelbrot, das, sowie es lebhaft wird und leuchtet, in Flammenfarbe übergeht.

22.
Diese Erscheinungen können wir daher als die wechselseitigen Wirkungen des gewissermaßen verkörperten Schwarzen und Weißen von der einen und des Lichts von der andern Seite recht wohl annehmen, ohne zu behaupten, daß gedachte Farben immer auf dieselbe Weise entstehen müssen.

23.
Denn es ist bei den Farben nicht allein das einfache Verhältnis zu betrachten, sondern es gibt auch zusammengesetzte, die sich verhalten wie die einfachen, jedoch, da ihre Mischungen einigen Spielraum haben, nicht eben eine entschiedene, vorauszusagende Wirkung hervorbringen.

24.
Wenn wir zum Beispiel von der Entstehung der blau oder gelbroten Farbe sprechen, so müssen wir auch die Erzeugung solcher Farben angeben, die aus diesen gemischt werden und eine ganz verschiedene Erscheinung verursachen, und zwar sollen wir immer aus den angezeigten Grundsätzen folgern. So erzeugt sich die Weinfarbe, wenn mit reinem und leuchtendem Schwarz sich lichte Strahlen verbinden. Dies geschieht auch körperlich an den

Weinbeeren; denn indem sie reifen, sind sie von weinhafter Farbe, wenn sie sich aber schwärzen, so geht das Gelbrote ins Blaurote hinüber.

25.
Nun muß man aber auf die angezeigte Weise alle Verschiedenheit der Farben betrachten, welche bei mannigfaltiger Bewegung sich doch selber ähnlich bleiben, je nachdem ihre Mischung beschaffen ist; und so werden wir uns von den Ursachen der Erscheinung, welche sie sowohl beim Entstehen als beim wechselseitigen Wirken hervorbringen, völlig überzeugen. Allein man muß die Betrachtung hierüber nicht anstellen, indem man die Farben vermischt wie der Maler, sondern indem man, wie vorgesagt, die zürückgeworfenen Strahlen aufeinander wirken läßt, denn auf diese Weise kann man am besten die Verschiedenheiten der Farben betrachten. Als Beweise aber muß man die einfacheren Fälle aufzusuchen verstehen, in welchen man den Ursprung der Farben deutlich erkennt; deshalb muß man besonders das Licht der Sonne, Feuer, Luft und Wasser vor Augen haben; denn, indem diese mehr oder weniger aufeinander wirken, vollenden sie, kann man sagen, alle Farben. Ferner muß man nach der Ähnlichkeit anderer, mehr körperlichen, Farben sehen, welche sich mit leuchtenden Strahlen vermischen. So bringen zum Beispiel Kohlen, Rauch, Rost, Schwefel, Federn, indem sie teils von den Sonnenstrahlen, teils von dem Glanze des Feuers temperiert werden, viele und mannigfaltige Farbenveränderungen hervor.

26.
Auch ist zu betrachten, was durch (organische) Kochung einpflanzen, Früchten, Haaren, Federn und dergleichen bewirkt wird.

III. Von der Unbestimmbarkeit der Farben

27.
Es darf uns aber nicht verborgen bleiben, woher das Vielfältige und Unbestimmbare der Farben entstehe, indem wir finden, daß die Verbindung des Lichts und des Schattens sich ungleich und unregelmäßig ereigne. Beide sind, durch das Mehr oder Weniger, gar sehr voneinander unterschieden, daher sie, sowohl unter sich, als wenn sie mit den Farben vermischt werden, viele Farbenveränderungen hervorbringen; teils weil das, was nun zusammen wirkt, an Menge und an Kräften sich nicht gleich ist, teils weil sie gegeneinander nicht dieselben Beziehungen haben. Und so haben denn auch die Farben in sich viel Verschiedenheiten, das Blaurote sowie das Gelbrote, ingleichen das Weiße und so auch die übrigen, sowohl wegen des Mehr oder Weniger als wegen wechselseitiger Mischung oder Reinheit.

28.
Denn es macht einen Unterschied, ob dasjenige, was zugemischt wird, leuchtend und glänzend sei oder im Gegenteil schmutzig und glanzlos. Das Glänzende aber ist nichts anders als die Gedrängtheit und Dichtheit des Lichtes. So entsteht die Goldfarbe, wenn das Gelbe und Sonnenhafte, verdichtet, stark leuchtet, deswegen auch die Hälse der Tauben und die Wassertropfen golden erscheinen, wenn das Licht zurückgeworfen wird.

29.
Es gibt auch Körper, welche, indem sie durch Reiben oder sonst eine Gewalt glatt werden, eine Veränderung verschiedener Farben zeigen, wie abgeriebenes Silber, Gold, Erz und Eisen.

30.
Auch bringen gewisse Steinarten mehrerlei Farben hervor, zum Beispiel (der Schiefer), der, indem er schwarz ist, weiße Linien zieht. Bei solchen Körpern sind die Ur-Teile klein, dicht und schwarz, das Gewebe des Steins aber ward bei seiner Entstehung mit allen seinen

Gängen besonders gefärbt, daher man auch äußerlich entweder diese oder jene Farbe sieht. Das vom Körper Abgeriebene aber erscheint nicht mehr gold- oder kupferfarbig, noch auf irgendeine Weise gefärbt, sondern ganz schwarz, weil das anders gefärbte Gewebe zerrissen ist und nun die uranfängliche Natur der kleinsten Teile gesehen wird. Streicht man aber einen solchen Körper an etwas Gleiches und Glattes, wie zum Beispiel an einen Probierstein, so kommt seine Urfarbe, die schwarze nämlich, nicht zum Vorschein, sondern er zeigt die Farbe, womit sein Gewebe bei dessen erster Schichtung und Verbindung tingiert ward.

31.
Unter den brennenden, im Feuer sich auflösenden und schmelzenden Körpern zeigen solche, deren Rauch dünn und luftartig ist, die verschiedensten Farben, wie der Schwefel und die rostenden Kupfergefäße; auch Körper, welche dicht und glatt sind, wie das Silber.

32.
Auch andere Körper, welche schattige Farben zeigen, sind gleichfalls glatt, wie zum Beispiel das Wasser und die Wolken und die Federn der Vögel; denn weil hier die Strahlen auf die Glätte fallen und bald so oder so temperiert werden, entstehen verschiedene Farben, wie auch durch die Finsternis geschieht.

33.
Keine Farbe sehen wir aber rein, wie sie ist, sondern entweder durch den Einfluß fremder Farben, oder durch Licht und Schatten verändert; wir mögen daher einen Körper in den Sonnenstrahlen oder im Schatten sehen, bei starker oder schwacher Beleuchtung, bei der oder jener Neigung der Flächen; immer wird die Farbe anders erscheinen.

34.
Ebenso geschieht es bei Feuer-, Monden- oder Lampenlicht; denn ein jedes von diesen hat eine eigene Farbe. Wenn sie nun mit der Farbe des Körpers durcheinander spielt, so entsteht die gemischte Farbe, die wir sehen.

35.
Wenn das Licht auf irgendeinen Körper fällt und dadurch zum Beispiel einen purpurnen oder grünen Schein annimmt, von da aber auf einen andern Körper geworfen wird und von der Farbe desselben abermals eine Veränderung erleidet, so geschieht dies zwar in der Tat, doch nicht für die Empfindung: denn das Licht kommt zum Auge von vielerlei Farben getränkt, aber nur diejenige, welche vorzüglich wirkt, wird empfunden. So erscheint im Wasser alles wasserhaft, im Spiegel nach der Farbe des Spiegels, und wir können vermuten, daß es in der Luft auch also geschehe.

36.
Wir finden also, daß alle gemischte Farben aus drei Ursprüngen erzeugt werden, aus dem Licht, durch das Mittel, wodurch das Licht erscheint, als Wasser oder Luft, und sodann von den untergelegten Farben, von denen das Licht zurück geworfen wird.

37.
Das Weiße und Durchscheinende, wenn es sehr dünn ist, erscheint luftfärbig, an allem Dichten aber erscheint eine gewisse Trübe, zum Beispiel am Wässer, am Glas, an dunstiger Luft; denn wegen der Dichte nehmen die Strahlen überall ab, und wir können das, was in diesen Mitteln ist, nicht deutlich erkennen. Die Luft, wenn wir sie nahe sehen, scheint keine Farbe zu haben, denn sie wird, weil sie dünn ist, von den Strahlen überwunden und geteilt, indem diese mächtiger sind und durch sie hindurch scheinen. Wenn man aber die Luft in einiger Tiefe sieht, so erscheint sie, wenn sie noch dünn genug ist, blau; denn wo das Licht ab-

nimmt, wird die Luft von der Finsternis aufgefaßt und erscheint blau; verdichtet aber ist sie, wie das Wasser, ganz weiß.

IV. Von künstlichen Farben

38.
Übrigens, was gefärbt wird (vorausgesetzt, daß es ganz weiß sei), empfängt seine Farbe von dem Färbenden. So wird vieles durch Blumen, Wurzeln, Rinden, Hölzer, Blätter und Früchte gefärbt, sodann vieles mit Erde, Schaum und metallischen Tinten, auch mit tierischen Säften, wie das Blaurote durch die Purpurschnecke. Einiges wird mit Wein, einiges mit Rauch, mit Lauge, ja sogar durch das Meer gefärbt, wie die Haare der Seeleute, denn diese werden rot, und überhaupt mit allen Körpern, welche eigene Farben enthalten. Denn verbunden mit dem Feuchten und Warmen, dringen solche Farben in die Gänge der Körper ein, und wenn diese trocken sind, so haben sie die Farben sich zugeeignet, ja man kann öfters die Farbe auswaschen, indem sie aus den Poren wieder ausfließt. Auch macht der Gebrauch zusammenziehender Ingredienzien beim Färben großen Unterschied, sowohl der Mischung als auch überhaupt dessen, was die Körper dabei erleiden. Man färbt auch schwarze Felle; an diesen wird aber die Farbe nicht sonderlich scheinbar, indem sich zwar sowohl die Farbe als die innern Gänge der Wolle einander wechselweise aufnehmen, aber das Gewebe der Haare selbst die Farbe nicht annimmt. Das Weiße hat zu den Farben ein reines Verhältnis und bewirkt eine glänzendere Erscheinung der Blüte; das Schwarze hingegen macht sie dunkel, obgleich die Farbe, welche sie Orphninos nennen, sich blühender auf Schwarz als auf Weiß ausnimmt, weil ihre Blüte durch die Strahlen des Schwarzen gehoben wird.

Die Zwischenräume der Gänge sieht man aber an sich selbst nicht, wegen ihrer Kleinheit, so wie man die Teile des Zinnes und des Kupfers nicht unterscheiden kann, wenn beide Metalle gemischt sind.
Und so werden aus vorgemeldeten Ursachen die Farben der gefärbten Dinge verändert.

V. Von Veränderungen der Farben, an den Pflanzen, durch organische Kochung

39.
Die Haare aber, die Federn, Blumen, Früchte und alle Pflanzen nehmen durch Kochung alle Veränderung der Farben an, wie solches aus vielerlei Fällen deutlich ist. Was aber die einzelnen Dinge, die aus der Erde wachsen, für Anfänge der Farben haben, was für Veränderungen mit ihnen vorgehen und warum sie solches leiden, darüber kann man, wenn auch einige Zweifel diese Betrachtungen begleiten sollten, folgendermaßen denken:

40.
In allen Pflanzen ist der Anfang der Farbe grün, und die Knospen, die Blätter und die Früchte sind im Anfange von dieser Farbe.

41.
Man kann auch ebendasselbe am Regenwasser sehen, denn wenn es eine Weile gestanden hat und sodann vertrocknet, so erhält es eine grüne Farbe.

42.
Auf diese Weise geschieht es, daß allem demjenigen, was aus der Erde wächst, die grüne Farbe zuerst angehört; denn altes Wasser, worauf die Sonnenstrahlen gewirkt haben, hat anfänglich diese Farbe, hernach wird sie allmählich schwarz; vermischt man sie aber aufs neue mit dem Gelben, so erscheint sie wieder grün. Denn das Feuchte, wie schon gesagt ist, das in sich selbst veraltet und austrocknet, wird schwarz, wie der Bewurf von den Was-

serbehältern, sowie alles, was sich immer unter dem Wasser befindet; weil die der Luft ausgesetzte Feuchtigkeit austrocknet. Schöpft man es aber und bringt es an die Sonne, so wird es grün, weil sich das Gelbe mit dem Schwarzen verbindet, wenn aber die Feuchtigkeit mehr ins Schwarze fällt, so gibt es ein sehr gesättigtes, lauchfarbes Grün.

43.
Deswegen auch alle ältere Knospen schwärzer sind als die neuen; diese aber gelblicher, weil die Feuchtigkeit in ihnen sich noch nicht völlig geschwärzt hat. Wenn nun aber bei langsamerem Wachstum die Feuchtigkeit lange in ihnen verweilt, so wird das der Luft ausgesetzte Feuchte nach und nach schwarz und die Farbe lauchartig, indem sie durch ein ganz reines Schwarz temperiert ist.

44.
Diejenigen Teile der Pflanzen aber, in denen das Feuchte nicht mit den Sonnenstrahlen gemischt wird, bleiben weiß, wenn sie nicht etwa schon veraltet und ausgetrocknet und daher schwarz geworden sind.

45.
Deswegen auch an den Pflanzen alles, was über der Erde steht, zuerst grün ist, unter der Erde aber Stengel, Wurzeln und Keime die weiße Farbe haben. Sowie man sie aber von der Erde entblößt, wird, wie gesagt ist, alles grün, weil die Feuchtigkeit, welche durch die Keime zu den übrigen Teilen durchseiht, die Natur dieser Farbe hat und zu dem Wachstum der Früchte sogleich verbraucht wird.

46.
Wenn die Früchte aber nicht mehr zunehmen, weil die Wärme die zufließende Nahrung nicht mehr beherrschen kann, sondern die Feuchtigkeit nur von der Wärme aufgelöst erhalten wird, so reifen alle Früchte, und indem teils von der Sonnenwärme, teils von der Wärme der Luft die Feuchtigkeit, die sich in den Früchten befindet, gar gekocht worden, nehmen sie nun andere Farben an, welche den Pflanzen eigen sind, wie wir ein Ähnliches beim Färben (38) gesehen haben; und so färben sie sich langsam; stark aber färben sich die Teile, welche gegen die Sonne und die Wärme stehen.

47.
Deswegen verwandeln die Früchte ihre Farben mit den Jahrszeiten.

48.
Wie bekannt ist. Denn was vorher grün war, nimmt, wenn es reift, die Farbe an, die seiner Natur gemäß ist.

49.
Denn sie können weiß, schwarz, braun, gelb, schwärzlich, schattenfarbig, gelbrot, wein- und safranfarbig werden und beinahe alle Farbenunterschiede annehmen.

50.
Wenn nun aber überhaupt die Mannigfaltigkeit der Farben daher entsteht, daß mehrere wechselweise Einfluß aufeinander haben, so folgt auch, daß bei den Farben der Pflanzen derselbe Fall sei.

Die Feuchtigkeit, indem sie die Pflanzengefäße durchseihet und durchspület, nimmt alle Farbenkräfte in sich, und wenn sie nun beim Reifen der Früchte durch Sonnen- und Luftwärme durchgekocht wird, treten die einzelnen Farben in sich zusammen und erscheinen abgesondert, einige schneller, andere langsamer.

Etwas Ähnliches begegnet beim Purpurfärben. Denn wenn man die Schnecke zerstößt, ihre Feuchtigkeit auspreßt und im Kessel kocht, so ist in der Küpe zuerst keine bestimmte Farbe zu sehen, nach und nach aber trennen sich die eingebornen Farben und mischen sich wieder, wodurch denn die Mannigfaltigkeit entsteht, als Schwarz, Weiß, Schatten- und Luftfarbe. Zuletzt wird alles purpurfarbig, wenn die Farben gehörig zusammengekocht sind, so daß wegen ihrer Mischung und Übergang aus einer in die andere keine der einzelnen Farben an sich mehr zu sehen ist.

51.
Dieses begegnet auch an Früchten. Denn bei vielen werden nicht alle Farben auf einmal gar gekocht, sondern einige zeigen sich früher, andere später, und eine wird in die andere verändert, wie man an den Trauben und Datteln sieht. Denn diese letzten werden zuerst rot; wenn aber das Schwarze in ihnen in sich zusammentritt, gehen sie in die Weinfarbe über. Zuletzt werden sie blau, wenn das Rote mit vielem und reinem Schwarz gemischt ist.

52.
Denn die Farben, welche später entstehen, verändern, wenn sie vorwalten, die ersten Farben, welches besonders bei schwarzen Früchten deutlich ist. Denn die meisten, welche zuerst grün aussehen, neigen sich ein wenig ins Rote und werden dann feuerfarb, aber bald verändern sie auch diese Farbe wieder, weil ein reines Schwarz sich ursprünglich in ihnen befindet.

53.
Es ist offenbar, daß auch die Reiser, die Härchen und die Blätter dieser Pflanzen einige Schwärze zeigen, weil sich eine solche Farbe häufig in ihnen befindet; daß aber die schwarzen Früchte beide Farben in sich haben, zeigt der Saft, welcher weinhaft aussieht.

54.
Bei der Entstehung aber ist die rote Farbe später als die schwarze, wie man an dem Pflaster unter den Dachtraufen sieht und überall, wo an schattigen Orten mäßiges Wasser fließt; alles verwandelt sich da aus der grünen in die rote Farbe, und das Pflaster wird, als wenn beim Schlachten frisches Blut ausgegossen worden wäre. Denn die grüne Farbe ist hier weiter durchgekocht worden, zuletzt aber wird's auch hier sehr schwarz und blau, wie es an den Früchten geschieht.

55.
Davon aber, daß die Farbe der Früchte sich verwandelt, wenn die ersten Farben durch die folgenden überwältigt werden, lassen sich Beispiele an der Frucht des Granatbaums und an den Rosenblättern zeigen; denn beide sind anfänglich weiß, zuletzt aber, wenn die Säfte älter und durch Kochung gefärbt werden, so verwandeln sie sich in Purpur und hochrote Farbe.

56.
Manche Körper haben mehrere Farben in sich, wie der Saft des Mohns und die Neige des ausgepreßten Olivenöls; auch diese sind anfangs weiß, wie der Granatapfel, sodann gehen sie ins Hochrote über, zuletzt aber, wenn viel Schwarzes dazu kommt, wird die Farbe blau, deswegen auch die Blätter des Mohns oberhalb rot sind, weil die Kochung in ihnen sehr schnell vorgeht, gegen den Ansatz aber schwarz, da bereits diese Farbe in ihnen die Oberhand hat, wie auch bei der Frucht, die zuletzt schwarz wird.

57.
Bei solchen Pflanzen aber, in welchen nur eine Farbe herrscht, etwa die weiße, schwarze,

hochrote, oder violette, behalten auch die Früchte diejenige Farbe, in welche sie sich einmal aus dem Grünen verändert haben.

58.
Auch findet man bei einigen, daß Blüte und Frucht gleiche Farbe hat, wie zum Beispiel am Granatapfel; denn hier ist die Frucht sowie die Blüte rot. Bei andern aber ist die Farbe beider sehr verschieden, wie beim Lorbeer und Efeu; denn an diesen sehen wir die Blüte ganz gelb und die Frucht schwarz. Die Blüte des Apfels neigt sich aus dem Weißen ins Purpurfarbne, die Frucht hingegen ist gelb. Die Blume des Mohns ist rot, aber die Frucht bald weiß, bald schwarz, weil die Kochung der einwohnenden Säfte zu verschiedenen Zeiten geschieht.

59.
Dieses bewährt sich aber auf vielerlei Weise. Denn einige Früchte verändern, mit der fortschreitenden Kochung, sowohl Farbe als Geruch und Geschmack. Auch ist hierin zwischen Blume und Frucht oft ein großer Unterschied.

Ja, an einer und derselben Blume bemerkt man eine solche Mannigfaltigkeit, indem das eine Blatt schwarz, das andere rot, das eine weiß, das andere purpurfarb sein kann, welches auffallend an der Iris gesehen wird; denn wegen mannigfaltiger Kochung hat diese Blume die verschiedensten Farben.

Ein Gleiches geschieht an den Trauben, wenn sie reifen.

Auch werden die Enden der Blumenblätter am meisten ausgekocht, denn da, wo sie am Stiel ansitzen, sind sie weniger gefärbt.

60.
Fast wird auch an einigen das Feuchte gleichsam aus gebrannt, ehe es seine eigentliche Kochung erreicht; daher behalten die Blumen ihre Farbe, die Früchte aber bei fort schreitender Kochung verändern die ihrige. Denn die Blumenblätter sind, wegen der geringen Nahrung, gleich durchgekocht; die Früchte aber lassen sich, wegen der Menge Feuchtigkeit, die in ihnen wohnt, beim Auskochen durch alle Farben durchführen, die ihrer Natur gemäß sind.

Etwas Ähnliches geschieht, wie schon vorher gesagt worden ist, auch beim Färben. Denn im Anfang, wenn die Purpurfärber die Blutbrühe ansetzen, wird sie dunkel, schwarz und luftfarbig; ist aber die Masse genug durchgearbeitet, so wird die Purpurfarbe blühend und glänzend.
Daher müssen auch die Blumen an Farbe von den Früchten sehr unterschieden sein; einige übersteigen gleichsam das Ziel, das ihnen die Natur gesteckt hat, andre bleiben dahinter zurück, die einen, weil sie eine vollendete, die andern, weil sie eine unvollendete Kochung erfahren.
Dies sind nun die Ursachen, warum Blüten und Früchte voneinander unterschiedene Farben zeigen.

61.
Die meisten Blätter mehrerer Bäume aber werden zuletzt gelb, weil die Nahrung abnimmt und sie eher welken, als sie in die (höchste) Farbe, die ihrer Natur möglich ist, übergehen. Auch werden einige abfallende Früchte gelb, weil ihnen die Nahrung vor der vollkommenen Kochung ausgeht.

62.
Ferner wird sowohl der Weizen als alles, was unmittelbar aus der Erde wächst, zuletzt gelb;

denn in solchen Pflanzen wird das Feuchte nicht schwarz, sondern, weil sie schnell trocknen, geschieht ein Rückschritt in der Farbe.

Denn das Schwarze, mit dem Gelbgrünen verbunden, wird, wie gesagt, grasgrün; wo aber das Schwarze immer schwächer wird, geht die Farbe wieder ins Gelbgrüne und dann ins Gelbe.
Zwar werden die Blätter des Apium und der Andrachne, auch einiger andern Pflanzen, wenn sie vollkommen durchgekocht sind, hochrot; aber was an ihnen geschwind trocknet, wird gelb, weil ihm die Nahrung vor der völligen Kochung abgeht.

Daher kann man schließen, daß der Unterschied der Pflanzen (-Farben) sich aus den vorgesagten Ursachen herschreibt.

VI. Von den Farben der Haare, Federn und Häute

63.
Auch die Haare, Federn und Häute der Pferde, Ochsen, Schafe und Menschen sowie aller andern Tiere werden weiß, grau, rot oder schwarz aus derselben Ursache.

64.
Und zwar werden sie weiß, wenn das Feuchte, indem es vertrocknet, seine eigne Farbe behält.

65.
Schwarz hingegen werden sie, wenn das ursprüngliche Feuchte häufig genug vorhanden ist, so daß es langsam altern und zeitigen kann. Auf diese Weise werden Felle und Häute schwarz.

66.
Körper hingegen, welche eine braune, rote, gelbe, oder sonst eine Farbe haben, sind solche, die früher austrocknen, ehe das Feuchte vollkommen in die schwarze Farbe übergeht.

67.
Wenn aber dieses (Austrocknen) ungleich geschieht, so werden auch die Farben verschieden, wobei sich die Farbe der Haare nach der Farbe der Haut richtet. So sind die Haare rötlicher Menschen hellrot, schwarzer Menschen aber schwarz. Bricht aber eine weiße Stelle hervor, so sind die Haare ebenfalls auf der Stelle weiß, wie man auch bei scheckigen Tieren sieht, und so richten sich Haare und Federn nach der Haut, entweder zum Teil oder im ganzen.

68.
So verhält sich's auch mit dem Hufe, den Klauen, dem Schnabel und den Hörnern. An schwarzen Tieren werden sie schwarz, an weißen aber weiß, weil auch bei diesen Teilen die Nahrung durch die Haut nach der äußeren Bedeckung durchseihet.

69.
Daß aber die angegebene Ursache die richtige sei, läßt sich an mancherlei Fällen erkennen. Denn die Häupter aller Knaben sind anfangs rot wegen geringerer Nahrung, eben deshalb sind die Haare schwach, dünn und kurz; bei fortschreitendem Alter hingegen werden sie schwarz, wenn die Kinder durch die Menge der zufließenden Nahrung mehr Farbe gewinnen.

70.
So ist es auch mit den Milchhaaren und dem Barte beschaffen. Wenn diese sich zu zeigen anfangen, so werden sie geschwind rot, wegen der wenigen Feuchtigkeit, die in ihnen austrocknet; wenn aber etwas mehr Nahrung zugeführt wird, so werden sie gleichfalls schwarz.

71.
An dem Körper also bleiben die Haare so lange rot, als ihnen die Nahrung fehlt; wenn sie aber wachsen, so werden sie auch schwarz, sowohl am Bart als auf der Scheitel. Auch streitet für unsere Meinung der Umstand, daß bei solchen Geschöpfen, welche lange Haare haben, in der Nähe des Körpers die Haare schwärzer, gegen die Spitzen aber gelber werden, wie man bei Schafen, Pferden und Menschen sieht; weil gegen die Enden weniger Nahrung hingeführt wird und sie daselbst schneller vertrocknet.

72.
Auch die Federn schwarzer Vögel sind in der Nähe des Leibes am schwärzesten, an den Enden aber gelber. So verhalten sie sich auch um den Hals und überhaupt, wo sie geringere Nahrung empfangen. Imgleichen gehen alle Haare nach der Vollendung zurück und werden braunrot, weil die nun wieder abnehmende Nahrung schnell vertrocknet.

73.
Zuletzt aber werden sie weiß, wenn die Nahrung in denselben ausgekocht wird, ehe das Feuchte schwarz werden kann. Dies ist am sichtbarsten bei Tieren, welche unter dem Joche gehen. An solcher Stelle werden die Haare durchaus weiß; denn es kann daselbst die Nahrung nicht gleichförmig angezogen werden, und bei einer schwachen Wärme vertrocknet die Feuchtigkeit zu geschwind und wird weiß.

74.
Um die Schläfe werden die Haare am frühesten grau, sowie überhaupt an schwachen und leidenden Stellen.

Vorzüglich aber gehen Geschöpfe, wenn sie ausarten, in diese Farbe hinüber. So gibt es weiße Hasen, weiße Hirsche und Bären, auch kommen weiße Wachteln, Rebhühner und Schwalben vor. Dieses alles geschieht bei einer schwachen Zeugung und wegen Mangel von nährendem Stoff, der zu früh austrocknet, und so werden sie weiß.

75.
So sind auch anfangs die Kopfhaare der Kinder weiß, die Augenbraunen und Wimpern. Nicht weniger erfährt auch jedermann im Alter, daß sich die Haare bleichen, wegen Schwäche und Mangel an Nahrung.

76.
Deshalb sind auch meistenteils die weißen Tiere schwächer als die schwarzen; denn ehe ihr Bau vollendet werden kann, ist schon ihre mangelhafte Nahrung durchgekocht, und so werden sie weiß. Eben dieses begegnet den Früchten, welche kränkeln, denn diese sind auch wegen ihrer Schwäche bald durchgekocht.

77.
Die Tiere aber, welche weiß werden und von andern auf diese Art sich unterscheiden, als Pferde und Hunde, gehen aus ihrer natürlichen Farbe in das Weiße hinüber wegen reichlicher Nahrung; denn das Feuchte in ihnen veraltet nicht, sondern wird zum Wachstum verbraucht und weiß. Die meisten dieser Geschöpfe sind feucht und fruchtbar wegen reichlicher Nahrung, daher auch die weiße Farbe in keine andere übergeht, (weil sie schon das Ende

erreicht hat) so wie dagegen schwarze Haare, ehe sie grau werden, durch das Rote durchgehen und zuletzt weiß werden.

78.
Übrigens glauben einige, alles werde schwarz, weil die Nahrung von der Wärme verbrannt werde, so wie beim Blut und manchem andern geschieht, worin sie jedoch irren. Denn einige Tiere werden gleich anfangs schwarz, als Hunde, Ziegen und Ochsen und überhaupt alle diejenigen, deren Häute und Haare von Anfang genugsame Nahrung haben, bei fortschreitenden Jahren aber weniger. Doch sollten (wenn jene Meinung wahr wäre) die Haare zu Anfang vielmehr weiß sein und erst, wenn das Tier auf dem Gipfel seiner Kraft steht, schwarz werden, als um welche Zeit auch seine Wärme den höchsten Punkt erreicht hat. Denn zu Anfang der Organisation ist die Wärme viel schwächer als um die Zeit, wo (sonst) das Haar (wieder) weiß zu werden anfängt.

79.
Die Unrichtigkeit jener Meinung ergibt sich auch an den weißen Tieren. Einige sind nämlich gleich anfänglich von der weißesten Farbe, denen gleich anfangs die meiste Nahrung zufließt und in denen die Feuchtigkeit nicht vor der Zeit vertrocknet; hingegen bei fortschreitendem Alter, wenn ihnen mindere Nahrung zufließt, werden sie gelb. Andere sind von Anfang gelb und auf dem Gipfel ihres Wachstums sehr weiß. Wie denn auch die Farbe der Vögel sich wieder verändert; wenn die Nahrung abnimmt, werden sie alle gelb, besonders um den Hals und überhaupt an allen den Stellen, welche bei abnehmender Feuchtigkeit Mangel an Nahrung haben. Denn so wie das Rötliche ins Weiße sich verwandelt und das Schwarze ins Rötliche, so geht auch das Weiße ins Gelbe über.

80.
Etwas Ähnliches begegnet auch mit den Pflanzen. Denn einige, wenn sie schon durch Kochung in eine andere Farbe übergegangen, kehren doch wieder zur ersten zurück. Dieses ist am deutlichsten am Granatapfel zu sehen; denn im Anfange sind die Kerne der Äpfel rot, so wie die Blätter, weil nur geringe Nahrung ausgekocht wird; dann werden sie grün, wenn viel Saft zuströmt und die Kochung nicht mit gleicher Kraft vor sich geht. Zuletzt aber, wenn die Kochung vollendet ist, entsteht wieder die rote Farbe.

81.
Überhaupt aber gilt von den Haaren und Federn, daß sie sich verändern, teils, wenn ihnen die Nahrung fehlt, teils, wenn sie zu reichlich ist. Deshalb werden auf verschiedenen Stufen des Alters die Haare sehr weiß, sowie sehr schwarz. Manchmal gehen sogar die Rabenfedern in eine gelbe Farbe über, wenn ihnen die Nahrung mangelt.

82.
Unter den Haaren gibt es aber keine scharlach- noch purpurrote, so wenig als lauchgrüne oder von sonst einer Farbe dieser Art, weil diese Farben zu ihrer Entstehung die Beimischung der Sonnenstrahlen bedürfen. Diese nehmen aber die feuchten Haare nicht an, sondern sie sind an innere Veränderungen gebunden. Dagegen sind die Federn zu Anfang nicht wie in der Folge gefärbt. Denn auch die bunten Vögel haben anfangs fast alle schwarze Federn, als der Pfau, die Taube und die Schwalbe. Nachher nehmen sie aber große Mannigfaltigkeit an, indem die Kochung außerhalb des Körpers vor sich geht, sowohl in den Kielen als in den Verzweigungen derselben, wie bei den Pflanzen außerhalb der Erde; (daher können die Lichtstrahlen zu Entstehung mannigfaltiger Farben mitwirken.)
So haben auch die übrigen Tiere, die schwimmenden, kriechenden und beschalten, alle Arten der Farben, weil bei ihnen auch eine vielfache Kochung vorgeht.
Und so möchte einer wohl die Theorie der Farben aus dem Gesagten einzusehen imstande sein.

Farbenbenennungen der Griechen und Römer

Die Alten lassen alle Farbe aus Weiß und Schwarz, aus Licht und Finsternis entstehen. Sie sagen, alle Farben fallen zwischen Weiß und Schwarz und seien aus diesen gemischt. Man muß aber nicht wähnen, daß sie hierunter eine bloß atomistische Mischung verstanden, ob sie sich gleich an schicklichen Orten des Wortes *mixis* (Vermischung) bedienen, dagegen sie an den bedeutenden Stellen, wo sie eine Art Wechselwirkung beider Gegensätze ausdrücken wollen, das Wort *krasis* (Mischung), *sygkrisis* (Vereinigung) gebrauchen; so wie sie denn überhaupt sowohl Licht und Finsternis als die Farben untereinander sich temperieren lassen, wofür das Wort *kerannusthai* (vereinigen) vorkommt; wie man sich davon aus den bisher übersetzten und mitgeteilten Stellen überzeugen kann.
Sie geben die Farbengeschlechter verschieden, einige zu sieben, andre zu zwölfen an, doch ohne sie vollständig aufzuzählen.

Aus der Betrachtung ihres Sprachgebrauchs, sowohl des griechischen als römischen, ergibt sich, daß sie generelle Benennungen der Farben statt der speziellen und umgekehrt diese statt jener setzen.

Ihre Farbenbenennungen sind nicht fix und genau bestimmt, sondern beweglich und schwankend, indem sie nach beiden Seiten auch von angrenzenden Farben gebraucht werden. Ihr Gelbes neigt sich einerseits ins Rote, andrerseits ins Blaue, das Blaue teils ins Grüne, teils ins Rote, das Rote bald ins Gelbe, bald ins Blaue; der Purpur schwebt auf der Grenze zwischen Rot und Blau und neigt sich bald zum Scharlach, bald zum Violetten.

Indem die Alten auf diese Weise die Farbe als ein nicht nur an sich Bewegliches und Flüchtiges ansehen, sondern auch ein Vorgefühl der Steigerung und des Rückganges haben: so bedienen sie sich, wenn sie von den Farben reden, auch solcher Ausdrücke, welche diese Anschauung andeuten. Sie lassen das Gelbe röteln, weil es in seiner Steigerung zum Roten führt, oder das Rote gelbeln, indem es sich oft zu diesem seinen Ursprunge zurück neigt.

Die so spezifizierten Farben lassen sich nun wiederum ramifizieren. Die in der Steigerung begriffene Farbe kann, auf welchem Punkte man sie festhalten will, durch ein stärkeres Licht diluiert, durch einen Schatten verfinstert, ja in sich selbst vermehrt und zusammengedrängt werden. Für die dadurch entstehenden Nuancen werden oft nur die Namen der Spezies, auch wohl nur das Genus überhaupt, angewendet.

Die gesättigten, in sich gedrängten und noch dazu schattigen Farben werden zur Bezeichnung des Dunklen, Finstern, Schwarzen überhaupt gebraucht, sowie im Fall, daß sie ein gedrängtes Licht zurückwerfen, für leuchtend, glänzend, weiß oder hell.

Jede Farbe, welcher Art sie sei, kann von sich selbst eingenommen, in sich selbst vermehrt, überdrängt, gesättigt sein und wird in diesem Falle mehr oder weniger dunkel erscheinen. Die Alten nennen sie alsdann suasum pepeismenon (in sich gesättigt), in se consumptum (in sich selbst verschwendet), plenum (voll), saturum katakores (satt), meracum akraton (unvermischt), pressum bary (schwer, gedrängt), adstrictum (zusammengezogen), triste (finster), austerum austêron (dunkel), amarum pikron (bitter, unangenehm), nubilum amauron (umwölkt, düster), profundum bathy (tief, unmäßig).

Sie kann ferner diluiert und in einer gewissen Blässe erscheinen; insofern nennt man sie dilutum (verdünnt), liquidum hydares (wässrig, hell), pallidum ekleukon (blaß).

Bei aller Sättigung kann die Farbe dennoch von vielem Lichte strahlen und dasselbe zurückwerfen; dann nennt man sie clarum lampron (glänzend), candidum (strahlend), acutum oxy (hell, stechend), excitatum (heftig, stark), laetum (üppig, blühend), hilare (heiter), vegetum (belebt), floridum euanthes, anthêron (blühend). Sämtliche Benennungen geben die besondern Anschauungen durch andre symbolische vermittelnd wieder.

Wir haben nunmehr noch die generellen Benennungen der Farbe, samt den spezifischen, die ihre Sphäre ausmachen, anzugeben.

Fangen wir von der untersten Stufe an, wo das Licht so alteriert erscheint, daß es die besondre Empfindung dessen, was wir Farbe nennen, erregt, so treffen wir daselbst zuerst ôchron (blaß), dann xanthon (gelb, gelblich), ferner pyrrhon (feuerfarbig, rot), dann erythron (rot, rötlich), sodann phoinikoun (purpurrot), zuletzt porphyroun (purpurfarbig) an. Im gemeinen wie im poetischen Sprachgebrauch finden wir herauf- und herabwärts öfter ein Genus für das andre gesetzt. Das porphyroun (purpurfarbig) steigt abwärts in das halourges (mit Meerpurpur gefärbt), kyanoun coeruleum (blau), glaukon caesium (blaugrau), und schließt sich durch dieses an das prasinon porraceum (lauchfarbig), poôdes herbidum (grasgrün), und zuletzt an das chlôron viride (hellgrün) an, das sowohl ein mit Blau vermischtes Gelb, das ist ein Grünes, als das reine Gelb anzeigt und so das Ende des Farbenkreises mit dem Anfange verbindet und zuschließt.

Die Farbenbenennungen, welche die weiteste Sphäre haben, sind vorzüglich folgende:

Xanthon geht vom Strohgelben und Hellblonden durch das Goldgelbe, Braungelbe bis ins Rotgelbe, Gelbrote, sogar in den Scharlach.

Darunter gehören als Spezies ôchron, thapsinon, kirrhon, chitrinon, knêkon, mêlinon, mêlops, sitochpoun, xouthon, pyrrhon, chrysoeides, hêliôdes, phlogoeides, oinôdes, krokoeides etc. Im Lateinischen buxeum (buchsbaumfarbig, gelblich), melleum (honigfarbig), cereum (wachsgelb), flavum (goldgelb), fulvum (rotgelb, braun), helvum (honiggelb, isabellfarbig), galbinum (grüngelb), aureum (golden), croceum (safrangelb), igneum (feuerfarbig), luteum (rosenfarbig), melinum (honigfarbig), gilvum (honigfarbig, isabellfarbig), roseum (rot), adustum (bräunlich), russum (rot), rufum (lichtrot, fuchsrot).

Erythron rufum, welches nach Gellius das Geschlechtswort aller roten Farbe ist, begreift unter sich, von xanthon (gelblich, gelb), pyrrhon (feuerfarbig) an, alles was rot ist und braun, welches zum Gelben oder Roten neigt, bis zum Purpur. Im Lateinischen rufum (lichtrot, fuchsrot), russum (rot), rubrum (rot), rutilum (rötlich, goldgelb), rubicundum (hochrot), spadix (dattelfarbig), badium (kastanienbraun), phoinikoun puniceum (purpurrot), (ponceau, coquelicot, nacarat), coccineum Scharlach, hysginon, welches nach Plinius zwischen purpureum und coccineum liegt und wahrscheinlich cramoisi Karmesin ist; zuletzt purpureum porphyroun, das vom Rosenroten an durchs Blut- und Braunrote bis ins Blaurote halourges und Violette übergeht.

Kyaneon geht vom Himmelblauen bis ins Dunkel- und Schwarzblaue, Violette, und Violettpurpurne. Ebenso coeruleum, das sogar ins Dunkelgrüne und Blaugrüne glaukon, wie in das caesium Katzengrüne übergeht.

Darunter fallen aerizon (luftblau), aeroeides aërium (luftfarbig, luftblau), coelinum (himmelblau), ouranoeides (himmelfarbig), hyakinthinon (hyazinthenfarbig, violett), ferrugineum (stahlblau, eisengrau), oinôpon (weinfarbig), amethystinon (amethystfarbig), thalassinum (meergrün), vitreum (glashell), venetum (seefarbig, bläulich), glaukon (hell, (grau)bläulich),

das aus dem Blaugrünen und Katzengrünen ins bloße Graue übergeht, und noch das charopon (gräulich, graublau) und ravum (graugelb) unter sich begreift.

Chlôron (grünlich-gelb) geht aus der einen Seite ins Gelbe, aus der andern ins Grüne. Ebenso viride (grünlich), das nicht nur ins Gelbe, sondern auch ins Blaue geht.

Darunter fallen poôdes herbidum (grasgrün), prasinon porraceum (lauchfarbig), aerugineum iôdes (grünspanfarbig), smaragdinon vitreum (glashell), isatôdes venetum (seefarbig, bläulich).

Aus der Mischung von Schwarz und Weiß gehen, nach Aristoteles und Platon, hervor: das phaion, welches auch myinon erklärt wird, also Grau.

Ferner pellos, pelios, polios, pullus sowohl schwärzlich als weißlich, je nachdem die Anforderung an das Weiße oder an das Schwarze gemacht wird.

Ferner tephron aschfarben, und spodion, welches isabellfarben erklärt wird, wahrscheinlich gris cendré; drückt aber auch Eselsfarbe aus, welche an den Spitzen der Haare in ein pyrrhon, mehr oder weniger Gelbbraunes, ausläuft.

Aus verbranntem Purpur und Schwarz entsteht, nach eben diesen beiden, das orphninon, die Farbe des Rauchtopases, welches, wie im Lateinischen das verwandte furvum (finster, schwarz), oft nur in der allgemeinen Bedeutung des Schwarzen und Dunkeln gebraucht wird.

In dieses, nach unsern theoretischen Einsichten nunmehr im Allgemeinen aufgestellte Schema lassen sich die übrigen allenfalls noch vorzufindenden Ausdrücke leicht einordnen; wobei sich mehr und mehr ergeben wird, wie klar und richtig die Alten das Außerihnen gewahr geworden, und wie sehr, als naturgemäß, ihr Aussprechen des Erfahrenen und ihre Behandlung des Gewußten zu schätzen sei.

Zweite Abteilung: Römer

Lucretius

Auf und vernehme du jetzt, was süßes Bemühen erforscht hat,
Und ich dich lehre; daß nicht, was weiß dem Auge sich darstellt,
Weiß erscheine deshalb, weil weiße Stoffe der Grund sind;
Oder was schwarz aussieht, aus schwarzen Samen erzeugt sei;
Noch auch jegliches Ding, das irgend gefärbt wir erblicken,
Also sich zeige, dieweil schon ähnliche Farbe von dieser
In der Materie selbst, in den Ursprungsstoffen vorhanden.
Denn der Materie Stoff ist gänzlich beraubet der Farbe,
Weder den Dingen gleich noch ungleich ihnen zu nennen.
Sagst du, der menschliche Geist vermöge nicht Körper zu fassen
Solcherlei Art, so irrest du sehr und täuschest dich gänzlich.
Nimm dir den Blindgeborenen doch: die göttliche Sonne
Hat er nimmer gesehn, doch kennet er, durch das Gefühl bloß,
Dinge, die nie im Leben mit Farbe verbunden ihm waren.
Ebenso läßt sich verstehn, wie die Seele Begriffe von Körpern
Machen sich könne, die nicht mit Farbe von außen getüncht sind.

Selbst die Dinge, die wir bei Nacht und im Dunkel betasten,
Unterscheiden sich uns, obgleich wir die Farbe nicht fühlen.

Was die Erfahrung bezeugt, laß jetzt durch Gründe mich dartun.
Jegliche Farbe verwandelt sich leicht in jegliche Farbe;
Aber das dürfen doch nie die Urelemente der Dinge.
Stets muß etwas bestehn, das unveränderlich bleibe;
Soll nicht alles in Nichts von Grund aus wieder sich kehren:
Denn was irgend verläßt die Grenzen des eigenen Daseins,
Stirbt als das, was es war, wird augenblicklich ein andres.
Hüte dich also, den Stoff mit wechselnden Farben zu tünchen,
Soll ins völlige Nichts zuletzt nicht alles vergehen.

Sind die Stoffe nun gleich nicht farbig ihrer Natur nach;
Sind sie dennoch begabt mit mannigfaltigen Formen,
Wechselnde Farben daraus von allerlei Arten zu schaffen.
Dann auch lieget noch viel an Mischung und Lage der Stoffe.
Wie sie sich unter sich selbst, und wie sie zu andern sich halten,
Welche Bewegung sie sich erteilen und wieder empfangen;
Also, daß leicht sich hieraus ein rechenschaftlicher Grund gibt,
Wie, was kurz noch zuvor von Farbe dunkel und schwarz war,
Könn' urplötzlich darauf in Marmorweiße sich wandeln.
Ebenso wird auch das Meer, von heftigen Winden erreget,
Umgewandelt in Wogen von heller und glänzender Weiße.
Sagen ließe sich dann, daß das, was öfters wir schwarz sehn,
Wann es die Stoffe durchmischt, die Ordnung derselben verändert,
Einige sich vermindern, und andre dagegen vermehren;
Dieses auf einmal alsdann sich weiß und glänzend uns zeige.
Wären die Fluten des Meeres jedoch schon dunkel im Grundstoff,
Dann so könnten auf keinerlei Art ins Weiße sie wandeln;
Möchtest du noch so sehr ineinander jagen die Stoffe,
Nimmer würden ins Weiße sie übergehen, die dunkeln.
Wären die Samen jedoch, aus denen der einfache klare
Meeresschimmer besteht, mit verschiedenen Farben gefärbet,
Wie man ein Viereck oft, und andre bestimmte Figuren,
Bildet aus anderen Formen und unterschiednen Figuren:
Müßte man auch, wie hier die verschiedenen Formen im Viereck,
So in der Fläche des Meers, und in jeder lauteren Glanzflut,
Bunte, und weit voneinander verschiedene Farben bemerken.

Übrigens zeigt sich die äußre Figur vollkommen im Viereck,
Sind auch die Glieder, woraus es besteht, verschieden an Bildung;
Aber an Dingen verschiedene Farbe verhindert es gänzlich,
Daß dasselbige Ding einfärbig jemals erscheine.

Irgendein Grund, der noch uns verführen könnte, den Stoffen
Einzuräumen die Farbe, zerfällt und verlieret sich gänzlich,
Wenn man bedenkt, daß nicht aus weißen entstünde das Weiße,
Noch was schwarz man benennt, aus schwarzen; vielmehr aus verschiednen.

Weit natürlicher ist`s, daß Weißes aus Stoffen entspringe
Ganz farbloser Natur, als daß es aus schwarzen sich zeuge,
Oder aus jeglicher Farbe, mit welcher es gänzlich im Streit steht.

Ferner, da ohne Licht nicht Farben können bestehen,
Aber hervor ans Licht ursprüngliche Körper nicht treten,
Folgt natürlich hieraus, daß diese von Farben entblößt sind.
Wie kann Farbe denn nur lichtlosem Dunkel gemein sein?
Sie, die sich selbst verändert im Licht, und verschieden zurückglänzt,
Je nachdem sie der Strahl schief oder gerade getroffen.
An dem Gefieder der Tauben, das ihnen den Hals und den Nacken
Rings umkränzt, kannst dieses du sehn im Strahle der Sonne:
Anders gewandt erscheinet es rot, im Glanz des Pyropus,
Wieder anders, Lasur, in grüne Smaragden gemischet.
So auch des Pfauen Schweif; zur volleren Sonne gewendet,
Wandelt auf ähnliche Art er die mannigfaltigen Farben.
Da nun des Lichtes eigener Wurf die Wirkung hervorbringt,
Ist es auch klar, daß ohne das Licht nicht solches geschähe.
Ferner noch, da die Pupille durch andere Stöße gereizt wird,
Wann sie das Weiße fühlt, durch andere wieder vom Schwarzen,
Wieder auf andere Art von jeglicher anderen Farbe;
Auch an der Farbe des Dinges, wofern du solches berührest,
Wenig lieget, vielmehr an der Form und der eigenen Bildung:
Also erhellt, daß Stoffe durchaus nicht Farbe bedürfen,
Sondern verschiedene Formen, verschiedne Gefühle zu wecken.

Sollte gewisser Farben Natur bestimmten Figuren
Eigen nicht sein, und könnte daher mit jeglicher Farbe
Jegliche Bildung der Stoffe bestehn: wie kömmt es, daß Dinge
Nicht auf ähnliche Art in jegliche Farbe sich kleiden?
Dann so träf` es sich wohl, daß zuweilen den fliegenden Raben
Weißer Schimmer entglänzte, von weißem Gefieder und Flügel;
Schwarze Schwanen entstünden, aus schwarzen Samen erzeuget,
Oder auch einfach und bunt, in jeder beliebigen Färbung.

Ja du bemerkest sogar, je kleiner man Dinge zerteilet,
Desto mehr sich die Farbe verliert, die endlich verschwindet;
So, wenn man Gold zerreibt zu feinem Staube, des Purpurs
Glänzendes Rot zerlegt in die allerzartesten Fäden:
Welches dir klar erweist, daß, ehe zum Stoffe sie kehren,
Alle die Teilchen zuvor aushauchen jegliche Farbe.

Endlich, indem du Ton und Geruch nicht jeglichem Körper
Zugestehest, so räumest du ein, daß Körper es gebe
Ohne Ton und Geruch: auf ähnliche Weise begreift sich's,
Daß, indem wir nicht alles mit Augen zu fassen vermögen,
Dennoch Körper vorhanden, die so der Farbe beraubt sind,
Wie des Geruches und wie des tönenden Schalles die andern:
Und es erkennt der forschende Geist nicht minder dieselben,
Als die in anderen Dingen auch anderer Zeichen entbehren.

Plinius

Da dieser Autor in jedermanns Händen sein kann, sowohl im Original als in Übersetzungen, so wäre seinen Text hier abdrucken zu lassen überflüssig und unnütz, um so mehr als der-

jenige, der ihn im einzelnen zu verstehen und auszulegen sucht, manche Schwierigkeiten findet, welche wir nicht zu überwinden hoffen. Wir ziehen daher vor, einen Aufsatz einzurücken, in welchem ein Freund das, was Plinius von Farben und Kolorit gesagt, zusammenfaßt und seine Meinung äußert, wie nach dem natürlichen Vorschritte der Malerkunst das einzelne möchte zu verstehen und zurechtzulegen sein.

Es mag dieser Versuch als ein Beispiel dienen, wie man eine bedeutende Weltbegebenheit aus ihrer eigenen Natur heraus entwickeln, darstellen, und die hiezu überlieferten Nachrichten nur insofern benutzen kann, als sie mit der Notwendigkeit in Harmonie stehen. Die Hauptpunkte, worauf alles ankommt, treten alsdann glänzender hervor; Lücken werden entdeckt und, wo nicht ausgefüllt, doch wenigstens bezeichnet, und auf diese Weise teils gegenwärtig etwas Belehrendes und Aufregendes geleistet, teils der Zukunft vorgearbeitet.

Hypothetische Geschichte des Kolorits besonders griechischer Maler

vorzüglich nach dem Berichte des Plinius

Der Verfasser nennt die gegenwärtige Abhandlung eine hypothetische Geschichte, weil die Nachrichten, welche uns durch alte Schriftsteller überliefert worden, in vielen Stücken höchst undeutlich und lückenhaft sind und also durch Vermutungen erst aufgeklärt und ergänzt werden müssen. Wenn indessen dasjenige, was wir vermuten, auf eine ganz natürliche und keinesweges gezwungene Weise aus dem Ganzen der Nachrichten hervorgeht oder durch den Gang der Sache selbst als notwendig gefordert wird, so verdient dasselbe allerdings mehr Glaubwürdigkeit als ein solches Überliefertes, das sich mit dem Wesen der Kunst schwer oder gar nicht verträgt. Der Verfasser behält sich also die Freiheit vor, teils Vermutungen, deren Wahrscheinlichkeit ihm nach dem notwendigen Gange der Kunst einleuchtend ist, vorzubringen, teils Nachrichten, welche ihm widersprechend scheinen, wenn sie sich gleich auf die Autorität eines alten Schriftstellers gründen sollten, zu verwerfen.

Nach des Plinius Behauptung stimmten alle älteren Überlieferungen darin überein, daß die Malerei eigentlich vom Umriß eines menschlichen Schattens begonnen habe; welches unter der Bedingung für wahrscheinlich gelten kann, daß man sich dabei nicht etwa wirkliche Schatten- oder Silhouettenfiguren denke, sondern vielmehr die ersten Linearversuche, eine Gestalt auf eine Fläche aufzuzeichnen: denn dieses ist ja in der Tat das Elementare der Malerei.

Ardices und Telephanes, sagt Plinius, hatten zuerst diese Art von Kunst geübt, noch aber keiner Farben sich bedient, sondern nur innerhalb der Figuren hin und wieder Linien gezogen; wobei er hinzufügt, es sei in dieser ersten Zeit üblich gewesen, jedesmal daneben zu schreiben, wen man abgemalt habe.

Hier zeigt sich dieselbe Bemühung, Formen und Gestalten darzustellen, wie wir noch an den Kindern gewahr werden, wenn sie spielend ihre Popanze an die Wände zeichnen.

Schelte indessen niemand die alten Erfinder der Kunst kindischen oder unreifen Geistes, wenn auch die Werke, die sie verfertigten, sich mit dem Bestreben der Kinder vergleichen lassen. Denn durch sie ist der erste Anlaß zur Malerei, zur Darstellung erhobener runder Gegenstände auf ebener Fläche, in die Welt gekommen, und jeder erste Schritt kann als ein großer und wichtiger angesehen werden.

Ferner sehen wir auch unsere Kinder, welche einen Begriff von Malerei sich geschwind bilden können, sehr bald um etwas weiter gehen und den Versuch machen, wie sie mit Ziegelmehl ihren Fratzen von Seiten der Farbe mehr Naturähnlichkeit verschaffen möchten: ebenso wie nach Plinius' Bericht der Korinther Kleophantus soll getan haben. Und wir sehen nicht, was sich gegen die Wahrscheinlichkeit dieser Nachricht von der ersten einfachsten Weise, wie sich der Sinn fürs Kolorit ausgesprochen, viel einwenden ließe. Denn ehe man den Boden nach Ockerarten und Kreiden durchsucht und verschiedene Hauptfarben zur Nachahmung der Karnation zu mischen gewagt, mögen wohl die Scherben gebrannter irdener Gefäße oder Backsteine das nächste und beste Mittel dargeboten haben, den vorgesetzten Zweck zu erreichen.

Hierbei wird jedermann leicht einfallen, daß die bemalten sogenannten hetrurischen, Gefäße in gebrannter Erde gewissermaßen als Symbole dieser uranfänglichen Malerei können angesehen werden. Die ältesten derselben mit schwarzen, im Detail oft noch unförmlichen Gestalten, stellen uns die Linearzeichnungen des Telephanes und Ardices vor Augen; und wie Plinius von den Werken dieser beiden Künstler erzählt, so sind auch auf den erwähnten Vasenzeichnungen ältester Art, im Innern, zur Andeutung der Teile, einzelne Linien gezogen. Woraus klar erhellt, daß man dadurch keinesweges eigentliche Schattenrisse bezweckte, sondern wirklich allgemeine Zeichnung plastischer Gestalten auf ebener Fläche, doch ohne Begriff von Kolorit, noch weniger von Licht und Schatten; welcher letzteren Erkenntnis, wie wir in der Folge sehen werden, erst später aufgegangen ist und die Vollendung der Malerei bewirkt hat.

Die andere und vermutlich spätere Art der Vasenbilder, mit gelbroten Figuren auf schwarzem Grunde, kann den durch Kleophantus eingeführten ersten vorschreitenden Versuch, die anfängliche Andeutung der Farbe, darstellen. Denn wenn er mit zerstoßenen Scherben malte, so muß daraus eben dieselbe Farbe entstanden sein, die der gebrannte Ton auf nicht glasierten Gefäßen wirklich zeigt.

Wenn wir die sogenannten hetrurischen Gefäße als Darstellung der uranfänglichen Versuche in der Malerei anführten, so würde man uns doch mißverstehen, wenn man glauben wollte, daß wir die Zeichnungen auf dergleichen Gefäßen wirklich in ein so hohes Altertum hinaufrücken und sie selbst als Erstlinge der Malerei betrachten möchten. Wiewohl einige mit schwarzen Figuren, uralter Schrift und unbeholfener noch roher Zeichnung in der Tat sehr alt sind und aus Zeiten herrühren können, welche von der Erfindung der auf Flächen zeichnenden Kunst bei den Griechen nicht fern gewesen. Wir aber gedenken ihrer bloß als solcher Kunstwerke, worauf die ersten ursprünglichen Arten der Malerei noch beibehalten waren und wodurch wir uns dieselben desto besser vorstellen können.

Fruchtlos würde die Bemühung ohne Zweifel ausfallen, wenn jemand unternehmen wollte, die Zeit bestimmt auszumitteln, wann eigentlich bei den Griechen die ersten Anfänge der Malerei stattgehabt. Die Namen Philokles, Kleanthes, Ardices, Telephanes, welche Plinius den Erfindern beilegt, mögen wohl nur bloße Namen sein, so wie alles, was er über das Alter der bildenden Kunst in Griechenland und Italien vorgebracht, aus ungewissen widersprechenden Nachrichten zusammengetragen ist.

Das einzige läßt sich mit Gewißheit behaupten, daß die ersten Versuche der Malerei in sehr entfernte Zeiten fallen. Und wenn man gleich anfänglich schon einige Lebhaftigkeit des Kunstbetriebs annehmen dürfte, so müßte die Plastik selbst nicht beträchtlich älter sein. Doch ist nicht zu leugnen, daß ihre Erfindung oder erste Übung dem Menschen leichter als die der Malerei fallen mochte und daß man jene immer als die ältere, diese als die nachgeborne jüngere Schwester wird erkennen müssen.

Wir schreiten in unsern Betrachtungen weiter fort und finden einen Eumarus, der den Ruhm erwarb, zuerst in seinen Darstellungen die männlichen von den weiblichen Figuren unterschieden zu haben. Dieses scheint mehr von Verbesserung und Berichtigung der Gestalt oder der Zeichnung als von Verfeinerung des Kolorits auszulegen.

Dieser, und Kimon von Kleone erweiterten die Kunst, indem von ihnen die katagraphischen Darstellungen erfunden wurden. Die Unbestimmtheit der Bedeutung dieses Worts hat den Auslegern nicht allein zu schaffen gemacht, sondern man kann sogar behaupten, der eigentliche Sinn desselben sei ihnen verborgen geblieben. Nach unserm Dafürhalten geht die Meinung des Plinius dahin, daß durch die Bemühungen der genannten Künstler die menschlichen Gestalten in der Malerei zuerst mehrere Bewegung und Mannigfaltigkeit erhalten haben. Die Figuren wurden zurückschauend, aufschauend und niederschauend dargestellt; Gelenke und Adern, wie auch an Gewändern die Falten angedeutet, mit einem Worte, die Kunst hatte sich der Natur genähert und sie nachzuahmen begonnen.

Wenn also Plinius von der Erfindung katagraphischer Darstellungen redet, so will er dadurch das Vermögen oder die Kunst, im Umriß die Wendungen und Verkürzungen anzudeuten, ausdrücken. Ein Umstand, welcher allerdings von so großer Wichtigkeit in geschichtlicher Rücksicht ist, als unser Autor darauf zu legen scheint. Denn es war dadurch eine der großen Hauptstufen erstiegen, über welche die Kunst sich zu ihrer Vollkommenheit emporarbeiten mußte.

Hierauf wird nun eine Lücke in den von Plinius uns überlieferten Nachrichten bemerkt. Die Kunst mag vielleicht durch eine geraume Zeit von verschiedenen Künstlern mancherlei Verbesserungen erhalten haben; doch ohne daß eine derselben so auffallend gewesen, um als ein wichtiger Vorfall in der alten Kunstgeschichte angezeigt zu werden. Unterdessen mag man zu mehrerer Fertigkeit gelangt, die Maler mögen nach dem damaligen Maß der gangbaren Kenntnisse mehr Meister ihres Fachs geworden sein.

Ohne Zweifel erhielt die Malerei große und bedeutende Verbesserungen durch den Polygnot von Thasos. Die Bewunderung, welche das ganze Altertum seinen Werken zollte, ist ein sicherer Bürge für ihre hohen Verdienste. Und noch können wir über den edlen Geist seiner Erfindungen urteilen, indem uns Pausanias den Inhalt von zweien seiner Hauptgemälde beschrieben und überliefert hat.

Polygnot mag als ein außerordentlicher Geist im ganzen über die Kunst gewaltet und sie ihrer Vollkommenheit näher gebracht haben; aber unsere gegenwärtigen Betrachtungen beziehen bloß dasjenige, was die Fortschritte der Farbengebung angeht. Er muß, den alten Nachrichten zufolge, um mehrere Mannigfaltigkeit der Farben bemüht gewesen sein, sie auf eine zwar einfache Weise, aber mit Sinn und nach Maßgabe des beabsichtigten Charakters angewendet haben. Er kleidete zuerst die weiblichen Figuren in helle Gewänder und gab dem Hauptschmuck derselben fröhlich bunte Farben, wodurch also die Gemälde im allgemeinen anziehender und gefälliger wurden.

Man sagt, Polygnot und sein Zeitgenosse Mikon hätten sich zuerst des lichten Ockers zum Malen bedient. Nimmt man diese Nachricht in dem Sinne, als hätten diese Künstler die erwähnte Farbe unvermischt zum Anstrich von Gewändern gebraucht, so erhellt daraus eben das vorhin bemerkte sorgfältige Bestreben nach Mannigfaltigkeit, Abwechselung und Farbenreiz. Will man aber gar zugeben, sie hätten, was nicht unwahrscheinlich ist, durch Vermischung dieser Farbe mit Rot und Weiß die genauere Nachahmung der Wahrheit in Darstellung der nackten Teile ihrer Figuren, besonders der weiblichen, erzwecken wollen, so war die Kunst der Malerei bereits auf dem Wege, der sie ihrer vollkommnen Entwicklung zuführen mußte. Es ist vielleicht hier der schicklichste Ort, beizubringen, daß, ebenfalls einer

Nachricht des Plinius zufolge, nicht lange vor dieser Zeit auch die Farbe des Zinnobers erfunden wurde.

Von Panänus, des Phidias Bruder, einem Zeit- und Kunstgenossen des Polygnot, wissen wir aus Nachrichten des Plinius und Pausanias, daß er in der Poekile zu Athen die Schlacht bei Marathon gemalt, und zwar, wie aus eben diesen Nachrichten zu vermuten ist, mit mancherlei Farben. Auch sollen die Figuren der Feldherren, sowohl der Griechen als Perser, wirkliche Bildnisse dargestellt haben. Man sieht also offenbar das damalige lebhafte Bemühen der Maler, ihren Werken Wahrheit zu geben. Dieses Bemühen aber mußte vornehmlich Farbe und Farbenmischung betreffen: denn die Zeichnung war damals schon auf den Gipfel des Großen, Edlen, Würdigen gelangt, wovon die plastischen Werke jener Zeit zu unverwerflichem Zeugnis dienen können.

Um die neunzigste Olympiade scheint sich die Malerei bis zur Selbständigkeit emporgearbeitet zu haben. Offenbar setzt Plinius einen bedeutenden Lebenspunkt, das Beginnen einer neuen Epoche der Malerei, in diese Zeit, hat aber zu bemerken unterlassen, worin die wesentliche, damals bewirkte Verbesserung eigentlich bestanden habe. Wir machen uns davon ungefähr folgende Vorstellung.

Bis auf diese Zeit waren die schnelleren Fortschritte der malenden Kunst noch immer gehindert, teils weil die Künstler dieses Fachs die notwendige Fertigkeit und Bequemlichkeit der Behandlung noch nicht in ihrer Gewalt haben mochten, teils weil es ihnen an zweckmäßigen Werkzeugen gebrach. In der frühsten Zeit bediente man sich des Griffels; allein dieser konnte doch wohl nur bloße Umrisse zu ziehen gebraucht werden. Sobald aber die Absicht, mehrere Farben anzuwenden, entstanden war, trat auch das notwendige Bedürfnis eines die Auftragung derselben erleichternden Werkzeuges ein. Wie aber und wann eigentlich zu solchem Behuf der Pinsel erdacht und nach und nach vervollkommnet worden, davon ist keine sichere Nachricht vorhanden.

Im Besitz zwar einfacher, aber doch für die Nachbildung aller sichtbaren Gegenstände genugsam hinreichender Farben mögen die Künstler dieser Zeit gewesen sein. Als berühmte Männer, die also wahrscheinlich Steigerer und Erweiterer der Malerei gewesen, nennt Plinius in der neunzigsten Olympiade den Aglaophon, vermutlich einen andern als den Vater des Polygnot; ferner Kephissodorus und Evenor, dessen Sohn und Schüler Parrhasius war. Worin aber eigentlich ihre Verdienste und die von ihnen bewirkten Fortschritte der Kunst bestanden haben, wird nicht gemeldet. Jedoch finden wir Ursache zu glauben, daß von ihnen, wo nicht die ganz ersten, doch wenigstens die allmählich besser gelungenen Versuche, Licht und Schatten anzudeuten, gemacht worden. Hierzu scheint uns die Erwähnung verschiedener Umstände zu berechtigen.

Denn erstlich ist, nach vorhin geschehenen Andeutungen, die Zeichnung schwerlich derjenige Teil gewesen, in welchem die erwähnten Künstler, die dem Polygnot unmittelbar folgten, eine höhere Vollkommenheit als dieser große Meister erlangt haben. Also müssen sie, da mit ihnen eine neue Epoche der Malerei anfangen soll, in irgendeinem vorhin noch nicht oder wenigstens mit geringem Erfolg bearbeiteten Teile starke Vorschritte gemacht haben.

Nun ist angezeigter Weise sowohl als auch der innern Notwendigkeit nach die Malerei vom reinen Umriß zu Figuren, die sich bloß durch eine einfache Lokalfarbe vom Grund, auf den sie gearbeitet waren, unterschieden, vorgeschritten; dann wurden, als man sich nach und nach im Besitz von mehreren Farben sah, dieselben von großen Künstlern zu sinnvoller Bedeutung, aber wie wir zu glauben geneigt sind, alle noch immer bloß als Lokalfarbe

gebraucht, ohne durch Abstufung von helleren und dunkleren Tönen die Wirkung des Lichts und Schattens nachahmen zu wollen.

Denn wenn uns die neuere Kunstgeschichte belehrt, daß erst nach langen und schweren Bemühungen das Helldunkel an natürlichen Gegenständen richtig wahrgenommen werden konnte, obgleich die Tradition davon aus dem Altertum einigermaßen noch übrig war, wie sehr viel größere Schwierigkeiten hatten nicht die Alten zu besiegen, da sie sich den Begriff selbst neu erschaffen mußten! Auch ist kein einziger wahrscheinlicher Grund und keine alte Nachricht vorhanden, nach welchen vermutet werden dürfte daß in Polygnots Gemälden bereits Licht und Schatten angegeben gewesen. Vielmehr läßt das Symbolische seiner Darstellungen, die vielen Figuren, die er auf Gemälden angebracht und reihenweise geordnet, schließen, daß die Angabe von Licht und Schatten von ihm noch nicht bezweckt worden. Hingegen ist wohl nicht zu zweifeln, daß dieses vom Apollodorus, einem Athenienser, der sich um die vierundneunzigste Olympiade berühmt gemacht, geschehen sei. Selbst Plinius bemerkt, daß von den vor diesem Meister verfertigten Gemälden kein einziges das Auge angezogen, wovon der Grund doch wohl nur in dem früher noch gar nicht oder doch nur unbestimmt angedeuteten Licht und Schatten zu suchen ist.

Auch hinsichtlich auf die Gegenstände scheinen die vom Apollodorus gemalten Werke sich von denen des Polygnot wesentlich unterschieden und meist nur einzelne oder doch eingeschränkte Figuren dargestellt zu haben, welche vom Symbolischen, als dem vornehmlich der Plastik gehörigen Feld, abwichen und allmählich den für die Malerei besser geeigneten dramatischen Charakter annahmen.

Nach dem Ruhme zu urteilen, welchen die Alten einstimmig dem Zeuxis von Heraklea gegeben, muß derselbe sich außerordentliche Verdienste um die Kunst erworben haben. Und wenn wir seine Bemühungen bloß aus dem beschränkteren Gesichtspunkt, den wir hier vorzüglich im Auge haben müssen, ansehen, so scheint durch ihn sowohl eine freiere malerische Behandlung, als auch in Hinsicht auf das Kolorit und den Gebrauch von Licht und Schatten mehr Freiheit eingeführt worden zu sein.

Betrachten wir aber, was Zeuxis auch in andern Teilen geleistet, so scheint er als einer der großen Beförderer der Kunst im allgemeinen anzusehen: denn seine Erfindungen waren von der edelsten, gehaltvollsten Art, die Formen nach dem Zeitgeschmack von würdiger Großheit; aber sein eigentümliches Bestreben ging auf das Schöne. Und also mochten, nach unserm Ermessen, die Arbeiten dieses Künstlers wohl nicht fern von der höchsten in der Kunst erreichbaren Höhe gestanden haben. Im vierten Jahr der fünfundneunzigsten Olympiade wird aller Wahrscheinlichkeit nach eines der vorzüglichsten Werke von ihm verfertigt worden sein, weil Plinius des Künstlers höchsten Ruhm von diesem Jahre datiert hat.

Androkydes, Eupompus, Parrhasius und Timanthes waren Nebenbuhler des Zeuxis, wahrscheinlich aber auch etwas jünger als derselbe. Von den beiden ersten wissen wir wenig mehr als die Namen; doch von den letztern sind umständlichere Nachrichten vorhanden, und es leidet durchaus keinen Zweifel, daß Parrhasius die Malerei vorzüglich befördert und vervollkommnet habe. Hauptsächlich mögen durch ihn die Umrisse der Figuren weicher und schwindender, die Gestalten wie mit Luft umgeben gemalt worden sein. Dieses zeigt, daß die Beobachtung und Nachahmung von Licht und Schatten bereits auf einen hohen Grad von Feinheit und Genauigkeit getrieben war. Daß er auch in der Wahrheit des Kolorits zu einer großen Höhe gelangt sei, lernen wir aus einer andern Nachricht des Plinius, wo unter den berühmtesten Werken dieses Künstlers eines Wettläufers gedacht wird, welcher zu schwitzen schien. Es kann also kein Rätsel für uns sein, warum Parrhasius dem Zeuxis für überlegen geachtet wurde. Er war, nach unserer Ansicht der Dinge, kein besserer Künstler als Zeuxis, aber unstreitig war er ein vollkommnerer Maler.

Das flache Märchen, welches Plinius von dem Wettstreit der genannten beiden großen Künstler erzählt, wo Zeuxis Trauben, Parrhasius aber eine als mit dem Vorhang bedeckte Tafel dargestellt haben soll, möchten wir freilich seinem ganzen Umfange nach nicht in Schutz nehmen; allein es konnte unmöglich erfunden und nacherzählt werden, ohne daß sich beide Künstler um das Kolorit besonders verdient gemacht, ohne daß Parrhasius die täuschende Wahrheit der Nachahmung in seiner Gewalt gehabt, das heißt, daß seine Lokaltinten richtig und die Schattierung nach der Natur sehr wohl beobachtet gewesen. Timanthes soll in einem Wettstreit selbst über den Parrhasius gesiegt haben. Ob er aber auch in Hinsicht auf das Kolorit besonders vortrefflich gewesen und durch Vorzüge dieser Art den Sieg erlangt, geht aus den Nachrichten nicht hervor. Er wird uns vornehmlich als höchst sinnreich in seinen Erfindungen beschrieben, auch müssen seine Gemälde in betreff des Ausdrucks der Leidenschaft und Darstellung des Charakters der Figuren höchst schätzbar gewesen sein. Jenes ist aus seiner berühmten Iphigenia wahrscheinlich dieses schließen wir aus der Nachricht von einem andern seiner Gemälde. welches einen Helden dargestellt, und worin, wie Plinius anmerkt, die ganze Kunst, Männer zu malen enthalten war.

Demnach bleibt es allerdings rätselhaft, worauf Parrhasius eigentlich gezielt, welcher, als das Gemälde des Timanthes vom Streit des Ulysses und Aias um Achills Waffen dem seinigen, wo derselbe Gegenstand abgebildet war, vorgezogen wurde, soll gesagt haben: es kränke ihn, daß Aias abermals von einem Unwürdigen überwunden werde.

Ebenso schwer möchte auszumachen sein, worin die Vorzüge des Eupompus, Stifters der Sikyonischen Schule, bestanden haben; weil durchaus keine umständlichen Nachrichten über ihn vorhanden sind, wir auch überhaupt noch nicht wissen, auf welche Weise sich die griechischen Malerschulen in Geschmack, Stil und Behandlung voneinander unterschieden haben.

Euphranor vom Korinthischen Isthmus, ein berühmter Künstler, der sowohl gemalte als plastische Meisterstücke verfertigt und nach Plinius in der hundertundvierten Olympiade geblüht, wird sonder Zweifel auch zur Vervollkommnung des Kolorits beigetragen haben: denn es waren von ihm verfaßte Bücher über die Farben vorhanden. Und weil er von einem gemalten Theseus des oben erwähnten Parrhasius zu urteilen wagte: derselbe sei mit Rosen genährt, ein anderer aber, von ihm selbst gemalter, mit Fleisch, so ist also durch ihn damals größere Wahrheit, Abwechselung und Charakteristik des Farbentons erreicht worden.

Wir nennen hier noch den Echion, Aristides und Pamphilus. Echion lebte in der hundertundsiebenten Olympiade, und man muß damals schon mit großer Kraft und Gegensätzen von Hell und Dunkel gemalt haben, weil unter den berühmtesten Gemälden dieses Künstlers eines erwähnt wird, worauf eine Neuvermählte dargestellt war, der eine alte Frau die Lampe vortrug. Also ein Nachtstück, und neben dem höhern Verdienst ungemein zarten Ausdrucks von kräftiger Wirkung.

Pamphilus hatte den Ruhm, den größten der griechischen Maler gezogen zu haben und scheint von den Alten, besonders wegen seiner theoretischen Kenntnisse, geschätzt worden zu sein. Ob ihm die Kunst auch von Seiten des Praktischen und vorzüglich des Kolorits Erweiterungen zu danken habe, ist uns nicht überliefert worden.

Aristides, der Thebaner, mag etwas jünger als die eben genannten Meister und ein noch größerer, ja dem Apelles selbst gleichgeschätzter Künstler gewesen sein. Unterdessen wird von ihm ausdrücklich bemerkt, sein Hauptverdienst habe nicht in vorzüglicher Anmut der Behandlung oder in zartem Kolorit, sondern in bewundernswürdigem Geist und Lebhaftigkeit des Ausdrucks seiner Figuren und in gehaltreicher Erfindung bestanden.

Dieser Künstler sowie einige der vorhergenannten könnten zwar hier als überflüssig angeführt betrachtet werden, weil wir bloß die Absicht angekündigt, den Fortschritten in der Malerei hinsichtlich auf Anwendung der Farben und was überhaupt mit dem Kolorit verwandt ist, nachzuforschen. Allein eben aus dem Umstand, daß einige Künstler rühmlich bemerkt sind, deren Kunst ganz anderer Vorzüge als des Kolorits wegen gelobt worden, und der gedachte so hoch gerühmte Aristides sogar von dieser Seite gelindem Tadel nicht entgangen, eben daraus ergibt sich klar, daß die Kunst der Farbenbehandlung und der Nachahmung natürlicher Gegenstände durch dieselben um gedachte Zeit schon sehr weit getrieben gewesen, so daß an den Künstler von dieser Seite damals schon sehr große Anforderungen gemacht werden konnten.

Die zufällige Erfindung des gebrannten Bleiweißes oder dessen, was wir jetzt Neapel-Gelb nennen, und die Einführung seines Gebrauchs in die Malerei ist ein Umstand, welchen wir nicht übergehen dürfen. Nikias soll der erste gewesen sein, der diese Farbe angewendet. Dieser Künstler aber lebte zur Zeit des Praxiteles. Weibliche Figuren sollen ihm vorzüglich gelungen sein. Die Richtigkeit der Beleuchtung und das Vortretende in seinen Bildern wird gerühmt, woraus geschlossen werden kann, daß dieser Meister kräftig und mit Effekt gemalt habe.

In bezug hierauf kann man ebenfalls die Bemerkung des Plinius anführen, der, wo er von der Usta, dem gebrannten Bleiweiße spricht, hinzufügt: daß ohne diese Farbe der Schatten nicht ausgedrückt werden könne, welches genau mit den Grundsätzen der neuern Maler, die mit kräftigem Kolorit gearbeitet, übereinstimmt.

Zu welcher Zeit und von welchem Künstler das System der Massen von Licht und Schatten in der Malerei gegründet worden, ist nicht genau bekannt; aber wenn wir dasselbe an den plastischen Werken, zur Zeit des schönen Stils, um die Zeit des Praxiteles, angewandt sehen, so ist mit Grund zu vermuten, daß in der Malerei schon etwas früher davon Gebrauch gemacht worden und diese Maximen nachher auf die Plastik übergegangen.

Durch den Apelles erreichte endlich die Malerei bei den Griechen ihr höchstes Ziel. Was den Adel der Erfindung, die Schönheit der Gestalten betrifft, scheint er allen seinen Kunstgenossen wenigstens gleichgekommen zu sein, in betreff der Anmut aber über alle den Vorzug behauptet zu haben.

Aus der Menge Arbeiten dieses Künstlers, von denen uns noch Nachricht übrig geblieben, läßt sich schließen, daß die Behandlung derselben vollkommen meisterhaft und leicht gewesen, ohne jedoch der Zartheit der Ausführung einigen Abbruch zu tun. Und so dürfen wir auch, teils aus diesem, teils aus andern Gründen, welche die erwähnten Nachrichten uns darbieten, die beste Meinung von der Vollkommenheit des Kolorits in den Bildern des Apelles hegen.

Durch ihn soll die Zahl der Pigmente noch um eines, nämlich um das aus gebranntem Elfenbein verfertigte Schwarz vermehrt worden sein. Woraus zu vermuten ist, daß er damit eine vorher noch nicht erreichte Stärke und Wirkung beabsichtigt habe.

Allein eine noch weit wichtigere Erweiterung der malerisch- technischen Mittel war die von ihm eingeführte Lasierung, wodurch er den Bildern jenen künstlichen bezaubernden Schein, den Farben die gefällige Milde und die höchst zarte, auf keinem andern Wege in solcher Vollkommenheit erreichbare Abstufung erteilte. Die hieher gehörige Stelle des Plinius ist ungemein deutlich, ja sie scheint sogar keine andere Auslegung zu leiden.

"Wenn seine Gemälde vollendet waren, überzog er sie mit einer sehr feinen Schwärze, atramentum, die durch ihren Glanz die Schönheit der Farben noch erhob, das Gemälde vor Staub und Schmutz schützte und erst bemerkt werden konnte, wenn man es näher betrachtete. Er verfuhr aber darin sehr behutsam. Die Lebhaftigkeit der Farben sollte das Auge nicht beleidigen, und es sollte sie in der Entfernung wie durch einen Spiegelstein erblicken. Eben diese Schwärze sollte auch den zu hellen Farben unvermerkt mehr Ernst geben."

Der Umstand, daß es ein glänzender Firnis war, durch welchen das Gemälde vor Staub und Schmutz geschützt wurde, ist nicht minder interessant als die noch ferner hinzugefügte Anmerkung, daß das Auge die Farben oder das Gemälde wie durch Spiegelstein erblicken sollte. Es geht daraus hervor, daß Apelles auf oder über seine Malereien einen in hohem Grade dehnbaren, nach Willkür stärker oder schwächer aufzutragenden Firnis von dunkler Farbe zog, der ganz die Eigenschaft und Wirkung der in der Ölmalerei heutzutage angewendeten Lasurfarben, vorzüglich des Asphalts, hatte. Ob es sogar dieses Erdharz selbst, mit irgendeiner Art Öl oder Gummi vermischt, gewesen sei, läßt sich zwar nicht unumstößlich dartun, aber es ist nicht unwahrscheinlich, da die beschriebenen Wirkungen gerade diejenigen sind, welche wir auf den vortrefflichsten Ölgemälden der vorzüglichsten neuern Meister in diesem Teile der Kunst erreicht sehen.

Protogenes, des Apelles Zeitgenosse und Miteiferer um den höchsten Ruhm in der Malerei, scheint seine Bilder mit auffallend größerer Sorgfalt ausgearbeitet zu haben, worüber das so höchst erfreuliche Leichte, der Schein eines freien fröhlichen Spiels, zum Teil eingebüßt werden mochte, wie wir aus dem aufbewahrten Urteil des Apelles vermuten können, welcher gestanden: daß Protogenes ihm selbst in allem gleich komme, ja ihn wohl noch übertreffe; nur wisse er nicht zur rechten Zeit aufzuhören. Hierauf beschränkt sich alles Wesentliche, was über diesen großen Künstler bis auf uns gekommen.

Nun bleibt uns noch ein schwieriger Punkt in den Nachrichten des Plinius zu untersuchen übrig; wobei aber wenig Hoffnung ist, denselben völlig ins klare zu setzen. Mehrmals berichtet nämlich der angeführte Schriftsteller, die älteren großen griechischen Meister hätten ihre unsterblichen Werke nur mit vier Farben gemalt. Er geht noch weiter und spezifziert sogar diese vier Farben, deren sich seiner Angabe nach Apelles, Echion, Melanthius und Nikomachus, mit Ausschluß aller andern Pigmente, sollen bedient haben.

Von den weißen Farben ist es das Melinum allein, welches eine Kreide war: das erethrische hielt man für das beste; von den ockerartigen das Atticum, wahrscheinlich ein schöner heller Ocker; von den roten die pontische Sinopis, ohne Zweifel eine rote Erde wie die neapolitanische; und von den schwarzen das Atramentum. Unter der letzten Benennung wird, wie es scheint, von Plinius alle schwarze Farbe oder Schwärze überhaupt, und oft eine besondere Art Schwarz verstanden, wie hier der Fall sein mag: und folglich ist es ungewiß, ob er das Erdpech, den Kienruß, Kohlschwarz, oder die aus gebrannten Weinhefen und aus Weintrestern verfertigte schwarze Farbe, oder gar das verkohlte Elfenbein, dessen Erfindung er dem Apelles zuschreibt, gemeint habe.

So bestimmt auch Plinius im ganzen an dieser Stelle zu sein scheint, so kann man doch unmöglich seinen Bericht buchstäblich auslegen, weil offenbare Schwierigkeiten, ja Widersprüche daraus entstehen würden. Die angeführte Stelle kann demnach schwerlich eine andere als die allgemeine Bedeutung haben: daß die großen Meister des Kolorits in Griechenland - denn ohne Zweifel sind diese vorhingenannten in dieser besondern Rücksicht aufgeführt worden - sich bloß einfacher Farbenmittel bedient, aber durch verständige kunstreiche Anwendung derselben nichtsdestoweniger große Wirkungen erzielt und den echten Kunstforderungen genug getan; dahingegen die Maler zu Plinius Zeiten blendende Farben mancherlei Art anwendeten, aber das Wesentlichste der Kunst vernachlässigten.

Man dürfte sich freilich sehr wundern in Aufzählung der einfachen Farben, deren sich die größten Maler bei den Griechen zu ihren Werken bedient, das Blau ganz vergessen zu sehen. Und wenn es erweislich ist, daß zur guten Wirkung eines Gemäldes unumgänglich die Totalität des ganzen Farbenkreises erfordert wird, so müßte die hohe Meinung vom Farbenspiel und von der Harmonie, welche die Verehrer des Altertums sonst den Werken jener genannten großen Meister zuschreiben mochten, allerdings vermindert werden, und sie schwerlich, bei allen übrigen Vorzügen, vor dem Verdacht der Monotonie zu schützen sein. Denn wenn sie sich keiner blauen Farbe sollten bedient haben, so hätte notwendig auch das frische Grün mangeln müssen. Allein es ist keinesweges wahrscheinlich, daß die großen Meister die Vorteile nicht eingesehen haben sollten, welche aus der Anwendung von Blau und Grün für bessere Harmonie und Mannigfaltigkeit des Farbenspiels in Gemälden entspringen.

Unsres Bedünkens muß man daher, um die Stelle beim Plinius zu retten, auf die buchstäbliche Auslegung derselben verzichten, und unter den vier Farben bloß den Gebrauch einfacher Farben verstehen: denn sonst würde der Autor mit sich selbst in Widerspruch geraten. Er berichtet ja, daß Minium, es sei nun Zinnober oder Mennig darunter verstanden, schon früh erfunden worden. Errechnet dem Polygnot als ein Verdienst an, daß derselbe seinen weiblichen Figuren buntes Kopfzeug gegeben habe, welches aus denen Farben, die er dem Nikias und Apelles selbst nur lassen will, nicht zu bewerkstelligen war. Vom Nikias wird aber an einem andern Orte ausdrücklich gemeldet, er habe sich der Usta, des gebrannten Bleiweißes, zuerst bedient; und es wird ferner beigefügt, ohne Usta lasse sich der Schatten nicht ausdrücken. Folglich müßten alle die großen alten Meister den Schatten nur unzulänglich dargestellt haben. Es geht aber aus den eigenen Anmerkungen, die Plinius über ihre Werke eingeschaltet hat, ganz das Gegenteil hervor. Und wäre es nicht also gewesen, hätte die Malerei sich in der Tat von dieser Seite erst später vervollkommnet, so wären ja die Vorwürfe ungerecht, die Plinius eben den spätern Künstlern über die Anwendung mehrerer Farben machen will. Apelles selbst hat sicherlich sein Elfenbeinschwarz um größerer Kraft willen und um allenfalls die übrigen schwarzen Farben durch noch tiefere Schwärze abschattieren zu können, gebraucht, und nicht etwa darum, weil es zur Mischung in den Fleischtinten am bequemsten war, wie ein jeder neuerer Maler wohl aus Erfahrung weiß.

Warum aber vom Plinius unter jenen vier Farben das Blau nicht erwähnt wird, erklärt sich vielleicht durch die Stelle, wo derselbe vom Atrament oder von schwarzen Farben spricht, am besten. Er meldet nämlich, die gebrannten Hefen von gutem Wein gäben nach der Behauptung einiger Maler eine Schwärze, welche dem Indicum nahe käme, und Indicum selbst wird von ihm an die schwarzen Farben angeschlossen. Aus einer folgenden Stelle geht aber hervor, daß unter Indicum schwerlich etwas andres als der wirkliche Indigo, und also blaue Farbe, gemeint sein kann, die denn auch in Gouache- und Leimfarben noch immer gebraucht wird. Das Blau von Waid, Vitrum, war wenigstens zur Zeit des Plinius ebenfalls bekannt. Man verfälschte damals das Indicum damit. Ebenso haben die Alten das Bergblau, und zu Alexanders Zeiten sicherlich auch den Lapis Lazuli gekannt. Dieses ist es, was wir über eine allerdings schwierige und vielfacher, nur nicht wörtlicher Auslegung fähige Stelle anzumerken für schicklich erachtet haben.

Nachdem wir nun das erste Entsprießen der griechischen Malerei, ihre Blüten und die herrlichen goldenen Früchte, die sie zur Zeit ihres höchsten Glanzes getragen, betrachtet haben, verfolgen wir dieselbe auch während ihres Sinkens bis zu ihrem endlichen Untergang. Gewiß, es könnte demjenigen nicht an Gründen fehlen, der eine Naturnotwendigkeit auch hier behaupten und sagen wollte, kein mögliches Mittel sei gewesen, ihren Verfall zu verhindern, da ewige Gesetze so die Kunst wie alle übrigen Dinge einem Auf- und Niedersteigen, der Jugend und dem Alter, dem Erscheinen und Vergehen unterworfen hätten. Allein dieses

dürfte uns zu weit von unserm vorgesetzten Zwecke ableiten, der hier nicht ist, Ursachen zu ergründen, sondern was wahrscheinlich geschehen ist, darzulegen.

So geschah es also, daß hinter dem Apelles und Protogenes, deren Werke man als die höchsten Gipfel der Malerei ansehen kann, die Kunst durch immer versuchte Neuerungen an Gehalt, an Stil, an Reinheit der Formen und des Geschmacks immer mehr abnahm.

Aus den freilich sehr mangelhaften Nachrichten, die uns davon noch übrig sind, läßt sich schließen, daß Maler aufgestanden, welche vornehmlich die Wirkung fürs Auge bezweckten; andere, welche bei gemeinen Gegenständen durch das Gefällige der Ausführung; andere, die sich durch Witz und Laune des Inhalts Beifall zu erwerben gesucht. Noch von andern wird ausdrücklich gemeldet, sie hätten sich vorzüglich durch Geschwindigkeit, mit der sie arbeiteten, hervorgetan. Diese waren also genötigt, dem Wesentlichen, Genauen, sorgfältig Ausstudierten und Wohlgeendigten zu entsagen und das bloß Scheinbare zu suchen. Und so werden ihre Arbeiten, gegen die Werke des Apelles und Protogenes gehalten, ungefähr eben das Verhältnis wie in neuerer Zeit die Gemälde des Peter von Cortona und des Luca Giordano gegen die des Michelangelo oder Rafael gehabt haben.

Mit diesen wenigen Betrachtungen sind wir freilich genötigt, einen Zeitraum von etwa dreihundert Jahren, nämlich von Alexander dem Großen an bis zu den ersten römischen Kaisern, dürftig auszufüllen. Allein die spärlichen Nachrichten erlauben kein größeres Detail. Von hier an treten wir jedoch aus der Dunkelheit einigermaßen heraus und können unsere Untersuchungen auf festerem Grunde fortsetzen. Wenn wir uns sonst begnügen mußten zu sagen: es scheint, wir meinen, wir vermuten, so werden nunmehr Tatsachen angeführt werden können, indem wirklich noch Monumente der alten Malerei aus der Zeit, da Plinius schrieb, wohl auch noch von etwas früherem Datum, vorhanden sind; desgleichen andere, welche uns über den Zustand der Malerei in späteren Zeiten belehren.

Bei weitem die größte Zahl der noch jetzt vorhandenen antiken Gemälde wurde in den Grüften von Herculaneum und Pompeji wieder gefunden. Nach Maßgabe des an ihnen wahrzunehmenden Geschmackes und Stils gehören sie ohne Ausnahme den Zeiten nach Alexander dem Großen an und reichen bis dahin, als unter Titus die erwähnten beiden Städte vom Vesuv mit Lava und Asche verschüttet wurden. Es wäre indessen möglich, daß einige der dort aufgefundenen Bilder nur Erfindungen älterer Künstler, frei und flüchtig nachgeahmt, darstellen. Allein keines zeigt jene einfache Größe und Ernst des Geschmacks, wodurch es sich als Originalarbeit eines von den Meistern, welche vor Alexanders Zeiten gelebt haben, ankündigte. Vielmehr erscheint überall der Geist einer schon ausgebildeten üppigen Kunst, der man ohne Mühe ansehen kann, daß sie nicht im Auf-, sondern im Niedersteigen begriffen ist. Durchgängig, es mögen nun gute oder bloß handwerksmäßige Maler den Pinsel geführt haben, wird eine sehr große Leichtigkeit in der Behandlung wahrgenommen, ein herkömmliches Verfahren nach überlieferten Regeln. Obschon es eben nicht wahrscheinlich ist, daß sich unter den in Pompeji und Herculaneum bis jetzt gefundenen antiken Gemälden wirkliche Arbeiten hochberühmter Künstler befinden und wir also durch diese Entdeckungen noch immer keinen durchaus vollständigen Begriff erlangen von dem, was die Malerkunst in der Zeit, aus welcher die besagten Werke stammen, leisten konnte, so haben gleichwohl diejenigen Kunstrichter, welche alle ohne Ausnahme für mittelmäßig erklären wollen, sich sehr voreiliger Urteile schuldig gemacht, deren Widerlegung zwar nicht schwer fallen dürfte, doch uns gegenwärtig zu weit von unserm vorgesetzten Zweck ableiten würde. Wir behaupten aber an unserm Teil, kein unparteiischer Kenner der Kunst könne mit billigen Gründen den bekannten Tänzerinnen oder den Kentauren erhebliche Fehler vorwerfen. In diesen sowie in noch einigen andern offenbart sich ein äußerst zarter eleganter Geschmack der Formen. Durchgängig sind sie leicht und lieblich gedacht, oft in hohem Grade sinnreich. An den Kentauren erregt neben den übrigen Verdiensten noch die vollendete Kunst, mit welcher der

Meister die Gruppen anordnete, gerechte Bewunderung. Nicht weniger musterhaft ist Schatten und Licht in große ununterbrochene Massen verteilt. Die Tänzerinnen sowie verschiedene andere der besseren Bilder haben einen ganz ungemein fröhlichen Farbenreiz. Diese letzte Eigenschaft, welche uns hier vornehmlich interessiert, führt auf allgemeinere Betrachtungen.

Sämtliche noch übrig gebliebenen antiken Malereien zeigen einen fröhlichen heiteren Charakter der Farben, wodurch sie sich auffallend, und, man mag hinzusetzen, nicht weniger vorteilhaft von den Arbeiten der Neuern unterscheiden als durch die anerkannte Überlegenheit in Geschmack und Stil der Formen. Die Ursache dieser fröhlicheren Farbenwirkung kann großenteils dem fröhlicheren Geist der alten Kunst zugeschrieben werden, und überdem hat selbst die Malerei mit Wasserfarben wahrscheinlich dazu beigetragen, dahingegen die neuern Maler schon durch die Natur der Ölmalerei, welche dem Düstern günstig ist, und durch den oft schwermütigen Inhalt ihrer Bilder, auf einen ganz andern Weg gelenkt wurden.

In betreff der Harmonie oder, mit andern Worten, der künstlichen Stellung und Verteilung der Farben sind die Alten, wie wir uns in der Folge zu zeigen bemühen werden, solchen Regeln gefolgt, die ihnen mehrere Mannigfaltigkeit und größern Spielraum erlaubten als die Neuern bei ihrer Weise zu denken und zu malen gehabt haben.

Die antiken Gemälde, welche zu Rom in den Ruinen der Bäder des Titus noch an Ort und Stelle übrig sind; andere bessere, die vor etwa dreißig Jahren in der Villa Negroni ausgegraben und seither nach England gebracht worden; ferner die berühmte Aldobrandinische Hochzeit, welche schon im siebzehnten Jahrhundert entdeckt und noch jetzt in Rom befindlich ist, sind ohne Zweifel sämtlich zeitverwandt mit den Malereien aus Herculaneum und Pompeji. Wenigstens entsprechen ihre Eigenschaften und Vorzüge einander dergestalt, daß wenn wir hier noch einiges Nähere über das Kolorit, über Anwendung und Austeilung der Farben, wie auch über die Behandlung in der eben erwähnten Aldobrandinischen Hochzeit beibringen, solches als von allen den noch vorhandenen antiken Gemälden besserer Art wird gelten können.

Beabsichtigter Kürze wegen müssen wir annehmen, unseren Lesern sei die Darstellung der Aldobrandinischen Hochzeit schon bekannt, und so unterlassen wir auch von der Kunst der Erfindung, der Anordnung, der Zeichnung und so weiter zu reden. Die folgenden Bemerkungen bezielen demnach vornehmlich nur:

Kolorit, Ton und Harmonie,
die vom Künstler angewendeten Farben,
die Behandlung.

Obschon die Arbeit im ganzen nur flüchtig und skizzenhaft ist, so war der Maler dennoch mit großer Sorgfalt um zweckmäßige Abwechselung der Farbentöne, nach Maßgabe der verschiedenen Charaktere seiner Figuren, bemüht und hat sich darin besonders tüchtig erwiesen. Die zarte auf der Wange der Braut glühende Schamröte kontrastiert vortrefflich mit dem kräftigen Ton, in welchem der Bräutigam gehalten ist. Auch sind alle übrigen Figuren des Bildes mit feiner Kunst so nuanciert, wie die Bedeutung einer jeden es erfordert. Nicht geringere Fertigkeit und Kenntnisse zeigte unser alte Meister an den verschiedenen Stellen, wo er das Durchscheinende farbiger Gewänder durch Weiß angegeben, wo benachbarte Farben sich einander mitteilen, und ferner in der Wahl und Verteilung der den herrschenden violetten Ton des Bildes begünstigenden und von demselben wieder gehobenen Farben, zum Zweck einer fröhlich harmonischen Wirkung des Ganzen.

Den Ton eigens betreffend, mögen hier zu mehrerer Deutlichkeit noch folgende Bemerkungen Platz nehmen.

Wenn die Neuern, vielleicht durch das Bequeme einiger Farben in der Ölmalerei veranlaßt, den Ton ihrer Bilder fast immer gelb gewählt, oder auch zuweilen die Übereinstimmung, wie durch dämmerndes Licht, mit dem farbelosen Dunkel des Asphalts zu bewirken gesucht, so ist man hingegen durch den vorhin erwähnten violetten Ton, welcher in der Aldobrandinischen Hochzeit erscheint, ohne Zweifel berechtigt, der Malerei der Alten überhaupt mehrere Mannigfaltigkeit und Ausbildung von dieser Seite zuzuschreiben und besagtes Bild, insofern sich nämlich für Erweiterung der Kunst nutzbare Regeln aus demselben ableiten oder wie der auffinden lassen, den Künstlern unserer Zeit zur aufmerksamen Beobachtung zu empfehlen. Ein bunter, als Einfassung unten durch gezogener Streifen, beinahe auf die Art eines prismatischen Farbenbildes abschattiert, dürfte dem Betrachtenden nach allem, wovon wir bereits gehandelt haben, noch besonders auffallen, vielleicht rätselhaft, vielleicht auch nur zufällig und ohne Bedeutung scheinen. Wir unseres Orts wären der Vermutung geneigt, der antike Maler habe diesen Streifen sozusagen als Deklaration der von ihm beabsichtigten Farbenharmonie und Tons unter sein Werk gesetzt. Hierdurch soll nun einer wahrscheinlicheren und bessern Erklärung keinesweges vorgegriffen sein; unterdessen ist die Sache von solchem Belang, daß wir vorläufig uns die Freiheit nehmen, die Freunde der alten Kunst, bei etwa vorkommenden Entdeckungen antiker Malereien, zur näheren Erforschung derselben aufzufordern.

Gegen die Angabe von der Mannigfaltigkeit des allgemeinen Farbentons in den Gemälden der Alten dürfte vielleicht eingewendet werden: "daß Plinius zwar von dem Kunstbehelf des Tons überhaupt als von einer Künstlern und Kunstrichtern wohlbekannten Sache spreche, daß aber eben aus seiner Beschreibung des bewunderten, Farben mäßigenden und vereinbarenden Überzugs oder Firnisses des Apelles weniger für als gegen eine damals übliche Mannigfaltigkeit des Farbentones zu schließen sei; falls aber eine solche Mannigfaltigkeit erst in späten Zeiten wäre aufgebracht worden, so möchte Plinius, da er dieser Erfindung nicht eigens gedacht hat, sie wohl überhaupt bloß nur unter die überflüssigen, wahrer Kunst nachteiligen Künsteleien gerechnet haben."

Auf dergleichen Einwendungen würden wir etwa folgendermaßen antworten.

Ist eine vorherrschende Farbe oder durchgehender Schein von einerlei Farbe, den wir Ton nennen, ein wirklich nützlicher und nötiger Kunstbehelf zur Erzweckung harmonischer Anmut in der Malerei, dann gibt es keinen gültigen Grund, warum dieser Behelf bloß auf eine einförmige und nicht lieber auf die möglichst mannigfaltige Weise angewendet werden sollte, da sinnige geschickte Künstler sich größerer Verschiedenheit zum Behuf der Bedeutung ohne Zweifel nützlich zu bedienen wissen werden. Überdem schließt die Lasierung des Apelles, deren Plinius gedenkt, den verschiedenfarbigen Ton in Gemälden nicht unbedingt aus; jene Lasierung, deren Apelles zur letzten Vollendung seiner Bilder sich bediente, verursachte nur überhaupt einen milden Schein, eine größere Übereinstimmung des Lichts und der Farben; das Werk mochte übrigens gemalt sein, aus was für einem Tone der Charakter und die Bedeutung des Gegenstandes es forderten. So sehen wir, um durch Beispiele das Gesagte deutlicher zu machen, etwa von Rembrandt oder vom Ferdinand Bol Bilder in sehr gelbem Tone gemalt, wo aber doch wieder durch die letzten endenden Lasuren ein alle Farben, alle Lichter mildernder Schein, eine dem Auge schmeichelnde Dämmerung über das Ganze ergossen ist. Adrian von Ostade, nebst einigen andern Meistern, hat hingegen Bilder geliefert, woran kein entschiedener Ton einer im allgemeinen übergreifenden Farbe wahrgenommen wird, deren stille Harmonie einzig durch den Überzug einer farblosen, bloß dunklen Lasierung bewirkt ist, und man die Gegenstände erblickt, ungefähr wie sie im schwarz unterlegten Spiegel erscheinen.

Wenn wir unsere Betrachtungen über die Aldobrandinische Hochzeit nun weiter fortsetzen und teils die kunstmäßige Verteilung der Farben, teils die angewendeten Farbenstoffe für

sich selbst in Erwägung ziehen, so zeigt sich das Weiße, Gelbe, Grüne und Violette zwar in verschiedenen Nuancen, übrigens aber an Masse oder Quantität ohngefähr gleichmäßig durch das ganze Bild verteilt. Reines Blau ist wenig und nur in heller Mischung zur Luft und zum Untergewande der Braut gebraucht; hingegen desto öfter eine hohe Purpur- oder Lackfarbe, die aber nirgends Masse macht, sondern nur die Schatten bricht und erwärmt, oder auch Changeant bewirkt und so auf verschiedene Weise zur allgemeinen Harmonie des Ganzen sehr wesentlich beiträgt. Daß Zinnoberrot und Orangefarb ausgeschlossen sind, mag noch ferner die Einsichten und das zweckmäßige Verfahren des Künstlers bewähren. Denn diese Farben würden dem von ihm beabsichtigten fröhlichen und doch sanften Farbenspiel entgegen und unvereinbar mit dem überhaupt herrschenden violetten Ton gewesen sein.

Die weiße Farbe, deren sich unser Meister bediente scheint wenig Körper zu haben und ist wahrscheinlich eine Art Kreide, worunter man sich also das Melinum, dessen Plinius gedenkt, vorzustellen hätte, das Gelb eine ganz ausnehmend schöne goldgelbe Ockerart, vermutlich das attische Sil. Von dem Grün, welches einen reinen frischen Schein hat getrauen wir uns nicht zu entscheiden, ob es durch Mischung hervorgebracht oder in seinem natürlichen Zustande angewendet worden, sind aber doch aus verschiedenen Gründen geneigt, das letztere zu glauben. Zum Rot diente außer der vorerwähnten Purpurfarbe oder Lack eine schöne rote Erde, welche wohl für die Sinopis gelten könnte, wenn man nicht etwa lieber annehmen will, die neapolitanische rote Erde sei zu Rom um die Zeit, da dieses Gemälde verfertigt wurde, bereits bekannt gewesen; worüber jedoch, soviel wir wissen, keine bestimmten Nachrichten vorhanden sind. Von dem Blau halten wir uns für überzeugt, daß es aus Indigo besteht, welcher, gemischt mit der vorgedachten Purpurfarbe, auch das Violett gegeben. In vertiefenden Mischungen, besonders im Schatten der Fleischpartien, mag ferner noch ein brauner Ocker angewandt sein, und in den dunkelsten Strichen läßt sich die Gegenwart einer schwarzbraunen Erde von der Art, wie die Kasseler und Kölnischen Erden sind, wahrnehmen. Schwarz zeigt sich im Grauen sehr innig mit der weißen Farbe vereint, woraus man also eher auf Ruß als auf Kohle schließen kann. Dieses sind die sämtlichen Farben, deren Spur wir in diesem Gemälde bemerkt zu haben glauben.

Die Behandlung oder das an demselben beobachtete technische Verfahren scheint ein etwas anderes und vollkommneres als das heutzutage übliche mit Gouache oder Leimfarben. Ohne so verschmolzen sanft und weich zu sein als Malerei mit Ölfarben, gewährte es doch im ganzen fast eben die Vorteile für allgemeine Wirkung und erhielt nebenbei die Eigenschaften, durch welche sich Wasserfarben vorzüglich empfehlen, nämlich das Fröhlichere, Heitere überhaupt und die Wahrheit in den Tönen der beleuchteten Partien.

Wir gedenken mit dieser Bemerkung keineswegs, die Ölmalerei verdächtig zu machen, sind auch gar nicht des Glaubens derer, welche da meinen, man könne mit Erneuerung des technischen Verfahrens der Alten auch den Geist ihrer Kunst wieder aufrufen; ebensowenig möchten wir uns aber auch zu denen bekennen, die hingegen aus dem Gebrauche der Ölfarben eine Überlegenheit der neueren Malerei über die alte zu zeigen gedachten. So viel scheint sich aus unsern angestellten Untersuchungen als wahr zu ergeben, daß die Alten ihre zwar einfachen Mittel sehr zweckmäßig zu behandeln gewußt und damit jedem wesentlichen Kunsterfordernis hinlänglich Genüge leisten konnten.

Der Meister der Aldobrandinischen Hochzeit malte auf weißen glatten Grund, welches auch bei mehreren andern antiken Malereien der Fall ist, wie aus Stellen, wo die Farben sich abgelöset, klar wird. Ob Leim, Gummi, Eier, Milch von Feigensprößlingen, oder welches andre Bindungsmittel den Farben beigemischt worden, läßt sich vor der Hand nicht bestimmt nachweisen. Daß es Wachs gewesen, ist wenigstens in Hinsicht auf die Aldobrandinische Hochzeit unwahrscheinlich, weil sich die lasierenden, der Aquarelle ähnlichen Farben über

Wachs schwerlich hätten auftragen lassen, und früher, als der Überzug mit Wachs geschehen war, ebenfalls nicht anders als äußerst unbequem, indem ihre Feuchtigkeit zu schnell in die unterliegenden trocknen Farben würde eingedrungen sein. Übrigens läßt eben der Umstand, daß die erwähnten lasierenden Farben viel und mit Bequemlichkeit angewendet sind, auf ein festes, den gesamten Farben beigemischtes Bindemittel schließen. Die erste Anlage ist völlig in der Art gemacht, wie noch jetzt in Leim- und Freskofarben zu geschehen pflegt, nämlich in großen hellen und dunkeln Massen, beides mittlere Tinten, wohin ein denn, besonders im Fleisch, mit nicht sehr regelmäßigen Schraffierungen, in den Gewändern hingegen zuweilen mit freien breitern Pinselstrichen, die weitern Vertiefungen gearbeitet sind. Auf die angelegten hellen Partien wurden die höhern Lichttinten keck aufgesetzt und endlich durch die mehrmals erwähnten verdünnten, der Aquarelle vergleichbaren, bloß lasierenden Farben (vornehmlich Purpur und schwärzlich Braun) das Werk vollendet, dem Ganzen mehr Übereinstimmung, dem Schatten größere Klarheit gegeben und die Einwirkung einer jeden Farbe auf die benachbarte angedeutet. Vielleicht sind ganz zuletzt noch einige Striche des vorstechendsten Lichts aufgesetzt worden, mit einem Wort, man bemerkt durchgehends, wenn schon nicht die Hand eines großen Meisters, doch die eines fertigen Malers und in den Kunstregeln, nach welchen er verfahren, die herrliche Schule, worin er sich gebildet. Verschiedene, obwohl nicht eben vorzüglich bedeutende Reste alter Malerei in den Ruinen der Villa des Hadrian bei Tivoli, die lebensgroße Figur der Roma im Palast Barberini zu Rom, welche nach der Meinung einiger Altertumsforscher aus Konstantins Zeit sein soll, allein wie wir nach Maßgabe des darin herrschenden Geschmacks glauben, früher entstanden ist; ferner einige Bilder von geringem Umfang und nicht großen Verdiensten, im Palast Rospigliosi ebenfalls zu Rom, zeigen alle dieselbe heitere Anmut in den Farben und sind, soviel sich aus ihren beschränktern Darstellungen wahrnehmen läßt, in eben der Manier, oder wenn man lieber will, unter dem Einfluß ähnlicher Grundsätze verfertigt, als wir kurz zuvor bemerkt haben und deutlicher auseinander zu setzen bemüht gewesen sind.

Einige von den herculaneischen Bildern ausgenommen, mochten alle ührigen von uns bisher erwähnten, noch vorhandenen antiken Malereien, die bessern Mosaiken mit eingerechnet, welche indessen ihrer Natur nach nur wenig Unterricht gewähren, etwa aus dem Zeitraum von Augustus bis auf Konstantin den Großen herrühren; nachher ging die verfallende Kunst in geistlose Manier über, die Nachahmung der Natur wurde seltener und in eben dem Maße verschwand auch der bessre Geschmack im Kolorit, der Sinn für Harmonie der Farbe.

Werke der Malerei von einigermaßen beträchtlichem Umfang aus dem fünften, sechsten, siebenten und vielleicht auch achten Jahrhundert der christlichen Zeitrechnung sind uns aus eigener Anschauung nicht bekannt; allein an Madonnen und Heiligenbildern, welche vermutlich noch später in Konstantinopel fabriziert worden, zeigt es sich, daß der Begriff von naturnachahmendem Kolorit gänzlich verloren gegangen war. Denn die Gesichter derselben, sowie Hände und Füße, sind nußbraun gefärbt und mit weißgelblichen grellen Strichen regellos und unannehmlich aufgeblickt. Sogar der Glaube an die Möglichkeit, einem Bilde durch die Kunst Wert zu erteilen, scheint den Malern damaliger Zeit ausgegangen gewesen zu sein. Daher bemühten sie sich bloß, durch köstliches Material ihren Arbeiten einige Achtung zu verschaffen. Aus diesem Grunde waren Mosaiken die geschätztesten Malereien; den übrigen gab man durch stark vergoldeten Grund, durch Ultramarin und Purpurfarbe soviel möglich ein reiches Ansehen.

Betrachtungen über Farbenlehre und Farbenbehandlung der Alten

Wie irgend jemand über einen gewissen Fall denke, wird man nur erst recht einsehen, wenn man weiß, wie er überhaupt gesinnt ist. Dieses gilt, wenn wir die Meinungen über wissen-

schaftliche Gegenstände, es sei nun einzelner Menschen oder ganzer Schulen und Jahrhunderte, recht eigentlich erkennen wollen. Daher ist die Geschichte der Wissenschaften mit der Geschichte der Philosophie innigst verbunden, aber ebenso auch mit der Geschichte des Lebens und des Charakters der Individuen sowie der Völker.

So begreift sich die Geschichte der Farbenlehre auch nur in Gefolge der Geschichte aller Naturwissenschaften. Denn zur Einsicht in den geringsten Teil ist die Übersicht des Ganzen nötig. Auf eine solche Behandlung können wir freilich nur hindeuten; indessen, wenn wir unter unsern Materialien manches mit einführen, was nicht unmittelbar zum Zwecke zu gehören scheint, so ist ihm doch eigentlich nur deswegen der Platz gegönnt, um an allgemeine Bezüge zu erinnern, welches in der Geschichte der Farbenlehre um so notwendiger ist, als sie ihre eigenen Schicksale gehabt hat und auf dem Meere des Wissens bald nur für kurze Zeit auftaucht, bald wieder auf längere niedersinkt und verschwindet.

Inwiefern bei der ersten Entwickelung nachsinnender Menschen mystisch arithmetische Vorstellungsarten wirklich stattgefunden, ist schwer zu beurteilen, da die Dokumente meistens verdächtig sind. Manches andre, was man uns von jenen Anfängen gern möchte glauben machen, ist ebenso unzuverlässig, und wenige werden uns daher verargen, wenn wir den Blick von der Wiege so mancher Nationen weg und dahin wenden, wo uns eine erfreuliche Jugend entgegenkommt.

Die Griechen, welche zu ihren Naturbetrachtungen aus den Regionen der Poesie herüberkamen, erhielten sich dabei noch dichterische Eigenschaften. Sie schauten die Gegenstände tüchtig und lebendig und fühlten sich gedrungen, die Gegenwart lebendig auszusprechen. Suchen sie sich darauf von ihr durch Reflexion loszuwinden, so kommen sie wie jedermann in Verlegenheit, indem sie die Phänomene für den Verstand zu bearbeiten denken. Sinnliches wird aus Sinnlichem erklärt, dasselbe durch dasselbe. Sie finden sich in einer Art von Zirkel und jagen das Unerklärliche immer vor sich her im Kreise herum. Der Bezug zu dem Ähnlichen ist das erste Hilfsmittel, wozu sie greifen. Es ist bequem und nützlich, indem dadurch Symbole entstehen und der Beobachter einen dritten Ort außerhalb des Gegenstandes findet; aber es ist auch schädlich, indem das, was man ergreifen will, sogleich wieder entwischt, und das, was man gesondert hat, wieder zusammenfließt.

Bei solchen Bemühungen fand man gar bald, daß man notwendig aussprechen müsse, was im Subjekt vorgeht, was für ein Zustand in dem Betrachtenden und Beobachtenden erregt wird. Hierauf entstand der Trieb, das Äußere mit dem Innern in der Betrachtung zu vereinen, welches freilich mitunter auf eine Weise geschah, die uns wunderlich, abstrus und unbegreiflich vorkommen muß. Der Billige wird jedoch deshalb nicht übler von ihnen denken, wenn er gestehen muß, daß es uns, ihren späten Nachkommen, oft selbst nicht besser geht.

Aus dem, was uns von den Pythagoreern überliefert wird, ist wenig zu lernen. Daß sie Farbe und Oberfläche mit einem Worte bezeichnen, deutet auf ein sinnlich gutes, aber doch nur gemeines Gewahrwerden, das uns von der tiefern Einsicht in das Penetrative der Farbe ablenkt. Wenn auch sie das Blaue nicht nennen, so werden wir abermals erinnert, daß das Blaue mit dem Dunklen und Schattigen dergestalt innig verwandt ist, daß man es lange Zeit dazu zählen konnte.

Die Gesinnungen und Meinungen Demokrits beziehen sich auf Forderungen einer erhöhten geschärften Sinnlichkeit und neigen sich zum Oberflächlichen. Die Unsicherheit der Sinne wird anerkannt; man findet sich genötigt, nach einer Kontrolle umherzuschauen, die aber nicht gefunden wird. Denn anstatt bei der Verwandtschaft der Sinne nach einem ideellen Sinn aufzublicken, in dem sich alle vereinigten, so wird das Gesehene in ein Getastetes verwandelt, der schärfste Sinn soll sich in den stumpfsten auflösen, uns durch ihn begreifli-

cher werden. Daher entsteht Ungewißheit anstatt einer Gewißheit. Die Farbe ist nicht, weil sie nicht getastet werden kann, oder sie ist nur insofern, als sie allenfalls tastbar werden könnte. Daher die Symbole von dem Tasten hergenommen werden. Wie sich die Oberflächen glatt, rauh, scharf, eckig und spitz finden, so entspringen auch die Farben aus diesen verschiedenen Zuständen. Auf welche Weise sich aber hiermit die Behauptung vereinigen lassen, die Farbe sei ganz konventionell, getrauen wir uns nicht aufzulösen. Denn sobald eine gewisse Eigenschaft der Oberfläche eine gewisse Farbe mit sich führt, so kann es doch hier nicht ganz an einem bestimmten Verhältnis fehlen.

Betrachten wir nun Epikur und Lukrez, so gedenken wir einer allgemeinen Bemerkung, daß die originellen Lehrer immer noch das Unauflösbare der Aufgabe empfinden und sich ihr auf eine naive gelenke Weise zu nähern suchen. Die Nachfolger werden schon didaktisch, und weiterhin steigt das Dogmatische bis zum Intoleranten.

Auf diese Weise möchten sich Demokrit, Epikur und Lukrez verhalten. Bei dem letztern finden wir die Gesinnung der erstern, aber schon als Überzeugungsbekenntnis erstarrt und leidenschaftlich parteiisch überliefert.

Jene Ungewißheit dieser Lehre, die wir schon oben bemerkt, verbunden mit solcher Lebhaftigkeit einer Lehrüberlieferung, läßt uns den Übergang zur Lehre der Pyrrhonier finden. Diesen war alles ungewiß, wie es jedem wird, der die zufälligen Bezüge irdischer Dinge gegeneinander zu seinem Hauptaugenmerk macht; und am wenigsten wäre ihnen zu verargen, daß sie die schwankende, schwebende, kaum zu erhaschende Farbe für ein unsicheres nichtiges Meteor ansehen: allein auch in diesem Punkte ist nichts von ihnen zu lernen, als was man meiden soll.

Dagegen nahen wir uns dem Empedokles mit Vertrauen und Zuversicht Er erkennt ein Äußeres an, die Materie; ein Inneres, die Organisation. Er läßt die verschiedenen Wirkungen der ersten, das mannigfaltig Verflochtene der andern, gelten. Seine poroi machen uns nicht irre. Freilich entspringen sie aus der gemein- sinnlichen Vorstellungsart. Ein Flüssiges soll sich bestimmt bewegen; da muß es ja wohl eingeschlossen sein, und so ist der Kanal schon fertig. Und doch läßt sich bemerken, daß dieser Alte gedachte Vorstellung keinesweges so roh und körperlich genommen habe als manche Neuern, daß er vielmehr daran nur ein bequemes faßliches Symbol gefunden. Denn die Art, wie das Äußere und Innere eins für das andre da ist, eins mit dem andern übereinstimmt, zeigt sogleich von einer höhern Ansicht, die durch jenen allgemeinen Satz: Gleiches werde nur von Gleichem erkannt, noch geistiger erscheint.

Daß Zeno, der Stoiker, auch irgendwo sichern Fuß fassen werde, läßt sich denken. Jener Ausdruck: die Farben seien die ersten Schematismen der Materie, ist uns sehr willkommen. Denn wenn diese Worte im antiken Sinne auch das nicht enthalten, was wir hineinlegen könnten, so sind sie doch immer bedeutend genug. Die Materie tritt in die Erscheinung, sie bildet, sie gestaltet sich. Gestalt bezieht sich auf ein Gesetz und nun zeigt sich in der Farbe, in ihrem Bestehen und Wechseln, ein Naturgesetzliches fürs Auge, von keinem andern Sinne leicht unterscheidbar.

Noch willkommner tritt uns bei Plato jede vorige Denkweise, gereinigt und erhöht, entgegen. Er sondert, was empfunden wird. Die Farbe ist sein viertes Empfindbares. Hier finden wir die Poren, das Innere, das dem Äußern antwortet, wie beim Empedokles, nur geistiger und mächtiger; aber was vor allem ausdrücklich zu bemerken ist, er kennt den Hauptpunkt der ganzen Farben- und Lichtschatten-Lehre, denn er sagt uns: durch das Weiße werde das Gesicht entbunden, durch das Schwarze gesammelt.

Wir mögen anstatt der griechischen Worte sygkrinein und diakrinein in anderen Sprachen setzen, was wir wollen: Zusammenziehen, Ausdehnen, Sammlen, Entbinden, Fesseln, Lösen, rétrécir und développer etc. so finden wir keinen so geistig- körperlichen Ausdruck für das Pulsieren, in welchem sich Leben und Empfinden ausspricht. Überdies sind die griechischen Ausdrücke Kunstworte, welche bei mehrern Gelegenheiten vorkommen, wodurch sich ihre Bedeutsamkeit jedesmal vermehrt.

So entzückt uns denn auch in diesem Fall, wie in den übrigen, am Plato die heilige Scheu, womit er sich der Natur nähert, die Vorsicht, womit er sie gleichsam nur umtastet und bei näherer Bekanntschaft vor ihr sogleich wieder zurücktritt, jenes Erstaunen, das, wie er selbst sagt, den Philosophen so gut kleidet.

Den übrigen Gehalt jener kurzen, aus dem Timäus ausgezogenen Stelle bringen wir in dem Folgenden nach, indem wir unter dem Namen des Aristoteles alles versammeln können, was den Alten über diesen Gegenstand bekannt gewesen.

Die Alten glaubten an ein ruhendes Licht im Auge; sie fühlten sodann als reine kräftige Menschen die Selbsttätigkeit dieses Organs und dessen Gegenwirken gegen das äußre Sichtbare; nur sprachen sie dieses Gefühl sowie des Fassens, des Ergreifens der Gegenstände mit dem Auge durch allzu krude Gleichnisse aus. Die Einwirkung des Auges nicht aufs Auge allein, sondern auch auf andre Gegenstände erschien ihnen so mächtig wundersam, daß sie eine Art von Bann und Zauber gewahr zu werden glaubten.

Das Sammeln und Entbinden des Auges durch Licht und Finsternis, die Dauer des Eindrucks war ihnen bekannt. Von einem farbigen Abklingen, von einer Art Gegensatz finden sich Spuren. Aristoteles kannte den Wert und die Würde der Beachtung der Gegensätze überhaupt. Wie aber Einheit sich in Zweiheit selbst auseinander lege, war den Alten verborgen. Sie kannten den Magnet, das Elektron, bloß als Anziehen; Polarität war ihnen noch nicht deutlich geworden. Und hat man bis auf die neusten Zeiten nicht auch nur immer der Anziehung die Aufmerksamkeit geschenkt und das zugleich geforderte Abstoßen nur als eine Nachwirkung der ersten schaffenden Kraft betrachtet?

In der Farbenlehre stellten die Alten Licht und Finsternis, Weiß und Schwarz, einander entgegen. Sie bemerkten wohl, daß zwischen diesen die Farben entspringen, aber die Art und Weise sprachen sie nicht zart genug aus, obgleich Aristoteles ganz deutlich sagt, daß hier von keiner gemeinen Mischung die Rede sei.

Derselbe legt einen sehr großen Wert auf die Erkenntnis des Diaphanen, als des Mittels, und kennt so gut als Plato die Wirkung des trüben Mittels zu Hervorbringung des Blauen. Bei allen seinen Schritten aber wird er denn doch durch Schwarz und Weiß, das er bald materiell nimmt, bald symbolisch oder vielmehr rationell behandelt, wieder in die Irre geführt. Die Alten kannten das Gelbe, entspringend aus gemäßigtem Licht, das Blaue bei Mitwirkung der Finsternis; das Rote durch Verdichtung, Beschattung, obgleich das Schwanken zwischen einer atomistischen und dynamischen Vorstellungsart auch hier oft Undeutlichkeit und Verwirrung erregt.

Sie waren ganz nahe zu der Einteilung gelangt, die auch wir als die günstigste angesehen haben. Einige Farben schrieben sie dem bloßen Lichte zu, andere dem Licht und den Mitteln, andre den Körpern als in wohnend, und bei diesen letztern kannten sie das Oberflächliche der Farbe sowohl als ihr Penetratives und hatten in die Umwandlung der chemischen Farben gute Einsichten. Wenigstens wurden die verschiedenen Fälle wohl bemerkt und die organische Kochung wohl beachtet.

Und so kann man sagen, sie kannten alle die hauptsächlichsten Punkte, worauf es ankommt, aber sie gelangten nicht dazu, ihre Erfahrungen zu reinigen und zusammenzubringen. Und wie einem Schatzgräber, der durch die mächtigsten Formeln den mit Gold und Juwelen gefüllten blinkenden Kessel schon bis an den Rand der Grube heraufgebracht hat, aber ein einziges an der Beschwörung versieht, das nah gehoffte Glück unter Geprassel und Gepolter und dämonischem Hohngelächter wieder zurücksinkt, um auf späte Epochen hinaus abermals verscharrt zu liegen, so ist auch jede unvollendete Bemühung für Jahrhunderte wieder verloren, worüber wir uns jedoch trösten müssen, da sogar von mancher vollendeten Bemühung kaum noch eine Spur übrig bleibt.

Werfen wir nun einen Blick auf das allgemeine Theoretische, wodurch sie das Gewahrgewordne verbinden, so finden wir die Vorstellung, daß die Elemente von den Farben begleitet werden. Die Einteilung der ursprünglichen Naturkräfte in vier Elemente ist für kindliche Sinnen faßlich und erfreulich, ob sie gleich nur oberflächlich gelten kann; aber die unmittelbare Begleitung der Elemente durch Farben ist ein Gedanke, den wir nicht schelten dürfen, da wir ebenfalls in den Farben eine elementare, über alles ausgegossene Erscheinung anerkennen.

Überhaupt aber entsprang die Wissenschaft für die Griechen aus dem Leben. Beschaut man das Büchelchen über die Farben genau, wie gehaltvoll findet man solches. Welch ein Aufmerken, welch ein Aufpassen auf jede Bedingung, unter welcher diese Erscheinung zu beobachten ist. Wie rein, wie ruhig gegen spätre Zeiten, wo die Theorien keinen andern Zweck zu haben schienen, als die Phänomene beiseitezubringen, die Aufmerksamkeit von ihnen abzulenken, ja sie womöglich aus der Natur zu vertilgen.

Das, was man unter jenen Elementen verstand, mit allen Zufälligkeiten ihres Erscheinens, ward beobachtet: Feuer so gut als Rauch, Wasser so gut als das daraus entspringende Grün, Luft und ihre Trübe, Erde rein und unrein gedacht. Die apparenten Farben wechseln hin und her; mannigfaltig verändert sich das Organische; die Werkstätten der Färber werden besucht und das Unendliche, Unbestimmbare des engen Kreises recht wohl eingesehen.

Wir leugnen nicht, daß uns manchmal der Gedanke gekommen, eben gedachtes Büchlein umzuschreiben mit so wenig Abänderungen als möglich, wie es sich vielleicht bloß durch Veränderung des Ausdrucks tun ließe. Eine solche Arbeit wäre wohl fruchtbarer, als durch einen weitläuftigen Kommentar auseinanderzu setzen, worin man mit dem Verfasser eins oder uneins wäre. Jedes gute Buch, und besonders die der Alten, versteht und genießt niemand, als wer sie supplieren kann. Wer etwas weiß, findet unendlich mehr in ihnen als derjenige, der erst lernen will.

Sehen wir uns aber nach den eigentlichen Ursachen um, wodurch die Alten in ihren Vorschritten gehindert worden, so finden wir sie darin, daß ihnen die Kunst fehlt, Versuche anzustellen, ja sogar der Sinn dazu. Die Versuche sind Vermittler zwischen Natur und Begriff, zwischen Natur und Idee, zwischen Begriff und Idee. Die zerstreute Erfahrung zieht uns allzusehr nieder und ist sogar hinderlich, auch nur zum Begriff zu gelangen. Jeder Versuch aber ist schon theoretisierend; er entspringt aus einem Begriff oder stellt ihn sogleich auf. Viele einzelne Fälle werden unter ein einzig Phänomen subsummiert; die Erfahrung kommt ins Enge, man ist imstande, weiter vorwärts zu gehen.

Die Schwierigkeit, den Aristoteles zu verstehen, entspringt aus der antiken Behandlungsart, die uns fremd ist. Zerstreute Fälle sind aus der gemeinen Empirie aufgegriffen, mit gehörigem und geistreichem Räsonnement begleitet, auch wohl schicklich genug zusammengestellt; aber nun tritt der Begriff ohne Vermittlung hinzu, das Räsonnement geht ins Subtile und Spitzfindige, das Begriffene wird wieder durch Begriffe bearbeitet, an-

statt daß man es nun deutlich auf sich beruhen ließe, einzeln vermehrte, massenweise zusammenstellte und erwartete, ob eine Idee daraus entspringen wolle, wenn sie sich nicht gleich von Anfang an dazu gesellte.

Hatten wir nun bei der wissenschaftlichen Behandlung, wie sie von den Griechen unternommen worden, wie sie ihnen geglückt, manches zu erinnern, so treffen wir nunmehr, wenn wir ihre Kunst betrachten, auf einen vollendeten Kreis, der, indem er sich in sich selbst abschließt, doch auch zugleich als Glied in jene Bemühungen eingreift und, wo das Wissen nicht Genüge leistete, uns durch die Tat befriedigt.

Die Menschen sind überhaupt der Kunst mehr gewachsen als der Wissenschaft. Jene gehört zur großen Hälfte ihnen selbst, diese zur großen Hälfte der Welt an. Bei jener läßt sich eine Entwickelung in reiner Folge, diese kaum ohne ein unendliches Zusammenhäufen denken. Was aber den Unterschied vorzüglich bestimmt: die Kunst schließt sich in ihren einzelnen Werken ab, die Wissenschaft erscheint uns grenzenlos.

Das Glück der griechischen Ausbildung ist schon oft und trefflich dargestellt worden. Gedenken wir nur ihrer bildenden Kunst und des damit so nahe verwandten Theaters. An den Vorzügen ihrer Plastik zweifelt niemand. Daß ihre Malerei, ihr Helldunkel, ihr Kolorit ebenso hoch gestanden, können wir in vollkommenen Beispielen nicht vor Augen stellen; wir müssen das wenige Übriggebliebene, die historischen Nachrichten, die Analogie, den Naturschritt, das Mögliche zu Hülfe nehmen, wie es der Verfasser des obenstehenden Aufsatzes getan, und es wird uns kein Zweifel übrig bleiben, daß sie auch in diesem Punkte alle ihre Nachfahren übertroffen.

Zu dem gepriesenen Glück der Griechen muß vorzüglich gerechnet werden, daß sie durch keine äußre Einwirkung irre gemacht worden: ein günstiges Geschick, das in der neuern Zeit den Individuen selten, den Nationen nie zuteil wird; denn selbst vollkommene Vorbilder machen irre, indem sie uns veranlassen, notwendige Bildungsstufen zu überspringen, wodurch wir denn meistens am Ziel vorbei in einen grenzenlosen Irrtum geführt werden.

Kehren wir nun zur Vergleichung der Kunst und Wissenschaft zurück, so begegnen wir folgender Betrachtung: da im Wissen sowohl als in der Reflexion kein Ganzes zusammengebracht werden kann, weil jenem das Innre, dieser das Äußere fehlt, so müssen wir uns die Wissenschaft notwendig als Kunst denken, wenn wir von ihr irgendeine Art von Ganzheit erwarten. Und zwar haben wir diese nicht im allgemeinen im Überschwenglichen zu suchen, sondern wie die Kunst sich immer ganz in jedem einzelnen Kunstwerk darstellt, so sollte die Wissenschaft sich auch jedesmal ganz in jedem einzelnen Behandelten erweisen.

Um aber einer solchen Forderung sich zu nähern, so müßte man keine der menschlichen Kräfte bei wissenschaftlicher Tätigkeit ausschließen. Die Abgründe der Ahndung, ein sicheres Anschauen der Gegenwart, mathematische Tiefe, physische Genauigkeit, Höhe der Vernunft, Schärfe des Verstandes, bewegliche, sehnsuchtsvolle Phantasie, liebevolle Freude am Sinnlichen, nichts kann entbehrt werden zum lebhaften fruchtbaren Ergreifen des Augenblicks, wodurch ganz allein ein Kunstwerk, von welchem Gehalt es auch sei, entstehen kann.

Wenn diese geforderten Elemente, wo nicht widersprechend, doch sich dergestalt gegenüberstehend erscheinen möchten, daß auch die vorzüglichsten Geister nicht hoffen dürften, sie zu vereinigen, so liegen sie doch in der gesamten Menschheit offenbar da und können jeden Augenblick hervortreten, wenn sie nicht durch Vorurteile, durch Eigensinn einzelner Besitzenden, und wie sonst alle die verkennenden, zurückschreckenden und tötenden Ver-

neinungen heißen mögen, in dem Augenblick, wo sie allein wirksam sein können, zurückgedrängt werden und die Erscheinung im Entstehen vernichtet wird.

Vielleicht ist es kühn, aber wenigstens in dieser Zeit nötig zu sagen: daß die Gesamtheit jener Elemente vielleicht vor keiner Nation so bereit liegt als vor der deutschen. Denn ob wir gleich, was Wissenschaft und Kunst betrifft, in der seltsamsten Anarchie leben, die uns von jedem erwünschten Zweck immer mehr zu entfernen scheint, so ist es doch eben diese Anarchie, die uns nach und nach aus der Weite ins Enge, aus der Zerstreuung zur Vereinigung drängen muß.

Niemals haben sich die Individuen vielleicht mehr vereinzelt und voneinander abgesondert als gegenwärtig. Jeder möchte das Universum vorstellen und aus sich darstellen; aber indem er mit Leidenschaft die Natur in sich aufnimmt so ist er auch das Überlieferte, das, was andre geleistet, in sich aufzunehmen genötigt. Tut er es nicht mit Bewußtsein, so wird es ihm unbewußt begegnen; empfängt er es nicht offenbar und gewissenhaft, so mag er es heimlich und gewissenlos ergreifen; mag er es nicht dankbar anerkennen, so werden ihm andere nachspüren: genug, wenn er nur Eigenes und Fremdes, unmittelbar und mittelbar aus den Händen der Natur oder von Vorgängern Empfangenes tüchtig zu bearbeiten und einer bedeutenden Individualität anzueignen weiß, so wird jederzeit für alle ein großer Vorteil daraus entstehen. Und wie dies nun gleichzeitig schnell und heftig geschieht, so muß eine Übereinstimmung daraus entspringen, das, was man in der Kunst Stil zu nennen pflegt, wodurch die Individualitäten im Rechten und Guten immer näher aneinander gerückt und eben dadurch mehr herausgehoben, mehr begünstigt werden, als wenn sie sich durch seltsame Eigentümlichkeiten karikaturmäßig voneinander zu entfernen streben.

Wem die Bemühungen der Deutschen in diesem Sinne seit mehrern Jahren vor Augen sind, wird sich Beispiele genug zu dem, was wir im allgemeinen aussprechen, vergegenwärtigen können, und wir sagen getrost in Gefolg unserer Überzeugung: an Tiefe sowie an Fleiß hat es dem Deutschen nie gefehlt. Nähert er sich andern Nationen an Bequemlichkeit der Behandlung und übertrifft sie an Aufrichtigkeit und Gerechtigkeit, so wird man ihm früher oder später die erste Stelle in Wissenschaft und Kunst nicht streitig machen.

Nachtrag

Ehe wir uns von diesen gutmütigen Hoffnungen zu jener traurigen Lücke wenden, die zwischen der Geschichte alter und neuer Zeit sich nun bald vor uns auftut, so haben wir noch einiges nachzubringen, das uns den Überblick des bisherigen erleichtert und uns zu weiterem Fortschreiten anregt.

Wir gedenken hier des Lucius Annäus Seneca nicht sowohl insofern er von Farben etwas erwähnt, da es nur sehr wenig ist und bloß beiläufig geschieht, als vielmehr wegen seines allgemeinen Verhältnisses zur Naturforschung.

Ungeachtet der ausgebreiteten Herrschaft der Römer über die Welt stockten doch die Naturkenntnisse eher bei ihnen, als daß sie sich verhältnismäßig erweitert hätten. Denn eigentlich interessierte sie nur der Mensch, insofern man ihm mit Gewalt oder durch Überredung etwas abgewinnen kann. Wegen des letztern waren alle ihre Studien auf rednerische Zwecke berechnet. Übrigens benutzten sie die Naturgegenstände zu notwendigem und willkürlichem Gebrauch so gut und so wunderlich, als es gehn wollte.

Seneca war, wie er selbst bedauert, spät zur Naturbetrachtung gelangt. Was die Früheren in diesem Fache gewußt, was sie darüber gedacht hatten, war ihm nicht unbekannt geblieben. Seine eigenen Meinungen und Überzeugungen haben etwas Tüchtiges. Eigentlich aber

steht er gegen die Natur doch nur als ein ungebildeter Mensch: denn nicht sie interessiert ihn, sondern ihre Begebenheiten. Wir nennen aber Begebenheiten diejenigen zusammengesetzten auffallenden Ereignisse, die auch den rohesten Menschen erschüttern, seine Aufmerksamkeit erregen, und wenn sie vornüber sind, den Wunsch in ihm beleben, zu erfahren, woher so etwas denn doch wohl kommen möchte.

Im ganzen führt Seneca dergleichen Phänomene, auf die er in seinem Lebensgange aufmerksam geworden, nach der Ordnung der vier Elemente auf, läßt sich aber doch, nach vorkommenden Umständen, bald da bald dorthin ableiten.

Die meteorischen Feuerkugeln, Höfe um Sonn' und Mond, Regenbogen, Wettergallen, Nebensonnen, Wetterleuchten, Sternschnuppen, Kometen beschäftigen ihn unter der Rubrik des Feuers. In der Luft sind Blitz und Donner die Hauptveranlassungen seiner Betrachtungen. Später wendet er sich zu den Winden, und da er das Erdbeben auch einem unterirdischen Geiste zuschreibt, findet er zu diesem den Übergang.Bei dem Wasser sind ihm, außer dem süßen, die Gesundbrunnen merkwürdig, nicht weniger die periodischen Quellen. Von den Heilkräften der Wasser geht er zu ihrem Schaden über, besonders zu dem, den sie durch Überschwemmung anrichten. Nach den Quellen des Nils und der weisen Benutzung dieses Flusses beschäftigen ihn Hagel, Schnee, Eis und Regen.

Er läßt keine Gelegenheit vorbeigehen, prächtige und, wenn man den rhetorischen Stil einmal zugeben will, wirklich köstliche Beschreibungen zu machen, wovon die Art wie er den Nil und was diesen Fluß betrifft, behandelt, nicht weniger seine Beschreibung der Überschwemmungen und Erdbeben, ein Zeugnis ablegen mag. Seine Gesinnungen und Meinungen sind tüchtig. So streitet er zum Beispiel lebhaft gegen diejenigen, welche das Quellwasser vom Regen ableiten, welche behaupten, daß die Kometen eine vorübergehende Erscheinung seien.

Worin er sich aber vom wahren Physiker am meisten unterscheidet, sind seine beständigen, oft sehr gezwungen herbeigeführten Nutzanwendungen und die Verknüpfung der höchsten Naturphänomene mit dem Bedürfnis, dem Genuß, dem Wahn und dem Übermut der Menschen.

Zwar sieht man wohl, daß er gegen Leichtgläubigkeit und Aberglauben im Kampfe steht, daß er den humanen Wunsch nicht unterdrücken kann, alles, was die Natur uns reicht, möge dem Menschen zum Besten gedeihen; er will, man solle so viel als möglich in Mäßigkeit genießen und zugleich den verderblichen und zerstörenden Naturwirkungen mit Ruhe und Ergebung entgegensehen; insofern erscheint er höchst ehrwürdig, und da er einmal von der Redekunst herkommt, auch nicht außer seinem Kreise.

Unleidlich wird er aber, ja lächerlich, wenn er oft, und gewöhnlich zur Unzeit, gegen den Luxus und die verderbten Sitten der Römer loszieht. Man sieht diesen Stellen ganz deutlich an, daß die Redekunst aus dem Leben sich in die Schulen und Hörsäle zurückgezogen hat: denn in solchen Fällen finden wir meist bei ihm wo nicht leere, doch unnütze Deklamationen, die, wie man deutlich sieht, bloß daher kommen, daß der Philosoph sich über sein Zeitalter nicht erheben kann. Doch ist dieses das Schicksal fast seiner ganzen Nation.

Die Römer waren aus einem engen, sittlichen, bequemen, behaglichen, bürgerlichen Zustand zur großen Breite der Weltherrschaft gelangt, ohne ihre Beschränktheit abzulegen; selbst das, was man an ihnen als Freiheitssinn schätzt, ist nur ein borniertes Wesen. Sie waren Könige geworden und wollten nach wie vor Hausväter, Gatten, Freunde bleiben; und wie wenig selbst die Besseren begriffen, was Regieren heißt, sieht man an der abgeschmacktesten Tat, die jemals begangen worden, an der Ermordung Cäsars.

Aus eben dieser Quelle läßt sich ihr Luxus herleiten. Ungebildete Menschen, die zu großem Vermögen gelangen, werden sich dessen auf eine lächerliche Weise bedienen; ihre Wollüste, ihre Pracht, ihre Verschwendung werden ungereimt und übertrieben sein. Daher denn auch jene Lust zum Seltsamen, Unzähligen und Ungeheuern. Ihre Theater, die sich mit den Zuschauern drehen, das zweite Volk von Statuen, womit die Stadt überladen war, sind wie der spätere kolossale Napf, in welchem der große Fisch ganz gesotten werden sollte, alle eines Ursprungs; sogar der Übermut und die Grausamkeit ihrer Tyrannen läuft meistens aufs Alberne hinaus.

Bloß indem man diese Betrachtungen anstellt, begreift man, wie Seneca, der ein so bedeutendes Leben geführt, dagegen zürnen kann, daß man gute Mahlzeiten liebt, sein Getränk dabei mit Schnee abkühlt, daß man sich des günstigen Windes bei Seeschlachten bedient, und was dergleichen Dinge mehr sein mögen. Solche Kapuzinerpredigten tun keine Wirkung, hindern nicht die Auflösung des Staates und können sich einer eindringenden Barbarei keinesweges entgegensetzen.

Schließlich dürfen wir jedoch nicht verschweigen, wie er höchst liebenswürdig in seinem Vertrauen auf die Nachwelt erscheint. Alle jene verflochtenen Naturbegebenheiten, auf die er vorzüglich seine Aufmerksamkeit wendet, ängstigen ihn als ebenso viele unergründliche Rätsel. Aufs Einfachere zu dringen, das Einfachste durch eine Erfahrung, in einem Versuch vor die Sinne zu stellen, die Natur durch Entwicklung zu enträtseln, war noch nicht Sitte geworden. Nun bleibt ihm, bei dem großen Drange, den er in sich fühlt, nichts übrig, als auf die Nachkommen zu hoffen, mit Vorfreude überzeugt zu sein, daß sie mehr wissen, mehr einsehen werden als er, ja ihnen sogar die Selbstgefälligkeit zu gönnen, mit der sie wahrscheinlich auf ihre unwissenden Vorfahren herabsehen würden.

Das haben sie denn auch redlich getan und tun es noch. Freilich sind sie viel später dazu gelangt, als unser Philosoph sich vorstellen mochte. Das Verderbnis der Römer schwebt ihm fürchterlich vor; daß aber daraus nur allzubald das Verderben sich entwickeln, daß die vorhandene Welt völlig untergehen, die Menschheit über ein Jahrtausend verworren und hülflos irren und schwanken würde, ohne auf irgend einen Ausweg zu geraten, das war ihm wohl unmöglich zu denken, ihm, der das Reich, dessen Kaiser von ihm erzogen ward, in übermäßiger Herrlichkeit vor sich blühen sah.

Dritte Abteilung – Zwischenzeit

Lücke

Jene früheren Geographen, welche die Karte von Afrika verfertigten, waren gewohnt, dahin, wo Berge, Flüsse, Städte fehlten, allenfalls einen Elefanten, Löwen oder sonst ein Ungeheuer der Wüste zu zeichnen, ohne daß sie deshalb wären getadelt worden. Man wird uns daher wohl auch nicht verargen, wenn wir in die große Lücke, wo uns die erfreuliche, lebendige, fortschreitende Wissenschaft verläßt, einige Betrachtungen einschieben, auf die wir uns künftig wieder beziehen können.

Die Kultur des Wissens durch inneren Trieb um der Sache selbst willen, das reine Interesse am Gegenstand, sind freilich immer das vorzüglichste und nutzbarste; und doch sind von den frühsten Zeiten an die Einsichten der Menschen in natürliche Dinge durch jenes weniger gefördert worden als durch ein naheliegendes Bedürfnis, durch einen Zufall, den die Aufmerksamkeit nutzte, und durch mancherlei Art von Ausbildung zu entschiedenen Zwecken.

Es gibt bedeutende Zeiten, von denen wir wenig wissen, Zustände, deren Wichtigkeit uns nur durch ihre Folgen deutlich wird. Diejenige Zeit, welche der Same unter der Erde zubringt, gehört vorzüglich mit zum Pflanzenleben.

Es gibt auffallende Zeiten, von denen uns weniges, aber höchst Merkwürdiges bekannt ist. Hier treten außerordentliche Individuen hervor, es ereignen sich seltsame Begebenheiten. Solche Epochen geben einen entschiedenen Eindruck, sie erregen große Bilder, die uns durch ihr Einfaches anziehen.

Die historischen Zeiten erscheinen uns im vollen Tag. Man sieht vor lauter Licht keinen Schatten, vor lauter Hellung keinen Körper, den Wald nicht vor Bäumen, die Menschheit nicht vor Menschen; aber es sieht aus, als wenn jedermann und allem recht geschähe, und so ist jedermann zufrieden.

Die Existenz irgendeines Wesens erscheint uns ja nur, insofern wir uns desselben bewußt werden. Daher sind wir ungerecht gegen die stillen dunklen Zeiten, in denen der Mensch, unbekannt mit sich selbst, aus innerem starken Antrieb tätig war, trefflich vor sich hin wirkte und kein anderes Dokument seines Daseins zurückließ als eben die Wirkung, welche höher zu schätzen wäre als alle Nachrichten. Höchst reizend ist für den Geschichtsforscher der Punkt, wo Geschichte und Sage zusammengrenzen. Es ist meistens der schönste der ganzen Überlieferung. Wenn wir uns aus dem bekannten Gewordenen das unbekannte Werden aufzubauen genötigt finden, so erregt es eben die angenehme Empfindung, als wenn wir eine uns bisher unbekannte gebildete Person kennen lernen und die Geschichte ihrer Bildung lieber herausahnden als herausforschen.

Nur müßte man nicht so griesgrämig, wie es würdige Historiker neuerer Zeit getan haben, auf Dichter und Chronikenschreiber herabsehen.

Betrachtet man die einzelne frühere Ausbildung der Zeiten, Gegenden, Ortschaften, so kommen uns aus der dunklen Vergangenheit überall tüchtige und vortreffliche Menschen, tapfere, schöne, gute in herrlicher Gestalt entgegen. Der Lobgesang der Menschheit, dem die Gottheit so gerne zuhören mag, ist niemals verstummt, und wir selbst fühlen ein göttliches Glück, wenn wir die durch alle Zeiten und Gegenden verteilten harmonischen Ausströmungen, bald in einzelnen Stimmen, in einzelnen Chören, bald fugenweise, bald in einem herrlichen Vollgesang vernehmen.

Freilich müßte man mit reinem frischen Ohre hinlauschen, und jedem Vorurteil selbstsüchtiger Parteilichkeit, mehr vielleicht als dem Menschen möglich ist, entsagen.

Es gibt zwei Momente der Weltgeschichte, die bald aufeinander folgen, bald gleichzeitig, teils einzeln und abgesondert, teils höchst verschränkt, sich an Individuen und Völkern zeigen.

Der erste ist derjenige, in welchem sich die einzelnen nebeneinander frei ausbilden; dies ist die Epoche des Werdens, des Friedens, des Nährens, der Künste, der Wissenschaften, der Gemütlichkeit, der Vernunft. Hier wirkt alles nach innen und strebt in den besten Zeiten zu einem glücklichen häuslichen Auferbauen; doch löst sich dieser Zustand zuletzt in Parteisucht und Anarchie auf.

Die zweite Epoche ist die des Benutzens, des Kriegens, des Verzehrens, der Technik, des Wissens, des Verstandes. Die Wirkungen sind nach außen gerichtet; im schönsten und höchsten Sinne gewährt dieser Zeitpunkt Dauer und Genuß unter gewissen Bedingungen. Leicht artet jedoch ein solcher Zustand in Selbstsucht und Tyrannei aus, wo man sich aber keinesweges den Tyrannen als eine einzelne Person zu denken nötig hat; es gibt eine Tyrannei ganzer Massen, die höchst gewaltsam und unwiderstehlich ist.

Man mag sich die Bildung und Wirkung der Menschen unter welchen Bedingungen man will denken, so schwanken beide durch Zeiten und Länder, durch Einzelnheiten und Massen, die proportionierlich und unproportionierlich aufeinander wirken; und hier liegt das Inkalkulable, das Inkommensurable der Weltgeschichte. Gesetz und Zufall greifen ineinander, der betrachtende Mensch aber kommt oft in den Fall, beide miteinander zu verwechseln, wie sich besonders an parteiischen Historikern bemerken läßt, die zwar meistens unbewußt, aber doch künstlich genug, sich eben dieser Unsicherheit zu ihrem Vorteil bedienen.

Der schwache Faden, der sich aus dem manchmal so breiten Gewebe des Wissens und der Wissenschaften durch alle Zeiten, selbst die dunkelsten und verworrensten, ununterbrochen fortzieht, wird durch Individuen durchgeführt. Diese werden in einem Jahrhundert wie in dem andern von der besten Art geboren und verhalten sich immer auf dieselbe Weise gegen jedes Jahrhundert, in welchem sie vorkommen. Sie stehen nämlich mit der Menge im Gegensatz, ja im Widerstreit. Ausgebildete Zeiten haben hierin nichts voraus vor den barbarischen: denn Tugenden sind zu jeder Zeit selten, Mängel gemein. Und stellt sich denn nicht sogar im Individuum eine Menge von Fehlern der einzelnen Tüchtigkeit entgegen?

Gewisse Tugenden gehören der Zeit an, und so auch gewisse Mängel, die einen Bezug auf sie haben.

Die neuere Zeit schätzt sich selbst zu hoch, wegen der großen Masse Stoffes, den sie umfaßt. Der Hauptvorzug des Menschen beruht aber nur darauf, inwiefern er den Stoff zu behandeln und zu beherrschen weiß.

Es gibt zweierlei Erfahrungsarten, die Erfahrung des Abwesenden und die des Gegenwärtigen. Die Erfahrung des Abwesenden, wozu das Vergangene gehört, machen wir auf fremde Autorität, die des Gegenwärtigen sollten wir auf eigene Autorität machen. Beides gehörig zu tun, ist die Natur des Individuums durchaus unzulänglich.

Die ineinander greifenden Menschen- und Zeitalter nötigen uns, eine mehr oder weniger untersuchte Überlieferung gelten zu lassen, um so mehr, als auf der Möglichkeit dieser Überlieferung die Vorzüge des menschlichen Geschlechts beruhen.

Überlieferung fremder Erfahrung, fremden Urteils sind bei so großen Bedürfnissen der eingeschränkten Menschheit höchst willkommen, besonders wenn von hohen Dingen, von allgemeinen Anstalten die Rede ist.

Ein ausgesprochnes Wort tritt in den Kreis der ührigen, notwendig wirkenden Naturkräfte mit ein. Es wirkt um so lebhafter, als in dem engen Raume, in welchem die Menschheit sich ergeht, die nämlichen Bedürfnisse, die nämlichen Forderungen immer wiederkehren.

Und doch ist jede Wortüberlieferung so bedenklich. Man soll sich, heißt es, nicht an das Wort, sondern an den Geist halten. Gewöhnlich aber vernichtet der Geist das Wort oder verwandelt es doch dergestalt, daß ihm von seiner frühern Art und Bedeutung wenig übrig bleibt.

Wir stehen mit der Überlieferung beständig im Kampfe, und jene Forderung, daß wir die Erfahrung des Gegenwärtigen auf eigene Autorität machen sollten, ruft uns gleichfalls zu einem bedenklichen Streit auf. Und doch fühlt ein Mensch, dem eine originelle Wirksamkeit zuteil geworden, den Beruf, diesen doppelten Kampf persönlich zu bestehen, der durch den Fortschritt der Wissenschaften nicht erleichtert, sondern erschwert wird. Denn es ist am Ende doch nur immer das Individuum, das einer breiteren Natur und breiteren Überlieferung Brust und Stirn bieten soll.

Der Konflikt des Individuums mit der unmittelbaren Erfahrung und der mittelbaren Überlieferung ist eigentlich die Geschichte der Wissenschaften: denn was in und von ganzen Massen geschieht, bezieht sich doch nur zuletzt auf ein tüchtigeres Individuum, das alles sammeln, sondern, redigieren und vereinigen soll; wobei es wirklich ganz einerlei ist, ob die Zeitgenossen ein solch Bemühen begünstigen oder ihm widerstreben. Denn was heißt begünstigen, als das Vorhandene vermehren und allgemein machen. Dadurch wird wohl genutzt, aber die Hauptsache nicht gefördert.

Sowohl in Absicht auf Überlieferung als eigene Erfahrung muß nach Natur der Individuen, Nationen und Zeiten ein sonderbares Entgegenstreben, Schwanken und Vermischen entstehen.

Gehalt ohne Methode führt zur Schwärmerei; Methode ohne Gehalt zum leeren Klügeln; Stoff ohne Form zum beschwerlichen Wissen, Form ohne Stoff zu einem hohlen Wähnen.

Leider besteht der ganze Hintergrund der Geschichte der Wissenschaften bis auf den heutigen Tag aus lauter solchen beweglichen, ineinander fließenden und sich doch nicht vereinigenden Gespenstern, die den Blick dergestalt verwirren, daß man die hervortretenden, wahrhaft würdigen Gestalten kaum recht scharf ins Auge fassen kann.

Überliefertes

Nun können wir nicht einen Schritt weiter gehen, ohne jenes Ehrwürdige, wodurch das Entfernte verbunden, das Zerrissene ergänzt wird, ich meine das Überlieferte, näher zu bezeichnen.

Weniges gelangt aus der Vorzeit herüber als vollständiges Denkmal, vieles in Trümmern; manches als Technik, als praktischer Handgriff; einiges, weil es dem Menschen nahe verwandt ist, wie Mathematik; anderes, weil es immer wieder gefordert und angeregt wird, wie Himmel- und Erdkunde; einiges, weil man dessen bedürftig bleibt, wie die Heilkunst; anderes zuletzt, weil es der Mensch, ohne zu wollen, immer wieder selbst hervorbringt, wie Musik und die übrigen Künste.

Doch von alle diesem ist im wissenschaftlichen Falle nicht sowohl die Rede als von schriftlicher Überlieferung. Auch hier übergehen wir vieles. Soll jedoch für uns ein Faden aus der alten Welt in die neue herüberreichen, so müssen wir dreier Hauptmassen gedenken, welche die größte, entschiedenste, ja oft eine ausschließende Wirkung hervorgebracht haben, der Bibel, der Werke Platos und Aristoteles'.

Jene große Verehrung, welche der Bibel von vielen Völkern und Geschlechtern der Erde gewidmet worden, verdankt sie ihrem innern Wert. Sie ist nicht etwa nur ein Volksbuch, sondern das Buch der Völker, weil sie die Schicksale eines Volks zum Symbol aller übrigen aufstellt, die Geschichte desselben an die Entstehung der Welt anknüpft und durch eine Stufenreihe irdischer und geistiger Entwickelungen, notwendiger und zufälliger Ereignisse bis in die entferntesten Regionen der äußersten Ewigkeiten hinausführt.

Wer das menschliche Herz, den Bildungsgang der einzelnen kennt, wird nicht in Abrede sein, daß man einen trefflichen Menschen tüchtig heraufbilden könnte, ohne dabei ein anderes Buch zu brauchen als etwa Tschudis schweizerische oder Aventins bayerische Chronik. Wieviel mehr muß also die Bibel zu diesem Zwecke genügen, da sie das Musterbuch zu jenen erstgenannten gewesen, da das Volk, als dessen Chronik sie sich darstellt, auf die Weltbegebenheiten so großen Einfluß ausgeübt hat und noch ausübt.

Es ist uns nicht erlaubt, hier ins einzelne zu gehen; doch liegt einem jeden vor Augen, wie in beiden Abteilungen dieses wichtigen Werkes der geschichtliche Vortrag mit dem Lehrvortrage dergestalt innig verknüpft ist, daß einer dem andern auf- und nachhilft, wie vielleicht in keinem andern Buche. Und was den Inhalt betrifft, so wäre nur wenig hinzuzufügen, um ihn bis auf den heutigen Tag durchaus vollständig zu machen. Wenn man dem Alten Testamente einen Auszug aus Josephus beifügte, um die jüdische Geschichte bis zur Zerstörung Jerusalems fortzuführen; wenn man, nach der Apostelgeschichte, eine gedrängte Darstellung der Ausbreitung des Christentums und der Zerstreuung des Judentums durch die Welt, bis auf die letzten treuen Missionsbemühungen apostelähnlicher Männer, bis auf den neusten Schacher- und Wucherbetrieb der Nachkommen Abrahams, einschaltete; wenn man vor der Offenbarung Johannis die reine christliche Lehre im Sinne des Neuen Testamentes zusammengefaßt aufstellte, um die verworrene Lehrart der Episteln zu entwirren und aufzuhellen; so verdiente dieses Werk gleich gegenwärtig wieder in seinen alten Rang einzutreten, nicht nur als allgemeines Buch, sondern auch als allgemeine Bibliothek der Völker zu gelten, und es würde gewiß, je höher die Jahrhunderte an Bildung steigen, immer mehr zum Teil als Fundament, zum Teil als Werkzeug der Erziehung, freilich nicht von naseweisen, sondern von wahrhaft weisen Menschen genutzt werden können.

Die Bibel an sich selbst, und dies bedenken wir nicht genug, hat in der ältern Zeit fast gar keine Wirkung gehabt. Die Bücher des Alten Testaments fanden sich kaum gesammelt, so war die Nation, aus der sie entsprungen, völlig zerstreut; nur der Buchstabe war es, um den die Zerstreuten sich sammelten und noch sammlen. Kaum hatte man die Bücher des Neuen Testaments vereinigt, als die Christenheit sich in unendliche Meinungen spaltete. Und so finden wir, daß sich die Menschen nicht sowohl mit dem Werke als an dem Werke beschäftigten und sich über die verschiedenen Auslegungsarten entzweiten, die man auf den Text anwenden, die man dem Text unterschieben, mit denen man ihn zudecken konnte.

Hier werden wir nun veranlaßt, jener beiden trefflichen Männer zu gedenken, die wir oben genannt. Es wäre Verwegenheit, ihr Verdienst an dieser Stelle würdigen, ja nur schildern zu wollen; also nicht mehr denn das Notwendigste zu unsern Zwecken.

Plato verhält sich zu der Welt wie ein seliger Geist, dem es beliebt, einige Zeit auf ihr zu herbergen. Es ist ihm nicht sowohl darum zu tun, sie kennenzulernen, weil er sie schon voraus-

setzt, als ihr dasjenige, was er mitbringt und was ihr so nottut, freundlich mitzuteilen. Er dringt in die Tiefen, mehr um sie mit seinem Wesen auszufüllen, als um sie zu erforschen. Er bewegt sich nach der Höhe, mit Sehnsucht, seines Ursprungs wieder teilhaft zu werden. Alles, was er äußert, bezieht sich auf ein ewig Ganzes, Gutes, Wahres, Schönes, dessen Forderung er in jedem Busen aufzuregen strebt. Was er sich im einzelnen von irdischem Wissen zueignet, schmilzt, ja man kann sagen, verdampft in seiner Methode, in seinem Vortrag.

Aristoteles hingegen steht zu der Welt wie ein Mann, ein baumeisterlicher. Er ist nun einmal hier und soll hier wirken und schaffen. Er erkundigt sich nach dem Boden, aber nicht weiter, als bis er Grund findet. Von da bis zum Mittelpunkt der Erde ist ihm das übrige gleichgültig. Er umzieht einen ungeheuren Grundkreis für sein Gebäude, schafft Materialien von allen Seiten her, ordnet sie, schichtet sie auf und steigt so in regelmäßiger Form pyramidenartig in die Höhe, wenn Plato, einem Obelisken, ja einer spitzen Flamme gleich, den Himmel sucht.

Wenn ein Paar solcher Männer, die sich gewisser-maßen in die Menschheit teilten, als getrennte Repräsentanten herrlicher, nicht leicht zu vereinender Eigenschaften auftraten; wenn sie das Glück hatten, sich vollkommen auszubilden, das an ihnen Ausgebildete vollkommen auszusprechen, und nicht etwa in kurzen lakonischen Sätzen gleich Orakelsprüchen, sondern in ausführlichen, ausgeführten, mannigfaltigen Werken; wenn diese Werke zum Besten der Menschheit übrig blieben und immerfort mehr oder weniger studiert und betrachtet wurden: so folgt natürlich, daß die Welt, insofern sie als empfindend und denkend anzusehen ist, genötigt war, sich einem oder dem andern hinzugeben, einen oder den andern als Meister, Lehrer, Führer anzuerkennen.

Diese Notwendigkeit zeigte sich am deutlichsten bei Auslegung der Heiligen Schrift. Diese, bei der Selbständigkeit, wunderbaren Originalität, Vielseitigkeit, Totalität, ja Unermeßlichkeit ihres Inhalts, brachte keinen Maßstab mit, wonach sie gemessen werden konnte; er mußte von außen gesucht und an sie angelegt werden, und das ganze Chor derer, die sich deshalb versammelten, Juden und Christen, Heiden und Heilige, Kirchenväter und Ketzer, Konzilien und Päpste, Reformatoren und Widersacher, sämtlich, indem sie auslegen und erklären, verknüpfen oder supplieren, zurechtlegen oder anwenden wollten, taten es auf platonische oder aristotelische Weise, bewußt oder unbewußt, wie uns, um nur der jüdischen Schule zu erwähnen, schon die talmudistische und kabbalistische Behandlung der Bibel überzeugt.

Wie bei Erklärung und Benutzung der heiligen Schriften, so auch bei Erklärung, Erweiterung und Benutzung des wissenschaftlich Überlieferten, teilte sich das Chor der Wiß- und Kenntnis begierigen in zwei Parteien. Betrachten wir die afrikanischen, besonders ägyptischen neuern Weisen und Gelehrten, wie sehr neigt sich dort alles nach der platonischen Vorstellungsart. Bemerken wir die Asiaten, so finden wir mehr Neigung zur aristotelischen Behandlungsweise, wie es später bei den Arabern besonders auffällt.

Ja wie die Völker, so teilen sich auch Jahrhunderte in die Verehrung des Plato und Aristoteles, bald friedlich, bald in heftigem Widerstreit; und es ist als ein großer Vorzug des unsrigen anzusehen, daß die Hochschätzung beider sich im Gleichgewichte hält, wie schon Raffael in der sogenannten Schule von Athen beide Männer gedacht und gegeneinander übergestellt hat.

Wir fühlen und wissen recht gut, was sich gegen die von uns aphoristisch entworfene Skizze einwenden läßt, besonders wenn man von dem, was ihr mangelt, und von dem, was an ihr näher zu bestimmen wäre, reden wollte. Allein es war die Aufgabe, in möglichster Kürze hinzuzeichnen, was von Hauptwirkungen über die durch Barbaren gerissene Lücke in die mittlere und neuere Zeit vor allem andern bedeutend herüberreicht, was in die Wissenschaf-

ten überhaupt, in die Naturwissenschaften besonders und in die Farbenlehre, die uns vorzüglich beschäftigt, einen dauernden Einfluß ausübte.

Denn andre köstliche Massen des unschätzbar Überlieferten, wie zum Exempel die Masse der griechischen Dichter, hat erst spät, ja sehr spät, wieder lebendig auf Bildung gewirkt, so wie die Denkweisen anderer philosophischen Schulen, der Epikureer, der Skeptiker, auch erst spät für uns einige Bedeutung gewinnen.

Wenn wir nun oben schon ausgesprochen und behauptet, daß die Griechen mit allem bekannt gewesen, was wir als Hauptgrund der Farbenlehre anerkennen, was wir als die Hauptmomente derselben verehren, so bleibt uns nun die Pflicht, dem Natur- und Geschichtsfreunde vor Augen zu legen, wie in der neuern Zeit die Platonischen und Aristotelischen Überzeugungen wieder emporgehoben, wie sie verdrängt oder genutzt, wie sie vervollständigt oder verstümmelt werden mochten und wie, durch ein seltsames Schwanken älterer und neuerer Meinungsweisen, die Sache von einer Seite zur andern geschoben und zuletzt am Anfang des vorigen Jahrhunderts völlig verschoben worden.

Autorität

Indem wir nun von Überlieferung sprechen, sind wir unmittelbar aufgefordert, zugleich von Autorität zu reden. Denn genau betrachtet, so ist jede Autorität eine Art Überlieferung. Wir lassen die Existenz, die Würde, die Gewalt von irgendeinem Dinge gelten, ohne daß wir seinen Ursprung, sein Herkommen, seinen Wert deutlich einsehen und erkennen. So schätzen und ehren wir zum Beispiel die edlen Metalle beim Gebrauch des gemeinen Lebens; doch ihre großen physischen und chemischen Verdienste sind uns dabei selten gegenwärtig. So hat die Vernunft und das ihr verwandte Gewissen eine ungeheure Autorität, weil sie unergründlich sind; ingleichen das, was wir mit dem Namen Genie bezeichnen. Dagegen kann man dem Verstand gar keine Autorität zuschreiben: denn er bringt nur immer seinesgleichen hervor, so wie denn offenbar aller Verstandesunterricht zur Anarchie führt.

Gegen die Autorität verhält sich der Mensch, so wie gegen vieles andere, beständig schwankend. Er fühlt in seiner Dürftigkeit, daß er, ohne sich auf etwas Drittes zu stützen, mit seinen Kräften nicht auslangt. Dann aber, wenn das Gefühl seiner Macht und Herrlichkeit in ihm aufgeht, stößt er das Hülfreiche von sich und glaubt, für sich selbst und andre hinzureichen.

Das Kind bequemt sich meist mit Ergebung unter die Autorität der Eltern; der Knabe sträubt sich dagegen; der Jüngling entflieht ihr, und der Mann läßt sie wieder gelten, weil er sich deren mehr oder weniger selbst verschafft, weil die Erfahrung ihn gelehrt hat, daß er ohne Mitwirkung anderer doch nur wenig ausrichte.

Ebenso schwankt die Menschheit im ganzen. Bald sehen wir um einen vorzüglichen Mann sich Freunde, Schüler, Anhänger, Begleiter, Mitlebende, Mitwohnende, Mitstreitende versammeln. Bald fällt eine solche Gesellschaft, ein solches Reich wieder in vielerlei Einzelnheiten auseinander. Bald werden Monumente älterer Zeiten, Dokumente früherer Gesinnungen, göttlich verehrt, buchstäblich aufgenommen; jedermann gibt seine Sinne, seinen Verstand darunter gefangen; alle Kräfte werden aufgewendet, das Schätzbare solcher Überreste darzutun, sie bekannt zu machen, zu kommentieren, zu erläutern, zu erklären, zu verbreiten und fortzupflanzen. Bald tritt dagegen, wie jene bilderstürmende, so hier eine schriftstürmende Wut ein; es täte not, man vertilgte bis auf die letzte Spur das, was bisher so großen Wertes geachtet wurde. Kein ehemals ausgesprochenes Wort soll gelten, alles, was weise war, soll als närrisch erkannt werden, was heilsam war, als schädlich, was sich lange Zeit als förderlich zeigte, nunmehr als eigentliches Hindernis.

Die Epochen der Naturwissenschaften im allgemeinen und der Farbenlehre insbesondre, werden uns ein solches Schwanken auf mehr als eine Weise bemerklich machen. Wir werden sehen, wie dem menschlichen Geist das aufgehäufte Vergangene höchst lästig wird zu einer Zeit, wo das Neue, das Gegenwärtige gleichfalls gewaltsam einzudringen anfängt, wie er die alten Reichtümer aus Verlegenheit, Instinkt, ja aus Maxime wegwirft, wie er wähnt, man könne das Neuzuerfahrende durch bloße Erfahrung in seine Gewalt bekommen: wie man aber bald wieder genötigt wird, Räsonnement und Methode, Hypothese und Theorie zu Hülfe zu rufen, wie man dadurch abermals in Verwirrung, Kontrovers, Meinungenwechsel, und früher oder später aus der eingebildeten Freiheit wieder unter den ehernen Zepter einer aufgedrungenen Autorität fällt.

Alles, was wir an Materialien zur Geschichte, was wir Geschichtliches einzeln ausgearbeitet zugleich überliefern, wird nur der Kommentar zu dem Vorgesagten sein. Die Naturwissenschaften haben sich bewundernswürdig erweitert, aber keinesweges in einem stetigen Gange, auch nicht einmal stufenweise, sondern durch Auf- und Absteigen, durch Vor- und Rückwärtswandeln in grader Linie oder in der Spirale, wobei sich denn von selbst versteht, daß man in jeder Epoche über seine Vorgänger weit erhaben zu sein glaubte. Doch wir dürfen künftigen Betrachtungen nicht vorgreifen. Da wir die Teilnehmenden durch einen labyrinthischen Garten zu führen haben, so müssen wir ihnen und uns das Vergnügen mancher überraschenden Aussicht vorbehalten.

Wenn nun derjenige, wo nicht für den Vorzüglichsten, doch für den Begabtesten und Glücklichsten zu halten wäre, der Ausdauer, Lust, Selbstverleugnung genug hätte, sich mit dem Überlieferten völlig bekannt zu machen, und dabei noch Kraft und Mut genug behielte, sein originelles Wesen selbständig auszubilden und das vielfach Aufgenommene nach seiner Weise zu bearbeiten und zu beleben: wie erfreulich muß es nicht sein, wenn dergleichen Männer in der Geschichte der Wissenschaften uns, wiewohl selten genug, wirklich begegnen. Ein solcher ist derjenige, zu dem wir uns nun wenden, der uns vor vielen andern trefflichen Männern aus einer zwar regsamen, aber doch immer noch trüben Zeit, lebhaft und freudig entgegen tritt.

Roger Bacon

von 1216 bis 1294

Die in Britannien durch Römerherrschaft gewirkte Kultur, diejenige, welche früh genug durch das Christentum daselbst eingeleitet worden, verlor sich nur gar zu bald, vernichtet durch den Zudrang wilder Inselnachbarn und seeräuberischer Scharen. Bei zurückkehrender, obgleich oft gestörter Ruhe fand sich auch die Religion wieder ein und wirkte auf eine vorzügliche Weise zum Guten. Treffliche Männer bildeten sich aus zu Aposteln ihres eigenen Vaterlandes, ja des Auslandes. Klöster wurden gestiftet, Schulen eingerichtet, und jede Art besserer Bildung schien sich in diese abgesonderten Länder zu flüchten, sich daselbst zu bewahren und zu steigern.

Roger Bacon war in einer Epoche geboren, welche wir die des Werdens, der freien Ausbildung der einzelnen nebeneinander genannt haben; für einen Geist wie der seine, in der glücklichsten. Sein eigentliches Geburtsjahr ist ungewiß, aber die Magna Charta war bereits unterzeichnet (1215), als er zur Welt kam, jener große Freiheitsbrief, der durch die Zusätze nachfolgender Zeiten das wahre Fundament neuer englischer Nationalfreiheit geworden. So sehr auch der Klerus und die Baronen für ihren Vorteil dabei mochten gesorgt haben, so gewann doch der Bürgerstand dadurch außerordentlich, daß freier Handel gestattet, besonders der Verkehr mit Auswärtigen völlig ungehindert sein sollte, daß die Gerichtsverfas-

sung verbessert ward, daß der Gerichtshof nicht mehr dem Könige folgen, sondern stets an einem Orte Sitz haben, daß kein freier Mann sollte gefangen gehalten, verbannt oder auf irgendeine Weise an Freiheit und Leben angegriffen werden; es sei denn, seinesgleichen hätten über ihn gesprochen, oder es geschähe nach dem Recht des Landes.

Was auch noch in der Verfassung zu wünschen übrig blieb, was in der Ausführung mangeln, was durch politische Stürme erschüttert werden mochte, die Nation war im Vorschreiten, und Roger brachte sein höheres Alter unter der Regierung Königs Eduard des Ersten zu, wo die Wissenschaften aller Art einen beträchtlichen Fortgang nahmen und großen Einfluß auf eine vollkommnere Justiz- und Polizeiverfassung hatten. Der dritte Stand wurde mehr und mehr begünstigt, und einige Jahre nach Rogers Tode (1297) erhielt die Magna Charta einen Zusatz zugunsten der Volksklasse.

Obgleich Roger nur ein Mönch war und sich in dem Bezirk seines Klosters halten mochte, so dringt doch der Hauch solcher Umgebungen durch alle Mauern, und gewiß verdankt er gedachten nationellen Anlagen, daß sein Geist sich über die trüben Vorurteile der Zeit erheben und der Zukunft voreilen konnte. Er war von der Natur mit einem geregelten Charakter begabt, mit einem solchen, der für sich und andre Sicherheit will, sucht und findet. Seine Schriften zeugen von großer Ruhe, Besonnenheit und Klarheit. Er schätzt die Autorität, verkennt aber nicht das Verworrene und Schwankende der Überlieferung. Er ist überzeugt von der Möglichkeit einer Einsicht in Sinnliches und Übersinnliches, Weltliches und Göttliches.

Zuvörderst weiß er das Zeugnis der Sinne gehörig anzuerkennen; doch bleibt ihm nicht unbewußt, daß die Natur dem bloß sinnlichen Menschen vieles verberge. Er wünscht daher tiefer einzudringen und wird gewahr, daß er die Kräfte und Mittel hiezu in seinem eigenen Geiste suchen muß. Hier begegnet seinem kindlichen Sinne die Mathematik als ein einfaches, eingebornes, aus ihm selbst hervorspringendes Werkzeug, welches er umso mehr ergreift, als man schon so lange alles Eigene vernachlässigt, die Überlieferung auf eine seltsame Weise übereinander gehäuft und sie dadurch gewissermaßen in sich selbst zerstört hatte.

Er gebraucht nunmehr sein Organ, um die Vorgänger zu beurteilen, die Natur zu betasten, und zufrieden mit der Weise, nach der ihm manches gelingt, erklärt er die Mathematik zu dem Hauptschlüssel aller wissenschaftlichen Verborgenheiten.

Je nachdem nun die Gegenstände sind, mit welchen er sich beschäftigt, danach ist auch das Gelingen. In den einfachsten physischen Fällen löst die Formel das Problem, in komplizierteren ist sie wohl behülflich, deutet auf den Weg, bringt uns näher, aber sie dringt nicht mehr auf den Grund. In den höheren Fällen und nun gar im Organischen und Moralischen bleibt sie ein bloßes Symbol.

Ob nun gleich der Stoff, den er behandelt, sehr gehaltvoll ist, auch nichts fehlt, was den sinnenden Menschen interessieren kann, ob er sich schon mit großer Ehrfurcht den erhabenen Gegenständen des Universums nähert, so müß er doch den einzelnen Teilen des Wißbaren und Ausführbaren, einzelnen Wissenschaften und Künsten unrecht tun, um seine These durchzusetzen. Was in ihnen eigentümlich, fundamental und elementar gewiß ist, erkennt er nicht an; er beachtet bloß die Seite, die sie gegen die Mathematik bieten. So löst er die Grammatik in Rhythmik, die Logik in Musik auf und erklärt die Mathematik wegen Sicherheit ihrer Demonstrationen für die bessere Logik.

Indem er nun zwar parteiisch aber keinesweges Pedant ist, so fühlt er sehr bald, wo seine Grundmaximen (canones), mit denen er alles ausrichten will, nicht hinreichen, und es scheint ihm selbst nicht recht Ernst zu sein, wenn er seinen mathematisch- physischen

Maßstab geistigen und göttlichen Dingen anpassen und durch ein witziges Bilderspiel das, was nicht ineinander greift, zusammenhängen will.

Bei alledem läßt ihn sein großes Sicherheitsbedürfnis durchaus feste und entschiedene Schritte tun. Was die Alten erfahren und gedacht, was er selbst gefunden und ersonnen, das alles bringt er nicht gerade streng methodisch, aber doch in einem sehr faßlichen naiven Vortrag, uns vor Seel' und Gemüt. Alles hängt zusammen, alles hat die schönste Folge, und indem das Bekannte klar vor ihm liegt, so ist ihm auch das Unbekannte selbst nicht fremd; daher er denn voraussieht, was noch künftig zu leisten ist und was erst einige Jahrhunderte nachher, durch fortschreitende Beobachtung der Natur und durch eine immer verfeinerte Technik, wirklich geleistet worden.

Wir lassen ihn seine allgemeinen Grundsätze selbst, vortragen, sowohl weil es interessant ist, sie an und für sich kennen zu lernen, als auch weil wir dadurch Gelegenheit finden, unsere Überzeugungen in seinem Sinne auszusprechen.

"Es gibt mancherlei, das wir geradehin und leicht erkennen; anderes aber, das für uns verborgen ist, welches jedoch von der Natur wohl gekannt wird. Dergleichen sind alle höhere Wesen, Gott und die Engel, als welche zu erkennen die gemeinen Sinne nicht hinreichen. Aber es findet sich daß wir auch einen Sinn haben, durch den wir das gleichfalls erkennen, was der Natur bekannt ist, und dieser ist der mathematische: denn durch diesen erkennen wir auch die höheren Wesen, als den Himmel und die Sterne, und gelangen auf diesem Wege zur Erkenntnis der übrigen erhabenen Naturen, und zwar auch auf eine einfache und leichte Weise."

"Alle natürlichen Dinge werden zum Dasein gebracht durch ein Wirksames und durch eine Materie, auf welche jenes seine Tätigkeit ausübt: denn diese beiden treffen zu allererst zusammen. Denn das Handelnde durch seine Tugend bewegt und verwandelt die Materie, daß sie eine Sache werde, aber die Wahrheit des Wirksamen und der Materie können wir nicht einsehen ohne große Gewalt der Mathematik, ja nicht einmal die hervorgebrachten Wirkungen. Diese drei sind also zu beachten, das Wirkende, die Materie und das Gewirkte.

Alles Wirksame handelt durch seine Tugend, die es in der untergelegten Materie zur Wirklichkeit bringt. Eine solche (abgeleitete) Tugend wird ein Gleichnis, ein Bild, ein Artiges genannt und sonst noch auf mancherlei Weise bezeichnet. Dieses aber wird sowohl durch die Wesenheit als durch das Zufällige, durch das Geistige wie durch das Körperliche hervorgebracht, durch die Wesenheit aber mehr als durch das Zufällige, durch das Geistige mehr als durch das Körperliche; und dieses Gleichartige macht alle Wirkungen dieser Welt: denn es wirkt auf den Sinn, auf den Geist und auf die ganze Materie der Welt durch Erzeugung der Dinge. Und so bringt ein natürlich Wirksames immer ein und dasselbe hervor, es mag wirken, worauf es will, weil es hier nicht etwa überlegen und wählen kann, sondern was ihm vorkommt, macht es zu seinesgleichen. Wirkt es auf Sinne und Verstandeskräfte, so entsteht das Bild, das Gleichartige, wie ein jeder weiß, aber auch in der Materie wird dieses Gleichnis gewirkt. Und diejenigen wirksamen Wesen, welche Vernunft und Verstand haben, wenn sie gleich vieles aus Überlegung und Wahl des Willens tun, so ist doch diese Wirkung, die Erzeugung des Gleichnisses, ihnen so gut natürlich als andern Wesen, und so vervielfältigt die Wesenheit der Seele ihre Tugend im Körper und außerhalb des Körpers, und ein jeder Körper schafft auch außer sich seine Tugenden, und die Engel bewegen die Welt durch dergleichen Tugenden.

Aber Gott schafft die Tugenden aus Nichts, die er alsdann in den Dingen vervielfältigt. Die erschaffenen wirksamen Wesen vermögen dies nicht, sondern leisten das ihre auf andre Weise, wobei wir uns gegenwärtig nicht aufhalten können. Nur wiederholen wir, daß die Tu-

genden wirksamer Wesen in dieser Welt alles hervorbringen. Dabei ist aber zweierlei zu bemerken: erstlich die Vervielfältigung des Gleichnisses und der Tugend, von dem Ursprung ihrer Zeugung her; zweitens das mannigfaltige Wirken in dieser Welt, wodurch Fortzeugung und Verderbnis entsteht. Das zweite läßt sich nicht ohne das erste begreifen, deshalb wir uns zuerst an die Vervielfältigung wenden."

Wie er nun zu Werke geht, die Vervielfältigung der ursprünglichen Tugenden nach Linien, Winkeln, Figuren und so fort auf mathematische Weise zu bewirken, ist höchst bedeutend und erfreulich. Besonders gelingt es ihm, die fortschreitende Wirkung physischer und mechanischer Kräfte, die wachsende Mitteilung erster Anstöße, vorzüglich auch die Rückwirkungen, auf eine folgerechte und heitre Weise abzuleiten. So einfach seine Maximen sind, so fruchtbar zeigen sie sich in der Anwendung, und man begreift wohl, wie ein reines freies Gemüt sehr zufrieden sein konnte, auf solche Weise sich von himmlischen und irdischen Dingen Rechenschaft zu geben.

Von Farben spricht er nur gelegentlich. Auch er setzt sie voraus und erwähnt ihrer mehr beispielsweise und zu Erläuterung anderer Erscheinungen, als daß er sie selbst zu ergründen suchte. Wir könnten es also hier bei dem Gesagten bewenden lassen. Damit aber doch etwas geschehe, so versetzen wir uns im Geist an seine Stelle, nehmen an, das Büchlein von Theophrast sei ihm bekannt gewesen, was die Griechen eingesehen, sei auch ihm zur Überzeugung geworden, ihm wäre nicht entgangen, worauf es eigentlich bei der Sache ankomme, und so hätte er nachstehende kurze Farbenlehre, seinen Maximen gemäß, verfassen können, die auch uns ganz willkommen sein würde.

Das Licht ist eine der ursprünglichen, von Gott erschaffenen Kräfte und Tugenden, welches sein Gleichnis in der Materie darzustellen sich bestrebt. Dieses geschieht auf mancherlei Weise, für unser Auge aber folgendermaßen.

Das reine Materielle, insofern wir es mit Augen erblicken, ist entweder durchsichtig, oder undurchsichtig, oder halb durchsichtig. Das letzte nennen wir trübe. Wenn nun die Tugend des Lichts durch das Trübe hindurchstrebt, so daß seine ursprüngliche Kraft zwar immer aufgehalten wird, jedoch aber immer fortwirkt, so erscheint sein Gleichnis Gelb und Gelbrot; setzt aber ein Finsteres dem Trüben Grenze, so daß des Lichts Tugend nicht fortzuschreiten vermag, sondern aus dem erhellten Trüben als ein Abglanz zurückkehrt, so ist dessen Gleichnis Blau und Blaurot.

Ähnliches begegnet bei durchsichtigen und undurchsichtigen Körpern, ja im Auge selbst.

Diese Wirkungen sind sehr einfach und beschränkt. Die Unendlichkeit und Unzähligkeit der Farben aber erzeugt sich aus der Mischung und daß die ursprünglichen Farben abermals ihr Gleichnis in der Materie und sonst hervorbringen, welches denn, wie alles Abgeleitete, unreiner und ungewisser erscheint; wobei wir jedoch zu bedenken haben, daß eben durch dieses Abgeleitete, durch dieses Bild vom Bilde, durch das Gleichnis vom Gleichnis, das meiste geschieht und eben dadurch das völlige Verschwinden der ersten Tugend, Verderbnis und Untergang möglich wird.

Nachstehendes kann zum Teil als Wiederholung, zum Teil als weitre Aus- und Fortbildung des oben Gesagten angesehen werden; sodann aber mag man entschuldigen, daß hier abermals gelegentlich erregte Gedanken mit aufgeführt sind.

Die Schriften Bacons zeugen von großer Ruhe und Besonnenheit. Er fühlte sehr tief den Kampf, den er mit der Natur und mit der Überlieferung zu bestehen hat. Er wird gewahr, daß er die Kräfte und Mittel hiezu bei sich selbst suchen muß. Hier findet er die Mathematik als

ein sicheres, aus seinem Innern hervorspringendes Werkzeug. Er operiert mit demselben gegen die Natur und gegen seine Vorgänger, sein Unternehmen glückt ihm und er überzeugt sich, daß Mathematik den Grund zu allem Wissenschaftlichen lege.

Hat ihm jedoch dieses Organ bei allem Meßbaren gehörige Dienste geleistet, so findet er bald bei seinem zarten Gefühle, daß es Regionen gebe, wo es nicht hinreicht. Er spricht sehr deutlich aus, daß sie in solchen Fällen als eine Art von Symbolik zu brauchen sei; aber in der Ausführung selbst vermischt er den reellen Dienst, den sie ihm leistet, mit dem symbolischen; wenigstens knüpft er beide Arten so genau zusammen, daß er beiden denselben Grad von Überzeugung zuschreibt, obgleich sein Symbolisieren manchmal bloß auf ein Witzspiel hinausläuft. In diesem wenigen sind alle seine Tugenden und alle seine Fehler begriffen.

Man halte diese Ansicht fest und man wird sich überzeugen, daß es eine falsche Anwendung der reinen Mathematik und ebenso eine falsche Anwendung der angewandten Mathematik gebe. Offenbar ist die Astrologie aus der Astronomie durch den eben gerügten Mißgriff entstanden, indem man aus den Wirkungen bekannter Kräfte auf die Wirkungen unbekannter schloß und beide als gleichgeltende behandelte.

Man sehe, wie Baco das Mathematische geistigen und geistlichen Dingen annähern will durch ein anmutiges heiteres Zahlenspiel.

Ein großer Teil dessen, was man gewöhnlich Aberglauben nennt, ist aus einer falschen Anwendung der Mathematik entstanden, deswegen ja auch der Name eines Mathematikers mit dem eines Wahnkünstlers und Astrologen gleich galt. Man erinnere sich der Signatur der Dinge, der Chiromantie, der Punktierkunst, selbst des Höllenzwangs; alle dieses Unwesen nimmt seinen wüsten Schein von der klarsten aller Wissenschaften, seine Verworrenheit von der exaktesten. Man hat daher nichts für verderblicher zu halten, als daß man, wie in der neuern Zeit abermals geschieht, die Mathematik aus der Vernunft- und Verstandesregion, wo ihr Sitz ist, in die Region der Phantasie und Sinnlichkeit freventlich herüberzieht.

Dunklen Zeiten sind solche Mißgriffe nachzusehen; sie gehören mit zum Charakter. Denn eigentlich ergreift der Aberglaube nur falsche Mittel, um ein wahres Bedürfnis zu befriedigen, und ist deswegen weder so scheltenswert, als er gehalten wird, noch so selten in den sogenannten aufgeklärten Jahrhunderten und bei aufgeklärten Menschen.

Denn wer kann sagen, daß er seine unerläßlichen Bedürfnisse immer auf eine reine, richtige, wahre, untadelhafte und vollständige Weise befriedige; daß er sich nicht neben dem ernstesten Tun und Leisten, wie mit Glauben und Hoffnung, so auch mit Aberglauben und Wahn, Leichtsinn und Vorurteil hinhalte.

Wieviel falsche Formeln zu Erklärung wahrer und unleugbarer Phänomene finden sich nicht durch alle Jahrhunderte bis zu uns herauf. Die Schriften Luthers enthalten, wenn man will, viel mehr Aberglauben als die unsers englischen Mönchs. Wie bequem macht sichs nicht Luther durch seinen Teufel, den er überall bei der Hand hat, die wichtigsten Phänomene der allgemeinen und besonders der menschlichen Natur auf eine oberflächliche und barbarische Weise zu erklären und zu beseitigen; und doch ist und bleibt er, der er war, außerordentlich für seine und für künftige Zeiten. Bei ihm kam es auf Tat an; er fühlte den Konflikt, in dem er sich befand, nur allzu lästig, und indem er sich das ihm Widerstrebende recht häßlich, mit Hörnern, Schwanz und Klauen dachte, so wurde sein heroisches Gemüt nur desto lebhafter aufgeregt, dem Feindseligen zu begegnen und das Gehaßte zu vertilgen.

An jene Neigung Roger Bacons, das Unbekannte durch das Bekannte aufzulösen, das Ferne durch das Nahe zu gewältigen, wodurch sich eben sein vorzüglicher Geist legitimiert, schließt sich eine Eigenheit an, welche genau beachtet zu werden verdient, weil sie schon früher historische Zweifel erregt hat. Aus gewissen Eigenschaften der Körper, die ihm bekannt sind, aus gewissen Folgen, die sich von ihrer Verbindung oder von einer gewissen bestimmten Form hoffen lassen, folgert er so richtig, daß er über das, was zu seiner Zeit geleistet war, weit hinausgeht und von Dingen spricht, als wenn sie schon geleistet wären. Das Schießpulver, besonders aber die Fernröhre, behandelt er so genau, daß wir uns überzeugt halten müssen, er habe sie vor sich gehabt, zumal da er ja schon geschliffene Kugeln, Abschnitte von Kugeln in Glas besessen.

Allein wem bekannt ist, wie der Menschengeist voreilen kann, ehe ihm die Technik nachkommt, der wird auch hier nichts Unerhörtes finden.

Und so wagen wir zu behaupten, daß es nur Folgerungen bei ihm gewesen. Auch hier bei der angewandten Mathematik geht es ihm wie bei der reinen. Wie er jene anwendete, wo sie nicht hingehörte, so traut er dieser zu, was sie nicht leisten kann.

Durch die von ihm beschriebenen Gläser soll man nicht allein die entferntesten Gegenstände ganz nah, die kleinsten ungeheuer groß im eignen Auge wahrnehmen, sondern diese und andre Bilder sollen auch hinaus in die Luft, in die Atmosphäre geworfen einer Menge zur Erscheinung kommen.

Zwar ist auch dieses nicht ohne Grund. So mancherlei Naturerscheinungen, die auf Refraktion und Reflexion beruhen, die viel später erfundene Camera obscura, die Zauberlaterne, das Sonnenmikroskop und ihre verschiedenen Anwendungen haben sein Vorausgesagtes fast buchstäblich wahr gemacht, weil er alle diese Folgen voraussah. Aber die Art, wie er sich über diese Dinge äußert, zeigt, daß sein Apparat nur in seinem Geiste gewirkt und daß daher manche imaginäre Resultate entsprungen sein mögen.

Zunächst bemerken wir, daß er, wie alle Erfinder, weitschauende und geistig lebhaft wirkende Menschen von seinen Zeitgenossen angegangen worden, auch unmittelbar etwas zu ihrem Nutzen zu tun. Der Mensch ist so ein lust- und hülfsbedürftiges Wesen, daß man ihm nicht verargen kann, wenn er sich überall umsieht wo er im Glück einigen Spaß und in der Bedrängtheit einigen Beistand finden kann.

Den Mathematikern sind von jeher die Kriegshelden auf der Spur gewesen, weil man seine Macht gern mechanisch vermehren und jeder Übermacht große Wirkungen mit geringen Kräften entgegensetzen möchte. Daher findet sich bei Baco die Wiederholung älterer und die Zusicherung neuer dergleichen Hilfsmittel. Brennspiegel, um in der Ferne die Sonnenstrahlen zu konzentrieren, Vervielfältigungsspiegel, wodurch dem Feinde wenige Truppen als eine große Anzahl erschienen, und andre solche Dinge kommen bei ihm vor, die wunderbar genug aussehen, und die dennoch bei erhöhter Technik, geübtester Taschenspielerkunst, und auf andre Weise wenigstens zum Teil möglich gemacht worden.

Daß man ihn der Irrlehre angeklagt, das Schicksal hat er mit allen denen gemein, die ihrer Zeit vorlaufen; daß man ihn der Zauberei bezichtigt, war damals ganz natürlich. Aber seine Zeit nicht allein beging diese Übereilung, daß sie das, was tiefen, unbekannten, festgegründeten, konsequenten, ewigen Naturkräften möglich ist, als dem Willen und der Willkür unterworfen, als zufällig herbeigerufen, im Widerstreit mit Gott und der Natur gelten ließ.

Auch hierüber ist der Mensch weder zu schelten noch zu bedauern: denn diese Art von Aberglauben wird er nicht los werden, solange die Menschheit existiert. Ein solcher Aberglau-

be erscheint immer wieder, nur unter einer andern Form. Der Mensch sieht nur die Wirkungen, die Ursachen, selbst die nächsten, sind ihm unbekannt; nur sehr wenige, tiefer dringende, erfahrene, aufmerkende werden allenfalls gewahr, woher die Wirkung entspringe.

Man hat oft gesagt und mit Recht, der Unglaube sei ein umgekehrter Aberglaube, und an dem letzten möchte gerade unsere Zeit vorzüglich leiden. Eine edle Tat wird dem Eigennutz, eine heroische Handlung der Eitelkeit, das unleugbare poetische Produkt einem fieberhaften Zustande zugeschrieben; ja was noch wunderlicher ist, das Allervorzüglichste, was hervortritt, das Allermerkwürdigste, was begegnet, wird solange als nur möglich ist, verneint.

Dieser Wahnsinn unserer Zeit ist auf alle Fälle schlimmer, als wenn man das Außerordentliche, weil es nun einmal geschah, gezwungen zugab und es dem Teufel zuschrieb. Der Aberglaube ist ein Erbteil energischer, großtätiger, fortschreitender Naturen; der Unglaube das Eigentum schwacher, kleingesinnter, zurückschreitender, auf sich selbst beschränkter Menschen. Jene lieben das Erstaunen, weil das Gefühl des Erhabenen dadurch in ihnen erregt wird, dessen ihre Seele fähig ist, und da dies nicht ohne eine gewisse Apprehension geschieht, so spiegelt sich ihnen dabei leicht ein böses Prinzip vor. Eine ohnmächtige Generation aber wird durchs Erhabene zerstört, und da man niemanden zumuten kann, sich willig zerstören zu lassen, so haben sie völlig das Recht, das Große und Übergroße, wenn es neben ihnen wirkt, so lange zu leugnen, bis es historisch wird, da es denn aus gehöriger Entfernung in gedämpftem Glanze leidlicher anzuschauen sein mag.

Nachlese

Unter dieser Rubrik mag das wenige Platz nehmen, was wir in unsern Kollektaneen, den erst besprochenen Zeitpunkt betreffend, vorgefunden haben.

Von den Arabern ist mir nicht bekannt geworden, daß sie eine theoretische Aufmerksamkeit auf die Farbe geworfen hätten. Averroes und Avempace mögen, wie aus einigen Zitaten zu vermuten ist, bei Gelegenheit, daß sie den Aristoteles kommentiert, etwas beiläufig darüber geäußert haben. Das Büchlein des Theophrast scheint ihrer Aufmerksamkeit entgangen zu sein. Alhazen, von dem ein optischer Traktat auf uns gekommen, beschäftigt sich mit den Gesetzen des Sehens überhaupt; doch war ihm der im Auge bleibende Eindruck eines angeschauten Bildes bekannt geworden.

Überhaupt war dieses physiologische Phänomen des bleibenden, ja des farbig abklingenden Lichteindruckes rein sinnlichen Naturen jener Zeit nicht verborgen geblieben, weshalb wir eine Stelle des Augustinus und eine des Themistius als Zeugnis anführen.

Augustinus

Wenn wir eine Zeitlang irgendein Licht anschauen und sodann die Augen schließen, so schweben vor unserm Blick gewisse leuchtende Farben, die sich verschiedentlich verändern und nach und nach weniger glänzen, bis sie zuletzt gänzlich verschwinden. Diese können wir für das Überbleibende jener Form halten, welche in dem Sinn erregt ward, indem wir das leuchtende Bild erblickten.

Themistius

Wenn jemand den Blick von einem Gegenstande, den er aufs schärfste betrachtet hat, wegwendet, so wird ihn doch die Gestalt der Sache, die er anschaute, begleiten, als wenn der frühere Anstoß die Augen bestimmt und in Besitz genommen hätte. Deshalb, wenn jemand aus dem Sonnenschein sich ins Finstere begibt, sehen die vor großem Glanz irre gewordenen Augen nichts; auch wenn du etwas sehr Glänzendes oder Grünes länger angesehen, so wird alles was dir hernach in die Augen fällt, gleichfarbig erscheinen. Nicht weniger, wenn du die Augen gegen die Sonne, oder sonst etwas Glänzendes richtest und sodann zudrückst, so wirst du eine Farbe sehen, wie etwa Weiß oder Grün, welche sich alsdann in Hochrot verwandelt, sodann in Purpur, nachher in andre Farben, zuletzt ins Schwarze, von da an aber abnimmt und verschwindet. Gleichermaßen zerrüttet auch das, was sich schnell bewegt, unsere Augen, so daß, wenn du in einen reißenden Strom hinabsiehst, eine Art von Schäumen und Schwindel in dir entsteht und auch das Stillstehende sich vor dir zu bewegen scheint.

Lust am Geheimnis

Das Überlieferte war schon zu einer großen Masse angewachsen, die Schriften aber, die es enthielten, nur im Besitz von wenigen; jene Schätze, die von Griechen, Römern und Arabern übrig geblieben waren, sah man nur durch einen Flor; die vermittelnden Kenntnisse mangelten; es fehlte völlig an Kritik; apokryphische Schriften galten den echten gleich, ja es fand sich mehr Neigung zu jenen als zu diesen.

Ebenso drängten sich die Beobachtungen einer erst wieder neu und frisch erblickten Natur auf. Wer wollte sie sondern, ordnen und nutzen. Was jeder einzelne erfahren hatte, wollte er auch sich zu Vorteil und Ehre gebrauchen; beides wird mehr durch Vorurteile als durch Wahrhaftigkeit erlangt. Wie nun die früheren, um die Gewandtheit ihrer dialektischen Formen zu zeigen, auf allen Kathedern sich öffentlich hören ließen, so fühlte man später, daß man mit einem gehaltreichen Besitz Ursach hatte, sparsamer umzugehen. Man verbarg, was dem Verbergenden selbst noch halb verborgen war, und weil es bei einem großen Ernst an einer vollkommnen Einsicht in die Sache fehlte, so entstand, was uns bei Betrachtung jener Bemühungen irre macht und verwirrt, der seltsame Fall, daß man verwechselte, was sich zu esoterischer und was sich zu exoterischer Überlieferung qualifiziert. Man verhehlte das Gemeine und sprach das Ungemeine laut, wiederholt und dringend aus.

Wir werden in der Folge Gelegenheit nehmen, die mancherlei Arten dieses Versteckens näher zu betrachten. Symbolik, Allegorie, Rätsel, Attrape, Chiffrieren wurden in Übung gesetzt. Apprehension gegen Kunstverwandte, Marktschreierei, Dünkel, Witz und Geist hatten alle gleiches Interesse, sich auf diese Weise zu üben und geltend zu machen, so daß der Gebrauch dieser Verheimlichungskünste sehr lebhaft bis in das siebzehnte Jahrhundert hinübergeht und sich zum Teil noch in den Kanzleien der Diplomatiker erhält.

Aber auch bei dieser Gelegenheit können wir nicht umhin, unsern Roger Baco, von dem nicht genug Gutes zu sagen ist, höchlich zu rühmen, daß er sich dieser falschen und schiefen Überlieferungsweise gänzlich enthalten, so sehr, daß wir wohl behaupten können, der Schluß seiner höchst schätzbaren Schrift de mirabili potestate artis et naturae gehöre nicht ihm, sondern einem Verfälscher, der dadurch diesen kleinen Traktat an eine Reihe alchimistischer Schriften anschließen wollen.

An dieser Stelle müssen wir manches, was sich in unsern Kollektaneen vorfindet, beiseite legen, weil es uns zu weit von dem vorgesteckten Ziele ablenken würde. Vielleicht zeigt sich eine andere Gelegenheit, die Lücke, die auch hier abermals entsteht, auf eine schickliche Weise auszufüllen.

Vierte Abteilung Sechzehntes Jahrhundert

Eine geschichtliche Darstellung nach Jahrhunderten einzuteilen, hat seine Unbequemlichkeit. Mit keinem schneiden sich die Begebenheiten rein ab; Menschenleben und -handeln greift aus einem ins andre; aber alle Einteilungsgründe, wenn man sie genau besieht, sind doch nur von irgendeinem Überwiegenden hergenommen. Gewisse Wirkungen zeigen sich entschieden in einem gewissen Jahrhundert, ohne daß man die Vorbereitung verkennen oder die Nachwirkung leugnen möchte. Bei der Farbenlehre geben uns die drei nunmehr aufeinander folgenden Jahrhunderte Gelegenheit, das, was wir vorzutragen haben, in gehöriger Absonderung und Verknüpfung darzustellen.

Daß wir in der sogenannten mittlern Zeit für Farbe und Farbenlehre wenig gewonnen, liegt in dem Vorhergehenden nur allzu deutlich am Tage. Vielleicht glückt es denjenigen, die sich mit den Denkmalen jener Zeit genauer bekannt machen, noch einiges aufzufinden; vielleicht kann in der Geschichte des Kolorits und der Färbekunst noch manches beigebracht werden. Für uns ging die Farbenlehre mit dem Glanz der übrigen Wissenschaften und Künste scheidend unter, um erst später wieder hervorzutreten. Wenn wir hier und da der Farbe erwähnt finden, so ist es nur gelegentlich; sie wird vorausgesetzt wie das Atemholen und Sprechen bei der Redekunst. Niemand beschäftigt sich mit ihren Elementen und Verhältnissen, bis endlich diese erfreuliche Erscheinung, die uns in der Natur so lebhaft umgibt, auch für das Bewußtsein mit den übrigen Wissenschaften aus der Überlieferung wieder hervortritt.

Je mehrere und vorzüglichere Menschen sich mit den köstlichen überlieferten Resten des Altertums beschäftigen mochten, desto energischer zeigte sich jene Funktion des Verstandes, die wir wohl die höchste nennen dürfen, die Kritik nämlich, das Absondern des Echten vom Unechten.

Dem Gefühl, der Einbildungskraft ist es ganz gleichgültig, wovon sie angeregt werden, da sie beide ganz reine Selbsttätigkeiten sind, die sich ihre Verhältnisse nach Belieben hervorbringen, nicht so dem Verstande, der Vernunft. Beide haben einen entschiedenen Bezug auf die Welt; der Verstand will sich nichts Unechtes aufbinden lassen, und die Vernunft verabscheuet es.

Dieser natürliche Abscheu vor dem Unechten und das Sonderungsvermögen sind nicht immer beisammen. Jener fühlt wohl, was er will, aber vermag es nicht immer zu beweisen; dieses will eigentlich nichts, aber das Erkannte vermag es darzutun. Es verwirft wohl ohne Abneigung und nimmt auf ohne Liebe. Vielleicht entsteht dadurch eine der Absicht gemäße Gerechtigkeit. Wenn beides jedoch, Abscheu und Sonderungsgabe, zusammenträfe, stünde die Kritik wohl auf der höchsten Stufe.

Die Bibel, als ein heiliges unantastbares Buch, entfernte von sich die Kritik, ja eine unkritische Behandlung schien ihr wohl angemessen. Den Platonischen und Aristotelischen Schriften erging es anfänglich auf ähnliche Weise. Erst später sah man sich nach einem Prüfstein um, der nicht so leicht zu finden war. Doch war man zuletzt veranlaßt, den Buchstaben dieser Werke näher zu untersuchen; mehrere Abschriften gaben zu Vergleichung Anlaß. Ein richtigeres Verstehen führte zum bessern Übersetzen. Dem geistreichen Manne mußten bei dieser Gelegenheit Emendationen in die Hand fallen und der reine Wortverstand immer bedeutender werden.

Die Farbenlehre verdankt auch diesen Bemühungen ihre neuen Anfänge, obgleich das, was auf solche Weise geschehen, für die Folge ohne sonderliche Wirkung blieb. Wir werden hier

zuerst das Büchlein des Antonius Thylesius von den Farben in der Urschrift abdrucken lassen und sodann unsre Leser mit diesem Manne etwas näher bekannt machen; ferner des Simon Portius gedenken, welcher die kleine Aristotelische Schrift, deren Übersetzung wir früher eingerückt, zuerst übersetzt und kommentiert. Ihm folgt Julius Cäsar Scaliger, der im ähnlichen Sinne für uns nicht ohne Verdienst bleibt, so wie wir denn auch bei dieser Gelegenheit den Aufsatz über Farbenbenennung, den wir auf der Seite (Farbenennungen der Griechen und Römer) eingeschaltet, wieder in Erinnerung zu bringen haben.

Antonii Thylesii de Coloribus Libellus

Dicam aliquid de coloribus in hoc libello, non quidem unde conficiantur aut quae sit eorum natura: neque enim pictoribus haec traduntur aut philosophis, sed tantum philologis, qui Latini sermonis elegantiam studiose inquirunt. Scribam omnia breviter et accurate, ac rerum ipsarum nomina, quo statim colores intelligantur, singulis apponam.

1. Coeruleus. Exordiar primum a coeruleo: quo nisi natura ipsa maxime gauderet, nunquam profecto deorum hoc domicilium

Continuo circum complexu cuncta coercens,

specie tam laeta universum exhilarasset: reliquos deinde contexam. Coeruleus igitur dictus quasi coeluleus, ut ex voce ipsa apparet, proprie color est coeli, sed sereni: id quod Ennius respiciens, Coeli inquit, coerula templa. Atque inde ab omnibus mare appellatur coeruleum: refert enim illud eundem quem ab ipso superne accipit coeli nitorem. Quare ex antiquis nonnulli, ut alterum Homeri opus, propter caedes, de quibus illic poeta loquitur, colore exornabant sanguineo: sic Odysscam, ubi Ulyssis idem maritimos scribit errores, membrana contegebant coerulea. Sed quoniam coerulei quaedam species est pene nigra, ut quod Indicum dicitur, eoque olim vestitu Graecae mulieres amictse producebant eorum funera, quorum in coelum animas migrasse coeruleum existimabant: idcirco pro tristi nonnunquam capitur, ut apud Virgilium puppis coerulea Charontis, imberque et sol coeruleus. Cucumis autem coeruleus, nam id quoque legitur, melopeponem signif cat, qui inter cucumeres, (multa cnim sunt eorum genera,) pulcherrimus est. Nec tantum coerulei videtur particeps, sed ipsius quoque mundi gradus, introrsum versus, attenuatos ostendit, ut hoc olim de eo lusimus,

Quis neget e coelo missum formamque coloremque
Atque gradus coeli nectaris atque refert.

Est enim sapore suavissimo. Sine ulla dubitatione, quod nos coeruleum, Graeci dicunt cyaneum, in quorum etiam commentariis lazuarion invenio. Adscribitur hnic generi, qui venetas olim nunc vulgo blavus nuncupatur, color ex factione Circensi valde nobilitatus. Fuerunt autem colores in Circo, praeter hunc venetum, roseus, albus et prasinus: quibus auratus postea, purpureus et luteus additi sunt. De iis suo loco dicemus.

2. Caesius. Caesius vero si dictus esset, ut doctissimi viri monumentis olim tradiderunt, quasi coellus a coelo, eadem foret in coelo et caesio diphthongus. Constat autem esse in iis vocibus diversam: nihil praeterea differret a coeruleo, quando id, ut ostendimus, a coelo deductum est: differt autem sine dubio, vel ex ipslus M. Tullii auctoritate, cuius haec sunt verba in primo de natura deorum libro, Caesios oculos Minervae, coeruleos esse Neptuni. Ad hacc non quemadmodum legimus coelum, mare, vestem, florem coeruleum: ita legimus coelum, mare, vestem, florem caesium: sed oculos tantum caesios veteres dixerunt, quibus inest fulgor quidam visu horrendus. Unde existimo, sicut Caesar et Caeso dicuntur a

caedendo: ita caesium a caede nominatum esse: ut qui caesius sit, caedem quodammodo oculis minari videatur: qualis proelio gaudens et caede dicitur fuisse Minerva, ex quo illa ab antiquls vocata fuit, ut ego arbitror, caesia. Significat hoc M. Cicero, ubi de Catilina ait: Notat et designat oculis ad caedem unumquemque nostrum. Hic qui oculis ad caedem Senatores designabat, caesios erat. Cuius etiam oculos Sallustius, insignis historicus, fuisse tradidit foedos, id est caesios. Cuiusmodi memoriae proditum est Neronis quoque oculos fuisse: quod ipsum non leve fult arqumentum tyrannicae crudelitatis. Quin a Terentio caesli hominis facies dicitur cadaverosa, hoc est immanis, et szevitiam arguens, qualem sicarii prae se ferunt et carnifices: quamvis alii parum erudite cadaverosam pro sublivida exposuerint. Enimvero leonis oculos si quis inspexit, qualis sit hic color, intelligit. Micant illi, ut studiose ipsi prope consideravimus, velut ignis penitus flagrans. Dicitur color hic Graece ab omnibus glaucus, quod verbum longo iam usu Latini poetae suum fecorunt. Latius tamen patet glaucus: nam praeter oculos noctuinos, quos, ut avis ipsius Graecum nomen declarat, omnes glaucos esse confirmant: multa quoque dicuntur glauca, ut ulva palustris herba: ut salix, cuius quum frondes, tum multo magis cortex in ramis, praesertim anniculis, nitet hoc colore. Quem laudat Virgilius in equis eosque noto carmine glaucos appellat, communi Italorum lingua baios nominatos. Nam spadices honesti ab eodem poeta ibidem vocati, illustriores sunt aliquanto, baii et ipsi, sod clari vulgo nuncupati: atque ii duo aliorum omnium maxime probantur colores in equis. Ulva igitur et salix, quas idem Virgillus glaucas dixit, equi item species optima: castaneae etiam nucis tunica, aliaque multa, praeter leonis ac noctuae oculos, colorem glaucum ostendunt. Sed ut unde discessi, redeam: quando caesius color tantum est oculorum, videndum est, ne is sit potius quem Aristoteles charopon vocat. Sic enim ab illo dicitur leo ab oculorum saevitia, quem Catullus poeta doctissimus caesium appellat. Unde Hercules cognomento dictus fuit charops, qussi iracunde intuens. Nam chara Graece, ira quoque dicitur Latine: et ex eodem, ut puto, hortore Charybdis nominata est, et Charon: de quo cum inquit Virgilius, Stant circum lumina flamma, caesium voluit senem illum horribilem ac ditum significare. Quamvis non nesciam, charopon ab allis aliter quoque exponi.

3. Ater. Horribilis etiam color est ater dictus, omnino velut anthrax, id est carbo: nam proprie est carbonis extincti. Quare scite, ut omnia, Terentius, Tam excoctam, inquit, reddam atque atram, quam est carbo. Et inde a Virgilio cinis dictus est ater et favilla atra. Sanguis praeterea caloris atque coloris ignei particeps, effusus ac frigefactus amisso rubore, tanquam in carbonem mutatus, ater ab omnibus vocatur. Dicitur et mors atra, quia cadaver extincto calore illo vitali, quo corpus alitur, atrum relinquitur, ut est carbo, quae mihi perquam elegans videtur similitudo. Quid quod dies atri eadem de causa dicti fuerunt! Qui enim luctum afferebant, carbonibus: ut contra dies laeti scrupis signabantur gypseis. Ex quo Horatius ait:

Creta, an carbone notandi.

Differt in hoc a colore nigro, quod ut omnis ater est niger, sic non omnis niger est ater: horrendus est hic, tristis, visu iniucundus, lugentibus accommodatus, ille contra nonnunquam lepidus ac venustus: ut humani oculi sunt complures, quos nemo atros diceret, sed nigros, iisque tamen nihil maiori cum voluptate spectamus. Vocabatur autem ater ab antiquis etiam anthracinus, idemque furvus: quibus longe minus sunt nigri, lividus et fuscus. Alter ex gravi corporis ictu proveniens deformitatem habet. Unde invidi aliorum bonis, velut verberibus laniati, et idcirco exsangues, lividi nuncupantur. Alter non insuavis, et in homine persaepe laudatur. Qui tamen, si modum excedit, ac maxime fuscus est, et quasi nigrescit, pressus dicitur: ut quae aliquamdiu sub prelo vestis pressa nimium coloratur. Legimus etiam equi colorem pressum. Secus vero fasciolae coloriscae dictae fuerunt, quae non saturatae, sed vix colore aliquo illitae e coronis dependebant. Est autem forma diminutiva, ut Lycisca, Syrisca. Aquilum veteres hunc fuscum a colore aquae vocarunt, qui inter nigrum est et album, id quod Plato etiam docet.

4. Albus. Est autem albus color purissimus, quocirca ad animum translatus pro sincero capitur: is nullibi quam in nive clarior est, quam tamen atram esse Anaxagoras affirmabat. Sumitur pro pallido, unde timor albus legitur et metu exalbult. Quam ob rem Romanae mulieres quondam funera sequebantur in veste alba, tanquam mortui quem efferebant, colorem referrent. Elucet candidus atque oculos delectat. At candens non hoc tantum est, sed pro ignito accipitur. Itaque Veneris humeros recte dixeris candidos, vel candentes. Ferrum quod a marito tunditur, non candidum est, sed candens. Eiusdem generis est canus, qui etsi ad alia transfertur, proprie tamen est capilli et barbae senilis. Nascitur equus nonnunquam canus atque albineus, non idem qui et candidus aut albus, sed hnius nan expers. Est et color albi nigrique particeps, a Graccis inde leucophaeus, voce iam a nostris usurpata, vocatus. Genus est id coloris nativi, non enim inficitur, sed ovis ipsa sic natura quasi pingitur. Hunc sibi secta sacordotum sumpsit sanctissima, qui nulla tunica linea penitus induti, pro cingulo reste se vinclunt nodosa, ac ligneis tantum calciamentis usi, precario victum quaeritant.

5. Pullus. Qualis vero sit pullus, ostendit terrae ipsius color: maior enim illlus pars pulla est. Itaque quonism ea mortuis iniicitur, voluerunt veteres, ut qui lugerent, pullis pallis, terrae similibus, essent amicti. Dorsum etiam leporinum proprie est pullum: quam ob rem naturae ipsius doctus magisterio, terram recentem ab aratro metu pavidus quaerit ille, ibique nonnunquam stratus, nullaque re abditus, venatores canesque ipsos praetereuntes, ac sagaciter prope omnia perquirentes, coloris tantum beneficio saepissime latet: et ut in quodam epigrammate de lepore diximus,

Quem fuga non rapit ore canum, non occulit umbra:
Concolor immotum sub Iove terra tegit.

Nulla arte aut impensa color hic paratur. Natura enim sic provenit, unde nativus quoque vocatus es, diversus ab eo de quo locuti sumus. Iamque nos Cosentini, apud quos multa antiqultatis vestigia apparent, siquidem et praeficae, ut quondam, mortuos laudant, et silicernium in usu est, ac nemo sine suorum osculo sepelitur, utrinsque sexus vesti mentum funebre, nativum dicimus: quamvis atrum sit illud, et in mulieribus matrimonio iunctis cyaneum, quo Graeci, ut dictum est, olim in funere utebantur. Idem quoque Hispanus vocatus est et Baeticus, etiam Matinensis. In iis enim locis id genus lanae videtur. Est autem pullus nomen, ut reor, diminutivum a puro, velut a rara vestimenti genere fit ralla, ab opera opella, a terra etiam tellus: ut lana pulla sit pura, nullo alio colore infecta, sed suo tantum et ingenuo contenta. Colorias huiusmodi vestes per se coloratas aliqui dixerunt. Posuit hanc vocem Augustus in suo testamento, ubi haec verba legebantur, Gausapes, lodices purpureas, et colorias meas. Atque indidem, ut sentio, dicti sunt pulli equorum aliarumque pecudum, quasi puri, nulla adhuc libidine aut labore violati. Sunt huic pullo simillimi color impluviatus, dictus velut fumato stillicidio implutus: et suasus, qui insuasus quoque vocatus, lutum refert. Est autem suasus e stillicidio etiam factus fumoso in vestimento albo. Quare haud dubitanter non alius est quam impluviatus: quamvis aliqui tradiderint colorem omnem, qui fiat inficiendo, suasum dici, quod illi quodammodo sit persuasum, in alium quemvis colorem ex albo transire.

6. Ferrugineus. Ferrum longo situ rubiginosum, facile ostendit colorem ab ipso appellatum ferrugineum: agit enim is, id est refert colorem ferri. Quin et filamenta, quibus saepe conopaeum, et multae praeterea vestes lineae circumsuuntur, ferrugineum dicunt infectores. Tunica etiam nuclei pinei lanugine quadam pulverulenta ferruginea est. Erat is quoque lugentium color. Itaque capitur nonnunquam et ipse pro funesto, atque ea de causa hyacinthi dicti fuerunt a Virgilio ferruginei, quasi lugubres: quia puerum, ut est in fabulis, casu interfectum Apollo diu luxit: atque in eius foliis velut epitaphium, in sui doloris perpetuum monumentum inscripsit, non qula vere floris color sit ferruginens: est enim is, in quem

mutatum ferunt adulescentulum, purpureus. De Hyacintho in literatum flosculum transformato fecimus hoc,

Nil opus elogio redimire aut flore sepulchrum:
Ipse sibi flos est, elogiumque puer.

Eodem modo coelum vocatur ferrugineum, hoc est nubilum et triste: atque apud eundem Virgilium, Sol caput suum nitidum in morte Caesaris texit ferrugine, quasi colorem se induit lugenti aptum: ut tanti viri caedem sol ipse lamentari videretur. Nec alia ratione Charontis naviculam dixit ferrugineam, quam quoniam ea una loco sandapilae, mortuos omnes vespillo indefessus transvectat.

7. Rufus. Non eundem esse rufum atque rubrum, ex hoc intelligi potest, quod recte dicitur sanguis ruber, rufus non recte. Rursus barbam et capillum Aenobarbi rubrum veteres non dixerunt: sed modo rufum, rutilum modo, qui idem est. Quin et canes immolabant Romani sacordotes, nunquam rubras vocatas, sed quas nunc rufas, nunc rutilas appellabant, ad placandum caniculae sidus, frugibus inimicum. Ex quo manifestum est rufum rutilumque eundem esse, id quod ex antiquis etiam aliqui docent. E canis igitur colore satis noto, atque e multorum barba et capillo, cuiusmodi sit color rufus apparet. Hunc rustici in armentis robum, gilvumque olim dixerunt, atque etiam helvum, ut vini genus est quoddam inter rufum albumque nulli non cognitum: quod quoniam corasi colorem refert duracini, cerasolum aliqui dicunt Italiae populi. Sed et burrham iidem appellabant vitulam, quae rostro esset rufo. At homo burrhus est, qui pransus, cibo et potione rubet: hunc aliqui etiam rubidum vocant. Invenitur et rubeus, etsi aliqui non indocti vocom non esse Latinam monuerint: cum tamen apud auctores non malos ex uvis nigris fieri vinum forte legatur, e rubeis autem suave, nec non bos rubeus probetur. Verbum est omnino rusticum, nec prorsus idem color est, qui et ruber, sed ad eum proxime accedit. Quid quod russeus etiam legitur? negat quidam e vetustis grammaticis dici posse, russum iubet, ex quo pannus est russatus. Utrumque corte Latinum est, sed aratoris magis quam oratoris: habent enim et sua verba qui ruri vivunt, urbanis nonnullis inaudita. Russeum equum dicunt illi, qui non plane russus est, sed aliquanto minus ruboris habens, idem fere videtur. Hic autem, quoniam quasi cruentato similis est, hodie saginatus, quasi sanguinatus vulgo nominatur; quamvis huius nominis nonnunquam equi albescant.

8. Ruber. Rubrum maxime indicat animantium sanguis, et quo lana inficitur, coccus: granum id a nostris vocatur, unde vestis est coccina, nulli ignota. Ostentat tamen hunc colorem prae caeteris rebus liquor purpurae, cuius adeo gratus est color, ut si quid paululum habeat ruboris, modo visu sit illud non iniucundum, purpureum saepe dicatur, ut sunt violae, et varia florum genera: quin et candidus, is enim quoque oculos remoratur, a poetis vocatur nonnunquam purpureus. Nam et olores purpureos dixit Horatius, et nivem ipsam purpuream Albinovanus. Invenitur et blatteus positus pro purpureo. Non przetereundus est color viteis frondibus arefactis simillimus, et idcirco xerampelinus Grzece dictus. Usurpant hanc vocem Latini: certum enim vitis genus adulto iam autumno pampinis rnbet velut cruentatis, unde nomen colori inditum est; rosa ab omnibus nunc dicitur sirea. Atrabapticas vestes eo colore infectas, quoniam in eo purpura nigresceret, aliqui appellaverunt. De ea re fabellam excogitatam his versiculis fui complexus.

Caederet immeritae vitis dum crura, cecidit
Ipse sua: et dira caede Lycurgus obit.
Unde prius viridis, rubet hostis sparsa cruore
Illaeso vitis stipite, et ulta nefas.

9. Roseus. Iucundissimus omnium est color roseus, atque humano corpori, si id formosum est quam simillimus. Itaque os, cervicem, papillas, digitos roseos poetae dicunt: id est candidos, rubore sanguinis penitus diffuso cum venustate: isque color proprie est, quem communis sermo incarnatum vocat. Refert enim maxime omnium pueri nitorem ac virginis: rosam non Milesiam intelligo quae nimis purpurea ardere quodammodo videtur, nec rursus albam: sed quae utrinque decorem accepit, et quia corpus hominis imitatur, quod lingua vernacula carnem appellat, eadem id genus rosarum incarnatum nominavit. Cicero colorem hunc suavem dixit.

10. Puniceus. A Phoenicibus color phoeniceus, puniceus quoque dictus, flagrat, velut viola flammea: atque ita a multis olim purpura vocata fuit violacea, hodie pene nomen servat: nam Paonacius, quasi puniceus dicitur, etsi aliqui vocem hanc vernaculam a pavonis colore factam volunt. Phoeniceum vero alium ab hoc palma (quae phoenix Graece est) a se nominavit. Color hic in equo, ut iam diximus, maxime laudatur, qui modo spadiceus, baius modo, badius etiam et balius, variis nominibus vocatus est. Termites enim palmarum cum fructu spadices, et baia Graeci dicunt: unde equus ab equisonibus appellatur baius.

11. Fulvus. Ex omnibus maxime lucet fulvus, quem multa iactant, orichalcum in primis, aurum, ipsaeque etiam stellae:

Quas non extinguunt renti, non nimbus aquosa
Nube cadens: celsa semper sed luce coruscant.

Quare Tibullus proprie sidera fulva appellavit. Est et aureolze species arenae, quam fulvam dixit Virgilius: et genus quoddam aquilae ab Aristotele maxime celebratum, colore etiam fulvo. Qui si obtusus quodammodo est, atque obscuratus, vocatur ravus. Iamque sic Horatius lupam appellavit, cuius colorem noto magis verbo plerique omnes fnlvum dixerunt. Tradunt aliqui ravos oculos, quos in cane et ariete laudat M. Varro, inter caesios esse et flavos.

Ornat saepe color hic flavus virginum ac puerorum capita: atque in maturis frugibus semper elucet, nec non pro pulchro frequenter positum videmus.

At luteum nihil aeque ostentat, ac flos calthae et genistae, ovique etiam vitellus. Croceo est hic perquam similis, sed lacidiar aliquanto: ab antiquis flammeus quoque dictus, quoniam eo flaminis uxor flaminica utebatur. Potest hoc loco pallidus poni, ac luridus: mortui color est hic horribilis, ipsiusque mortis, ut poetae dicunt, et Plutonis. Ille nonnunquam vel gratus in homine, atque amabilis.

12. Viridis. Cuiusmodi sit color viridis, suppeditat exemplum herbarum multitudo, quarum tanta est varietas, ut cum earum vis sit infinita, nulla tamen aeque, atque ex iis aliqua prorsus vireat: sed omnes inter se discolores videantur, id quod in reliquis omnibus coloribus apparet. Quare si minus est hic albus aut niger, quam ille: non idcirco nomen albi amittit, aut nigri. Ex avibus autem insignis est hoc colore psittacus, avis inde a quibusdam viridis appellata, et qua nihil laetius est, smaragdus: maxime quoque lucet viriditas in genere quodam scarabei, cuius ipse meminit Aristoteles. Is quoniam dorsum habet, nota quadam aureola sic litum atque illustratum, ut lunae speciem exiguae sustinere videatur, non invenuste a nobis Cosentinis equus lunae nuncupatur. Fecimus hoc iam pridem de scarabeis iocosum epigramma:

Parvula Sisyphio gens condemnata labori,
Quas figula ipsa facit, fertque refertque pilas.
Pars nigra, ut Aethiopum manus usta caloribus horret,

Regia pars viridi pirta colore nitet.
Parva micat Cuius dorso nota, magna minutis
Si conferre licet, luna pusilla velut.
Dixit equum lunae hinc cognomine Brutia tellus.
Quod si bellator sic nituisset equus,
Illo capta foret non una Semiramis, essent
Centauri et plures, quam genus est hominum.

Egregius est inter colores, qui virent, prasinus, multorum carminibus collaudatus, nunc viride porrum ab infectoribus vocatur.

Epilogus. Libet epilogum addere, varietatem proprie de coloritus dici, ex quo vestis varia, discolor est, diversisque coloribus consuta. Divisam nunc omnes vocant, et equus varius non totus vel candidus vel niger, sed his aliisve coloribus distinctus: sic et coelum varium, cuius partes serenae interlucent, partes nubilae tristantur. Atque alium saepe pro alio, si inter eos affinitas est, colorem usurpant poetae, ut lumen Minervae flavum dixit Virgillus pro glauco, quo venustatem quoque esse in oculis deae ostenderet: quemadmodum amietum Tiberis, euius aguam alibi flavam appellavit, glaueum idem esse cecinit: est enim inter hos colores similitudo et quasi vicinitas. Sic ut iam dictum est, albus pro pallido, ac coerulens pro subviridi poetice ponitur, proque etiam subnigro, multique praeterea invicem cedunt. Ex omnibus vero maxime contrarii sunt albus et niger, quare nihil aeque apparet atque in alba papyro atramentum. Utebantur veteres, quod nune etiam servatur, qunm librorum titulos notarent, colore puniceo, in honorem memoriamque Phoenicum, quos literarum tradunt fuisse inventores. Sunt etiam e coloribus aliqui incerti, qui intuentium oeulos fallunt, ut est coeli nitor, quod quum tenebrosum quidam autument, illustratum radiis solaribus cyaneum videtur, ut iris, ut quas suspicimus nubes nonnunquam ignescore, ut mare ipsum, quod praeter eoeruleum, modo atrum horret, modo virescit, interdum etiam flavum ravumque se ostendit, aut specie quadam purpurascit violacca. Non idem quoque decor in collo cornitur eolumbae et pavonis, unde aves saepe dicuntur versicolores, quale est serici genus satis notum, quod e diversis partibus spectanti, non eundem offert coloris leporem.

Discolor autem non modo pro vario sumitur, sod si quid eundem colorem velut radios quosdam diffundit, ut, Discolor unde auri per ramos aura refulsit. At decolor is dicitur ex euius ore color defluxit, et exsanguis relictus est, atque idcirco pro deformi capitur et nigro, ut decolor Indus: nam eoneolorem eiusdem esse eoloris nemo ignorat. Ad haec colores bifariam dividuntur, nam austeri voeabantur reliqui omnes, praeter minium, purpurissum, einnabarim, armenum, chrysocollam, indicam, quos floridos dixerunt Sed haec pietores videant, quibus olim in usu tantum erat melinus color, candidus. Silaeeus, qui inter coeruleos nominatur, Sinopis genus rubricae, et atramentum. Quidam etiam suaves dicti sunt, ut flavus, purpureus, eandidus, in primis roseus: humanis autem oculis nihil venusti hominis colore suavius videtur. Inesse vero coloribus suavitatem, praeterquam quod sensus ipsi iudicant, egregii Latinitatis auctores ostendunt, M. Cicero et Virgilius Maro, quorum alter suavem hominis colorem dixit, ab altero snave rubens hyacinthus vocatus est. Alii tristes sunt et lugubres, velut atrum esse dicimus, pullum, ferrugineum, et coerulei speciem. Quin ut videntur, sic sordidi etiam aliqui dicti sunt, ut de quibus locuti sumus, suasus et impluviatus: iis enim rei, ut misericordiam apud iudices captarent, se deturpabant. Talem quoque fuisse vestitum Charontis ostendit, cum inquit Virgillus,

Sordidus ex humeris nodo pendebat amictus.

Iam vero colores partim nominati sunt a locis, ut Puniceus, Tyrius, idemque Sarranus. Purpurei sunt hi, Indicum, Sinopis, Melinus, Hispanus, Baeticus, Mutinensis, de quibus dictum est. Colossinus a Colosso urbe in Troade, ubi lana inficitur, florem referens cyclamini,

quod tum rapum, tum terrae malum, ac tuber vocatur, a nobis Cosentinis terrigena. Fulget flos ille inter candorem et purpuram. Partim a metallis nuncupati sunt, ut plumbeus, ferrugineus, argenteus, aureus. Sed a plantis nomen acceperunt complures, ut praeter phoeniceum, id est palmeum, ac xerampelinum, buxeus est qui pro pallido sumitur: pallet enim prae caeteris buxea materia. Roseus praeterea hyacinthinus, in quo purpura lucet subnigra. Hysginus ab hysge herba: coccinus, et utrique similis sandycinus. Violaceus qui et ianthinus, ex quo tyrianthinus, e purpura ut nomen indicat, factus, et viola. Additur his croceus. Unde crocotula vestis genus, ut a calta caltula: a bysso lini genere tenuissimo byssina: erantque hae omnes luteae, sed byssina pene ut aurum fnlgebat. Fuit in usu vestis a citri similitudine, citrosa dicta. Et quaedam coloris candidi, papaverata a Lucilio Satyrico, cum eam, ut probrum, Torquato obiecisset, nominata. Invenitur quoque galbina vestis alba a galbano. A malvae item flosculo color est molochinus, ut a punicae etiam flore balaustinus. Virentis quoque porri folia nomen ex se, ut iam diximus, fecorunt prasinum. Multi praeterea ab animalibus vocati sunt, ut cervinus, murinus. Atque hi colores sunt in equo notissimi. Mustellinus, de quo Terentius. Ictericos, qui regio morbo laborat, a colore galguli, quam Graeci avem icteron dicunt. Luteus est hic admodum. Cygneus, idemque Latine olorinus, id est candidus, ut contra coracinus, niger. Adscribuntur et his ostrinus, conchyliatus, muriceus, purpureus, ab Hercule, ut fabulantur, primum inventus. Feci paucos de ea re choriambos, quos visum est hic ponere.

Errat dum bibulis Herculeus littoribus canis,
Nantem forte videt spumifero gurgite purpuram:
Aggressusque ferox corripuit viscera mordicus.
Mox pastus rediit commaculans gramina sanguine.
Quem Tyro simul ac pulcra videt (namque erat haec comes)
Prolutum roseis candida sic ora coloribus,
Alcidem alloquitur: Non alio munere te sequar,
Quam si picta mihi palla rubens huic similis datur.
Quod nunc per spolium terrificae te rogo belluae,
Invictaeque manus robora, per tela sonantia,
Non ignota avibus nubila translata fugacibus,
Da ferre haec (poteris nam omnia) nec te tenuit maris
Circumfusa palus, hesperidum quo minus aurea
Ferres munera. Sic brachiolis fata revinciens
Robusta implicuit nympha procax colla tenaciter.
Paret victus amans blanditiis Amphitryonius;
Nactusque exanimem, quam exspuerat iam mare, purpuram
Infecit Tyrio primus ovem murice candidam.

A rebus denique diversis nonnulli colores dicti sunt, ut igneus, flammeus. Sic orbis nitorque solis ah Attio et Catullo appellatus est. Quare color solis, et quia ita apparet, et ex illorum auctoritate flammeus proprie potest vocari. A coelo, ut iam principio dixi, coeruleus est. Marinus, et thalassinus a mari: ab unda cymatilis et cymatius: idemque est in iis omnibus color. Quin etiam ab arcu pluviarum nuntio, arquatus est nominatus. Hyalinus, qui et vitreus, niveus, marmoreus, lacteus, eburneus, quo dictus fuit cognomento propter candorem corporis Fabius quidam. Amethystinus praeterea, ex quo tyriamethystius in usu fuit olim. Sandaracinus, flammeus est is, quibus etiam impluviatus, sanguineus, atque herbidus adduntur. Cereus item, piceus, cinereus, ut cardui genus esculenti a colore, cinara vocatum. In hoc autem carduo esse etiam aliquod ipsius virtutis simulachrum, pauci, quos hic subieci, declarant versiculi.

Ut vallatus acutis
Circum frondibus horret,
Intus sed tamen abdit
Dulcem carduus escam:
Coelo missa sereno
Sic virtus, puer, aspris
Ambit sentibus ipsam
Iucundam ambrosiam Diis.

A spumis quoque et maculis, spumous est et macolosus: atque ii equorum sunt etiam colores, ut a guttis guttatus: cuiusmodi praeter equos, canes videntur nonnulli sagaces, quos a muscarum similitudine muscatos dicunt, velut equus scutulatus a scutulis: quem ab exiguorum pomorum specie, pomulatum vocant equisones, et si orbes sunt latiusculi, rotatum. Videtur ad extremum natura amare coeruleum: eo enim, ut initio diximus, mare collustravit, ac coelum ipsum: quod nunquam stellis fulgentibus ornasset, nisi eadem quoque fulvo maxime delectaretur. Sed quia vicissim videmus terram, aut viriditate convestiri, aut eo ornatu spoliatam, pullam esse, aut etiam candore niveo contegi: viridem, pullum, atque album naturae gratum esse nemo potest dubitare. Nigra insuper est nox: nigri sunt Indi, atque Aethiopes. Gaudet igitur rerum mater colore nigro: quam a rubro nihil abhorrere, hominum ac caeterarum animantlum sanguis facile declarat.

Antonius Thylesius

Als uns in der Epoche der erneuten Wissenschaften vor, stehendes kleines Buch freundlich begegnete, war es uns eine angenehme Erscheinung, um so mehr, als es sich jenem des Aristoteles an die Seite und in gewissem Sinne entgegen stellte. Wir gedachten es zu übersetzen, fanden aber bald, daß man in einer Sprache nicht die Etymologie der andern behandeln könne, und so entschlossen wir uns, es in der Urschrift wieder abdrucken zu lassen. Es ist zwar nicht selten, indem es öfter anderen größeren und kleineren Schriften beigefügt worden, jedoch einzeln nicht immer zur Hand, und so glaubten wir es um so mehr einschalten zu dürfen, als uns aus demselben das Gefühl einer freien und heitern Zeit entgegenkommt und die Tugenden des Verfassers wohl verdienen, daß ihre Wirkungen nochmals vervielfältigt werden.

Antonius Thylesius war zu Cosenza geboren, einer Stadt, die an der Kultur des untern Italien schon früher teilnahm. In dem ersten Viertel des sechzehnten Jahrhunderts war er Professor zu Mailand. Er gehört unter diejenigen, welche man in der Literargeschichte als Philologen, Redner und Poeten zugleich gerühmt findet. Ein gründliches und doch liberales Studium der Alten regte in solchen Männern die eigene Produktivität auf, und wenn sie auch eigentlich nicht zu Poeten geboren waren, so schärfte sich doch am Altertum ihr Blick für die Natur und für die Darstellung derselben.

Ein Büchelchen De coronis gab er 1526 heraus. Die Anmut des gewählten Gegenstandes zeugt für die Anmut seines Geistes. Er führt in demselben sehr kurz und leicht alle Kränze und Kronen vor, womit sich Götter und Heroen, Priester, Heiden, Dichter, Schmausende und Leidtragende zu schmücken pflegten, und man begreift sehr leicht, wie bei solcher Gelegenheit ein gesunder Blick auf Farbe mußte aufmerksam gemacht werden.

So finden wir denn auch in der kleinen Schrift über die Farben einen Mann, dem es um das Verständnis der Alten zu tun ist. Es entgeht ihm nicht, daß die Farbenbenennungen sehr beweglich sind und von mancherlei Gegenständen gebraucht werden. Er dringt daher auf

den ersten Ursprung der Worte, und ob wir gleich seinem Etymologisieren nicht immer beistimmen, so folgen wir ihm doch gern und belehren uns an und mit ihm.

Beide oben benannte Aufsätze wurden mit seinen übrigen poetischen Schriften von Konrad Geßner 1545 zu Basel herausgegeben, wobei sich bemerken läßt, daß ihm seine Zeitgenossen eine gewisse Originalität zugestanden, indem sie ihn andern entgegensetzen, die nur durch Zusammenstellung von Worten und Phrasen der Alten ein neues Gedicht, eine neue Rede hervorzubringen glaubten.

Eine Tragödie, Der goldene Regen, kleinere Gedichte, der Zyklop, Galathee, und so weiter zeigen genugsam, daß wenn man ihn auch nicht eigentlich einen Poeten nennen darf, einen solchen, der einen Gegenstand zu beleben, das Zerstreute zur Einheit zwingen kann, so müssen wir doch außer seiner antiquarischen Bildung, einen aufmerksamen Blick in die Welt, ein zartes Gemüt an ihm rühmen. Er behandelt die Spinne, den Leuchtwurm, das Rohr auf eine Weise, die uns überzeugt, daß er in der Mittelgattung von Dichtkunst, in der beschreibenden, noch manches Erfreuliche hätte leisten können. Uns steht er als Repräsentant mancher seiner Zeitgenossen da, die das Wissen mit Anmut behandelten und der Anmut etwas Gewußtes unterzulegen nötig fanden.

Mit welchem freien, liebe- und ehrfurchtsvollen Blick er die Natur angesehen, davon zeugen wenige Verse, die wir zu seinem Angedenken hier einzurücken uns nicht enthalten können.

Omniparens natura, haminam rerumque creatrix,
Difficilis, facilis, similis tibi, dissimilisque,
Nulligena, indefessa, ferax, te pulchrior ipsa,
Solaque quae tecum certas, te et victa revincis.
Omnia me nimis afficiunt, quo lumina cunque
Verto lilbens, nihil est non mirum, daedala quod tu
Effingis, rebusque animam simul omnibus afflas,
Unde vigent, quaecunque ridentur, pabula, frondes,
Et genus aligerum, pecudesque et squamea turba.

Simon Portius

Das Büchlein von den Farben, welches dem Theophrast zugeschrieben wird, scheint in der mittlern Zeit nicht viel gekannt gewesen zu sein; wenigstens haben wir es auf unserm Wege nicht zitiert gefunden. In der ersten Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts nimmt Simon Portius sich desselben an, übersetzt, kommentiert es und gibt statt einer Vorrede eine kleine Abhandlung über die Natur der Farben.

Aus der Zueignung an Cosmus den Ersten, Großherzog von Florenz, lernen wir, daß er von demselben als Gelehrter begünstigt und unter den Seinen wohlaufgenommen war. Er hielt über die Aristotelischen Schriften öffentliche Lehrstunden und hatte auch über mehr gedachtes Büchlein in den Ferien gelesen. Später ward Übersetzung und Kommentar eine Villeggiatur- Arbeit. Soviel wir wissen, erschien die erste Ausgabe zu Neapel 1537. Diejenige, deren wir uns bedienen, ist zu Paris 1549 gedruckt.

Sogleich, wie sich einige Bildungslust auf der Welt wieder zeigt, treten uns die Aristotelischen Verdienste frisch entgegen. Freilich standen diese schriftlichen Überlieferungen von einer Seite der Natur zu nahe und von einer andern auf einem zu hohen Punkte der glücklichsten Bildung, als daß die Auffinder ihnen hätten gewachsen sein können. Man

verstand sie leider nicht genugsam, weder ihrer Absicht nach, noch insofern schon genug durch sie geleistet war. Was also gegenwärtig an ihnen geschah, war eine zwar lobenswerte, aber meist unfruchtbare Mühe.

Sowohl in der von Portius vorausgeschickten Vorrede, worin uns etwas über die Natur der Farben versprochen wird, als auch in den Anmerkungen selbst, welche dem Text beigefügt sind, sehen wir einen belesenen und zugleich in der Aristotelischen Schulmethode wohlgeübten Mann und können ihm daher unsere Achtung sowie unsern Dank für das, was wir von ihm lernen, nicht versagen. Allein der Gewinn, den wir aus einem mühsamen Studium seiner Arbeit ziehen, ist doch nur historisch. Wir erfahren, wie die Alten sich über diesen Gegenstand ausgedrückt, wir vernehmen ihre Meinungen und Gegenmeinungen; wir werden von mancherlei Widerstreit belehrt, den unser Autor nach seiner Art weder zu vergleichen noch zu entscheiden sich imstande befindet.

Von einer eigentlichen Naturanschauung ist hier gar die Rede nicht. Das ausgesprochene Wort, die gebildete Phrase, die mehr oder weniger zulängliche Definition werden zum Grund gelegt; das Original, die Übersetzung, eine Worterklärung, eine Umschreibung ergreifen sich wechselweise; bald wird etwas Verwandtes herbeigeholt, etwas Ähnliches oder Unähnliches zitiert, Zweifel nicht verschwiegen, Fragen beantwortet, dem Widerspruch begegnet und bald beifällig, bald abfällig verfahren, wobei es nicht an Mißverständnissen und Halbverständnissen fehlt; da denn durchaus eine sorgfältige und fleißige Behandlung an die Stelle einer gründlichen tritt. Die Form des Vortrags, Noten zu einem Text zu schreiben, nötigt zum Wiederholen, zum Zurückweisen, alles Gesagte wird aber und abermals durch- und übereinander gearbeitet, so daß es dem Ganzen zwar an innerer Klarheit und Konsequenz nicht fehlt, wie irgendeinem Karten- und Steinspiel; hat man jedoch alles gelesen und wieder gelesen, so weiß man wohl etwas mehr als vorher, aber gerade das nicht, was man erwartete und wünschte.

Solche schätzenswerte und oft nur sehr geringe Frucht tragende Arbeiten muß man kennen, wenn man in der Folge diejenigen Männer rechtfertigen will, welche von einem lebhaften Trieb zur Sache beseelt, diese Wortarbeiten als Hindernisse ansahen, die Überlieferung überhaupt anfeindeten und sich gerade zur Natur wendeten oder gerade zu ihr hinwiesen.

Wir geben den Vorsatz auf, einige übersetzte Stellen mitzuteilen, indem sie weder belehrend noch erfreulich sein könnten. Auch haben wir schon das Brauchbare in unserm Aufsatze, worin wir die Meinungen und Lehren der Griechen behandelt, aufgeführt und werden künftig Gelegenheit haben, eins und anderes am schicklichen Orte zu wiederholen.

Julius Cäsar Scaliger

(Von 1484 bis 1558)

Dieser merkwürdige Mann brachte seine Jugend am Hof, sein Jünglingsalter im Militärstande zu, suchte später als Arzt seinen Lebensunterhalt und war wegen seiner ausgebreiteten Gelehrsamkeit vor vielen seiner Zeitgenossen berühmt. Ein starkes Gedächtnis verhalf ihm zu vielem Wissen; doch tut man ihm wohl nicht unrecht, wenn man ihm eigentlichen Geschmack und Wahrheitssinn abspricht. Dagegen war er, bei einem großen Vorgefühl seiner selbst, von dem Geiste des Widerspruchs und Streitlust unablässig erregt.

Cardan, dessen wir später gedenken werden, publiziert eine seiner Arbeiten unter dem Titel: De subtilitate. Scaliger findet es gelegen, sich daran zu üben, und verfaßte ein großes Buch gegen ihn, worin er ihm zeigt, daß man mehr wissen, genauer bemerken, subtiler unter-

scheiden und bestimmter vortragen könne. Dieses Werk ist seinem Inhalte nach schätzbar genug: denn es sind eigentlich nur in Streitform zusammengestellte Kollektaneen, wodurch wir unterrichtet werden, wie manches damals bekannt war und wie vieles die Wißbegierigen schon interessierte.

Was Scaliger über die Farben in der dreihundertfünfundzwanzigsten Exerzitation vorzubringen weiß, läßt sich in zwei Hauptabschnitte teilen, in einen theoretischen und einen etymologischen. In dem ersten wiederholt er, was die Alten von den Farben gesagt, teils beifällig, teils mißfällig; er hält sich auf der Seite des Aristoteles, die Platonischen Vorstellungsarten wollen ihm nicht einleuchten. Da er aber keinen eigentlichen Standpunkt hat, so ist es auch nur ein Hin- und Widerreden, wodurch nichts ausgemacht wird.

Bei dieser Gelegenheit läßt sich jene Betrachtung anstellen, die uns auch schon früher entgegendrang: welch eine andre wissenschaftliche Ansicht würde die Welt gewannen haben, wenn die griechische Sprache lebendig geblieben wäre und sich anstatt der lateinischen verbreitet hätte.

Die weniger sorgfältigen arabischen und lateinischen Übersetzungen hatten schon früher manches Unheil angerichtet, aber auch die sorgfältigste Übersetzung bringt immer etwas Fremdes in die Sache, wegen Verschiedenheit des Sprach gebrauchs.

Das Griechische ist durchaus naiver, zu einem natürlichen, heitern, geistreichen, ästhetischen Vortrag glücklicher Naturansichten viel geschickter. Die Art, durch Verba, besonders durch Infinitiven und Partizipien zu sprechen, macht jeden Ausdruck läßlich; es wird eigentlich durch das Wort nichts bestimmt, bepfählt und festgesetzt, es ist nur eine Andeutung, um den Gegenstand in der Einbildungskraft hervorzurufen.

Die lateinische Sprache dagegen wird durch den Gebrauch der Substantiven entscheidend und befehlshaberisch. Der Begriff ist im Wort fertig aufgestellt, im Worte erstarrt, mit welchem nun als einem wirklichen Wesen verfahren wird. Wir werden später Ursache haben, an diese Betrachtungen wieder zu erinnern.

Was den zweiten etymologischen Teil betrifft, so ist derselbe schätzenswert, weil er uns mit vielen lateinischen Farbenbenennungen bekannt macht; wodurch wir den Thylesius und andre supplieren können.

Wir fügen hier eine Bemerkung bei, jedoch mit Vorsicht, weil sie uns leicht zu weit führen könnte. In unserm kleinen Aufsatz über die Farbenbenennungen der Griechen und Römer (...) haben wir auf die Beweglichkeit der Farbenbenennungen bei den Alten aufmerksam gemacht; doch ist nicht zu vergessen, wie viele derselben bei ihrem Ursprunge sogleich fixiert worden: denn gerade durch diesen Widerstreit des Fixen und Beweglichen wird die Anwendung der Farbenbenennungen bis auf den heutigen Tag noch immer schwierig.

So einfach auch die Farben in ihrer ersten elementaren Erscheinung sein mögen, so werden sie doch unendlich mannigfaltig, wenn sie aus ihrem reinen und gleichsam abstrakten Zustande sich in der Wirklichkeit manifestieren, besonders an Körpern, wo sie tausend Zufälligkeiten ausgesetzt sind. Dadurch entspringt eine Individualisierung bis ins Grenzenlose, wohin keine Sprache, ja alle Sprachen der Welt zusammengenommen, nicht nachreichen.

Nun sind aber die meisten Farbenbenennungen davon ausgegangen, daß man einen individuellen Fall als ein Beispiel ergriffen, um, nach ihm und an ihm, andre ähnliche zu bezeichnen. Wenn uns nun das Altertum dergleichen Worte schon genugsam überliefert, so ist in

der Folge der Zeit, durch eine ausgebreitetere Kenntnis der Welt, natürlicher Körper, ja so vieler Kunstprodukte bei jeder Nation ein neuer Zuwachs von Terminologie entstanden, die, immer aufs neue wieder auf bekannte und unbekannte Gegenstände angewendet, neue Bedenklichkeiten, neue Zweifel und Irrungen hervorbringt, wobei denn doch zuletzt nichts weiter übrig bleibt, als den Gegenstand, von dem die Rede ist, recht genau zu kennen, und ihn womöglich in der Einbildungskraft zu behalten.

Zwischenbetrachtung

Da wir durch erstgedachte drei Männer in das Altertum wieder zurückgeführt worden, so erinnern wir uns billig dessen, was früher, die naturwissenschaftlichen Einsichten der Alten betreffend, bemerkt ward. Sie wurden nämlich als tüchtige Menschen von den Naturbegebenheiten aufgeregt und betrachteten mit Verwunderung die verwickelten Phänomene, die uns täglich und stündlich umgeben und wodurch die Natur ihnen eher verschleiert als aufgedeckt ward.

Wenn wir oben dem glücklichen theoretischen Bemühen mancher Männer volle Gerechtigkeit widerfahren lassen, so ist doch nicht zu leugnen, daß man ihren Theorien meistens einen empirischen Ursprung nur allzu sehr ansieht. Denn was war ihre Teilung natürlicher Uranfänge in vier Elemente anders als eine notdürftige Topik, nach welcher sich die erscheinenden Erscheinungen allenfalls ordnen und mit einiger Methode vortragen ließen. Die faßliche Zahl, die in ihr enthaltene doppelte Symmetrie und die daraus entspringende Bequemlichkeit machte eine solche Lehre zur Fortpflanzung geschickt, und obgleich aufmerksamere Beobachter mancherlei Zweifel erregen, manche Frage aufwerfen mochten, so blieb doch Schule und Menge dieser Vorstellungs- und Einteilungsart geneigt.

In der neuern Zeit brachte die Chemie eine Hauptveränderung hervor; sie zerlegte die natürlichen Körper und setzte daraus künstliche auf mancherlei Weise wieder zusammen; sie zerstörte eine wirkliche Welt, um eine neue, bisher unbekannte, kaum möglich geschienene, nicht geahndete wieder hervor zu bauen. Nun ward man genötigt, über die wahrscheinlichen Anfänge der Dinge und über das daraus Entsprungene immer mehr nachzudenken, so daß man sich bis an unsre Zeit zu immer neuen und höheren Vorstellungsarten heraufgehoben sah, und das um so mehr, als der Chemiker mit dem Physiker einen unauflöslichen Bund schloß, um dasjenige, was bisher als einfach erschienen war, wo nicht in Teile zu zerlegen, doch wenigstens in den mannigfaltigsten Bezug zu setzen und ihm eine bewundernswürdige Vielseitigkeit abzugewinnen. In dieser Rücksicht haben wir zu unsern Zwecken gegenwärtig nur eines einzigen Mannes zu gedenken.

Paracelsus

(geboren 1493, gestorben 1541)

Man ist gegen den Geist und die Talente dieses außerordentlichen Mannes in der neuern Zeit mehr als in einer früheren gerecht, daher man uns eine Schilderung derselben gern erlassen wird. Uns ist er deshalb merkwürdig, weil er den Reihen derjenigen anführt, welche auf den Grund der chemischen Farbenerscheinung und -veränderung zu dringen suchen.

Paracelsus ließ zwar noch vier Elemente gelten, jedes war aber wieder aus dreien zusammengesetzt, aus Sal, Sulphur und Mercurius, wodurch sie denn sämtlich, ungeachtet ihrer Verschiedenheit und Unähnlichkeit, wieder in einen gewissen Bezug untereinander kamen.

Mit diesen drei Uranfängen scheint er dasjenige ausdrücken zu wollen, was man in der Folge alkalische Grundlagen, säuernde Wirksamkeiten, und begeistende Vereinigungsmittel genannt hat. Den Ursprung der Farben schreibt Paracelsus dem Schwefel zu, wahrscheinlich daher, weil ihm die Wirkung der Säuren auf Farbe und Farbenerscheinung am bedeutendsten auffiel, und im gemeinen Schwefel sich die Säure im hohen Grade manifestiert. Hat sodann jedes Element seinen Anteil an dem höher verstandenen mystischen Schwefel, so läßt sich auch wohl ableiten, wie in den verschiedensten Fällen Farben entstehen können.

So viel für diesmal; in der Folge werden wir sehen, wie seine Schüler und Nachkommen diese Lehre erweitert und ihr durch mancherlei Deutungen zu helfen gesucht.

Alchimisten

Auf eben diesem Wege gingen die Alchimisten fort und mußten sich, weil darunter wenig originelle Geister, hingegen viele Nachahmer sich befanden, immer tiefer zur Geheimniskrämerei ihre Zuflucht nehmen, deren Dunkelheiten aus dem vorigen Jahrhundert herübergekommen waren. Daher die Monotonie aller dieser Schriften.

Betrachtet man die Alchimie überhaupt, so findet man an ihr dieselbe Entstehung, wie wir oben bei anderer Art Aberglauben bemerkt haben. Es ist der Mißbrauch des Echten und Wahren, ein Sprung von der Idee, vom Möglichen, zur Wirklichkeit, eine falsche Anwendung echter Gefühle, ein lügenhaftes Zusagen, wodurch unsern liebsten Hoffnungen und Wünschen geschmeichelt wird.

Hat man jene drei erhabenen, untereinander im innigsten Bezug stehenden Ideen, Gott, Tugend und Unsterblichkeit, die höchsten Forderungen der Vernunft genannt, so gibt es offenbar drei ihnen entsprechende Forderungen der höheren Sinnlichkeit, Gold, Gesundheit und langes Leben. Gold ist so unbedingt mächtig auf der Erde, wie wir uns Gott im Weltall denken. Gesundheit und Tauglichkeit fallen zusammen. Wir wünschen einen gesunden Geist in einem gesunden Körper. Und das lange Leben tritt an die Stelle der Unsterblichkeit. Wenn es nun edel ist, jene drei hohen Ideen in sich zu erregen und für die Ewigkeit zu kultivieren, so wäre es doch auch gar zu wünschenswert, sich ihrer irdischen Repräsentanten für die Zeit zu bemächtigen. Ja diese Wünsche müssen leidenschaftlich in der menschlichen Natur gleichsam wüten und können nur durch die höchste Bildung ins Gleichgewicht gebracht werden. Was wir auf solche Weise wünschen, halten wir gern für möglich; wir suchen es auf alle Weise, und derjenige, der es uns zu liefern verspricht, wird unbedingt begünstigt.

Daß sich hierbei die Einbildungskraft sogleich tätig erzeige, läßt sich erwarten. Jene drei obersten Erfordernisse zur höchsten irdischen Glückseligkeit scheinen so nahe verwandt, daß man ganz natürlich findet, sie auch durch ein einziges Mittel erreichen zu können. Es führt zu sehr angenehmen Betrachtungen, wenn man den poetischen Teil der Alchimie, wie wir ihn wohl nennen dürfen, mit freiem Geiste behandelt. Wir finden ein aus allgemeinen Begriffen entspringendes, auf einen gehörigen Naturgrund aufgebautes Märchen.

Etwas Materielles muß es sein, aber die erste allgemeine Materie, eine jungfräuliche Erde. Wie diese zu finden, wie sie zu bearbeiten, dieses ist die ewige Ausführung alchimischer Schriften, die mit einem unerträglichen Einerlei, wie ein anhaltendes Glockengeläute, mehr zum Wahnsinn als zur Andacht hindrängen.

Eine Materie soll es sein, ein Unorganisiertes, das durch eine der organischen ähnliche Behandlung veredelt wird. Hier ist ein Ei, ein Sperma, Mann und Weib, Vierzig Wochen, und so entspringt zugleich der Stein der Weisen, das Universalrezipe und der allzeit fertige Kassier.

Die Farbenerscheinungen, welche diese Operation begleiten, und die uns eigentlich hier am meisten interessieren müssen, geben zu keiner bedeutenden Bemerkung Anlaß. Das Weiße, das Schwarze, das Rote und das Bunte, das bei chemischen Versuchen vorkommt, scheint vorzüglich die Aufmerksamkeit gefesselt zu haben.

Sie legten jedoch in alle diese Beobachtungen keine Folge, und die Lehre der chemischen Farben erhielt durch sie keine Erweiterung, wie doch hätte geschehen können und sollen. Denn da ihre Operationen sämtlich auf Übergänge, Metaschematismen und Verwandlungen hindeuteten und man dabei eine jede, auch die geringste, Veränderung des bearbeiteten Körpers zu beachten Ursache hatte, so wäre zum Beispiel jene höchst bedeutende Wirkung der Farbennatur, die Steigerung, am ersten zu bemerken und, wenn auch nur irrig, als Hoffnungsgrund der geheimnisvollen Arbeit anzusehen gewesen. Wir erinnern uns jedoch nicht, etwas darauf Bezügliches gefunden zu haben.

Übrigens mag ein Musterstück, wie sie ihr Geschäft überhaupt, besonders aber die Farbenerscheinung behandelt, in der Übersetzung hier Platz finden.

Calid, ein fabelhafter König von Ägypten, unterhält sich mit einem palästinischen Einsiedler Morienus, um über das große Werk des wunderbaren Steins belehrt zu werden. Der König: Von der Natur und dem Wesen jenes großen Werkes hast du mir genug eröffnet, nun würdige mich auch, mir dessen Farbe zu offenbaren. Dabei möchte ich aber weder Allegorie noch Gleichnisse hören. Morienus: Es war die Art der Weisen, daß sie ihr Assos von dem Stein und mit dem Stein immer verfertigten. Dieses aber geschah, ehe sie damit etwas anders färbten. Assos ist ein arabischer Ausdruck und könnte lateinisch Alaun verdolmetscht werden. O guter König, dir sei genug, was ich hier vorbringe. Laß uns zu ältern Zeugnissen zurückkehren, und verlangst du ein Beispiel, so nimm die Worte Datin des Philosophen wohl auf, denn er sagt: Unser Lato, ob er gleich zuerst rot ist, so ist er doch unnütz; wird er aber nach der Röte ins Weiße verwandelt, so hat er großen Wert. Deswegen spricht Datin zum Euthices: O Euthices, dieses wird alles fest und wahrhaft bleiben; denn so haben die Weisen davon gesprochen: Die Schwärze haben wir weggenommen, und nun mit dem Salz Anatron, das ist Salpeter, und Almizadir, dessen Eigenschaft kalt und trocken ist, halten wir die Weiße fest. Deswegen geben wir ihm den Namen Borreza, welches arabisch Tinkar heißt. Das Wort aber Datin des Philosophen wird durch Hermes Wort bestätigt. Hermes aber sagt: Zuerst ist die Schwärze, nachher mit dem Salz Anatron folgt die Weiße. Zuerst war es rot und zuletzt weiß, und so wird alle Schwärze weggenommen und sodann in ein helles leuchtendes Rot verwandelt. Maria sagt gleichfalls: Wenn Laton mit Alzebric, das heißt mit Schwefel, verbrennt und das Weichliche drauf gegossen wird, so daß dessen Hitze aufgehoben werde, dann wird die Dunkelheit und Schwärze davon weggenommen und derselbe in das reinste Gold verwandelt. Nicht weniger sagt Datin der Philosoph: Wenn du aber Laton mit Schwefel verbrennst und das Weichliche wiederholt auf ihn gießest, so wird seine Natur aus dem Guten ins Bessere mit Hülfe Gottes gewendet. Auch ein anderer sagt: Wenn der reine Laton so lange gekocht wird, bis er wie Fischaugen glänzt, so ist seine Nützlichkeit zu erwarten. Dann sollst du wissen, daß er zu seiner Natur und zu seiner Farbe zurückkehrt. Ein anderer sagt gleichfalls: Je mehr etwas gewaschen wird, desto klarer und besser erscheint es. Wird er nicht abgewaschen, so wird er nicht rein erscheinen, noch zu seiner Farbe zurückkehren. Desgleichen sagt Maria: Nichts ist, was vom Lato die Dunkelheit noch die Farbe wegnehmen könne, aber Azoc ist gleichsam seine Decke, nämlich zuerst, wenn er gekocht wird: denn er färbt ihn und macht ihn weiß; dann aber beherrscht Lato den Azoc, macht ihn zu Wein, das ist rot.

Wie sehr der König Calid durch diese Unterhaltung sich erbaut und aufgeklärt gefunden habe, überlassen wir unsern Lesern selbst zu beurteilen.

Zwischenbetrachtung

Wir befinden uns nunmehr auf dem Punkte, wo die Scheidung der ältern und neuern Zeit immer bedeutender wird. Ein gewisser Bezug aufs Altertum geht noch immer ununterbrochen und mächtig fort; doch finden wir von nun an mehrere Menschen, die sich auf ihre eigenen Kräfte verlassen.

Man sagt von dem menschlichen Herzen, es sei ein trotzig und verzagtes Wesen. Von dem menschlichen Geiste darf man wohl Ähnliches prädizieren. Er ist ungeduldig und anmaßlich und zugleich unsicher und zaghaft. Er strebt nach Erfahrung und in ihr nach einer erweiterten reinern Tätigkeit, und dann bebt er wieder davor zurück, und zwar nicht mit Unrecht. Wie er vorschreitet, fühlt er immer mehr, wie er bedingt sei, daß er verlieren müsse, indem er gewinnt: denn ans Wahre wie ans Falsche sind notwendige Bedingungen des Daseins gebunden.

Daher wehrt man sich im Wissenschaftlichen so lange als nur möglich für das Hergebrachte, und es entstehen heftige langwierige Streitigkeiten, theoretische sowohl als praktische Retardationen. Hievon geben uns das fünfzehnte und sechzehnte Jahrhundert die lebhaftesten Beispiele. Die Welt ist kaum durch Entdeckung neuer Länder unmäßig in die Länge ausgedehnt, so muß sie sich schon in sich selbst als rund abschließen. Kaum deutet die Magnetnadel nach entschiednen Weltgegenden, so beobachtet man, daß sie sich ebenso entschieden zur Erde nieder neigt.

Im Sittlichen gehen ähnliche große Wirkungen und Gegenwirkungen vor. Das Schießpulver ist kaum erfunden, so verliert sich die persönliche Tapferkeit aus der Welt oder nimmt wenigstens eine andre Richtung. Das tüchtige Vertrauen auf seine Faust und Gott löst sich auf in die blindeste Ergebenheit unter ein unausweichlich bestimmendes, unwiderruflich gebietendes Schicksal. Kaum wird durch Buchdruckerei Kultur allgemeiner verbreitet, so macht sich schon die Zensur nötig, um dasjenige einzuengen, was bisher in einem natürlich beschränkten Kreise frei gewesen war.

Doch unter allen Entdeckungen und Überzeugungen möchte nichts eine größere Wirkung auf den menschlichen Geist hervorgebracht haben, als die Lehre des Kopernikus. Kaum war die Welt als rund anerkannt und in sich selbst abgeschlossen, so sollte sie auf das ungeheure Vorrecht Verzicht tun, der Mittelpunkt des Weltalls zu sein. Vielleicht ist noch nie eine größere Forderung an die Menschheit geschehen: denn was ging nicht alles durch diese Anerkennung in Dunst und Rauch auf: ein zweites Paradies, eine Welt der Unschuld, Dichtkunst und Frömmigkeit, das Zeugnis der Sinne, die Überzeugung eines poetisch- religiösen Glaubens; kein Wunder, daß man dies alles nicht wollte fahren lassen, daß man sich auf alle Weise einer solchen Lehre entgegensetzte, die denjenigen, der sie annahm, zu einer bisher unbekannten, ja ungeahneten Denkfreiheit und Großheit der Gesinnungen berechtigte und aufforderte.

Wir fügen noch zwei Bemerkungen hinzu, die uns in der Geschichte der Wissenschaften überhaupt und der Farbenlehre besonders, leitend und nützlich sein können.

In jedem Jahrhundert, ja in jedem Jahrzehend werden tüchtige Entdeckungen gemacht, geschehen unerwartete Begebenheiten, treten vorzügliche Menschen auf, welche neue Ansichten verbreiten. Weil aber solche Ereignisse sich gewöhnlich nur auf partielle

sichten verbreiten. Weil aber solche Ereignisse sich gewöhnlich nur auf partielle Gegenstände beziehen, so wird die ganze Masse der Menschen und ihre Aufmerksamkeit dahin geleitet. Dergleichen mehr oder weniger ausschließliche Beschäftigungen ziehen ein solches Zeitalter von allem übrigen ab, so daß man weder an das Wichtige denkt, was schon da gewesen, noch an das, was noch zu tun sei, bis denn endlich das begünstigte Partikulare genugsam durchgearbeitet in den allgemeinen Kreis des Bekannten mit eintritt und nunmehr still fortwirkt, ohne ein besonderes lebhaftes Interesse weiter zu erregen.

Alles ist in der Natur aufs innigste verknüpft und verbunden, und selbst was in der Natur getrennt ist, mag der Mensch gern zusammenbringen und zusammenhalten. Daher kommt es, daß gewisse einzelne Naturerscheinungen schwer vom übrigen abzulösen sind und nicht leicht durch Vorsatz didaktisch abgelöst werden.

Mit der Farbenlehre war dieses besonders der Fall. Die Farbe ist eine Zugabe zu allen Erscheinungen, und obgleich immer eine wesentliche, doch oft scheinbar eine zufällige. Deshalb konnte es kaum jemand beigehen, sie an und für sich zu betrachten und besonders zu behandeln. Auch geschieht dieses von uns beinahe zum erstenmal, indem alle früheren Bearbeitungen nur gelegentlich geschahen und von der Seite des Brauchbaren oder Widerwärtigen, des einzelnen oder eminenten Vorkommens, oder sonst eingeleitet worden.

Diese beiden Umstände werden wir also nicht aus dem Auge verlieren und bei den verschiednen Epochen anzeigen, womit die Naturforscher besonders beschäftigt gewesen, wie auch bei welchem eigenen Anlaß die Farbe wieder zur Sprache kommt.

Bernhardinus Telesius

(geboren 1508, gestorben 1588)

Durch die Buchdruckerei wurden mehrere Schriften der Alten verbreitet. Aristoteles und Plato fesselten nicht allein die Aufmerksamkeit; auch andere Meinungen und theoretische Gesinnungen wurden bekannt, und ein guter Kopf konnte sich die eine oder die andre zur Nachfolge wählen, je nachdem sie ihm seiner Denkweise gemäß schien. Dennoch hatte Autorität im allgemeinen so großes Gewicht, daß man kaum etwas zu behaupten unternahm, was nicht früher von einem Alten schon geäußert worden; wobei man jedoch zu bemerken nicht unterlassen kann, daß sie den abgeschlossenen Kreis menschlicher Vorstellungsarten völlig, wenngleich oft nur flüchtig und genialisch, durchlaufen hatten, so daß der Neuere, indem er sie näher kennen lernt, seine geglaubte Originalität oft beschämt sieht.

Daß die Elemente, wonach Aristoteles und die Seinigen die Anfänge der Dinge darstellen und einteilen wollen, empirischen, und wenn man will, poetischen Ursprungs seien, war einem frei aufblickenden Geiste nicht schwer zu entdecken. Telesius fühlte, daß man, um zu Anfängen zu gelangen, ins Einfachere gehen müsse. Er setzt daher die Materie voraus und stellt sie unter den Einfluß von zwei empfindbaren aber ungreiflichen Prinzipien, der Wärme und der Kälte. Was er hierbei frühern Überlieferungen schuldig, lassen wir unausgemacht.

Genug, er faßte jene geheimnisvolle Systole und Diastole, aus der sich alle Erscheinungen entwickeln, gleichfalls unter einer empirischen Form auf, die aber doch, weil sie sehr allgemein ist und die Begriffe von Ausdehnung und Zusammenziehung, von Solideszenz und Liqueszenz hinter sich hat, sehr fruchtbar ist und eine höchst mannigfaltige Anwendung leidet.

Wie Bernhardinus dieses geleistet und wie er denn doch zuletzt empfunden, daß sich nicht alle Erscheinungen unter seiner Formel aussprechen lassen, ob sie gleich überall hindeutet,

davon belehrt uns die Geschichte der Philosophie eines weitern. Was aber für uns höchst merkwürdig ist, er hat ein Büchelchen De colorum generatione geschrieben, das 1570 zu Neapel in Quart herauskam. Wir haben es leider nie zu sehen Gelegenheit gehabt und wissen nur so viel, daß er die Farben gleichfalls sämtlich aus den Prinzipien der Wärme und Kälte ableitet. Da auch unsre Ableitung derselben auf einem Gegensatz beruht, so würde es interessant sein zu sehen, wie er sich benommen und inwiefern sich schon eine Annäherung an das, was wir für wahr halten, bei ihm zeige. Wir wünschen dieses um so mehr zu erfahren, als im achtzehnten Jahrhundert Westfeld mit dem Gedanken hervortritt, daß die Farbe, wenn sie auch nicht der Wärme zuzuschreiben sei, doch wenigstens mit derselben und ihren Modifikationen in genauer Verwandtschaft stehe.

Hieronymus Cardanus

(geboren 1501, gestorben 1576)

Cardan gehört unter diejenigen Menschen, mit denen die Nachwelt nie fertig wird, über die sie sich nicht leicht im Urteil vereinigt. Bei großen angebornen Vorzügen konnte er sich doch nicht zu einer gleichmäßigen Bildung erheben; es blieb immer etwas Wildes und Verworrenes in seinen Studien, seinem Charakter und ganzen Wesen zurück. Man mag übrigens an ihm noch so vieles Tadelnswerte finden, so muß er doch des großen Lobes teilhaft werden, daß es ihm sowohl um die äußern Dinge, als um sich selbst Ernst und zwar recht bitterer Ernst gewesen, weshalb denn auch seine Behandlung sowohl der Gegenstände als des Lebens bis an sein Ende leidenschaftlich und heftig war. Er kannte sein eigenes Naturell bis auf einen gewissen Grad, doch konnte er bis ins höchste Alter nicht darüber Herr werden. Gar oft haben wir bei ihm, seiner Umgebung und seinem Bestreben, an Cellini denken müssen, um so mehr, als beide gleichzeitig gelebt. Auch die Biographien oder Konfessionen beider, wie man sie wohl nennen kann, treffen darin zusammen, daß die Verfasser, obschon mit Mißbilligung, doch auch zugleich mit einigem Behagen von ihren Fehlern sprechen und in ihre Reue sich immer eine Art von Selbstgefälligkeit über das Vollbrachte mit einmischt. Erinnern wir uns hierbei noch eines jüngern Zeitgenossen, des Michael Montaigne, der mit einer unschätzbar heitern Wendung seine persönlichen Eigenheiten sowie die Wunderlichkeiten der Menschen überhaupt zum besten gibt, so findet man die Bemerkung vielleicht nicht unbedeutend, daß dasjenige, was bisher nur im Beichtstuhl als Geheimnis dem Priester ängstlich vertraut wurde nun mit einer Art von kühnem Zutrauen der ganzen Welt vorgelegt ward. Eine Vergleichung der sogenannten Konfessionen aller Zeiten würde in diesem Sinne gewiß schöne Resultate geben. So scheinen uns die Bekenntnisse, deren wir erwähnten, gewissermaßen auf den Protestantismus hinzudeuten.

Wie Cardan die Farben behandelt, ist nicht ohne Originalität. Man sieht, er beobachtet sie und die Bedingungen, unter welchen sie entspringen. Doch tat er es nur im Vorübergehen, ohne sich ein eigenes Geschäft daraus zu machen, deshalb er auch allzuwenig leistet und Scaligern Gelegenheit gibt, sich über Flüchtigkeit und Übereilung zu beklagen.

Erst führt er die Namen der vornehmsten und gewöhnlichsten Farben auf und erklärt ihre Bedeutung; dann wendet er sich gegen das Theoretische, wobei man zwar eine gute Intention sieht, ohne daß jedoch die Behandlung zulänglich wäre und dem Gegenstand genug täte. Bei Erörterung der Frage; auf wie mancherlei Weise die Farben entspringen, gelangt er zu keiner glücklichen Einteilung. So hilft er sich auch an einigen bedeutenden Punkten, die er gewahr wird, mehr vorbei als drüber hinaus, und weil seine ersten Bestimmungen nicht umfassend sind, so wird er genötigt, Ausnahmen zu machen, ja das Gesagte wieder zurückzunehmen.

Es wäre leicht, die wenigen Spalten zu übersetzen, die Cardan dieser Materie widmet, aber schwer, ihre Mängel kürzlich anzudeuten, und zu weitläufig, das Fehlende zu supplieren. Eigentlich Falsches findet sich nichts darin; inwiefern er das Rechte geahndet, werden diejenigen, welche unsern Entwurf der Farbenlehre wohl inne haben, künftig, wenn es sie interessiert, ohne große Mühe entwickeln.

Schließlich haben wir zu bemerken, daß bei Cardan eine naivere Art, die Wissenschaften zu behandeln, hervortritt. Er betrachtet sie überall in Verbindung mit sich selbst, seiner Persönlichkeit, seinem Lebensgange, und so spricht aus seinen Werken eine Natürlichkeit und Lebendigkeit, die uns anzieht, anregt, erfrischt und in Tätigkeit setzt. Es ist nicht der Doktor im langen Kleide, der uns vom Katheder herab belehrt; es ist der Mensch, der umherwandelt, aufmerkt, erstaunt, von Freude und Schmerz ergriffen wird und uns davon eine leidenschaftliche Mitteilung aufdringt. Nennt man ihn vorzüglich unter den Erneuerern der Wissenschaften, so hat ihm dieser sein angedeuteter Charakter so sehr als seine Bemühungen zu dieser Ehrenstelle verholfen.

Johann Baptist Porta

Wenn gleich Porta für unser Fach wenig geleistet, so können wir ihn doch, wenn wir im Zusammenhange der Naturwissenschaften einigermaßen bleiben wollen, nicht übergehen. Wir haben vielmehr Ursache, uns länger bei ihm aufzuhalten, weil er uns Gelegenheit gibt, einiges, was wir schon berührt, umständlicher auszuführen.

Er ist hauptsächlich bekannt durch sein Buch von der natürlichen Magie. Der Ursprung dieser Art von halbgeheimer Wissenschaft liegt in den ältesten Zeiten. Ein solches Wissen, eine solche Kunst war dem Aberglauben, von dem wir schon früher gehandelt, unentbehrlich. Es gibt so manches Wünschenswerte, möglich Scheinende; durch eine kleine Verwechselung machen wir es zu einem erreichbaren Wirklichen. Denn obgleich die Tätigkeiten, in denen das Leben der Welt sich äußert, begrenzt und alle Spezifikationen hartnäckig und zäh sind, so läßt sich doch die Grenze keiner Tätigkeit genau bestimmen, und die Spezifikationen finden wir auch biegsam und wandelbar.

Die natürliche Magie hofft mit demjenigen, was wir für tätig erkennen, weiter als billig ist zu wirken, und mit dem, was spezifiziert vor uns liegt, mehr als tunlich ist zu schalten. Und warum sollten wir nicht hoffen, daß ein solches Unternehmen gelingen könne? Metaschematismen und Metamorphosen gehen vor unsern Augen vor, ohne daß sie von uns begriffen werden; mehrere und andere lassen sich vermuten und erwarten, wie ihrer denn auch täglich neue entdeckt und bemerkt werden. Es gibt so viele Bezüge der spezifizierten Wesen untereinander, die wahrhaft und doch wunderbar genug sind, wie zum Beispiel der Metalle beim Galvanism. Tun wir einen Blick auf die Bezüge der spezifizierten organischen Wesen, so sind diese von unendlicher Mannigfaltigkeit und oft erstaunenswürdig seltsam. Man erinnere sich, im gröberen Sinne, an Ausdünstungen, Geruch; im zarteren, an Bezüge der körperlichen Form, des Blickes, der Stimme. Man gedenke der Gewalt des Wollens, der Intentionen, der Wünsche, des Gebetes. Was für unendliche und unerforschliche Sympathien, Antipathien, Idiosynkrasien überkreuzen sich nicht! Wie manches wird jahrelang als ein wundersamer einzelner Fall bemerkt, was zuletzt als ein allgemeiner durchgehendes Naturgesetz erscheint. Schon lange war es den Besitzern alter Schlösser verdrießlich, daß die bleiernen und kupfernen Dachrinnen, da wo sie auf den eisernen Haken auflagen, vom Rost früher aufgezehrt wurden als an allen andern Stellen; jetzt wissen wir die Ursache und wie auf eine ganz natürliche Weise zu helfen ist. Hätte früher jemand bemerkt, daß ein zwi-

schengeschobenes Stöckchen Holz die ganze Wirkung aufhebe, so hätte er vielleicht diesem besondern Holze die Wirkung zugeschrieben und als ein Haus mittel bekannt gemacht.

Wenn uns nun die fortschreitende Naturbetrachtung und Naturkenntnis, indem sie uns etwas Verborgenes entdecken, auf etwas noch Verborgeneres aufmerksam machen; wenn erhöhte Kunst, verfeinerte Künstlichkeit das Unmögliche in etwas Gemeines verwandeln; wenn der Taschenspieler täglich mehr alles Glaubwürdige und Begreifliche vor unsern Augen zuschanden macht, werden wir dadurch nicht immerfort schwebend erhalten, so daß uns Erwartung, Hoffnung, Glaube und Wahn immer natürlicher, bequemer und behaglicher bleiben müssen als Zweifelsucht, Unglaube und starres hochmütiges Ableugnen.

Die Anlässe zur Magie überhaupt finden wir bei allen Völkern und in allen Zeiten. Je beschränkter der Erkenntniskreis, je dringender das Bedürfnis, je höher das Ahndungsvermögen, je froher das poetische Talent, desto mehr Elemente entspringen dem Menschen, jene wunderbare, unzusammenhängende, nur durch ein geistiges Band zu verknüpfende Kunst wünschenswert zu machen.

Betrachten wir die natürliche Magie, insofern sie sich absondern läßt; so finden wir, daß schon die Alten viele solche einzelne Bemerkungen und Rezepte aufbewahrt hatten. Die mittlere Zeit nahm sie auf und erweiterte den Vorrat nach allen Seiten. Albert der Große, besonders seine Schule, sodann die Alchimisten wirkten immer weiter fort. Roger Baco, zu seinen Ehren sei es gesagt, ist bei allem Wunderbaren, womit er sich beschäftigt, bei allem Seltsamen, das er verspricht, fast gänzlich frei von Aberglauben; denn sein Vorahnden zukünftiger Möglichkeiten ruht auf einem sichern Fundament, so wie sein köstliches Büchelchen De mirabili potestate artis er naturae gegen das Wüste, Absurde des Wahnes ganz eigentlich gerichtet ist, nicht mit jener negierenden erkältenden Manier der Neuern, sondern mit einem Glauben erregenden heiteren Hinweisen auf echte Kunst und Naturkraft.

So hatte sich manches bis zu Portas Zeiten fortgepflanzt, doch lagen die Kenntnisse zerstreut. Sie waren mehr im Gedächtnisse bewahrt als geschrieben, und selbst dauerte es eine Zeitlang, bis die Buchdruckerkunst durch alle Fächer des Wissens durchwirkte und das Wissenswerte durchaus zur Sprache förderte.

Porta gibt sein Buch De magia naturali im Jahr 1560 heraus, eben als er das fünfzehnte seines Alters erreicht hatte. Dieses Büchelchen mit beständiger Rücksicht auf jene Zeit und auf einen so jugendlichen Verfasser zu lesen, ist höchst interessant. Man sieht dessen Bildung in der Platonischen Schule, heitere mannigfaltige Kenntnisse, doch die entschiedene Neigung zum Wahn, zum Seltsamen und Unerreichbaren.

Er wendet nun sein übriges Leben an, diese Bemühungen fortzusetzen. Er versäumt nicht zu studieren, Versuche anzustellen, Reisen zu machen; einer gelehrten Gesellschaft, die er in Neapel in seinem Hause errichtet, verdankt er Beihülfe und Mitwirkung. Besonders hat er sich auch der Gunst des Kardinals von Este zu rühmen.

Nach fünfunddreißig Jahren gibt er das Buch zum zweitenmal heraus, da uns denn die Vergleichung beider Ausgaben einen schönen Blick verschafft, wie in dieser Zeit das Jahrhundert und er selbst zugenommen.

Zwar von den abenteuerlichen Forderungen, Vorschlägen und Rezepten ist noch immer mehr oder weniger die Rede; doch sieht man hie und da, wo das gar zu Abgeschmackte überliefert wird, den klugen Mann, der sich eine Hintertüre offen läßt.

Was die Farben betrifft, so werden sie nur beiläufig angeführt, wenn verschieden gefärbte Blumen hervorgebracht, falsche Edelsteine verfertigt und die Tugenden natürlicher Edelsteine gerühmt werden sollen. Übrigens bemerkt man wohl, daß in diesen fünfunddreißig Jahren die chemischen Kenntnisse sehr gewachsen, und was die physischen betrifft, besonders die Eigenschaften des Magnets viel genauer bekannt geworden sind.

Ungern verlassen wir einen Mann, von dem noch vieles zu sagen wäre: denn eine genauere Beachtung dessen, womit er sich beschäftigt, würde der Geschichte der Wissenschaften höchst förderlich sein. Will man ihn auch nicht für einen solchen Geist erkennen, der fähig gewesen wäre, die Wissenschaften in irgendeinem Sinne zur Einheit heranzurufen, so muß man ihn doch als einen lebhaften geistreichen Sammler gelten lassen. Mit unermüdlicher unruhiger Tätigkeit durchforscht er das Feld der Erfahrung; seine Aufmerksamkeit reicht überall hin, seine Sammlerlust kommt nirgends unbefriedigt zurück. Nähme man seine sämtlichen Schriften zusammen, das physiognomische Werk und die Verheimlichungskunst, und was sonst noch von ihm übrig ist, so würden wir in ihm das ganze Jahrhundert abgespiegelt erblicken.

Baco von Verulam

Von den Schriften eines bedeutenden Mannes geben wir gewöhnlich nur insofern Rechenschaft, als sie auf uns gewirkt, unsre Ausbildung entweder gefördert, oder auch sich derselben entgegengesetzt haben. Nach solchen an uns selbst gemachten Erfahrungen beurteilen wir unsre Vorgänger, und aus diesem Gesichtspunkte möchte auch wohl dasjenige zu betrachten sein, was wir, indem das sechzehnte Jahrhundert sich schließt und das siebzehnte anfängt, über einen bewundernswürdigen Geist mitzuteilen uns erkühnen.

Was Baco von Verulam uns hinterlassen, kann man in zwei Teile sondern. Der erste ist der historische, meistens mißbilligende, die bisherigen Mängel aufdeckende, die Lücken anzeigende, das Verfahren der Vorgänger scheltende Teil. Den zweiten würden wir den belehrenden nennen, den didaktisch dogmatischen, zu neuen Tagewerken aufrufenden, aufregenden, verheißenden Teil.

Beide Teile haben für uns etwas Erfreuliches und etwas Unerfreuliches, das wir folgendermaßen näher bezeichnen. Im historischen ist erfreulich die Einsicht in das, was schon da gewesen und vorgekommen, besonders aber die große Klarheit, womit die wissenschaftlichen Stockungen und Retardationen vorgeführt sind; erfreulich das Erkennen jener Vorurteile, welche die Menschen im einzelnen und im ganzen abhalten, vorwärts zu schreiten. Höchst unerfreulich dagegen die Unempfindlichkeit gegen Verdienste der Vorgänger, gegen die Würde des Altertums. Denn wie kann man mit Gelassenheit anhören, wenn er die Werke des Aristoteles und Plato leichten Tafeln vergleicht, die eben, weil sie aus keiner tüchtigen gehaltvollen Masse bestünden, auf der Zeitflut gar wohl zu uns herüber geschwemmt werden können. Im zweiten Teil sind unerfreulich seine Forderungen, die alle nur nach der Breite gehen, seine Methode, die nicht konstruktiv ist, sich nicht in sich selbst abschließt, nicht einmal auf ein Ziel hinweist, sondern zum Vereinzeln Anlaß gibt. Höchst erfreulich hingegen ist sein Aufregen, Aufmuntern und Verheißen.

Aus dem Erfreulichen ist sein Ruf entstanden. denn wer läßt sich nicht gern die Mängel vergangener Zeiten vorerzählen? Wer vertraut nicht auf sich selbst, wer hofft nicht auf die Nachwelt? Das Unerfreuliche dagegen wird zwar von Einsichtsvolleren bemerkt, aber wie billig geschont und verziehen.

Aus dieser Betrachtung getrauen wir uns das Rätsel aufzulösen, daß Baco so viel von sich reden machen konnte, ohne zu wirken, ja daß seine Wirkung mehr schädlich als nützlich gewesen. Denn da seine Methode, insofern man ihm eine zuschreiben kann, höchst peinlich ist, so entstand weder um ihn noch um seinen Nachlaß eine Schule. Es mußten und konnten also wieder vorzügliche Menschen auftreten, die ihr Zeitalter zu konsequenteren Naturansichten emporhoben und alle Wissens- und Fassenslustigen um sich versammelten.

Da er übrigens die Menschen an die Erfahrung hinwies, so gerieten die sich selbst überlassenen ins Weite, in eine grenzenlose Empirie; sie empfanden dabei eine solche Methodenscheu, daß sie Unordnung und Wust als das wahre Element ansahen, in welchem das Wissen einzig gedeihen könne. Es sei uns erlaubt, nach unserer Art das Gesagte in einem Gleichnis zu wiederholen.

Baco gleicht einem Manne, der die Unregelmäßigkeit, Unzulänglichkeit, Baufälligkeit eines alten Gebäudes recht wohl einsieht und solche den Bewohnern deutlich zu machen weiß. Er rät ihnen, es zu verlassen, Grund und Boden, Materialien und alles Zubehör zu verschmähen, einen andern Bauplatz zu suchen und ein neues Gebäude zu errichten. Er ist ein trefflicher Redner und Überreder; er rüttelt an einigen Mauern, sie fallen ein, und die Bewohner sind genötigt, teilweise auszuziehen. Er deutet auf neue Plätze; man fängt an zu ebnen, und doch ist es überall zu enge. Er legt neue Risse vor, sie sind nicht deutlich, nicht einladend. Hauptsächlich aber spricht er von neuen unbekannten Materialien, und nun ist der Welt gedient. Die Menge zerstreut sich nach allen Himmelsgegenden und bringt unendlich einzelnes zurück, indessen zu Hause neue Plane, neue Tätigkeiten, Ansiedelungen die Bürger beschäftigen und die Aufmerksamkeit verschlingen.

Mit allem diesem und durch alles dieses bleiben die Baconischen Schriften ein großer Schatz für die Nachwelt, besonders wenn der Mann nicht mehr unmittelbar, sondern historisch auf uns wirken wird, welches nun bald möglich sein sollte, da sich zwischen ihn und uns schon einige Jahrhunderte gestellt haben.

Daß diese gegen Überlieferung und Autorität anstürmenden Gesinnungen Bacons schon zu seiner Zeit Widerstand gefunden haben, läßt sich denken. Auch ist eine im Namen des Altertums und der bisherigen Kultur eingelegte Protestation eines trefflichen gelehrten Mannes übriggeblieben, die wir sowohl wegen ihrer Mäßigung als wegen ihrer Derbheit teilweise übersetzen und einschalten.

Der Ritter Bodley, der einen Teil seines Lebens an diplomatische Geschäfte gewendet hatte, sich sodann zurückzog, und indem er sich den Wissenschaften widmete, eine große Bibliothek zusammenbrachte, die noch jetzt zu Oxford aufbewahrt wird, war ein Freund Bacons und erhielt von diesem den Aufsatz Cogitata et visa, der einem Gelehrten und Altertumsforscher keineswegs erfreulich sein konnte. Ein Brief Bodleys, bei dieser Gelegenheit geschrieben, ist uns übrig, aus welchem folgende Stellen hier Platz finden mögen.

"Soll ich aufrichtig sein, so muß ich offen bezeugen, daß ich unter diejenigen gehöre, welche unsre Künste und Wissenschaften für fester gegründet halten, als du gern zugeben möchtest."

"Wenn wir uns deinem Rate folgsam bezeigen und die all gemeinen Begriffe, die dem Menschen eingeboren sind, ablegen, alles was wir geleistet auslöschen, und im Handeln und

Denken Kinder werden, damit wir ins Reich der Natur eingehen dürfen, wie wir unter gleichen Bedingungen, nach biblischer Vorschrift, ins Himmelreich gelangen sollen, so ist nach meiner Überzeugung nichts gewisser, als daß wir uns jählings in eine Barbarei verlieren, aus der wir nach vielen Jahrhunderten, um nichts an theoretischen Hilfsmitteln reicher als jetzt, hervortauchen werden. Ja wohl würden wir eine zweite Kindheit antreten, wenn wir zur tabula rasa geworden, und nach ausgetilgter Spur früherer Grundsätze, die Anfänge einer neuen Welt wieder hervorzulocken unternähmen. Und wenn wir aus dem, was geschieht, aus dem, was uns die Sinne bringen, erst wieder so viel zusammenklauben sollten, als im Verstande zu einem allgemeinen Begriff hinreichend wäre, nach jenem Waidspruch; im Verstande sei nichts was nicht vorher in den Sinnen gewesen, so ist mir wenigstens wahrscheinlich, daß wenn man, nach Umwälzung eines Platonischen Jahres, die Wissenschaft untersuchen wollte, sie weit geringer erfunden werden möchte, als sie gegenwärtig besteht."

"Wenn du uns eine herrlichere Lehre versprichst, als sie jetzt unter uns blühet, die wir von Erfahrungen hernehmen sollen, indem wir die Verborgenheiten der Natur erforschen und eröffnen, um im einzelnen recht gewiß zu werden, so will das weiter nichts heißen, als daß du die Menschen dazu anreizest, wozu sie ihr innerer Trieb auch ohne äußre Anmahnung hinführt. Denn es ist natürlich, daß unzählige Menschen in allen Teilen der Welt sich befinden, welche den Weg, auf den du deutest, betreten, und zwar mit lebhaftem und dringendem Fleiß. Denn allen ist das Verlangen zu wissen eingeboren, so daß man ihren Eifer gar nicht anzufachen noch zu reizen braucht, ebenso wenig als man nötig hat, der Wassersucht nachzuhelfen, welche den Körper ohnehin übermäßig aufschwellt."

"Ich glaube nicht, daß sich derjenige betrügt, welcher überzeugt ist, daß alle Wissenschaften, wie sie jetzt öffentlich gelehrt werden, jederzeit vorhanden gewesen, nicht aber an allen Orten in gleichem Maß, noch an einem Ort in gleicher Zahl, sondern nach dem Geiste der Zeit, auf mancherlei Weise verändert, bald belebt und blühend, bald unaufgeregt und auf eine finstre und rohe Weise mitgeteilt."

"Haben also durch alle Jahrhunderte in allen Künsten und Wissenschaften die Menschen sich fleißig bearbeitet und geübt, sind sie zu Erkenntnissen gelangt, ebenso wie zu unsrer Zeit, obgleich auf eine veränderliche und schwankende Weise, wie es Zeit, Ort und Gelegenheit erlauben mochten, wie könnten wir nun dir Beifall geben und unsre Wissenschaft verwerfen als zweifelhaft und ungewiß? Sollten wir unsre Axiome, Maximen und allgemeine Behauptungen abtun, die wir von unsern Vorfahren erhalten und welche durch die scharfsinnigsten Menschen aller Zeiten sind gebilligt worden, und nun erst erwarten, daß eine Art und Weise ersonnen werde, welche uns, die wir indes wieder zu Abcschützen geworden, durch die Umwegskrümmungen der besondern Erfahrungen zur Erkenntnis gründlich aufgestellter allgemeiner Sätze hinführen, damit sodann wieder neue Grundfesten der Künste und Wissenschaften gelegt würden: was dürfte von allem diesem das Ende sein, als daß wir entblößt von den Kenntnissen, die wir besitzen, ermüdet durch die im Zirkel wiederkehrenden Arbeiten, dahin gelangen, wo wir ausgegangen sind, glücklich genug, wenn wir nur in den vorigen Zustand wieder zurückversetzt werden. Mich deucht, so viele Bemühungen voriger Jahrhunderte könnten uns gleich jetzt eines Bessern überzeugen und uns wohl getrost machen, als am Ziel stehend, endlich zu verharren."

"Doch man glaube nicht, daß ich stolz das verwerfe, was durch neue Erfindungen den Wissenschaften für eine Vermehrung zuwächst: denn jenes Bemühen ist edel und mit großem Lob zu erkennen; auch bringt es jedesmal Frucht und Nutzen in der Gegenwart. Niemals hat

der Welt ein großer Haufe solcher Menschen gefehlt, welche sich bemühen Neues aufzufinden und auszudenken; aber unsere Begriffe und Grundsätze sind immer sowohl von solchen, als von den höchsten Gelehrten dankbar aufgenommen worden."

Nicht leicht können sich Meinungen so schnurstracks entgegen stehen, als hier die Baconische und Bodleyische, und wir möchten uns zu keiner von beiden ausschließlich bekennen. Führt uns jene in eine unabsehbare Weite, so will uns diese zu sehr beschränken. Denn wie von der einen Seite die Erfahrung grenzenlos ist, weil immer noch ein Neues entdeckt werden kann, so sind es die Maximen auch, indem sie nicht erstarren, die Fähigkeit nicht verlieren müssen, sich selbst auszudehnen, um mehreres zu umfassen, ja sich in einer höhern Ansicht aufzuzehren und zu verlieren.

Denn wahrscheinlich versteht hier Bodley nicht etwa die subjektiven Axiome, welche durch eine fortschreitende Zeit weniger Veränderung erleiden, als solche, welche aus der Betrachtung der Natur entspringen und sich auf die Natur beziehen. Und da ist es denn nicht zu leugnen, daß dergleichen Grundsätze der ältern Schulen, besonders in Verbindung mit religiösen Überzeugungen, dem Fortschritt wahrer Naturansichten sehr unbequem im Wege standen. Auch ist es interessant zu bemerken, was eigentlich einem Manne wie Baco, der selbst wohl unterrichtet, gelehrt und nach älterem Herkommen kultiviert war, besonders hinderlich geschienen, daß er sich gedrungen gefühlt, auf eine so zerstörende Weise zu verfahren, und wie man im Sprichworte sagt, das Kind mit dem Bade auszuschütten. Revolutionäre Gesinnungen werden bei einzelnen Menschen mehr durch einzelne Anlässe als durch allgemeine Zustände erzeugt, und so sind uns in Bacons Schriften einige solcher Axiome begegnet, die er mit besonderem Verdrusse immer wieder aufsucht und verfolgt; zum Beispiel die Lehre von den Endursachen, die ihm höchlich zuwider ist.

In der Denkweise Bacons findet sich übrigens manches, was auf den Weltmann hindeutet. Eben diese Forderung einer grenzenlosen Erfahrung, das Verkennen, ja Verneinen gegenwärtiger Verdienste, das Dringen auf Werktätigkeit hat er mit denjenigen gemein, die im Wirken auf eine große Masse und im Beherrschen und Benutzen ihrer Gegenwirkung das Leben zubringen.

Wenn Baco ungerecht gegen die Vergangenheit war, so ließ ihm sein immer vorstrebender Geist auch eine ruhige Schätzung der Mitwelt nicht zu. Wir wollen hier nur Gilberts erwähnen, dessen Bemühungen um den Magneten dem Kanzler Bacon bekannt sein konnten und waren: denn er erwähnt Gilberts selbst mit Lob in seinen Schriften. Aber wie wichtig die Gegenstände, Magnetismus und Elektrizität seien, schien Baco nicht zu fassen, dem in der Breite der Erscheinung alles gleich war. Denn ob er schon selbst immer darauf hindeutet, man solle die Partikularien nur deswegen sammeln, damit man aus ihnen wählen, sie ordnen und endlich zu Universalien gelangen könne, so behalten doch bei ihm die einzelnen Fälle zu viele Rechte, und ehe man durch Induktion, selbst diejenige, die er anpreist, zur Vereinfachung und zum Abschluß gelangen kann, geht das Leben weg und die Kräfte verzehren sich. Wer nicht gewahr werden kann, daß ein Fall oft Tausende wert ist, und sie alle in sich schließt, wer nicht das zu fassen und zu ehren imstande ist, was wir Urphänomene genannt haben, der wird weder sich noch andern jemals etwas zur Freude und zum Nutzen fördern können. Man sehe die Fragen an, die Baco aufwirft, und die Vorschläge zu Untersuchungen im einzelnen; man bedenke seinen Traktat von den Winden in diesem Sinne und frage sich, ob man auf diesem Wege an irgendein Ziel zu gelangen hoffen könne.

Auch halten wir es für einen großen Fehler Bacons, daß er die mechanischen Bemühungen der Handwerker und Fabrikanten zu sehr verachtete. Handwerker und Künstler, die einen beschränkten Kreis zeitlebens durcharbeiten, deren Existenz vom Gelingen irgendeines Vorsatzes abhängt, solche werden weit eher vom Partikularen zum Universalen gelangen als der Philosoph auf Baconischem Wege. Sie werden vom Pfuschen zum Versuchen, vom Versuch zur Vorschrift, und was noch mehr ist, zum gewissen Handgriff vorschreiten, und nicht allein reden sondern tun und durch das Tun das Mögliche darstellen; ja sie werden es darstellen müssen, wenn sie es sogar leugnen sollten, wie der außerordentliche Fall sich bei Entdeckung der achromatischen Fernröhre gefunden hat.

Technischen und artistischen abgeschlossenen Tätigkeitskreisen sind die Wissenschaften mehr schuldig als hervorgehoben wird, weil man auf jene treu fleißige Menschen oft nur als auf werkzeugliche Täter hinabsieht. Hätte jemand zu Ende des sechzehnten Jahrhunderts sich in die Werkstätten der Färber und Maler begeben und nur alles redlich und konsequent aufgezeichnet, was er dort gefunden, so hätten wir einen weit vollständigeren und methodischeren Beitrag zu unserm gegenwärtigen Zweck, als er uns durch Beantwortung tausend Baconischer Fragen nicht hätte werden können.

Damit man aber nicht denke, daß dieses nur ein frommer Wunsch oder eine Forderung ins Blaue sei, so wollen wir unsers Landsmannes Georg Agricola gedenken, der schon in der ersten Hälfte des sechzehnten Jahrhunderts in Absicht auf das Bergwesen dasjenige geleistet, was wir für unser Fach hätten wünschen mögen. Er hatte freilich das Glück, in ein abgeschlossenes, schon seit geraumer Zeit behandeltes, in sich höchst mannigfaltiges und doch immer auf einen Zweck hingeleitetes Natur- und Kunstwesen einzutreten. Gebirge, aufgeschlossen durch Bergbau, bedeutende Naturprodukte, roh aufgesucht, gewältigt, behandelt, bearbeitet, gesondert, gereinigt und menschlichen Zwecken unterworfen: dieses war es, was ihn als einen Dritten, denn er lebte im Gebirge als Bergarzt, höchlich interessierte, indem er selbst eine tüchtige und wohl um sich her schauende Natur war, dabei Kenner des Altertums, gebildet durch die alten Sprachen, sich bequem und anmutig darin ausdrückend. So bewundern wir ihn noch jetzt in seinen Werken, welche den ganzen Kreis des alten und neuen Bergbaus, alter und neuer Erz und Steinkunde umfassen und uns als ein köstliches Geschenk vorliegen. Er war 1494 geboren und starb 1555, lebte also in der höchsten und schönsten Zeit der neu hervorbrechenden, aber auch sogleich ihren höchsten Gipfel erreichenden Kunst und Literatur. Wir erinnern uns nicht, daß Baco des Agricola gedenke, auch nicht, daß er das, was wir an diesem Manne so höchlich schätzen, an andern zu würdigen gewußt habe.

Ein Blick auf die Umstände, unter welchen beide Männer gelebt, gibt zu einer heitern Vergleichung Anlaß. Der mittelländische Deutsche findet sich eingeladen, in dem abgeschlossenen Kreise des Bergwesens zu verweilen, sich zu konzentrieren und ein beschränktes Ganzes wissenschaftlich auszubilden. Baco als ein meerumgebener Insulaner, Glied einer Nation, die sich mit der ganzen Welt im Rapport sah, wird durch die äußern Umstände bewogen, ins Breite und Unendliche zu gehen und das unsicherste aller Naturphänomene, die Winde, als Hauptaugenmerk zu fassen, weil Winde den Schiffahrern von so großer Bedeutung sind.

Daß die Weltgeschichte von Zeit zu Zeit umgeschrieben werden müsse, darüber ist in unsern Tagen wohl kein Zweifel übrig geblieben. Eine solche Notwendigkeit entsteht aber nicht etwa daher, weil viel Geschehenes nachentdeckt worden, sondern weil neue Ansichten gegeben werden, weil der Genosse einer fortschreitenden Zeit auf Standpunkte geführt wird, von welchen sich das Vergangene auf eine neue Weise überschauen und beurteilen läßt. Ebenso ist es in den Wissenschaften. Nicht allein die Entdeckung von bisher unbekannten Naturverhältnissen und Gegenständen, sondern auch die abwechselnden vorschreitenden

Gesinnungen und Meinungen verändern sehr vieles und sind wert, von Zeit zu Zeit beachtet zu werden. Besonders würde sich's nötig machen, das vergangene achtzehnte Jahrhundert in diesem Sinne zu kontrollieren. Bei seinen großen Verdiensten hegte und pflegte es manche Mängel und tat den vorhergehenden Jahrhunderten, besonders den weniger ausgebildeten, gar mannigfaltiges Unrecht. Man kann es in diesem Sinne wohl das selbstkluge nennen, indem es sich auf eine gewisse klare Verständigkeit sehr viel einbildete und alles nach einem einmal gegebenen Maßstabe abzumessen sich gewöhnte. Zweifelsucht und entscheidendes Absprechen wechselten mit einander ab, um eine und dieselbe Wirkung hervorzubringen: eine dünkelhafte Selbstgenügsamkeit und ein Ablehnen alles dessen, was sich nicht sogleich erreichen noch überschauen ließ.

Wo findet sich Ehrfurcht für hohe unerreichbare Forderungen? Wo das Gefühl für einen in unergründliche Tiefe sich senkenden Ernst? Wie selten ist die Nachsicht gegen kühnes mißlungenes Bestreben! wie selten die Geduld gegen den langsam Werdenden! Ob hierin der lebhafte Franzose oder der trockne Deutsche mehr gefehlt, und inwiefern beide wechselseitig zu diesem weit verbreiteten Tone beigetragen, ist hier der Ort nicht zu untersuchen. Man schlage diejenigen Werke, Hefte, Blätter nach, in welchen kürzere oder längere Notizen von dem Leben gelehrter Männer, ihrem Charakter und Schriften gegeben sind; man durchsuche Dictionnaire, Bibliotheken, Nekrologen, und selten wird sich finden, daß eine problematische Natur mit Gründlichkeit und Billigkeit dargestellt worden. Man kommt zwar den wackern Personen früherer Zeiten darin zu Hilfe, daß man sie vom Verdacht der Zauberei zu befreien sucht; aber nun täte es gleich wieder not, daß man sich auf eine andre Weise ihrer annähme und sie aus den Händen solcher Exorzisten abermals befreite, welche, um die Gespenster zu vertreiben, sich's zur heiligen Pflicht machen, den Geist selbst zu verjagen.

Wir haben bei Gelegenheit, als von einigen verdienten Männern, Roger Baco, Cardan, Porta, als von Alchimie und Aberglauben die Rede war, auf unsere Überzeugungen hingedeutet, und dies mit so mehr Zuversicht, als das neunzehnte Jahrhundert auf dem Wege ist, gedachten Fehler des vorangegangenen wiedergutzumachen, wenn es nur nicht in den entgegengesetzten sich zu verlieren das Schicksal hat.

Was von Wiederbelebung der Malerkunst an die großen Meister für das Kolorit stufenweise geleistet, bringen wir zu Ende des siebzehnten Jahrhunderts nach, da sich denn der ganze Gang, den dieser Teil der Kunst genommen, auf einmal wird überschauen lassen.

Und sollten wir nun nochmals einen Blick auf das sechzehnte Jahrhundert zurückwerfen, so würden wir seine beiden Hälften voneinander deutlich unterschieden finden. In der ersten zeigt sich eine hohe Bildung, die aus Gründlichkeit, Gewissenhaftigkeit, Gebundenheit und Ernst hervortritt. Sie ruht auf der zweiten Hälfte des fünfzehnten Jahrhunderts. Was in dieser geboren und erzogen ward, glänzt nunmehr in seinem ganzen Wert, in seiner vollen Würde, und die Welt erlebt nicht leicht wieder eine solche Erscheinung. Hier zeigt sich zwar ein Konflikt zwischen Autorität und Selbsttätigkeit, aber noch mit einem gewissen Maße. Beide sind noch nicht voneinander getrennt, beide wirken aufeinander, tragen und erheben sich.

In der zweiten Hälfte wird das Streben der Individuen nach Freiheit schon viel stärker. Schon ist es jedem bequem, sich an dem Entstandenen zu bilden, das Gewonnene zu genießen, die freigemachten Räume zu durchlaufen; die Abneigung vor Autorität wird immer stärker, und wie einmal in der Religion protestiert worden, so wird durchaus und auch in den Wissenschaften protestiert, so daß Baco von Verulam zuletzt wagen darf, mit dem Schwamm über alles hinzufahren, was bisher auf die Tafel der Menschheit verzeichnet worden war.

Fünfte Abteilung. Siebzehntes Jahrhundert

Wir haben den Baco von Verulam am Ende des vorigen Jahrhunderts besprochen, dessen Leben noch in den vierten Teil des gegenwärtigen herüberdauert und dessen eigentlich wissenschaftliche Bemühungen an das Ende seiner Laufbahn fallen. Doch hat sich der in seinen Schriften aufbewahrte, gegen die Autorität anstrebende, protestierende, rovolutionäre Sinn im vorigen Jahrhundert bereits entwickelt und zeigt sich nur bei Baco, bezüglich auf Naturwissenschaften, in seiner höchsten Energie.

Wie nun eben diese Wissenschaften durch andre bedeutende Menschen nunmehr eine entgegengesetzte Richtung nehmen, ist die Aufgabe zu zeigen, wenn wir einiges uns bei dieser Gelegenheit Entgegentretende vorher mitgeteilt haben.

Allgemeine Betrachtungen

Wenn die Frage: welcher Zeit der Mensch eigentlich angehöre? gewissermaßen wunderlich und müßig scheint, so regt sie doch ganz eigene Betrachtungen auf, die uns interessieren und unterhalten können.

Das Leben jedes bedeutenden Menschen, das nicht durch einen frühen Tod abgebrochen wird, läßt sich in drei Epochen teilen, in die der ersten Bildung, in die des eigentümlichen Strebens und in die des Gelangens zum Ziele, zur Vollendung.

Meistens kann man nur von der ersten sagen, daß die Zeit Ehre von ihr habe: denn erstlich deutet der Wert eines Menschen auf die Natur und Kraft der in seiner Geburtsepoche Zeugenden; das Geschlecht, aus dem er stammt, manifestiert sich in ihm öfters mehr als durch sich selbst, und das Jahr der Geburt eines jeden enthält in diesem Sinne eigentlich das wahre Nativitäts- Prognostikon mehr in dem Zusammentreffen irdischer Dinge als im Aufeinanderwirken himmlischer Gestirne.

Sodann wird das Kind gewöhnlich mit Freundlichkeit aufgenommen, gepflegt, und jedermann erfreut sich dessen, was es verspricht. Jeder Vater, jeder Lehrer sucht die Anlagen nach seinen Einsichten und Fähigkeiten bestens zu entwickeln, und wenigstens ist es der gute Wille, der alle die Umgebungen des Knaben belebt. Sein Fleiß wird gepriesen, seine Fortschritte werden belohnt, der größte Eifer wird in ihm erregt und ihm zugleich die törige Hoffnung vorgespiegelt, daß das immer stufenweise so fortgehen werde.

Allein er wird den Irrtum nur allzubald gewahr: denn sobald die Welt den einzelnen Strebenden erblickt, sobald erschallt ein allgemeiner Aufruf, sich ihm zu widersetzen. Alle Vor- und Mitwerber sind höchlich bemüht, ihn mit Schranken und Grenzen zu umbauen, ihn auf jede Weise zu retardieren, ihn ungeduldig, verdrießlich zu machen und ihn nicht allein von außen, sondern auch von innen zum Stocken zu bringen.

Diese Epoche ist also gewöhnlich die des Konflikts, und man kann niemals sagen, daß diese Zeit Ehre von einem Manne habe. Die Ehre gehört ihm selbst an und zwar ihm allein und den wenigen, die ihn begünstigen und mit ihm halten.

Sind nun diese Widerstände überwunden, ist dieses Streben gelungen, das Angefangene vollbracht, so läßt sich's denn die Welt zuletzt wohl auch gefallen; aber auch dieses gereicht ihr keineswegs zur Ehre. Die Vorwerber sind abgetreten, den Mitwerbern ist es nicht besser gegangen, und sie haben vielleicht doch auch ihre Zwecke erreicht und sind beruhigt; die

Nachwerber sind nun an ihrer Reihe der Lehre, des Rats, der Hülfe bedürftig, und so schließt sich der Kreis, oder vielmehr so dreht sich das Rad abermals, um seine immer erneuerte wunderliche Linie zu beschreiben.

Man sieht hieraus, daß es ganz allein von dem Geschichtschreiber abhange, wie er einen Mann einordnen, wann er seiner gedenken will. So viel ist aber gewiß, wenn man bei biographischen Betrachtungen, bei Bearbeitung einzelner Lebensgeschichten, ein solches Schema vor Augen hat und die unendlichen Abweichungen von demselben zu bemerken weiß, so wird man, wie an einem guten Leitfaden, sich durch die labyrinthischen Schicksale manches Menschenlebens hindurch finden.

Galileo Galilei

geboren 1564, gestorben 1642

Wir nennen diesen Namen mehr, um unsere Blätter damit zu zieren, als weil sich der vorzügliche Mann mit unserm Fache beschäftigt.

Schien durch die Verulamische Zerstreuungsmethode die Naturwissenschaft auf ewig zersplittert, so ward sie durch Galilei sogleich wieder zur Sammlung gebracht; er führte die Naturlehre wieder in den Menschen zurück und zeigte schon in früher Jugend, daß dem Genie ein Fall für tausend gelte, indem er sich aus schwingenden Kirchenlampen die Lehre des Pendels und des Falles der Körper entwickelte. Alles kommt in der Wissenschaft auf das an, was man ein Aperçu nennt, auf ein Gewahrwerden dessen, was eigentlich den Erscheinungen zum Grunde liegt. Und ein solches Gewahrwerden ist bis ins Unendliche fruchtbar.

Galilei bildete sich unter günstigen Umständen und genoß die erste Zeit seines Lebens des wünschenswertesten Glückes. Er kam wie ein tüchtiger Schnitter zur reichlichsten Ernte und säumte nicht bei seinem Tagewerk. Die Fernröhre hatten einen neuen Himmel aufgetan. Viele neue Eigenschaften der Naturwesen, die uns mehr oder weniger sichtbar und greiflich umgeben, wurden entdeckt, und nach allen Seiten zu konnte der heitere mächtige Geist Eroberungen machen. Und so ist der größte Teil seines Lebens eine Reihe von herrlichen glänzenden Wirkungen.

Leider trübt sich der Himmel für ihn gegen das Ende. Er wird ein Opfer jenes edlen Strebens, mit welchem der Mensch seine Überzeugungen andern mitzuteilen gedrängt wird. Man pflegt zu sagen, des Menschen Wille sei sein Himmelreich; noch mehr findet er aber seine Seligkeit in seinen Meinungen, im Erkannten und Anerkannten. Vom großen Sinne des Kopernikanischen Systems durchdrungen, enthält sich Galilei nicht, diese von der Kirche, von der Schule verworfne Lehre, wenigstens indirekt, zu bestätigen und auszubreiten, und beschließt sein Leben in einem traurigen Halbmärtyrertum.

Was das Licht betrifft, so ist er geneigt es als etwas gewissermaßen Materielles, Mitteilbares anzusehen: eine Vorstellungsart, zu der ihm die an dem bononischen Stein gemachte Erfahrung Anlaß gibt. Sich über die Farbe zu erklären, lehnt er ab, und es ist nichts natürlicher, als daß er, geschaffen sich in die Tiefen der Natur zu senken, er, dessen angebornes eindringendes Genie durch mathematische Kultur ins Unglaubliche geschärft worden war, zu der oberflächlichen, wechselnden, nicht zu haschenden, leicht verschwindenden Farbe wenig Anmutung haben konnte.

Johann Kepler

geboren 1571, gestorben 1630

Wenn man Keplers Lebensgeschichte mit demjenigen, W was er geworden und geleistet, zusammenhält, so gerät man in ein frohes Erstaunen, indem man sich überzeugt, daß der wahre Genius alle Hindernisse überwindet. Der Anfang und das Ende seines Lebens werden durch Familienverhältnisse verkümmert, seine mittlere Zeit fällt in die unruhigste Epoche, und doch dringt sein glückliches Naturell durch. Die ernstesten Gegenstände behandelt er mit Heiterkeit und ein verwickeltes mühsames Geschäft mit Bequemlichkeit.

Gibt er schriftlich Rechenschaft von seinem Tun, von seinen Einsichten, so ist es, als wenn es nur gelegentlich, im Vorbeigehen geschähe, und doch findet er immer die Methode, die von Grund aus anspricht. Andern sei es überlassen, seine Verdienste anzuerkennen und zu rühmen, welche außer unserm Gesichtskreise liegen; aber uns ziemt es, sein herrliches Gemüt zu bemerken, das überall auf das freudigste durchblickt. Wie verehrt er seinen Meister und Vorgesetzten Tycho! Wie schätzt er die Verdienste dieses Mannes, der sich dem ganzen Himmel gewachsen fühlte, insofern er sich durch die Sinne fassen und durch Instrumente bezwingen ließ. Wie weiß er diesen seinen Lehrer und Vorgänger auch nach dem Tode gegen unfreundliche Angriffe zu verteidigen! Wie gründlich und anmutig beschreibt er, was an dem astronomischen Baue schon geleistet, was gegründet, was aufgeführt, was noch zu tun und zu schmücken sei! Und wie arbeitet er sein ganzes Leben unverrückt an der Vollendung!

Indes war Tycho bei allen seinen Verdiensten doch einer von den beschränkten Köpfen, die sich mit der Natur gewissermaßen im Widerspruch fühlen und deswegen das komplizierte Paradoxe mehr als das einfache Wahre lieben und sich am Irrtum freuen, weil er ihnen Gelegenheit gibt, ihren Scharfsinn zu zeigen, da derjenige, der das Wahre anerkennt, nur Gott und die Natur, nicht aber sich selbst zu ehren scheint, und von dieser letzten Art war Kepler. Jedes klare Verdienst klärt ihn selbst auf; durch freie Beistimmung eilt er es sich zuzueignen. Wie gern spricht er von Kopernikus! Wie fleißig deutet er auf das einzig schöne Aperçu, was uns die Geschichte noch ganz allein erfreulich machen kann, daß die echten Menschen aller Zeiten einander voraus verkünden, aufeinander hinweisen, einander vorarbeiten. Wie umständlich und genau zeigt Kepler, daß Euklides kopernikisiere.

Ebenso verhält er sich zu seinen Zeitgenossen. Dem Johann Baptist Porta erteilt er die anmutigsten Lobsprüche, den herzlichsten Dank für die Entdeckung der Camera obscura, für die dadurch auf einmal erweiterte Einsicht in die Gesetze des Sehens.

Wie sein Sinn, so sein Ausdruck. Geübt im Griechischen und Lateinischen fehlt es ihm an keiner Kenntnis des Altertums, des gründlichen sowohl als des schönen, und er weiß sich nach Belieben auszudrücken. Manchmal läßt er sich zu Unwissenden, ja zu Dummen herab; manchmal sucht er wenigstens allgemein verständlich zu werden. Bei Erzählung von natürlichen Ereignissen ist er klar und deutlich; bald aber, wenn er wirken, wenn er lebhaftere Eindrücke, entschiedenere Teilnahme hervorbringen will, dann fehlt es ihm nicht an Gleichnissen, Anspielungen und klassischen Stellen.

Da er die Sprache völlig in seiner Gewalt hat, so wagt er gelegentlich kühne seltsame Ausdrücke, aber nur dann, wenn der Gegenstand ihm unerreichbar scheint. So verfährt er bei Gelegenheit der Farbe, die er nur im Vorbeigehen behandelt, weil sie ihm, dem alles Maß und Zahl ist, von keiner Bedeutung sein kann. Er bedient sich so wunderbarer Worte, um ihrer Natur einigermaßen beizukommen, daß wir sie nicht zu übersetzen wagen, sondern im Original hier einschalten: Color est lux in potentia, lux sepulta in pellucidi materia si iam extra visionem consideretur; et diversi gradus in dispositione materiae, caussâ raritatis et densita-

tis, seu pellucidi et tenebrarum; diversi item gradus luculae, quae materiae est concreta, efficiunt discrimina colorum. Die Auslegung davon läßt sich vielleicht eher in einer andern Sprache wiedergeben; sie ist folgende:

"Denn da die Farben, welche man im Regenbogen sieht, von derselben Art sind wie die der Körper, so müssen sie auch einen gleichen Ursprung haben; jene aber entspringen nur aus den angeführten Ursachen. Denn wie das Auge seinen Platz verläßt, so verändert sich auch die Farbe, und zwar entspringen sie alle an der Grenze des Lichts und des Schattens; woraus erhellet, daß sie aus einer Schwächung des Lichtes und aus einem Überzug der wäßrigen Materie entstehen. Deswegen werden auch die Farben der Körper auf gleiche Weise entspringen, und es wird nur der Unterschied zwischen ihnen sein, daß bei dem Regenbogen das Licht hinzutretend ist, bei den Farben aber eingeboren, auf die Weise, wie in den Teilen vieler Tiere sich Lichter wirklich befinden. Wie nun die Möglichkeit der Wärme im Ingwer von der wirklichen Wärme im Feuer unterschieden ist, so scheint auch das Licht in der gefärbten Materie vom Licht in der Sonne verschieden zu sein. Denn dasjenige ist nur der Fähigkeit nach da, was sich nicht mitteilt, sondern innerhalb der Grenzen seines Gegenstandes gehalten wird, wie das Licht, das in den Farben verborgen ist, solange sie nicht von der Sonne erleuchtet werden. Doch kann man nicht wissen, ob die Farben nicht in tiefer Nacht ihre Lichtlein umherstreuen."

"Freilich hat dieser Gegenstand die Köpfe der scharfsinnigsten Philosophen auf mancherlei Weise in Übung gesetzt, und wir finden uns gegenwärtig wederim Falle noch imstande, seine Dunkelheit zu enthüllen. Wolltest du mir aber den Einwurf machen, die Finsternis sei eine Privation und könne deshalb niemals etwas Positives, niemals eine aktive Eigenschaft werden, welche nämlich zu strahlen und sich auf den Wänden abzubilden vermöchte, so erwähne ich der Kälte dagegen, welche auch eine reine Privation ist und doch, bezüglich auf die Materie, als wirksame Eigenschaft erscheint."

Das übrige werden diejenigen, welche bei der Sache interessiert sind, bei ihm selbst nachsehen; nur bemerken wir noch, daß ihm verschiedene Hauptpunkte, die wir in der Rubrik von den physiologischen Farben behandelt haben, nicht unbekannt gewesen; daß nämlich helle und dunkle Bilder von gleichem Maß dem Auge als verschieden groß erscheinen, daß das Bild im Auge eine Dauer habe, daß lebhafte Lichteindrücke farbig abklingen. Erwähnt er auch nur beiläufig dergleichen Erscheinungen, so bemerkt man mit Vergnügen, wie lebendig alles mit seinem Hauptgeschäft zusammenhängt, wie innig er alles, was ihm begegnet, auf sich zu beziehen weiß.

Willebrord Snellius

geboren 1591, gestorben 1626

Nach Erfindung der Fernröhre drängte sich alles, um an ihrer Verbesserung zu arbeiten. Die Gesetze der Refraktion, die man vorher nur empirisch und mühsam zu bestimmen wußte, wurden immer genauer untersucht; man kam immer mehr in Übung, höhere mathematische Formeln auf Naturerscheinungen anzuwenden, und so näherte sich Snellius dem gegenwärtig allgemein bekannten Gesetze der Refraktion, ob er es gleich noch nicht unter dem Verhältnis der Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels aussprach.

Dieses in allen Lehrbüchern vorgetragene Gesetz brauchen wir hier nicht umständlicher auszuführen; doch machen wir zwei Bemerkungen, die sich näher auf die Gegenstände unserer Behandlung beziehen. Snellius gründete seine Messungen und Berechnungen nicht auf den objektiven Versuch, da man nämlich das Licht durch das Mittel hindurchfallen

läßt, wobei das, was man Brechung nennt, zum Vorschein kommt, sondern auf den subjektiven, dessen Wirkung wir die Hebung genannt haben, weil ein durch das Mittel gesehener Gegenstand uns entgegenzutreten scheint. Er schreibt daher ganz richtig dem perpendikularen Strahl (wenn es doch einmal Strahl sein soll) die vollkommene Hebung zu, wie man denn bei jedem vollkommen perpendikularen Aufschauen auf einen gläsernen Kubus ganz bequem erfahren kann, daß die darunterliegende Fläche dem Auge vollkommen entgegentritt.

Da man aber in der Folge sich bloß an den objektiven Versuch hielt, als der das Phänomen nur einseitig, das Verhältnis der Sinus aber am besten ausdrückt, so fing man an zu leugnen, daß der perpendikulare Strahl verändert werde, weil man diese Verändrung unter der Form der Brechung nicht gewahr wird und kein Verhältnis der Sinus dabei statthaben kann.

Schon Huyghens, durch den die Entdeckung des Snellius eigentlich bekannt wurde, protestiert gegen die Veränderung des perpendikularen Strahls und führt seine sämtlichen Nachfolger in Irrtum. Denn man kann ganz allein von der Wirkung der Mittel auf Licht und beleuchtete Gegenstände sich einen Begriff machen, wenn man beide Fälle, den objektiven und subjektiven, den Fall des Brechens und Hebens, das wechselseitige Verhältnis des dichten Mittels zum dünnen, des dünnen zum dichten, zugleich faßt und eins durch das andere ergänzt und erklärt. Worüber wir an seinem Orte das Notwendigste gesagt haben (...).

Die andere Betrachtung, die wir hier nicht übergehen dürfen, ist die, daß man die Gesetze der Brechung entdeckt und der Farben, die doch eigentlich durch sie manifestiert werden sollen, gar nicht gedenkt, welches ganz in der Ordnung war. Denn in parallelen Mitteln, welche man zu jenem Grundversuch der Brechung und Hebung benutzt, läßt sich die Farbenerscheinung zwar an der Grenze von Licht und Schatten deutlich sehen, aber so unbedeutend, daß man über sie recht wohl hinausgehen konnte. Wir wiederholen hier was wir schon früher urgiert (...): Gäbe es eine wirklich verschiedene Brechbarkeit, so müßte sie sich bei Brechung jeder Art manifestieren. Aber diese Lehre ist, wie wir bereits gesehen haben und noch künftig sehen werden, nicht auf einen einfachen natürlichen Fall, sondern auf einen künstlich zusammengesetzten gebaut, und sie kann daher nur demjenigen wahr vorkommen, der sich in einer solchen gemachten Verwirrung gefallen mag; jedem hingegen muß sie falsch erscheinen, der aus dem Freien kommt oder ins Freie gelangt.

Was sonst von Snellius und seiner Lehre zu sagen ist, findet sich in allen Schriften, die von dieser Materie handeln.

Vorstehendes war geschrieben, als uns zufälligerweise bekannt wurde, Isaac Vossius, von welchem späterhin noch die Rede sein wird, sei gleichfalls der Überzeugung gewesen, daß dasjenige, was man Refraktion zu nennen pflegt, auch im Perpendikel wirke. Er hatte die drei optischen Bücher des Willebrord Snellius im Manuskripte gelesen und sich dessen Ansichten zu eigen gemacht. Dabei erzählt er, daß er zu Brüssel vor der Königin von Schweden diese seine Meinung vorgetragen, jedoch einen allgemeinen Widerspruch gefunden; ja man habe ihm vorgeworfen, daß er gegen die ersten Grundsätze sündige. Nachdem aber die Gesellschaft durch den Augenschein überzeugt worden, so habe man die Sache in einen Wortstreit gespielt und gesagt: incidi quidem radium, non tamen frangi. Er führt darauf aus den Werken des Snellius eine Demonstration des subjektiven Versuchs an, wodurch die stufenweise Hebung ins klare gesetzt wird.

Antonius de Dominis

geboren 1566, gestorben 1624

De radiis visus et lucis in vitris perspectivis et iride tractatus Marci Antonii de Dominis, per Ioannem Bartolum in lucem editus Venetiis 1611.

Durch dieses Werk von nicht großem Umfange ist der Verfasser unter den Naturforschern berühmt geworden, und zwar mit Recht: denn man erkennt hier die Arbeit eines unterrichteten, in mathematischen und physischen Dingen wohlgeübten Mannes, und was mehr ist, eines originellen Beobachters. Hier wird ein Auszug an der rechten Stelle sein.

Das Werk enthält im ersten Kapitel die erste öffentliche Bekanntmachung der Theorie der Ferngläser. Nachdem sodann der Verfasser verschiedene allgemeine mathematische und physische Grundsätze vorausgeschickt, welche das Licht und das Sehen betreffen, kommt er zu Ende des dritten Kapitels auf der neunten Seite zu den Farben, welche bei der Refraktion erscheinen, und äußert sich darüber folgendermaßen.

"Außer den eigenen Farben der Körper, welche in den Körpern selbst verharren, sie mögen nun aus welcher Ursache sie wollen entspringen und entstehen, gibt es in der Natur einige wechselbare und veränderliche Farben, welche man emphatische und erscheinende nennt und welche ich die glänzenden zu nennen pflege. Daß diese Farben aus dem Lichte entspringen, daran habe ich keinen Zweifel, ja sie sind nichts anders als das Licht selbst: denn wenn in einem Körper reines Licht sich befindet, wie in den Sternen und dem Feuer, und er verliert aus irgendeiner Ursache sein Funkeln, so wird uns ein solcher Körper weiß. Mischt man dem Licht irgendetwas Dunkles hinzu, wodurch jedoch das ganze Licht nicht verhindert oder ausgelöscht wird, so entstehen die Farben dazwischen.

Denn deshalb wird unser Feuer rot, weil es Rauch bei sich führt, der es verdunkelt. Deshalb auch röten sich Sonn' und Gestirne nah am Horizont, weil die dazwischen tretenden Dünste solche verdunkeln. Und solcher mittleren Farben können wir eigentlich drei zählen. Die erste Beimischung des Dunkeln, welche das Weiße einigermaßen verdunkelt, macht das Licht rot: und die rote Farbe ist die leuchtendste der Mittelfarben zwischen den beiden Enden, dem Weißen und Schwarzen, wie man es deutlich in dem länglichen dreikantigen Glase sieht. Der Sonnenstrahl nämlich, der das Glas bei dem Winkel durchdringt, wo die geringste Dicke ist und also auch die geringste Dunkelheit, tritt hochrot heraus; zunächst folgt das Grün bei zunehmender Dicke; endlich das Violette bei noch größerer Dicke: und so nimmt nach Verhältnis der Stärke des Glases auch die Verdunklung zu oder ab."

"Eine etwas mehrere Dunkelheit bringt, wie gesagt, das Grüne hervor. Wächst die Dunkelheit, so wird die Farbe blau oder violett, welche die dunkelste ist aus allen Mittelfarben. Wächst nun die Dunkelheit noch mehr, so löscht sie das ganze Licht aus und die Schwärze bleibt, obgleich die Schwärze mehr eine Beraubung des Lichts als eine wirkliche Farbe ist; deswegen auch das Auge die Finsternis selbst und sehr schwarze Körper für eins hält. Die übrigen Farben aber sind aus diesen zusammengesetzt."

"Die Dunkelheit aber verwandelt das Licht in eine glänzende Farbe, nicht allein wenn sie sich mit dem leuchtenden Körper selbst vermischt, wie es beim Feuer geschieht, sondern auch wenn sie zwischen das Licht und das Auge gebracht wird, dergestalt, daß das Licht, wenn es durch einen etwas dunklen Körper, dessen Durchsichtigkeit nicht ganz aufgehoben ist, durchgeht, notwendig gefärbt wird, und so gefärbt, nicht allein vom Auge, sondern auch oft von jedem andern Körper, farbig aufgenommen wird. So erscheint uns die Sonne beim Auf- und Untergang rot, nicht weiß wie im Mittage, und so wird das Licht, wenn es durch ein Glas von ungleicher Dicke, jedoch von bedeutender Masse, wie jene dreikantigen Prismen

sind, oder durch ein gläsernes, mit Wasser gefülltes Gefäß, oder durch ein gefärbtes Glas hindurch geht, gefärbt. Daher werden auch die fernliegenden Berge unter einer blauen Farbe gesehen. Denn die große Ferne verdunkelt, wegen der Menge des Mittels und durch das einigermaßen Körperliche des Dunkeln, alle Lichter, die nicht so mächtig sind als das der Sonne, verdunkelt auch die erleuchteten Gegenstände und macht sie blau. So scheint uns gleichfalls der Ferne wegen das Licht des Himmels blau. Was aber eine gar zu schwache Farbe hat, wird auch wohl schwarz."

Diejenigen unsrer Leser, welche den Entwurf unserer Farbenlehre wohl inne haben, werden selbst beurteilen, inwiefern der Verfasser sich der Wahrheit genähert, inwiefern noch manches Hindernis einer reinen Einsicht in die Dinge ihm entgegen gestanden. Merkwürdig ist, daß er im prismatischen Bild nur drei Farben gesehen, welches andeutet, daß er auch ein sehr kleines Bild gehabt und es verhältnismäßig sehr weit von dem Ausfallen aus dem Prisma aufgefangen, wie er denn auch das Weiße zwischen den beiden Rändern nicht bemerkt. Das übrige wissen wir nun aus der Lehre vom Trüben weit besser zu entwickeln.

Hierauf trägt er im vierten Kapitel noch verschiedene mathematische Propositionen vor, die ihm zu seiner Deduktion nötig scheinen. Endlich gelangt er zu einem runden durchsichtigen Körper und zeigt, erstlich, wie von demselben das auffallende Licht zurückgeworfen werde, und nun geht er seinem Ziele entgegen, indem er auf der dreizehnten und vierzehnten Seite umständlich anzeigt, was auf der innern hintern konkaven Fläche des runden durchsichtigen Körpers, welche wie ein Hohlspiegel wirkt, vorgehe. Er fügt eine Figur hinzu, welche, wenn man sie recht versteht, das Phänomen in seinem Umfange und seiner Komplikation, wo nicht vollständig darstellt, jedoch sich demselben weit mehr nähert als diejenigen einfacheren Figuren, welche Descartes teils aus ihm genommen, teils nach ihm gebildet. Übrigens wird sich in der Folge zeigen, daß eben dasjenige, was auf dem Grunde des durchsichtigen Körpers vorgeht, mit Linearzeichnung keinesweges dargestellt werden kann. Bei der Figur des De Dominis tritt überdies noch ein sonderbarer Fall ein, daß gerade diese sehr komplizierte Hauptfigur, die wegen ihrer Wichtigkeit viermal im Buche vorkommt, durch die Ungeschicklichkeit des Holzschneiders in ihren Hauptpunkten undeutlich und wahrscheinlich deshalb für die Nachfolger des Verfassers unbrauchbar geworden. Wir haben sie nach seiner Beschreibung wiederhergestellt und werden sie unter unsern Tafeln beibringen, wie wir denn jetzt seine Erklärung derselben, worin das Verdienstliche seiner Beobachtung und Entdeckung ruht, übersetzt mitteilen.

"Jener sphärische durchsichtige Körper, solid oder ausgefüllt, außerdem daß er von seiner erhöhten Oberfläche die Strahlen gedachtermaßen zurückwirft, bewirkt noch einen andern Widerschein des Lichtes, der mit einiger Refraktion verbunden ist: denn der Lichtstrahl aus dem Mittelpunkte des leuchtenden Körpers b dringt ungebrochen gerade bis nach v durchs Zentrum a, da er perpendikular ist; die Strahlen aber bc und bd werden in c und d gebrochen, nach der Perpendikulare zu, und dringen gleichfalls nach dem Grunde g und weiter nach v; daselbst bringen sie viel Licht zusammen, vereint mit den inneren Strahlen br und bo, welche an den Punkten r und o gebrochen nach g gelangen, auf dem Hohlgrunde der Kugel a; welches auch die übrigen Strahlen tun, welche von b her auf die ganze erhöhte Fläche von c bis d fallen."

"Aber indessen dringen nicht nur die gebrochnen und um den Grund g versammelten Strahlen zum Teil hindurch und vereinigen sich in v, wo sie Feuer anzünden können, sondern sie werden auch großenteils, gleichfalls mit verstärktem Licht wegen ihrer Versammlung, vom Grunde g zurückgeworfen, welcher Grund g dieses vervielfältigte Licht, nach dem Gesetz der Widerscheine aus einer Hohlkugel, auf mancherlei Weise zurückwirft. Wobei zu bedenken ist, daß einige Abänderung stattfindet, weil die Zurückwerfung nach den eben erwähnten Brechungen geschieht und weil nicht allein die auf die Kugel a, aus dem Mittelpunkte des

leuchtenden Körpers b, fallenden Strahlen, sondern auch unzählige andre von dem großen und leuchtenden Körper, wie die Sonne ist, alle nämlich, die aus t und p, ingleichen von dem ganzen Umfange t q p hervortreten, zurückgeworfen werden. Welche Abweichung aber hier mit Demonstration zu beweisen nicht die Mühe lohnte."

"Genug daß ich durch die deutlichsten Versuche gefunden habe, sowohl in Schalen, welche mit Wasser gefüllt worden, als auch in Glaskugeln gleichfalls gefüllt, welche ich zu diesem Endzwecke verfertigen lassen, daß aus dem Grunde g, welcher der Sonne gerade entgegenstehet, außer der Refraktion, welche nach v zu geschieht, eine doppelte Reflexion geschehe: einmal gleich gegen die Seite f und e im Zirkel; sodann aber gegen die Sonne, nächst gegen die Perpendikulare b a, nach dem vordern Teile h und i, gleichfalls im Zirkel, und durch eine einzige unteilbare Linie, sondern durch mehrere nach allen Seiten hin mit einiger Breite (wie in der ersten Reflexion gf gn gm; in der andern aber gi gk gl); welche Breite teils entspringt aus den Brechungen, welche innerhalb der Kugel geschehen, wodurch mehrere Strahlen versammlet werden, zum Teil aus der großen Breite des leuchtenden Körpers p q t, wie wir kurz vorher gesagt."

Da wir uns genötigt sehen, in der Folge dem Regenbogen einen besondern Aufsatz zu widmen, um zu zeigen, daß bei diesem Meteor nichts anderes vorgehe als das, was wir in unserm Entwurf von den Farben, welche bei Gelegenheit der Refraktion entstehen, umständlich ausgeführt haben, so muß das bisher Mitgeteilte als Material zu jenem Behuf ruhen und liegen bleiben; nur bemerken wir, daß dasjenige, was im Tropfen vorgeht, keinesweges durch eine Linearzeichnung, welche nur Grundrisse und Durchschnitte geben kann, sondern durch eine perspektivische darzustellen ist, wie unser De Dominis zuletzt selbst andeutet in den Worten: »und nicht durch eine einzige unteilbare Linie, sondern durch mehrere nach allen Seiten hin mit einiger Breite«. Wir geben nunmehr von seinem weitern Verfahren Rechenschaft.

Vom fünften Kapitel bis zum neunten einschließlich handelt er von den Fernröhren und dem, was sich darauf bezieht. Im zehnten von den vorzüglichsten Meinungen über den Regenbogen. Er trägt die Gesinnungen des Albertus Magnus aus dessen drittem Buch der Meteore und dessen vierzehntem Kapitel, die des Cardanus aus dem vierten Buch De subtilitate, des Aristoteles aus den Meteoren vor. Alle nehmen an, daß die Farben aus einer Schwächung der Lichtstrahlen entstehen, welche nach jenen beiden durch die Masse der Dünste, nach letzterem durch mehr oder minder starke Reflexion der sich vom Perpendikel mehr oder weniger entfernenden Strahlen bewirkt werde. Vitellio hält sich nahe an den Aristoteles, wie auch Piccoluomini.

Im elften Kapitel werden die vorgemeldeten Meinungen über die Farben bearbeitet und widerlegt. Im zwölften ausgeführt, woher die runde Gestalt des Regenbogens komme. Im dreizehnten der wahre Ursprung des Regenbogens völlig erklärt: es werden nämlich Tropfen erfordert und durch eine Figur gezeigt, wie das Sonnenlicht aus dem Grunde des Tropfens nach dem Auge reflektiert werde. Hierauf wendet er sich zu den Farben und erklärt sie nach seiner sechsten und siebenten Proposition im dritten Kapitel, die wir oben übersetzt haben, wonach die Farben in ihrer Lebhaftigkeit vom Roten durchs Grüne bis zum Blauen abnehmen sollen. Hier wird sodann die Hauptfigur wiederholt und daraus, daß der Strahl gf nach der Reflexion durch eine geringere Glasmasse durchgehe als die Strahlen gm und gn, die Farbenabstufung derselben dargetan. Zur Ursache der Breite des Regenbogens gibt er jene Breite der farbigen Reflexion an, die er schon oben nach der Erfahrung dargelegt.

Das vierzehnte Kapitel beschäftigt sich mit dem äußern Regenbogen und mit Erzählung und Widerlegung verschiedener Meinungen darüber. Im fünfzehnten Kapitel jedoch sucht er denselben zu erklären. Er gebraucht hiezu wieder die Hauptfigur, leitet den zweiten Regen-

bogen von den Strahlen gi gk gl ab und die verschiedene Färbung derselben von der mehr oder minder starken Reflexion. Man sieht also, daß er sich hier dem Aristoteles nähert, wie bei Erklärung der Farben des ersten Regenbogens dem Albertus Magnus und dem Cardan.

Das sechzehnte Kapitel sammelt einige Korollarien aus dem schon Gesagten. Das siebzehnte trägt noch einige Fragen Über den Regenbogen vor und beantwortet sie. Im achtzehnten wird abgehandelt, wie der Regenbogen mit den Höfen, Wettergallen und Nebensonnen übereintreffe und wie er von ihnen verschieden sei. In diesen drei Kapiteln, den letzten der Abhandlung, steht noch manches Gute, das nachgesehen und genutzt zu werden verdient.

Franciscus Aguilonius

geboren 1567, gestorben 1617

Er war Jesuit zu Brüssel und gab 1613 seine Optik in Folio heraus zu Antwerpen. Ihr sollten noch die Dioptrik und Katoptrik folgen, welches durch seinen Tod, der 1617, als er fünfzig Jahr alt war, erfolgte, verhindert wurde.

Man sieht seinem Werke die Ruhe des Klosters an, die bei einer Arbeit bis ins einzelnste zu gehen erlaubt; man sieht die Bedächtlichkeit eines Lehrers, der nichts zurücklassen will. Daher ist das Werk ausführlich, umständlich, ja überflüssig durchgearbeitet. Betrachtet man es aber als einen Diskurs, als einen Vortrag, so ist es, besonders stellenweise, angenehm und unterhaltend, und weil es uns mit Klarheit und Genauigkeit in frühere Zeiten zurückführt, auf manche Weise belehrend.

Hier steht die Autorität noch in ihrer völligen Würde: die griechischen Urväter der Schulen, ihre Nachfolger und Kommentatoren, die neueren Lichter und Forscher, ihre Lehre, ihre Kontroversen, bei welchen ein oder der andre Teil durch Gründe begünstiget wird. Indessen kann man nicht leugnen, daß der Verfasser, indem er seinem Nachfolger nichts zu tun übrig lassen möchte, im Theoretischen sich bis ins Kleinliche und im Praktischen bis in die Künstelei verliert, wobei wir ihn jedoch immer als einen ernsten und tüchtigen Mann zu schätzen haben.

Was die Farbe und das damit zunächst Verwandte betrifft, so ist ihm das vom Plato sich herschreibende und von uns so oft urgierte Disgregieren und Colligieren des Auges, jenes erste durch das Licht und das Weiße, dieses letztere durch Finsternis und das Schwarze, wohl bekannt und merkwürdig, doch mehr im pathologischen Sinne, insofern das Helle das Auge blendet, das Finstere ihm auf eine negative Weise schadet. Der reine physiologische Sinn dieser Erscheinung mag ihm nicht aufgegangen sein, worüber wir uns um so weniger wundern werden, als Hamberger solche der gesunden Natur gemäße, zum reinen Sehen unumgänglich notwendige Bedingungen gleichfalls für krankhaft und für vitia fugitiva erklärt hat.

Das Weiße und Schwarze nun setzt er an die beiden Enden, dazwischen in eine Reihe Gelb, Rot und Blau, und hat also fünf Farben auf einer Linie, welches ein ganz hübsches Schema gibt, indem das Gelbe zunächst an dem Weißen, das Blaue an dem Schwarzen und das Rote in der Mitte steht, welche sämtlich miteinander durch Halbzirkel verbunden sind, wodurch die Mittelfarben angedeutet werden.

Daß nach den verschiedenen Erscheinungsarten die Farben eingeteilt werden müssen, kommt bei ihm auf eine entschiedenere Weise als bisher zur Sprache. Er teilt sie in wahre, apparente und intentionelle Farben. Da nun die intentionellen, wie wir nachher sehen werden, keinen richtigen Einteilungsgrund hinter sich haben, die physiologischen aber fehlen, so quält er sich ab, die verschiedenen Erscheinungsfälle unter diese Rubriken zu bringen.

Die wahren Farben werden den Eigenschaften der Körper zugeschrieben, die apparenten für unerklärlich, ja als ein göttliches Geheimnis angesehen und doch gewissermaßen wieder als zufällig betrachtet. Er bedient sich dabei eines sehr artigen und unübersetzlichen Ausdrucks: penduli in medio diaphano oberrant, ceu extemporaneae qusedam Lucis affectiones.

Die Hauptfragen, wie sie Aristoteles schon berührt, kommen zur Sprache, und gegen Plato wird polemisiert. Was überhaupt hievon und sonst noch brauchbar ist, haben wir am gehörigen Orte eingeschaltet. Daß jede Farbe ihre eigene Wirkung aufs Gesicht habe, wird behauptet und ausgeführt; doch gleichfalls mehr pathologisch als physiologisch.

Intentionelle Farben

Da wir der intentionellen Farben in unserm Entwurf nicht besonders gedacht haben und dieser Ausdruck in den Schriftstellern, vorzüglich auch in dem gegenwärtigen, vorkommt, so ist unsre Pflicht, wenigstens historisch dieser Terminologie zu gedenken und anzuzeigen, wie sie mit den übrigen Lehren und Gesinnungen jener Zeit zusammenhängt. Man verzeihe uns, wenn wir, der Deutlichkeit wegen, etwas weit auszuholen scheinen.

Die Poesie hat in Absicht auf Gleichnisreden und uneigentlichen Ausdruck sehr große Vorteile vor allen übrigen Sprachweisen, denn sie kann sich eines jeden Bildes, eines jeden Verhältnisses nach ihrer Art und Bequemlichkeit bedienen. Sie vergleicht Geistiges mit Körperlichem und umgekehrt; den Gedanken mit dem Blitz, den Blitz mit dem Gedanken, und dadurch wird das Wechselleben der Weltgegenstände am besten ausgedrückt. Die Philosophie auf ihren höchsten Punkten bedarf auch uneigentlicher Ausdrücke und Gleichnisreden, wie die von uns oft erwähnte, getadelte und in Schutz genommene Symbolik bezeugt.

Nur leiden die philosophischen Schulen, wie uns die Geschichte belehrt, meistenteils daran, daß sie, nach Art und Weise ihrer Stifter und Hauptlehrer, meist nur einseitige Symbole brauchen, um das Ganze auszudrücken und zu beherrschen, und besonders die einen durchaus das Körperliche durch geistige Symbole, die andern das Geistige durch körperliche Symbole bezeichnen wollen. Auf diese Weise werden die Gegenstände niemals durchdrungen; es entsteht vielmehr eine Entzweiung in dem, was vorgestellt und bezeichnet werden soll, und also auch eine Diskrepanz in denen, die davon handeln, woraus alsbald ein Widerwille auf beiden Seiten entspringt und ein Parteisinn sich befestigt.

Wenn man von intentionellen Farben spricht, so ist es eigentlich eine Gleichnisrede, daß man den Farben wegen ihrer Zartheit und Wirkung eine geistige Natur zuschreibt, ihnen einen Willen, eine Absicht unterlegt.

Wer dieses fassen mag, der wird diese Vorstellungsart anmutig und geistreich finden und sich daran, wie etwa an einem poetischen Gleichnisse, ergetzen. Doch wir müssen diese Denkart, diesen Ausdruck bis zu ihrer Quelle verfolgen.

Man erinnere sich, was wir oben von der Lehre des Roger Baco mitgeteilt, die wir bei ihm aufgegriffen haben, weil sie uns da zunächst im Wege lag, ob sie sich gleich von weit frühe-

ren Zeiten herschreibt: daß sich nämlich jede Tugend, jede Kraft, jede Tüchtigkeit, alles dem man ein Wesen, ein Dasein zuschreiben kann, ins Unendliche vervielfältigt und zwar dadurch, daß immerfort Gleichbilder, Gleichnisse, Abbildungen als zweite Selbstheiten von ihm ausgehen, dergestalt daß diese Abbilder sich wieder darstellen, wirksam werden, und indem sie immer fort und fort reflektieren, diese Welt der Erscheinungen ausmachen. Nun liegt zwischen der wirkenden Tugend und zwischen dem gewirkten Abbild ein Drittes in der Mitte, das aus der Wirklichkeit des ersten und aus der Möglichkeit des zweiten zusammengesetzt scheint. Für dieses Dritte, was zugleich ist und nicht ist, was zugleich wirkt und unwirksam bleiben kann, was zugleich das allerhöchste Schaffende und in demselben Augenblicke ein vollkommenes Nichts ist, hat man kein schicklicheres Gleichnis Enden können als das menschliche Wollen, welches alle jene Widersprüche in sich vereinigt. Und so hat man auch den wirksamen Naturgegenständen, besonders denjenigen, die uns als tätige Bilder zu erscheinen pflegen, dem Lichte so wie dem Erleuchteten, welche beide nach allen Orten hin sich zu äußern bestimmt sind, ein Wollen, eine Intention gegeben und daher das Abbild (species), insofern es noch nicht zur Erscheinung kommt, intentionell genannt, indem es, wie das menschliche Wollen, eine Realität, eine Notwendigkeit, eine ungeheure Tugend und Wirksamkeit mit sich führt, ohne daß man noch etwas davon gewahr würde. Vielleicht sind ein paar sinnliche Beispiele nicht überflüssig.

Es befinde sich eine Person in einem großen von rohen Mauern umgrenzten Saal, ihre Gestalt hat die Intention, oder wie wir uns in unserm Entwurfe mit einem gleichfalls sittlichen Gleichnis ausgedrückt haben, das Recht sich an allen Wänden abzuspiegeln; allein die Bedingung der Glätte fehlt. Denn das ist der Unterschied der ursprünglichen Tugenden von den abgebildeten, daß jene unbedingt wirken, diese aber Bedingnissen unterworfen sind. Man gebe hier die Bedingung der Glätte zu, man poliere die Wand mit Gipsmörtel oder behänge sie mit Spiegeln, und die Gestalt der Persönlichkeit wird ins Tausendfältige vermehrt erscheinen.

Man gebe nun dieser Persönlichkeit etwa noch einen eitlen Sinn, ein leidenschaftliches Verlangen, sich abgespiegelt zurückkehren zu sehen, so würde man mit einem heiteren Gleichnisse die intentionellen Bilder auch eitle Bilder nennen können.

Noch ein andres Beispiel gebe endlich der Sache völlig den Ausschlag. Man mache sich auf den Weg zu irgendeinem Ziele, es stehe uns nun vor den Augen oder bloß vor den Gedanken, so ist zwischen dem Ziel und dem Vorsatz etwas das beide enthält, nämlich die Tat, das Fortschreiten.

Dieses Fortschreiten ist so gut als das Ziel: denn dieses wird gewiß erreicht, wenn der Entschluß fest und die Bedingungen zulänglich sind; und doch kann man dieses Fortschreiten immer nur intentionell nennen, weil der Wanderer noch immer so gut vor dem letzten Schritt als vor dem ersten paralysiert werden kann.

Intentionelle Farben, intentionelle Mischungen derselben sind also solche, die innerhalb des Durchsichtigen der Bedingung sich zu manifestieren entbehren. Die Bedingung aber, worunter jede Farbe nur erscheinen kann, ist eine doppelte: sie muß entweder ein Helles vor sich und ein Dunkles hinter sich, oder ein Dunkles vor sich und ein Helles hinter sich haben, wie von uns anderwärts umständlich ausgeführt worden. Doch stehe hier noch ein Beispiel, um dem Gesagten die möglichste Deutlichkeit zu geben.

Das Sonnenlicht falle in ein reines Zimmer zu den offnen Fenstern herein, und man wird in der Luft, in dem Durchsichtigen, den Weg des Lichtes nicht bemerken; man errege Staub und sogleich ist der Weg, den es nimmt, bezeichnet. Dasselbe gilt von den apparenten Farben, welche ein so gewaltsames Licht hinter sich haben. Das prismatische Bild wird sich auf

seinem Wege vom Fenster bis zur Tafel kaum auszeichnen; man errege Staub und besonders von weißem Puder, so wird man es vom Austritt aus dem Prisma bis zur Tafel begleiten können: denn die Intention sich abzubilden wird jeden Augenblick erfüllt, ebenso als wenn ich einer Kolonne Soldaten entgegen und alsdann gerade durch sie hindurch ginge, wo mit jedem Manne der Zweck, das Regiment zu erreichen, erfüllt und, wenn wir so sagen dürfen, ricochetiert wird. Und so schließen wir mit einem sinnlichen Gleichnis, nachdem wir etwas, das nicht in die Sinne fallen kann, durch eine übersinnliche Gleichnisrede begreiflich zu machen gesucht haben. Wie man nun zu sagen pflegt, daß jedes Gleichnis hinke, welches eigentlich nur so viel heißen will, daß es nicht identisch mit dem Verglichenen zusammenfalle, so muß eben dieses sogleich bemerkt werden, wenn man ein Gleichnis zu lange und zu umständlich durchführt, da die Unähnlichkeiten, welche durch den Glanz des Witzes verborgen wurden, nach und nach in einer traurigen, ja sogar abgeschmackten Realität zum Vorschein kommen. So ergeht es daher den Philosophen oft auf diese Weise, die nicht bemerken, daß sie mit einer Gleichnisrede anfangen und im Durch-und Ausführen derselben immer mehr ins Hinken geraten. So ging es auch mit den intentionellen Bildern (speciebus); anstatt daß man zufrieden gewesen wäre, durch ein geistiges Gleichnis diese unfaßlichen Wesen aus dem Reiche der Sinnlichkeit in ein geistigeres herübergespielt zu haben, so wollte man sie auf ihrem Wege haschen, sie sollten sein oder nicht sein, je nachdem man sich zu einer oder der andern Vorstellung geneigt fühlte, und der durch eine geistreiche Terminologie schon geschlichtete Streit ging wieder von vorn an. Diejenigen, welche realer gesinnt waren, worunter auch Aguilonius gehört, behaupteten: die Farben der Körper seien ruhig, müßig, träge; das Licht rege sie an, entreiße sie dem Körper, führe sie mit sich fort und streue sie umher, und so war man wieder bei der Erklärungsart des Epikur, die Lukrez so anmutig ausdrückt:

Häufig bemerket man das an den rötlichen, blauen, und gelben Teppichen, welche gespannt hoch über das weite Theater Wogend schweben, allda verbreitet an Masten und Balken. Denn der Versammlung unteren Raum, den sämtlichen Schauplatz, Sitze der Väter Mütter, der Götter erhabene Bilder, Tünchen sie an, sie zwingend in ihrem Gefärbe zu schwanken. Und sind enger umher des Theaters Wände verschlossen, Dann lacht fröhlicher noch vom ergossenen Reize der Umfang, Wenn genauer zusammengefaßt der Schimmer des Tags ist. Lassen die Tücher demnach von der obersten Fläche die Schminke Fahren; wie sollte denn nicht ein zartes Gebilde der Dinge Jedes entlassen, da, ähnlicher Art, sie jedes vom Rand schießt?

Renatus Cartesius

geboren 1596, gestorben 1650

Das Leben dieses vorzüglichen Mannes wie auch seine Lehre wird kaum begreiflich, wenn man sich ihn nicht immer zugleich als französischen Edelmann denkt. Die Vorteile seiner Geburt kommen ihm von Jugend auf zustatten, selbst in den Schulen, wo er den ersten guten Unterricht im Lateinischen, Griechischen und in der Mathematik erhält. Wie er ins Leben tritt, zeigt sich die Fazilität in mathematischen Kombinationen bei ihm theoretisch und wissenschaftlich, wie sie sich bei andern im Spielgeist äußert.

Als Hof-, Welt- und Kriegsmann bildet er seinen geselligen sittlichen Charakter aufs höchste aus. In Absicht auf Betragen erinnere man sich, daß er Zeitgenosse, Freund und Korrespondent des hyperbolischkomplimentösen Balzac war, den er in Briefen und Antworten auf eine geistreiche Weise gleichsam parodiert. Außerordentlich zart behandelt er seine Mitlebenden, Freunde, Studiengenossen, ja sogar seine Gegner. Reizbar und voll Ehrgefühl entweicht er allen Gelegenheiten, sich zu kompromittieren; er verharrt im hergebrachten Schicklichen und

weiß zugleich seine Eigentümlichkeit auszubilden, zu erhalten und durchzuführen. Daher seine Ergebenheit unter die Aussprüche der Kirche, sein Zaudern, als Schriftsteller hervorzutreten, seine Ängstlichkeit bei den Schicksalen Galileis, sein Suchen der Einsamkeit und zugleich seine ununterbrochne Geselligkeit durch Briefe.

Seine Avantagen als Edelmann nutzt er in jüngern und mittlern Jahren; er besucht alle Hof-, Staats-, Kirchen- und Kriegsfeste; eine Vermählung, eine Krönung, ein Jubiläum, eine Belagerung kann ihn zu einer weiten Reise bewegen; er scheut weder Mühe noch Aufwand noch Gefahr, um nur alles mit Augen zu sehen, um mit seinesgleichen, die sich jedoch in ganz anderm Sinne in der Welt herumtummeln, an den merkwürdigsten Ereignissen seiner Zeit ehrenvoll teilzunehmen.

Wie man nun dieses Aufsuchen einer unendlichen Empirie an ihm verulamisch nennen könnte, so zeigt sich an dem stets wiederholten Versuch der Rückkehr in sich selbst, in der Ausbildung seiner Originalität und Produktionskraft ein glückliches Gegengewicht. Er wird müde, mathematische Probleme aufzugeben und aufzulösen, weil er sieht, daß dabei nichts herauskommt; er wendet sich gegen die Natur und gibt sich im einzelnen viele Mühe; doch mochte ihm als Naturforscher manches entgegenstehen. Er scheint nicht ruhig und liebevoll an den Gegenständen zu verweilen, um ihnen etwas abzugewinnen; er greift sie als auflösbare Probleme mit einiger Hast an und kommt meistenteils von der Seite des kompliziertesten Phänomens in die Sache.

Dann scheint es ihm auch an Einbildungskraft und an Erhebung zu fehlen. Er findet keine geistigen lebendigen Symbole, um sich und andern schwer auszusprechende Erscheinungen anzunähern. Er bedient sich, um das Unfaßliche, ja das Unbegreifliche zu erklären, der krudesten sinnlichen Gleichnisse. So sind seine verschiedenen Materien, seine Wirbel, seine Schrauben, Haken und Zacken niederziehend für den Geist, und wenn dergleichen Vorstellungsarten mit Beifall aufgenommen wurden, so zeigt sich daraus, daß eben das Roheste, Ungeschickteste der Menge das Gemäßeste bleibt.

In dieser Art ist denn auch seine Lehre von den Farben. Das Mittlere seiner Elemente besteht aus Lichtkügelchen, deren direkte gemessene Bewegung nach einer gewissen Geschwindigkeit wirkt. Bewegen sich die Kügelchen rotierend, aber nicht geschwinder als die gradlinigen, so entsteht die Empfindung von Gelb. Eine schnellere Bewegung derselben bringt Rot hervor, und eine langsamere als die der gradlinigen Blau. Schon früher hatte man der mehrern Stärke des Stoßes aufs Auge die Verschiedenheit der Farben zugeschrieben.

Cartesius, Verdienste um den Regenbogen sind nicht zu leugnen. Aber auch hier, wie in andern Fällen, ist er gegen seine Vorgänger nicht dankbar. Er will nun ein für allemal ganz original sein; er lehnt nicht allein die lästige Autorität ab, sondern auch die förderliche. Solche Geister, ohne es beinahe selbst gewahr zu werden, verleugnen, was sie von ihren Vorgängern gelernt und was sie von ihren Mitlebenden genutzt. So verschweigt er den Antonius De Dominis, der zuerst die Glaskugel angewendet, um die ganze Erscheinung des Regenbogens innerhalb des Tropfens zu beschränken, auch den innern Regenbogen sehr gut erklärt hat.

Descartes hingegen hat ein bedeutendes Verdienst um den äußern Regenbogen. Es gehörte schon Aufmerksamkeit dazu, die zweite Reflexion zu bemerken, wodurch er hervorgebracht wird, so wie sein mathematisches Talent dazu nötig war, um die Winkel zu berichtigen, unter denen das Phänomen ins Auge kommt.

Die Linearzeichnungen jedoch, welche er, um den Vorgang deutlich zu machen, aussinnt, stellen keineswegs die Sache dar, sondern deuten sie nur an. Diese Figuren sind ein abs-

traktes kompendiöses Sapienti sat, belehren aber nicht über das Phänomen, indem sie die Erscheinung auf einfache Strahlen zurückführen, da doch eigentlich Sonnenbilder im Grunde des Tropfens verengt, zusammengeführt und übereinander verschränkt werden. Und so konnten diese Cartesischen, einzelne Strahlen vorstellenden Linien der Newtonischen Erklärung des Regenbogens günstig zum Grunde liegen.

Der Regenbogen als anerkannter Refraktionsfall führt ihn zu den prismatischen einfacheren Versuchen. Er hat ein Prisma von 30 bis 40 Graden, legt es auf ein durchlöchert Holz und läßt die Sonne hindurchscheinen; das ganze kolorierte Spektrum erblickt er bei kleiner Öffnung: weil aber sein Prisma von wenig Graden ist, so kann er leicht, bei vergrößerter Öffnung, den weißen Raum in der Mitte bemerken.

Hierdurch gelangt er zu der Haupteinsicht, daß eine Beschränkung nötig sei, um die prismatischen Farben hervorzubringen. Zugleich sieht er ein, daß weder die Ründe der Kugel noch die Reflexion zur Hervorbringung der Farbenerscheinung beitrage, weil beides beim Prisma nicht stattfindet und die Farbe doch mächtig erscheint. Nun sucht er auch im Regenbogen jene nötige Beschränkung und glaubt sie in der Grenze der Kugel, in dem dahinter ruhenden Dunkel anzutreffen, wo sie denn freilich, wie wir künftig zeigen werden, nicht zu suchen ist.

Athanasius Kircher

geboren 1601, gestorben 1680

Er gibt in dem Jahre 1646 sein Werk Ars magna lucis et umbrae heraus. Der Titel sowie das Motto Sicut tenebrae eius ita et lumen eius, verkündigen die glückliche Hauptmaxime des Buches. Zum erstenmal wird deutlich und umständlich ausgeführt, daß Licht, Schatten und Farbe als die Elemente des Sehens zu betrachten, wie denn auch die Farben als Ausgeburten jener beiden ersten dargestellt sind.

Nachdem er Licht und Schatten im allgemeinen behandelt, gelangt er im dritten Teile des ersten Buches an die Farbe, dessen Vorrede wir übersetzt einschalten.

Vorrede

"Es ist gewiß, daß in dem Umfange unseres Erdkreises kein dergestalt durchsichtiger Körper sich befinde, der nicht einige Dunkelheit mit sich führe. Daraus folgt, daß wenn kein dunkler Körper in der Welt wäre, weder eine Rückstrahlung des Lichtes, noch in den verschiedenen Mitteln eine Brechung desselben, und auch keine Farbe sichtbar sein würde, als jene erste, die zugleich im Lichte mit geschaffen ist. Hebt man aber die Farbe auf, so wird zugleich alles Sehen aufgehoben, da alles Sichtbare nur vermöge der gefärbten Oberfläche gesehen wird; ja der leuchtende Körper der Sonne könnte nicht einmal gesehen werden, wenn er nicht dunkel wäre, dergestalt daß er unserem Sehen widerstünde; woraus unwidersprechlich folgt, daß kein Licht ohne Schatten und kein Schatten ohne Licht auf irgendeine Weise sein könne. Ja der ganze Schmuck der Welt ist aus Licht und Schatten dergestalt bereitet, daß, wenn man eins von beiden wegnähme, die Welt nicht mehr Kosmos heißen, noch die verwundernswürdige Schönheit der Natur auf irgendeine Weise dem Gesicht sich darstellen könnte. Denn alles, was sichtlich in der Welt ist, ist es nur durch ein schattiges Licht oder einen lichten Schatten. Da also die Farbe die Eigenschaft eines dunklen Körpers ist, oder wie einige sagen, ein beschattetes Licht, des Lichts und des Schattens echte Ausgeburt, so haben wir hier davon zu handlen, auf daß die größte Zierde der irdischen Welt und wieviel Wundersames dadurch bewirkt werden kann, dem Leser bekannt werde."

Erstes Kapitel. Unser Verfasser möchte, um sich sogleich ein recht methodisches Ansehn zu geben, eine Definition vorausschicken und wird nicht gewahr, daß man eigentlich ein Werk schreiben muß, um zur Definition zu kommen. Auch ist hier weiter nichts geleistet, als daß dasjenige angeführt und wiederholt wird, wie die Griechen sich über diesen Gegenstand auszudrücken pflegten.

Zweites Kapitel. Von der vielfachen Mannigfaltigkeit der Farben. Er hält sich hiebei an das Schema des Aguilonius, das er mit einiger Veränderung benutzt. Er behauptet, alle Farben seien wahr, worin er in gewissem Sinne recht hat, will von den andern Einteilungen nichts wissen, worin er didaktisch unrecht hat. Genug, er gründet sich darauf, daß jede Farbe, sie möge an Körpern oder sonst erscheinen, eine wahre entschiedene Ursache hinter sich habe.

Drittes Kapitel. Chromatismus der Luft. Er handelt von den Farben des Himmels und des Meeres und bringt verschiedene ältere Meinungen über die Bläue der Luft vor. Wir übersetzen die Stelle, welche seine eigenen Gedanken enthält, um den Leser urteilen zu lassen, wie nahe er an der echten Erklärungsart gewesen. Denn er fühlt die Bedeutsamkeit des nicht völlig Durchsichtigen, wodurch wir ja zunächst auf die Trübe hingeleitet werden.

Warum der Himmel blau erscheint

"Zuvörderst muß man wissen, daß unser Gesicht nichts sehen könne, als was eine Farbe hat. Weil aber das Gesicht nicht immer auf dunkle Körper oder Körper von gefärbter Oberfläche gerichtet ist, sondern auch sich in den unendlichen Luftraum und in die himmlischen durchsichtigen Fernen, welche keine Düsternheit haben, verliert, wie wenn wir den heiteren Himmel und entfernte hohe Gebirgsgipfel betrachten; so war, damit eine solche Handlung nicht ihres Zweckes beraubt werde und sich im Grenzenlosen verliere, die Natur schuldig, jenem durchsichtigen unendlichen Mittel eine gewisse Farbe zu verleihen, auf daß der Blick eine Grenze fände, nicht aber in Finsternis und Nichts ausliefe. Eine solche Farbe nun konnte weder Weiß, Gelb noch Rot sein, indem diese, als dem Licht benachbart und verwandt, einen unterliegenden Gegenstand verlangen, um gesehen werden zu können. Denn was nahe ist, vergleicht sich dem Lichte, und das Fernste der Finsternis. Deswegen auch helle Farben, wenn man sie in einem bestimmten Raum gewahr wird, desto mehr zum Schatten und zur Finsternis sich neigen, je mehr sie sich vom Lichte oder der Sehkraft entfernen. Der Blick jedoch, der in jene unendliche ätherische Räume dringt, sollte zuletzt begrenzt werden und war sowohl wegen der unendlichen Ferne als wegen der unendlichen Vermannigfaltigung der Luftschichten nur durch Finsternis zu begrenzen, eine schwarze Farbe aber wollte sich weder für die Augen, noch für die Welt schicken; deswegen beriet sich die Natur aufs weiseste, und zwischen den lichten Farben, dem Weißen, Gelben und Roten und dem eigentlich Finstern fand sich eine Mittelfarbe, nämlich die blaue, die aus einer ungleichen Mischung des Lichtes und der Finsternis bestand. Durch diese nun, wie durch einen höchst angenehmen Schatten, sollte der Blick begrenzt sein, daß er vom Hellen nicht so sehr zerstreut, vom Finstern nicht zu sehr zusammengezogen oder von dem Roten entzündet würde, und so stellte die Natur das Blaue dazwischen, zunächst an der Finsternis, so daß das Auge, ohne verletzt zu werden, die erfreulichen Himmelsräume durch ihre Vorsehung mit Vergnügen und Bewunderung betrachten kann."

Die Naivetät, womit Kircher um die Sache herumgeht, ist merkwürdig genug. Man könnte sie komisch nennen, wenn man nicht dabei ein treues Bestreben wahrnähme. Und ist er es doch nicht allein, sind doch bis auf den heutigen Tag noch Menschen, denen die Vorstellungsart der Endursachen gefällt, weil sie wirklich etwas Geistiges hat und als eine Art von Anthropomorphism angesehen werden kann. Dem Aufmerksameren freilich wird nicht entgehen, daß man der Natur nichts abgewinnen kann, wenn man ihr, die bloß notwendig han-

delt, einen Vorsatz unterschiebt und ihren Resultaten ein zweckmäßiges Ansehen verleihen möchte.

Viertes Kapitel. Chromatismus der Brechung. Die Farben des Prismas erklärt er wie Antonius De Dominis dadurch, daß die hellsten Farben beim Durchgang durch die schwächste Seite des Glases, die dunkelsten beim Durchgang durch die stärksten Seiten des Glases entstehen.

Die Erfahrung mit dem nephritischen Holze trägt er weitläuftig vor.

Fünftes Kapitel. Chromatismus der Metalle, Gefärbtheit durchsichtiger Steine, der Salze, der Metallkalke.

Sechstes Kapitel. Chromatismus der Pflanzen. Besonders wird gefragt: wie man Pflanzen färben könne.

Siebentes Kapitel. Chromatismus der Tiere. Er bringt zur Sprache, warum Pferde nicht grün und blau sein können; warum die vierfüßigen Tiere nicht goldfarben aussehen, warum hingegen die Vögel und Insekten alle Arten von Farben annehmen. Auf welche Fragen durchaus er, wie man wohl erwarten kann, keine befriedigende Antwort gibt. Von den Farben des Chamäleons werden eigene Erfahrungen beigebracht.

Achtes Kapitel. Vom Urteil nach Farben, und zwar zuerst von den Farben des Himmels, der Wolken; Beurteilung der Steine, Pflanzen und Tiere nach den Farben. Hiezu werden Regeln gegeben. Beurteilung der Menschen, ihre Komplexion und sonstige Eigenschaften betreffend, nach den verschiedenen Farben der Haut, der Augen, der Haare. Der Farben des Urins wird gedacht, wobei zu bemerken ist, daß bei Gelegenheit des Urins die Farben schon früher zur Sprache gekommen, und wenn wir nicht irren, ein Büchlein Durinis der Abhandlung des Theophrast über die Farben bei einer früheren Edition hinzugefügt ist.

Kircher hat bei dem vielen, was er unternommen und geliefert, in der Geschichte der Wissenschaften doch einen sehr zweideutigen Ruf. Es ist hier der Ort nicht, seine Apologie zu übernehmen; aber so viel ist gewiß: die Naturwissenschaft kommt uns durch ihn fröhlicher und heiterer entgegen als bei keinem seiner Vorgänger. Sie ist aus der Studierstube, vom Katheder in ein bequemes wohlausgestattetes Kloster gebracht, unter Geistliche, die mit aller Welt in Verbindung stehen, auf alle Welt wirken, die Menschen belehren, aber auch unterhalten und ergetzen wollen.

Wenn Kircher auch wenig Probleme auflöst, so bringt er sie doch zur Sprache und betastet sie auf seine Weise. Er hat eine leichte Fassungskraft, Bequemlichkeit und Heiterkeit in der Mitteilung, und wenn er sich aus gewissen technischen Späßen, Perspektiv- und Sonnenuhr-Zeichnungen gar nicht loswinden kann, so steht die Bemerkung hier am Platze, daß, wie jenes im vorigen Jahrhundert bemerkliche höhere Streben nachläßt, wie man mit den Eigenschaften der Natur bekannter wird, wie die Technik zunimmt, man nun das Ende von Spielereien und Künsteleien gar nicht finden, sich durch Wiederholung und mannigfaltige Anwendung eben derselben Erscheinung, eben desselben Gesetzes, niemals ersättigen kann; wodurch zwar die Kenntnis verbreitet, die Ausübung erleichtert, Wissen und Tun aber zuletzt geistlos wird. Witz und Klugheit arbeiten indessen jenen Forderungen des Wunderbaren entgegen und machen die Taschenspielerei vollkommner.

Wir wollen hier noch zum Schlusse des Pater Bonacursius gedenken, der mit Kirchern auf die Dauer des Bildeindrucks im Auge aufmerksam ward. Zufälligerweise war es das Fensterkreuz, das sie von jener merkwürdigen physiologischen Erscheinung belehrte, und es ist

ihnen als Geistlichen nicht zu verargen, daß sie zuerst der Heiligkeit dieser mathematischen Figur eine solche Wunderwirkung zuschreiben. Übrigens ist dies einer von den wenigen Fällen, wo eine Art von Aberglaube sich zur Betrachtung der Farbenerscheinung gesellt hat.

Marcus Marci

geboren 1595, gestorben 1667

Die großen Wirkungen, welche Kepler und Tycho de Brahe, in Verbindung mit Galilei, im südlichen Deutschland hervorgebracht, konnten nicht ohne Folge bleiben, und es läßt sich bemerken, daß in den kaiserlichen Staaten, sowohl bei einzelnen Menschen als ganzen Gesellschaften, dieser erste kräftige Anstoß immer fortwirkt.

Marcus Marci, etliche und zwanzig Jahre jünger als Kepler, ob er sich gleich vorzüglich auf Sprachen gelegt hatte, scheint auch durch jenen mathematisch- astronomischen Geist angeregt worden zu sein. Er war zu Landskron geboren und zuletzt Professor in Prag. Bei allen seinen Verdiensten, die von seinen gleichzeitigen Landsleuten höchlich geschätzt wurden, fehlte es ihm doch eigentlich, soviel wir ihn beurteilen können, an Klarheit und durchdringendem Sinn. Sein Werk, das uns hier besonders angeht, Thaumantias, Liber de arcu coelesti, deque colorum apparentium natura, ortu et causis, zeugt von dem Ernst, Fleiß und Beharrlichkeit des Verfassers; aber es hat im ganzen etwas Trübseliges. Er ist mit den Alten noch im Streit, mit den Neuern nicht einig, und kann die Angelegenheit, mit der er sich eigentlich beschäftigt, nicht in die Enge bringen; welches freilich eine schwere Aufgabe ist, da sie nach allen Seiten hindeutet.

Einsicht in die Natur kann man ihm nicht absprechen; er kennt die prismatischen Versuche sehr genau; die dabei vorkommende farblose Refraktion, die Färbung sowohl in objektiven als subjektiven Fällen hat er vollständig durchgearbeitet: es mangelt ihm aber an Sonderungsgabe und Ordnungsgeist. Sein Vortrag ist unbequem, und wenn man auch begreift, wie er auf seinem Weg zum Zweck zu gelangen glaubte, so ist es doch ängstlich, ihm zu folgen.

Bald stellt er fremde Sätze auf, mit denen er streitet, bald seine eigenen, denen er gleichfalls opponiert, sodann aber sie wieder rechtfertigt, dergestalt daß nichts auseinander tritt, vielmehr eins über das andre hingeschoben wird.

Die prismatischen Farben entstehen ihm aus einer Kondensation des Lichts; er streitet gegen die, welche den Schatten zu einer notwendigen Bedingung dieser Erscheinung machen, und muß doch bei subjektiven Versuchen sepimenta und interstitia umbrosa verlangen und hinzufügen: cuius ratio est, quod species lucis aut color se mediam infert inter umbrosa intervalla. Auch ist zu bemerken, daß wir bei ihm schon eine diverse Refraktion finden.

So wie in Methode und Vortrag, also auch in Sprache und Stil ist er Keplern entgegengesetzt. Wenn man bei diesem mit Lust Materien abgehandelt sieht, die man nicht kennt, und ihn zu verstehen glaubt; so wird bei jenem dasjenige, was man sehr gut versteht, wovon wir die genaueste Kenntnis haben, durch eine düstre Behandlung verworren, trüb, ja man darf sagen ausgelöscht. Um sich hiervon zu überzeugen, lese derjenige, dem die subjektiven prismatischen Versuche vollkommen bekannt sind, die Art, wie der Verfasser das Phänomen erklärt (...).

De la Chambre

geboren 1594, gestorben 1669

La Lumiere, par le Sieur De la Chambre, Conseiller du Roy en Ses Conseils, et son Médecin ordinaire. Paris 1657.

Kircher hatte ausgesprochen, daß die Farben Kinder des Lichts und des Schattens seien; Cartesius hatte bemerkt, daß zum Erscheinen der prismatischen Farben eine Beschränkung mitwirken müsse: man war also von zwei Seiten her auf dem Wege, das Rechte zu treffen, indem man jenen dem Licht entgegengesetzten Bedingungen ihren integrierenden und konstituierenden Anteil an der Farbenerscheinung zugestand.

Man warf sich jedoch bald wieder auf die entgegengesetzte Seite und suchte alles in das Licht hineinzulegen, was man hernach wieder aus ihm herausdemonstrieren wollte. Der einfache Titel des Buchs La Lumiere, im Gegensatz mit dem Kircherischen, ist recht charakteristisch. Es ist dabei darauf angesehen, alles dem Lichte zuzuschieben, ihm alles zuzuschreiben, um nachher alles wieder von ihm zu fordern.

Diese Gesinnung nahm immer mehr überhand, je mehr man sich dem Aristoteles entgegenstellte, der das Licht als ein Akzidens, als etwas, das einer bekannten oder verborgenen Substanz begegnen kann, angesehen hatte. Nun wurde man immer geneigter, das Licht wegen seiner ungeheuern Wirkungen nicht als etwas Abgeleitetes anzusehen; man schrieb ihm vielmehr eine Substanz zu, man sah es als etwas Ursprüngliches, für sich Bestehendes, Unabhängiges, Unbedingtes an; doch mußte diese Substanz, um zu erscheinen, sich materiieren, materiell werden, Materie werden, sich körperlich und endlich als Körper darstellen, als gemeiner Körper, der nun Teile aller Art enthalten, auf das verschiedenste und wunderlichste gemischt, und ungeachtet seiner anscheinenden Einfalt als ein heterogenes Wesen angesehen werden konnte. Dies ist der Gang, den von nun an die Theorie nimmt und die wir in der Newtonischen Lehre auf ihrem höchsten Punkte finden.

Jene frühere Erklärungsart aber, die wir durch Kirchern umständlicher kennen gelernt, geht neben der neuern bis zu Ende des Jahrhunderts immer parallel fort, bildet sich immer mehr und mehr aus und tritt noch einmal zuletzt ganz deutlich in Nuguet hervor, wird aber von der Newtonischen völlig verdrängt, nachdem sie vorher durch Boyle beiseitegeschoben war.

De la Chambre selbst erscheint uns als ein Mann von sehr schwachen Kräften: es ist weder Tiefe in seinen Konzeptionen, noch Scharfsinn in seinen Kontroversen. Er nimmt vier Arten Licht in der Natur an; die erste sei das innere, radikale, gewissen Körpern wesentliche, das Licht der Sonne, der Sterne, des Feuers; das andre ein äußeres, abgeleitetes, vorübergehendes, das Licht der von jenen Körpern erleuchteten Gegenstände. Nun gibt es, nach seiner Lehre, noch andre Lichter, die vermindert und geschwächt sind und nur einige Teile jener Vollkommenheit besitzen, das sind die Farben. Man sieht also, daß von einer Seite eine Bedingung zugegeben werden muß, die das Licht schwächt, und daß man von der andern wieder dem Lichte eine Eigenschaft zuschreibt, gleichsam ohne Bedingung geschwächt sein zu können. Wir wollen übrigens dem Verfasser in seiner Deduktion folgen.

Erster Artikel. Daß das äußre Licht von derselben Art sei wie das radikale. Nachdem er Wirkung und Ursache getrennt, welche in der Natur völlig zusammenfallen, so muß er sie hier wieder verknüpfen und also seine Einteilung gewissermaßen wieder aufheben.

Zweiter Artikel. Daß die apparenten Farben nichts anders als das Licht selbst seien. Auch hier muß er das Mittel, wodurch das Licht durchgeht, als Bedingung voraussetzen; diese Bedingung soll aber nichts als eine Schwächung hervorbringen.

Dritter Artikel. Das Licht vermische sich nicht mit der Dunkelheit (obscurité). Es ist ja aber auch nicht von der Dunkelheit die Rede, sondern von dem Schatten, mit welchem das Licht sich auf manche Weise verbinden, und der unter gewissen Umständen zur Bedingung werden kann, daß Farben erscheinen, so wie bei den Doppelbildern schattengleiche Halbbilder entstehen, welche eben in den Fall kommen können farbig zu sein. Alles übrige schon oft Gesagte wollen wir hier nicht wiederholen.

Vierter Artikel. Das Licht vermische sich nicht mit dem Düstern (opacité). Bei dem prismatischen Falle, wovon er spricht, mag er zwar in gewissem Sinne recht haben: denn die Farben entstehen nicht aus dem einigermaßen Düstern des Prismas, sondern an dem zugleich gewirkten Doppelbilde. Hat man aber die Lehre vom Trüben recht inne, so sieht man, wie das, was man allenfalls auch düster nennen könnte, nämlich das nicht vollkommen Durchsichtige, das Licht bedingen kann, farbig zu erscheinen.

Fünfter Artikel. Daß das Licht, indem es sich in Farbe verwandelt, seine Natur nicht verändere. Hier wiederholt er nur die Behauptung: die Farben seien bloß geschwächte Lichter.

Sechster Artikel. Welche Art von Schwächung das Licht in Farbe verwandle. Durch ein Gleichnis, vom Ton hergenommen, unterscheidet er zwei Arten der Schwächung des Lichtes: die erste vergleicht er einem Ton, der durch die Entfernung geschwächt wird, und das ist nun seine dritte Art Licht; die zweite vergleicht er einem Ton, der von der Tiefe zur Höhe übergeht und durch diese Veränderung schwächer wird, dieses ist nun seine vierte Art Licht, nämlich die Farbe. Die erste Art möchte man eine quantitative und die zweite eine qualitative nennen, und dem Verfasser eine Annährung an das Rechte nicht ableugnen. Am Ende, nachdem er die Sache weitläuftig auseinander gesetzt, zieht er den Schluß, daß die Farben nur geschwächte Lichter sein können, weil sie nicht mehr die Lebhaftigkeit haben, welche das Licht besaß, woraus sie entspringen. Wir geben gern zu, daß die Farben als geschwächte Lichter angesehen werden können, die aber nicht aus dem Licht entspringen, sondern an dem Licht gewirkt werden.

Siebenter Artikel. Daß die apparenten und die fixen Farben beide von einerlei Art seien. Daß die sämtlichen Farben, die physiologischen apparenten und fixen, untereinander in der größten Verwandtschaft stehen, wäre Torheit zu leugnen. Wir selbst haben diese Verwandtschaft in unserm Entwurfe abzuleiten und, wo es nicht möglich war, sie ganz durchzuführen, sie wenigstens anzudeuten gesucht.

Achter Artikel. Daß die fixen Farben nicht vom Sonnenlichte herkommen. Er streitet hier gegen diejenigen, welche die Oberfläche der Körper aus verschieden gestalteten Teilchen zusammensetzen und von diesen das Licht verschiedenfarbig zurückstrahlen lassen. Da wir den fixen Farben einen chemischen Ursprung zugestehen und eine gleiche Realität wie andern chemischen Phänomenen, so können wir den Argumenten des Verfassers beitreten. Uns ist Lackmus in der Finsternis so gut gelbrot als der zugemischte Essig sauer, ebenso gut blaurot als das dazugemischte Alkali fade. Man könnte, um es hier im Vorbeigehen zu sagen, die Farben der Finsternis auch intentionell nennen: sie haben die Intention ebenso gut, zu erscheinen und zu wirken, als ein Gefangner im Gefängnis, frei zu sein und umher zu gehen.

Neunter Artikel. Daß die Farben keine Flammen seien. Dieses ist gegen den Plato gerichtet, der indessen, wenn man seine Rede gleichnisweise nehmen will, der Sache nahe genug kommt; denn der Verfasser muß ja im Zehnten Artikel behaupten: daß die fixen Farben innerliche Lichter der Körper seien. Was hier zur Sprache kommt, drückt sich viel besser aus durch die später von Delaval hauptsächlich urgierte notwendige Bedingung zum Erscheinen der fixen Farben, daß sie nämlich einen hellen Grund hinter sich haben müssen, bis zu dem

das auffallende Licht hindurchdringt, durch die Farbe zum Auge zurückkehrt, sich mit ihr gleichsam tingiert und auf solche Weise spezifisch fortwirkt. Das gleiche geschieht beim Durchscheinen eines ursprünglich farblosen Lichtes durch transparente farbige Körper oder Flächen. Wie nun aber dies zugehe, daß die den Körpern angehörigen Lichter durch das radikale Licht aufgeweckt werden, darüber verspricht uns der Verfasser in seinem Kapitel von der Wirkung des Lichtes zu belehren, wohin wir ihm jedoch zu folgen nicht ratsam finden. Wir bemerken nur noch, daß er in seinem Elften Artikel nun die vier verschiedenen Lichter fertig hat, nämlich das Licht, das den leuchtenden Körpern angehört, dasjenige, was sie von sich abschicken, das Licht, das in den fixen Farben sich befindet, und das, was von diesen als Wirkung, Gleichnis, Gleichartiges, Spezies, espèce abgesendet wird. Dadurch erhält er also zwei vollkommene und völlig radikale, den Körpern eigene, sowie zwei geschwächte und verminderte äußerliche und vorübergehende Lichter.

Auf diesem Wege glaubt er nun dem Licht oder den Lichtern, ihrem Wesen und Eigenschaften näher zu dringen, und schreitet nun im zweiten Kapitel des ersten Buchs zur eigentlichen Abhandlung. Da jedoch das, was uns interessiert, nämlich seine Gesinnung über Farbe, in dem ersten Kapitel des ersten Buchs völlig ausgesprochen ist, so glauben wir ihm nicht weiter folgen zu müssen, um so weniger, als wir schon den Gewinn, den wir von der ganzen Abhandlung haben könnten, nach dem bisher Gesagten zu schätzen imstande sind.

Isaac Vossius

geboren 1618, gestorben 1689

Sohn und Bruder vorzüglicher Gelehrten und für die Wissenschaften tätiger Mensch. Frühe wird er in alten Sprachen und den damit verbundenen Kenntnissen unterrichtet. In ihm entwickelt sich eine leidenschaftliche Liebhaberei zu Manuskripten. Er bestimmt sich zum Herausgeber alter Autoren und beschäftigt sich vorzüglich mit geographischen und astronomischen Werken. Hier mag er empfinden, wie notwendig zu Bearbeitung derselben Sachkenntnisse gefordert werden; und so nähert er sich der Physik und Mathematik. Weite Reisen befördern seine Naturanschauung.

Wie hoch man seine eigenen Arbeiten in diesem Fache anzuschlagen habe, wollen wir nicht entscheiden. Sie zeugen von einem hellen Verstand und ernsten Willen. Man findet darin originelle Vorstellungsarten, welche uns Freude machen, wenn sie auch mit den unsrigen nicht übereinstimmen. Seine Zeitgenossen, meist Descartes' Schüler, sind übel mit ihm zufrieden und lassen ihn nicht gelten.

Uns interessiert hier vorzüglich sein Werk De lucis natura et proprietate. Amstelodami 1662; wozu er später einen polemischen Nachtrag herausgegeben. Wie er über die Farben gedacht, lassen wir ihn selbst vortragen.

Im 23. Kapitel: Alle einfachen Körper seien durchsichtig.

"Opak, das heißt undurchsichtig, werden alle Körper genannt, die gefärbt sind und das Licht nicht durchlassen. Genau genommen ist eigentlich nichts vollkommen durchsichtig als der leere Raum, indem die meisten Körper, ob sie gleich klar erscheinen, eben weil sie gesehen werden, offenbar etwas von Undurchsichtigkeit an sich haben."

24. Kapitel: Die Farben seien kein Licht, und woher sie entspringen

"Daß also einige Körper durchsichtig, andre aber opak erscheinen, dieses rührt von nichts anderm als von der Beimischung der Farbe her. Wenn es keine Farben gäbe, so würde alles durchsichtig oder weiß aussehen. Es gibt keinen Körper, er sei flüssig oder fest und dicht, der nicht sogleich durchsichtig würde, sobald man die Farbe von ihm trennt. Daher ist die Meinung derer nicht richtig, welche die Farbe ein modifiziertes Licht nennen, da dem Lichte nichts so entgegen ist als die Farbe. Wenn die Farben Licht in sich hätten, so würden sie auch des Nachts leuchten, welches doch nicht der Fall ist."

"Ursache und Ursprung der Farben daher kommt allein von dem Feuer oder der Wärme. Wir können dieses daran sehen, daß in kalten Gegenden alles weiß ist, ja selbst die Tiere weiß werden, besonders im Winter. Die Weiße aber ist mehr der Anfang der Farben als Farbe selbst."

"An heißen Orten hingegen findet sich die ganze Mannigfaltigkeit der Farben. Was auch die Sonne mit ihren günstigen Strahlen bescheint, dieses nimmt sogleich eine angenehme und erfreuliche Färbung an. Findet sich auch in kalten Gegenden manchmal etwas Gefärbtes, so ist es doch nur selten und schwach und deutet mehr auf ein Bestreben einer abnehmenden Natur als ihre Macht und Gewalt an, wie denn ein einziges indisches Vögelchen eine größere Farbenmannigfaltigkeit leistet als das sämtliche Vögelgeschlecht, das norwegische und schwedische Wälder bevölkert. Ebenso verhält sich's mit den übrigen Tieren, Pflanzen und Blumen; denn in jenen Gegenden findest du nicht einmal die Täler mit leuchtenden und lebhaften Farben geschmückt, man müßte sie denn durch Kunst hervorbringen oder der Boden müßte von einer besondern Beschaffenheit sein. Gelangt man weiter nach Norden, so begegnet einem nichts als Graues und Weißes. Deswegen nehmen wir an: die Ursache der Farben sei das Verbrennen der Körper."

25. Kapitel: Die Materie der Farben rühre von der Eigenschaft des Schwefels her

"Der Grundstoff der Farben schreibt sich nirgends anders her als von dem Schwefel, der einem jeden Körper beige mischt ist. Nach dem verschiedenen Brennen dieses Elements entstehen auch die verschiedenen Farben: denn der natürliche Schwefel, solange er weder Wärme noch Feuer erfahren hat, ist durchsichtig; wird er aufgelöst, dann nimmt er verschiedene Farben an und verunreinigt die Körper, denen er beigemischt ist. Und zwar erscheint er zuerst grün, dann gelb, sodann rot, dann purpurfarb, und zuletzt wird er schwarz. Ist aller Schwefel erschöpft und verzehrt, dann lösen sich die Körper auf, alle Farbe geht weg und nichts bleibt als eine weiße oder durchsichtige Asche; und so ist die Weiße der Anfang aller Farben und das Schwarze das Ende. Das Weiße ist am wenigsten Farbe; das Schwarze hingegen am meisten. Und nun wollen wir die einzelnen Arten und Stufen der Farbe durchgehen."

66. Kapitel: Die Ordnung der Farben

"Die erste Farbe daher, wenn man es Farbe nennen kann, ist das Weiße. Dieses tritt zunächst an das Durchsichtige, und da alle Körper von Natur durchsichtig sind, so kommt hier zuerst das Düstre (opacitas) hinzu, und der Körper wird sichtbar bei dem geringsten Lichte, auch wenn der Schwefel nicht schmilzt, den wir jedem Körper zugeschrieben haben. Denn jeder durchsichtige Körper, wenn er zerrieben wird, so daß eine Verschiedenheit der Oberflächen entsteht, erscheint sogleich weiß, und es ist ganz einerlei, ob die Materie fest oder flüssig gewesen. Man verwandle Wasser zu Schaum oder Glas in Pulver, so wird sich die Durchsichtigkeit sogleich in das Weiße verwandeln. Und zwar ist dieses die erste Art des Weißen, und wenn du sie allein betrachtest, so kann man die Weiße nur uneigentlich zu den Farben zählen. Denn wenn du die einzelnen Körperchen und ihre kleinsten Oberflächen be-

sonders ansiehst, so bleibt ihnen die Durchsichtigkeit, und bloß die Stellung, die Lage der Körper betriegt den Anblick."

"Aber eine andre Art des Weißen gibt es, wenn in einem durchsichtigen Körper durch Einwirkung des Lichtes und der Wärme die zarteren Teile des Schwefels schmelzen und angezündet werden: denn da auf diese Weise die Körper austrocknen und dünner werden, so folgt daraus, daß auch verschiedene neue Oberflächen entstehen, und auf diese Art werden durchsichtige Dinge, auch ehe die Tinktur des Schwefels hinzutritt, weiß. Denn es ist eine allgemeine Regel, daß jeder klein zerstückte Körper weiß werde, und umgekehrt, daß jeder weiße Körper aus kleinen durchsichtigen Teilen bestehe."

"Zunächst an der Weiße folgen zwei Farben, das blässere Grün und das Gelbe. Ist die Wärme schwach, die das, was schweflicht ist, in den Körpern auflösen soll, so geht das Grüne voraus, welches roher und wäßriger ist als das Gelbe. Verursacht aber die Wärme eine mächtigere Kochung, so tritt sogleich nach dem Weißen ein Gelbes hervor, das reifer ist und feuriger. Folgt aber auf diese Art das Gelbe dem Weißen, so bleibt kein Platz mehr für das Grüne. Denn auch in den Pflanzen wie in andern Körpern, wenn sie grün werden, geht das Grüne dem Gelben voraus."

"In welcher Ordnung man auch die Farben zählt, so ist die mittlere immer rot. Am mächtigsten ist hier das flammende Rot, und dieses entsteht nicht aus dem Weißen und Schwarzen, sondern es ist dem Schwefel seinen Ursprung schuldig. Und doch lassen sich aus dem Roten, dem Weißen und Schwarzen alle Farben zusammensetzen."

"Entsteht nämlich eine größere Verbrennung der Körper und des Schwefels, so erscheint die Purpur- und blaue Farbe, deren Mischung bekannt ist. Die Grenze der Farbe jedoch, sowie die letzte Verbrennung ist die Schwärze. Dieses ist die letzte Tinktur des Schwefels und seine letzte Wirkung. Hierauf folgt die Auflösung der Körper. Wenn aber der Schwefel erschöpft und die Feuchtigkeit aufgezehrt ist, so bleibt nichts als die weiße und durchsichtige Asche. Gibst du dieser die Feuchtigkeit und den Halt wieder, so kehren die Körper in ihren ersten Zustand zurück."

"In denjenigen Flammen, wie sie täglich auf unserm Herde aufsteigen, ist die entgegengesetzte Ordnung der Farben. Denn je dunkler die Tinktur des Schwefels in der Kohle ist, desto reiner und weißer steigt die Flamme auf. Jedoch ist die Flamme, die zuerst aufsteigt, wegen beigemischten Unrats, dunkel und finster; dann wird sie purpurfarb, dann rötet sie sich und wird gelb. Fängt sie an, weiß zu werden, so ist es ein Zeichen, daß Schwefel und brennbare Materien zu Ende gehen."

"Es gibt aber weder eine völlig schwarze, noch völlig weiße Flamme. Wird sie zu sehr verdunkelt, dann ist es Rauch, nicht Flamme; wird sie zu sehr weiß, so kann sie auch nicht länger bestehen, da ihr der Schwefel ausgeht."

"Und so glaub' ich, ist deutlich genug, warum verschiedene Körper, nach der verschiedenen Tinktur des Schwefels, sich auf eine verschiedene Weise gefärbt sehen lassen, und ich hoffe, hier werden mir die Chemiker nicht entgegen sein, die, ob sie gleich, wie überhaupt, also auch von den Farben, sehr verworren und rätselhaft sprechen, doch nicht viel von dem, was wir bisher ausgesprochen, abzuweichen scheinen."

27. Kapitel: Wie die apparenten Farben erzeugt werden

"Nun ist aber eine andere Frage zu beantworten, welche verwickelter und schwerer ist: woher nämlich die Farben kommen, welche von ihren Körpern gewissermaßen abgesondert

sind, welche man die apparenten nennt, wie die Farben des Regenbogens, der Morgenröte und die, welche durch gläserne Prismen sich ausbreiten. Aus dem, was wir gesagt haben, erhellt, wie mich dünkt, genugsam, daß die Flamme jederzeit der Farbe des Schwefels folgt und alle Farben zuläßt, außer dem Schwarzen und dem völlig Weißen. Denn der Schwefel enthält wohl die beiden Farben, aber eigentlich in der Flamme können sie nicht sein. Weiß zwar erscheinen zarte Flämmchen; wenn sie es aber vollkommen wären und nicht noch etwas von anderer Farbe zugemischt hätten, so wären sie durchsichtig und würden kein Licht oder ein sehr schwaches verbreiten. Daß aber eine Flamme schwarz sei, ist gegen die Vernunft und gegen die Sinne."

"Dieses festgesetzt, fahr' ich fort: wie die Farbe des Schwefels in der verbrennlichen Materie, so ist auch die Farbe der Flammen, wie aber die Flamme, so ist auch das Licht, das von ihr ausgebreitet wird; da aber die Flamme alle Farben enthält und begreift, so ist notwendig, daß das Licht dieselbe Eigenschaft habe. Deswegen sind auch in dem Licht alle Farben, obgleich nicht immer sichtbar. Denn wie eine mächtige Flamme weiß und einfärbig erscheint, wenn man sie aber durch einen Nebel oder andern dichten Körper sieht, verschiedene Farben annimmt, auf eben diese Weise bekleidet sich das Licht, ob es gleich unsichtbar oder weiß ist, wenn es durch ein gläsernes Prisma oder durch eine feuchte Luft durchgeht, mit verschiedenen Farben."

"Ob nun gleich in dem reinen Licht keine Farben erscheinen, so sind sie demungeachtet wahrhaft in dem Licht enthalten. Denn wie ein größeres Licht einem geringeren schadet, so verhindert auch ein reines Licht, das verdunkelte Licht zu sehen. Daß aber ein jedes Licht Farben mit sich führe, kann man daraus folgern, daß, wenn man durch eine Glaslinse oder auch nur durch eine Öffnung Licht in eine dunkle Kammer fallen läßt, sich auf einer entfernten Mauer oder Leinwand alle Farben deutlich zeigen, da doch an den Kreuzungspunkten der Strahlen und an den Stellen, die der Linse allzunah sind, keine Farben, sondern das bloße Licht erscheint."

"Da nun aber das Licht Form und Bild des Feuers ist, welche aus dem Feuer nach allen Seiten hinstrahlen, so sind auch die Farben, die das Licht mitbringt, Formen und Bilder der Farben, welche wahrhaft und auf eine materielle Weise sich in dem Feuer befinden, von dem das Licht umhergesendet wird."

"Wie aber Flamme und Feuer, je schwächer sie sind, ein desto schwächeres Licht von sich geben, so auch nach Gesetz und Verhältnis der wahren und materialisierten Farbe, die in der Flamme ist, wachsen und nehmen ab die apparenten Farben im Lichte."

"Und wie nun bei abnehmender Flamme auch das Licht geschwächt wird, so verschwindet auch die apparente Farbe, wenn die wahre Farbe abnimmt. Deswegen wirft das gläserne Prisma bei Nacht oder bei schwachem Lichte keine Farben umher, es gibt keine farbigen Phänomene, die Mondscheinregenbogen sind blaß, nichts erscheint irgend feurig oder von einer andern deutlichen Farbe tingiert."

"So wie auch keine Flamme vollkommen schwarz oder weiß ist, so sind auch keine apparenten Farben weiß oder schwarz, sondern so wie bei der Flamme, so auch im Lichte sind das Gelbe und Blaue die Grenzen der Farbe."

"Und hieraus, wenn ich nicht irre, ergibt sich deutlich, was die wahre, permanente und fixe Farbe sei, desgleichen die vergängliche, unstäte, die sie auch apparent nennen. Denn die wahre Farbe ist ein Grad, eine Art der Verbrennung in irgendeinem Körper; die apparente Farbe aber ist ein Bild einer wahren Farbe, das man außer seiner Stelle sieht. Wie man aber auch die wahren Farben mit den apparenten zusammenhalten und vergleichen will, so wer-

den sie sich immer wie Ursache zu Ursache und wie Wirkung zu Wirkung verhalten, und was den fixen Farben begegnet, wird auch den Bildern, welche von denselben erzeugt werden, geschehen. Trifft dieses manchmal nicht vollkommen ein, so ereignet sich's wegen der Lage und Gestalt der Körper, wodurch die Bilder durchgeführt und fortgepflanzt werden."

Hier sehen wir also einige Jahre früher, als Newton sich mit diesem Gegenstande beschäftigt, seine Lehre völlig ausgesprochen. Wir streiten hier nicht mit Isaac Vossius, sondern führen seine Meinung nur historisch an. Die Tendenz jener Zeit, den äußeren Bedingungen ihren integrierenden Anteil an der Farbenerscheinung abzusprechen und ihnen nur einen anregenden, entwicklenden Anstoß zuzuschreiben, dagegen alles im Lichte schon im voraus zu synthesieren, zusammenzufassen, zu verstecken und zu verheimlichen, was man künftig aus ihm hervorholen und an den Tag bringen will, spricht sich immer deutlicher aus, bis zuletzt Newton mit seinen Ibilitäten hervortritt, den Reihen schließt und, obgleich nicht ohne Widerspruch, dieser Vorstellungsart den Ausschlag gibt. Wir werden in der Folge noch Gelegenheit haben, anzuzeigen, was noch alles vorausgegangen, um Newtons Lehre den Weg zu bahnen; können aber hier nicht unbemerkt lassen, daß schon Matthäus Pankl, in seinem Compendium Institutionum physicarum, Posoniae 1793, unsern Isaac Vossins für einen Vorläufer Newtons erklärt, indem er sagt: "Den Alten war das Licht das einfachste und gleichartigste Wesen. Zuerst hat Isaac Vossius vermutet, die Mannigfaltigkeit der Farben, die wir an den Körpern wahrnehmen, komme nicht von den Körpern, sondern von Teilchen des Lichts her."

Franciscus Maria Grimaldi

geboren 1613, gestorben 1663

Er stammte aus einem alten berühmten Geschlechte und zwar von dem Zweige desselben, der zu Bologna blühte. Er scheint seine erste Bildung in den Jesuitenschulen erhalten zu haben; besonders befleißigte er sich der Mathematik und der damals innigst mit ihr verbundenen Naturlehre.

Nachdem er in den Orden getreten, ward er Professor der Mathematik zu Bologna und zeigte sich als einen in seinem Fache sehr geübten Mann, kenntnisreich, scharfsinnig, fleißig, pünktlich, unermüdet. Als einen solchen rühmt ihn Riccioli in der Dedikation seines Almagest und preist ihn als einen treuen Mitarbeiter. Sein Werk, wodurch er uns bekannt, wodurch er überhaupt berühmt geworden, führt den Titel: Physico- Mathesis de Lumine, Coloribus et Iride, Bononiae 1665. Man bemerke, daß auch hier nur des Lichts und nicht des Schattens erwähnt ist, und erwarte, daß Grimaldi sich als ein solcher zeigen werde, der die Farbenerscheinungen aus dem Licht entwickelt.

Hier haben wir nun das dritte Werk in unserm Fache, das sich von einem jesuitischen Ordensgeistlichen herschreibt. Wenn Aguilonius sorgfältig und umständlich, Kircher heiter und weitläuftig ist, so muß man den Verfasser des gegenwärtigen Buchs höchst konsequent nennen. Es ist reich in Absicht auf Erfahrungen und Experimente, ausführlich und methodisch in seiner Behandlung, und man sieht wohl, daß der Verfasser in allen Subtilitäten der Dialektik sehr geübt ist.

Vor allem aber ist zu bemerken, daß Form und Darstellung problematisch, ja ironisch sind, welches einer so ernsten folgerechten Arbeit eine ganz wunderliche Wendung gibt. Galilei hatte sich schon einer ähnlichen Wendung bedient, in den Dialogen, wegen welcher er von

den Jesuiten so heftig verfolgt wurde. Hier bedient sich ein Jesuit, nach etwa zwan zig Jahren, desselben Kunstgriffs. Im ersten Buch, das 472 gespaltene Quartseiten stark ist, tut er alles mögliche, um zu zeigen, daß das Licht eine Substanz sei; im zweiten Buch, welches nur 63 gespaltene Seiten enthält, widerlegt er scheinbar seine vorige Meinung und verklausuliert diese Widerlegung aufs neue der gestalt, daß er sie völlig vernichtet. Auch darf man nur die Vorrede des Ganzen und den Schluß des er sten Teils lesen, so fällt seine Absicht schon deutlich genug in die Augen. Bei allen diesen Verwahrungen zaudert er, das Werk herauszugeben, das bei seinem Tode völlig fertig liegt, wie es denn auch drei Jahre nach demselben, und soviel sich bemerken läßt, ohne Verstümmlung erscheint.

Indem er nun das Licht als Substanz behandelt, so finden wir ihn auf dem Wege, auf dem wir Cartesius, De la Chambre und Vossius wandeln sahen, nur be tritt er denselben mit mehr Ernst und Sicherheit und zugleich mit mehr Vorsicht und Zartheit. Seine Natur kenntnis überhaupt ist höchst schätzenswert. Erfah rungen und Versuche, diese Gegenstände betreffend, sind vor ihm von keinem so vollständig zusammenge bracht worden, Freilich stellt er sie alle zurecht, um seine Erklärungsart zu begründen, doch kann man ihm nachsagen, daß er keine Erfahrung, keinen Ver such entstelle, um ihn seiner Meinung anzupassen. Das Licht ist ihm also eine Substanz, im physi schen Sinne eine Flüssigkeit, die er jedoch aufs äußer ste zu verfeinern sucht. Durch Beispiele und Gleich nisse will er uns von der Zartheit eines so subtilen materiellen Wesens, das gleichsam nur wie ein geisti ger Aushauch wirkt, überzeugen. Er führt die Lehre vom Magneten zu diesem Zwecke umständlich durch, bringt die Fälle von unendlicher Teilbarkeit der Farbe, äußerster Duktilität der Metalle und derglei chen vor, nimmt den Schall, und was er sonst noch brauchen kann, zu Hülfe, um unsre Kenntnisse durch Erinnerungen auf einen Punkt zu sammeln und unsre Einbildungkraft anzuregen.

Man hatte bisher drei Arten, in welchen sich das Licht verbreite, angenommen: die direkte, refrakte, reflexe, wozu er noch die inflexe hinzusetzt, welche er sogleich in Rücksicht seiner hypothetischen Zwecke die diffrakte nennt.

Jene verschiednen Arten der Lichtfortpflanzung zu erklären und andere dabei vorkommende Phänomene auszulegen gibt er seiner feinen Flüssigkeit eine ver schiedene innere Disposition. Und so wird denn die sem wirksamen Wesen ein Fließen (fluidatio), ein Wogen (undulatio, undatio), ein Regen und Bewegen (agitatio), ein Wälzen (volutatio) zugeschrieben.

Durchsichtigen Körpern wird eine continua porositas zugeeignet, welches eigentlich eine contradictio in adiecto ist, woran sich erkennen läßt, wie leicht man mit Worten das Unmögliche und Ungehörige als ein Mögliches, Verständiges und Verständliches mitteilen könne. Die undurchsichtigen Körper haben auch mannigfaltige wunderliche Oberflächen, die das Licht verschiedentlich zurückwerfen, deshalb er sich denn verteidigen muß, daß seine Lehre mit der Lehre der Atomisten nicht zusammenfalle, welches ihm auch ernst zu sein scheint.

In jenen Poren und Irrgängen, wunderlichen Aus- und Einwegen, Schlupflöchern und andern mannigfaltigen Bestimmungen, müdet sich nun das Licht auf oben beschriebene Weise gewaltig ab und erleidet eine Zerstreuung (dissipatio), Zerbrechung (diffractio), Zerreißung (disscissio) und natürlicherweise auch eine Trennung (separatio); dabei denn auch gelegentlich eine Anhäufung (glomeratio) stattfindet.

Wir bemerken hier im Vorbeigehen, daß einer Zerstreuung des Lichtes schon bei den Griechen erwähnt wird. Dort ist es aber nur ein empirischer naiver Ausdruck, der eine oft vorkommende Erscheinung von hin- und widergeworfenem, geschwächtem Lichte, so gut er kann, bezeichnen soll. Bei Grimaldi hingegen sollen die mannigfaltigen Versuren des Lichtes

das Innere dieses zarten unbegreiflichen Wesens aufschließen und uns von seiner Natur dogmatisch belehren.

Die Farben werden also, nach Grimaldi, bei Gelegenheit der Refraktion, Reflexion und Inflexion bemerkt; sie sind das Licht selbst, das nur auf eine besondre Weise für den Sinn des Gesichts fühlbar wird. Doch geht der Verfasser auch wohl so weit, daß er im Licht bestimmte Arten der Farbe annimmt und also die Newtonische Lehre unmittelbar vorbereitet.

Alle Farben sind ihm wahr und entspringen auf einerlei Weise; doch läßt er, um sie erklären zu können, den Unterschied zwischen dauernden und vorübergehenden Farben einstweilen zu, und um jene auch in vorübergehende zu verwandeln, benutzt er auf eine sehr geschickte Weise die Versatilität der chemischen Farben.

Was übrigens den Apparat betrifft, so bedient er sich öfters der kleinen Öffnung im Fensterladen, die sich eigentlich von der die äußern Gegenstände innerlich abbildenden Camera obscura herschreibt. Die prismatischen Phänomene kennt er meistens, wie er denn auch auf die längliche Gestalt des Farbenbildes unsere Aufmerksamkeit hinlenkt. Unter seiner theoretischen Terminologie finden wir auch schon Strahlenbündel. Da ihm manche Erfahrungen und Versuche, die erst später bekannt geworden, in der Reihe seines Vortrags abgehen, so zeigen sich in demselben Lücken und Sprünge und gar manches Unzulängliche, das ihm aber nicht zu Schulden kommt. Den Regenbogen mit seinen Umständen und Bedingungen fahrt er sorgfältig aus; die Farben desselben weiß er nicht abzuleiten.

Robert Boyle

geboren 1627, gestorben 1691

Die Scheidung zwischen Geist und Körper, Seele und Leib, Gott und Welt war zustande gekommen. Sittenlehre und Religion fanden ihren Vorteil dabei: denn indem der Mensch seine Freiheit behaupten will, muß er sich der Natur entgegensetzen; indem er sich zu Gott zu erheben strebt, muß er sie hinter sich lassen, und in beiden Fällen kann man ihm nicht verdenken, wenn er ihr so wenig als möglich zuschreibt, ja wenn er sie als etwas Feindseliges und Lästiges ansieht. Verfolgt wurden daher solche Männer, die an eine Wiedervereinigung des Getrennten dachten. Als man die teleologische Erklärungsart verbannte, nahm man der Natur den Verstand; man hatte den Mut nicht, ihr Vernunft zuzuschreiben und sie blieb zuletzt geistlos liegen. Was man von ihr verlangte, waren technische, mechanische Dienste, und man fand sie zuletzt auch nur in diesem Sinne faßlich und begreiflich.

Auf diese Weise läßt sich einsehen, wie das zarte, fromme Gemüt eines Robert Boyle sich für die Natur interessieren, sich zeitlebens mit ihr beschäftigen und doch ihr weiter nichts abgewinnen konnte, als daß sie ein Wesen sei, das sich ausdehnen und zusammenziehen, mischen und sondern lasse, dessen Teile, indem sie durch Druck, Stoß gegeneinander arbeiten und sich in die verschiedensten Lagen begeben, auch verschiedene Wirkungen auf unsre Sinne hervorbringen.

In die Farbenlehre war er von der chemischen Seite hereingekommen. Er ist der erste seit Theophrast, der Anstalt macht, eine Sammlung der Phänomene aufzustellen und eine Übersicht zu geben. Er betreibt das Geschäft nur gelegentlich und zaudert, seine Arbeit abzuschließen; zuletzt, als ihm eine Augenkrankheit hinderlich ist, ordnet er seine Erfahrungen, so gut es gehen will, zusammen, in der Form als wenn er das Unvollständige einem jungen Freunde zu weiterer Bearbeitung übergäbe. Dabei möchte er zwar gern von einer Seite das Ansehen haben, als wenn er nur Erfahrungen zusammenstellte, ohne eben dadurch eine

Hypothese begründen zu wollen; allein er ist von der andern Seite aufrichtig genug, zugestehen, daß er sich zur korpuskularen mechanischen Erklärungsart hinneige und mit dieser am weitesten auszulangen glaube. Er bearbeitet daher das Weiße und Schwarze am ausführlichsten, weil freilich bei diesem noch am ersten ein gewisser Mechanismus plausibel werden dürfte. Was aber die eigentlich farbigen Phänomene der Körper, sowie was die apparenten Farben betrifft, bei diesen geht er weniger methodisch zu Werke, stellt aber eine Menge Erfahrungen zusammen, welche interessant genug sind und nach ihm immer wieder zur Sprache gekommen. Auch haben wir sie, insofern wir es für nötig erachtet, in unserm Entwurfe, nach unserer Weise und Überzeugung aufgeführt.

Der Titel dieses Werkes in der lateinischen Ausgabe, der wir gefolgt sind, ist: Experimenta et considerationes de coloribus seu initium historiae experimentalis de Coloribus a Roberto Boyle. Londini 1665.

Seine ganze Denkart, seine Vorsätze, sein Tun und Leisten wird aus dem fünften Kapitel des ersten Teiles am klärsten und eigentlichsten erkannt, welches wir denn auch übersetzt hier einschalten.

Des ersten Teils fünftes Kapitel

I. "Es gibt, wie du weißt, mein Pyrophilus, außer jenen veralteten Meinungen von den Farben, die man schon längst verworfen hat, gar verschiedene Theorien, deren jede zu unserer Zeit von bedeutenden Männern in Schutz genommen wird. 1. Denn die peripatetischen Schulen, ob sie gleich wegen der besonderen Farben unter sich nicht ganz eins sind, kommen doch alle darin überein: die Farben seien einwohnende und wirkliche Eigenschaften, welche das Licht nur offenbare, nicht aber sie hervorzubringen etwas beitrage. 2. Alsdann gibt es unter den Neueren einige, die mit geringer Veränderung die Meinung Platons annehmen, und wie er die Farbe für eine Art Flamme hält, die aus den kleinsten Körperchen bestehe, welche von dem Objekt gleichsam ins Auge geschleudert worden und deren Figur mit den Poren des Auges sich in Übereinstimmung befinde; so lehren sie, die Farbe sei ein innres Licht der helleren Teile des Gegenstandes, welches durch die verschiedenen Mischungen der weniger leuchtenden Teile verdunkelt und verändert worden. 3. Nun gibt es andere, welche einigen der alten Atomisten nachfolgen und die Farbe zwar nicht für eine leuchtende Emanation, aber doch für einen körperlichen Ausfluß halten, der aus dem gefärbten Körper hervortritt. Aber die gelehrteren unter ihnen haben neulich ihre Hypothese verbessert, indem sie anerkannten und hinzufügten: es sei etwas äußeres Licht nötig, um diese Körperchen der Farbe zu reizen und anzuregen und sie zum Auge zu bringen. 4. Eine bedeutendere Meinung der neuern Philosophen ist sodann: die Farben entspringen aus einer Mischung des Lichts und der Finsternis oder vielmehr des Lichts und der Schatten, und diese Meinung ließe sich denn wohl gewissermaßen mit der vorhergehenden vereinigen. 5. Was die Chemiker betrifft, so schreibt die Menge derselben den Ursprung der Farben dem Prinzip des Schwefels in den Körpern zu, ob ich gleich finde, daß einige ihrer Anführer die Farben mehr vom Salz als vom Schwefel herleiten, ja andere sogar von dem dritten Elementarprinzip, dem Merkur. 6. Von des Cartesius Nachfolgern brauch' ich dir nicht zu sagen, daß sie behaupten, die Empfindung des Lichtes werde von einem Anstoß hervorgebracht, welcher auf die Organe des Sehens von sehr kleinen und festen Kügelchen gewirkt wird, welche durch die Poren der Luft und andrer durchsichtiger Körper durchdringen können. Daraus versuchen sie denn auch, die Verschiedenheit der Farben zu erklären, indem sie die verschiedenen Bewegungen dieser Kügelchen und die Proportion der Bewegung zu der Rotation um ihren Mittelpunkt beachten, wodurch sie nämlich geschickt werden sollen, den optischen Nerven auf mancherlei Weise zu treffen, so daß man dadurch verschiedene Farben gewahr werden könne."

II. "Außer diesen sechs vornehmsten Hypothesen kann es noch andre geben, mein Pyrophilus, die, obschon weniger bekannt, doch ebenso gut als diese deine Betrachtung verdienen. Erwarte aber nicht, daß ich sie gegenwärtig umständlich durcharbeite, da du den Zweck dieser Blätter und die mir vorgesetzte Kürze kennest. Deswegen will ich nur noch einiges im allgemeinen bemerken, was sich auf den Traktat, den du in Händen hast, besonders bezieht."

III. "Und zwar gesteh' ich dir zuerst, daß ich, obgleich die Anhänger der gedachten verschiedenen Hypothesen durch eine jede besonders und ausschließlich die Farben erklären und hiezu weiter keine Beihülfe annehmen wollen, was mich betrifft, zweifle: ob irgendeine dieser Hypothesen, wenn man alle andern ausschließt, der Sache genug tue. Denn mir ist wahrscheinlich, daß man das Weiße und Schwarze durch die bloße Reflexion, ohne Refraktion anzunehmen, erklären könne, wie ich es in nachstehender Abhandlung vom Ursprunge des Schwarzen und Weißen zu leisten gesucht habe. Da ich aber nicht habe finden können, daß durch irgendeine Mischung des Weißen und wahrhaft Schwarzen (denn hier ist nicht von einem Blauschwarz die Rede, welches viele für das echte halten) daß, sage ich, je daraus Blau, Gelb, Rot, geschweige denn die übrigen Farben könnten erzeugt werden; da wir ferner sehen, daß diese Farben durchs Prisma und andre durchsichtige Körper hervorzubringen sind mit Beihülfe der Brechung: so scheint es, man müsse die Brechung auch zu Hülfe nehmen, um einige Farben zu erklären, zu deren Entstehung sie beiträgt, weil sie auf eine oder die andre Weise den Schatten mit dem gebrochenen Lichte verbindet, oder auf eine Art, die wir gegenwärtig nicht abhandeln können. Scheint es nun einigen wahrscheinlich, daß die Poren der Luft und anderer durchsichtiger Körper durchaus mit solchen Kügelchen angefüllt sind, wie die Cartesianer voraussetzen, und daß zugleich die verschiedenen Bewegungsarten dieser Kügelchen in vielen Fällen von Bedeutung sind, um das verschiedene Gewahrwerden der Farbe bei uns zu bewirken, so läßt sich auch ohne diese Kügelchen, die man nicht so leicht beweisen kann, vorauszusetzen, überhaupt mit Wahrscheinlichkeit annehmen: das Auge könne mannigfaltig affiziert werden nicht allein von ganzen Lichtstrahlen, die darauf fallen, und zwar als solchen, sondern auch von der Ordnung derselben und dem Grade der Geschwindigkeit, und daß ich mich kurz fasse, nach der Art und Weise, wie die Teilchen, woraus die einzelnen Strahlen bestehen, zu dem Sinn gelangen, dergestalt daß, welche Figur auch jene kleinen Körper haben, aus denen die Lichtstrahlen bestehen, sie nicht allein durch ihre Geschwindigkeit oder Langsamkeit der Entwicklung oder Rotation im Fortschreiten, sondern noch mehr durch ihre absolute Schnelligkeit, ihre direkte oder wogende Bewegung und andre Zufälligkeiten, welche ihren Stoß aufs Auge begleiten können, geschickt sind, verschiedenartige Eindrücke zu erregen."

IV. "Zweitens muß ich dich, wegen dieser und ähnlicher Betrachtungen, mein Pyrophilus, bitten, daß du diese kleine Abhandlung ansehest, nicht als eine Dissertation, die geschrieben sei, um eine der vorstehenden Hypothesen ausschließlich vor allen andern zu verteidigen, oder eine neue, welche mein wäre, dafür aufzustellen; sondern als einen Anfang einer Geschichte der Farben, worauf, wenn sie erst durch dich und deine geistreichen Freunde bereichert worden, eine gründliche Theorie könne aufgebaut werden. Weil aber diese Geschichte nicht bloß als Katalog der darin überlieferten Sachen anzusehen ist, sondern auch als ein Apparat zu einer gründlichen und umfassenden Hypothese, hielt ich es der Sache gemäß, so meine ganze Dissertation zu stellen, daß ich sie zu jenem Zweck so brauchbar machte, als es sich wollte tun lassen. Deswegen zweifelte ich nicht, dir zu bezeugen, ich sei geneigt gewesen, sowohl dir die Arbeit zu ersparen, verschiedene unzulängliche Theorien, die dich niemals zu deinem Zweck führen würden, selbst zu erforschen, als überhaupt deine Untersuchungen zu vereinfachen, weshalb ich mir zweierlei zum Augenmerk nahm, einmal daß ich gewisse Versuche aufzeichnete, welche durch Hülfe begleitender Betrachtungen und Erinnerungen dir dienen könnten, die Schwäche und Unzulänglichkeit der gemeinen peripatetischen Lehre und der gegenwärtig mit noch mehr Beifall aufgenommenen Theorie

der Chemiker von den Farben einzusehen. Denn da diese beiden Lehren sich festgesetzt haben, und zwar die eine in den meisten Schulen, die andre aber bei den meisten Ärzten und andern gelehrten Männern, deren Leben und Berufsart nicht erlaubt, daß sie die eigentlichsten ersten und einfachsten Naturanfänge gewissenhaft untersuchten, so glaubt' ich wenig Nützliches zu leisten, wenn ich nicht etwas täte, die Unzulänglichkeit dieser Hypothesen offenbar zu machen. Deswegen ich denn zweitens unter meine Versuche diejenigen in größerer Zahl aufgenommen, welche dir zeigen mögen, daß ich jener Meinung geneigt bin, welche behauptet, die Farbe sei eine Modifikation des Lichtes, wodurch ich dich anlocken wollen, diese Hypothese weiter auszubilden und dahin zu erheben, daß du vermittelst derselben die Erzeugung der besondern Farben erklären könnest, wie ich bemüht gewesen, sie zur Erklärung des Weißen und Schwarzen anzuwenden."

V. "Zum dritten aber, mein Pyrophilus, ob dieses zwar gegenwärtig die Hypothese ist, die ich vorziehe, so schlage ich sie doch nur im allgemeinen Sinne vor, indem ich nur lehre: die Lichtstrahlen werden von den Körpern, woher sie zurückgeworfen oder gebrochen zum Auge kommen, modifiziert und bringen so jene Empfindung hervor, welche wir Farbe zu nennen pflegen. Ob aber diese Modifikation des Lichts geschehe, indem es mit den Schatten gemischt wird, oder durch ein verschiedenes Verhältnis der Bewegung und Rotation der Kügelchen des Cartesius, oder auf irgendeine andre Weise, dies unterstehe ich mich nicht hier auszumachen. Viel weniger unterstehe ich mich anzugeben, ja ich glaube nicht einmal alles Wissensnötige zu wissen, um dir oder auch mir selbst eine vollkommene Theorie des Sehens und der Farben zu überliefern. Denn erstlich, um dergleichen zu unternehmen, müßte ich zuvor einsehen, was das Licht sei, und wenn es ein Körper ist, und das scheint es wohl oder doch die Bewegung eines Körpers zu sein, aus was für einer Art Körperchen nach Größe und Figur es bestehe, mit welcher Geschwindigkeit sie vorschreiten und sich um ihre Mittelpunkte bewegen; hernach möchte ich die Natur der Brechung erkennen, welche von den geheimsten ist, wenn du sie nicht scheinbar, sondern gründlich erklären willst, die ich nur in der Naturlehre gefunden habe. Dann möchte ich wissen, welche Art und welcher Grad der Vermischung der Finsternis oder der Schatten bei Refraktionen und Reflexionen oder durch beide geschehe, auf den oberflächlichen Teilen der Körper, welche erleuchtet immer nur eine Farbe zeigen, die blaue, gelbe, rote. Dann wünscht' ich unterrichtet zu sein, warum die Verbindung des Lichtes und Schattens, welche zum Beispiel von dem Häutchen einer reifen Kirsche gewirkt wird eine rote Farbe zeige, nicht aber eine grüne, und das Blatt desselben Baums mehr eine grüne als eine rote Farbe. Zuletzt auch, warum das Licht, das zu solchen Farben modifiziert ist, wenn es nur aus Körperchen besteht, welche gegen die Retina oder das Mark des optischen Nerven bewegt werden, nicht bloß ein Stechen, sondern eine Farbe hervorbringe, da doch die Nadel, wenn sie das Auge verwundet, keine Farbe, sondern einen Schmerz hervorbringen würde. Dies und anderes wünscht' ich zu wissen, ehe ich glaubte, die wahre und vollkommene Natur der Farben erkannt zu haben. Daher, ob ich gleich durch die Versuche und Betrachtungen, die ich in diesem Büchelchen überliefre, einigermaßen meine Unwissenheit in dieser Sache zu mindern gesucht habe und es für viel besser halte, etwas als gar nichts zu entdecken, so nehme ich mir doch nur vor, durch die Versuche, welche ich darlege, wahrscheinlich zu machen, daß sich einige Farben sehr wohl durch die hier überlieferte Lehre im allgemeinen erklären lassen. Denn so oft ich mich auf eine ins einzelne gehende und genaue Erklärung des Besondern einlassen soll, empfinde ich die große Dunkelheit der Dinge, selbst die nicht ausgenommen, die wir nicht anders zu Gesicht bekommen, als wenn sie erleuchtet werden, und ich stimme Scaligern bei, wenn er von der Natur der Farbe handlend spricht: die Natur verbirgt diese sowie andre Erscheinungen in die tiefste Dunkelheit des menschlichen Unwissens."

So unverkennbar auch aus dem Vortrage Boyles die Vorliebe, gewisse Farbenphänomene mechanisch zu erklären, erhellt, so bescheiden drückt er sich doch gegen andere Theorien und Hypothesen aus, so sehr empfindet er, daß noch andre Arten von Erklärungen, Ablei-

tungen möglich und zulässig wären; er bekennt, daß noch lange nicht genug vorgearbeitet sei, und läßt uns zuletzt in einem schwankenden zweifelhaften Zustande.

Wenn er nun von einer Seite, durch die vielfachen Erfahrungen, die er gesammlet, sich bei den Naturforschern Ansehen und Dank erwarb, so daß dasjenige, was er mitgeteilt und überliefert, lange Zeit in der Naturlehre Wert und Gültigkeit behielt, in allen Lehrbüchern wiederholt und fortgepflanzt wurde, so war doch von der andern Seite seine Gesinnung viel zu zart, seine Äußerungen zu schwankend, seine Forderungen zu breit, seine Zwecke zu unabsehlich, als daß er nicht hätte durch eine neu eintretende ausschließende Theorie leicht verdrängt werden können, da ein lernbegieriges Publikum am liebsten nach einer Lehre greift, woran es sich festhalten und wodurch es aller weitern Zweifel, alles weitern Nachdenkens bequem überhoben wird.

Hooke

geboren 1635 gestorben 1703

Er ist mehr ein emsiger als ein fleißiger Beobachter und Experimentator zu nennen. Er blickt überall um sich her, und seine unruhige Tätigkeit verbreitet sich über die ganze Naturlehre. Man muß ihm zugestehen, daß er gute Entdeckungen gemacht, Entdecktes glücklich bearbeitet habe; doch ist er kein theoretischer Kopf, nicht einmal ein methodischer.

Die Lehre von Licht und Farben ist ihm manches schuldig. Er beobachtet die brechende Kraft des Eises, bemerkt mit Grimaldi die Ablenkung des Lichtes und tut Vorschläge, wie man die Sonne anschauen könne, ohne geblendet zu werden; richtet eine tragbare Camera obscura zu bequemerer Abzeichnung ein und bemüht sich ums reflektierende Teleskop.

Seine Farbenlehre ist freilich barock. Er nimmt nur zwei Farben an, Blau und Rot; diese sollen durch schiefe oder ungleiche Erschütterung aufs Auge erregt werden. Seitdem Descartes die Lehre von dem Lichte materialisiert und mechanisiert hatte, so können sich die Denker nicht wieder aus diesem Kreise herausfinden: denn diejenigen, welche Licht und Farben nicht materiell nehmen wollen, müssen doch zur mechanischen Erklärung greifen, und so schwankt die Lehre immerfort in einem unfruchtbaren Raume, sie mag sich nach der dynamischen oder atomistischen Seite neigen.

Das Kapitel der Farben, die wir epoptische genannt haben, ist ihm mancherlei schuldig. Er macht auf den Versuch mit den Seifenblasen aufmerksam, auf die farbigen Kreise im russischen Glase und zwischen den aneinandergedruckten Glasplatten. Doch konnte er diese Erscheinungen nicht zusammenbringen noch rubrizieren.

Was von ihm als Sekretär der Londoner Sozietät und als Gegner Newtons zu sagen ist, wird künftig beigebracht werden.

Nicolaus Malebranche

geboren 1638, gestorben 1715

Réflexions sur la lumière et les couleurs et la génération du feu par le Père Malebranche. Mémoires de l'Académie royale 1699.

"Die Philosophie hat das Joch der Autorität völlig abgeworfen, und die größten Philosophen überreden uns nur noch durch ihre Gründe. So scharfsinnig auch das System über das Licht von Herrn Descartes sein mag, so hat es doch der Pater Malebranche verlassen, um ein andres aufzustellen, das nach dem System des Tones gebildet ist, und diese Ähnlichkeit selbst kann für die Wahrheit desselben zeugen bei solchen, welchen bekannt ist, wie sehr die Natur, was die allgemeinen Prinzipien betrifft, gleichförmig sei."

"Man ist überzeugt, daß der Ton hervorgebracht wird durch das Zittern oder Schwingen unmerklicher Teile des klingenden Körpers. Größere oder kleinere Schwingungen, das heißt solche, welche größere oder kleinere Bogen desselben Kreises machen, begeben sich für die Empfindung in gleichen Zeiten, und die Töne, welche sie hervorbringen, können nicht unterschieden sein, als daß sie stärker oder schwächer sind. Die stärkern werden durch die größeren Schwingungen hervorgebracht, die schwachen durch die kleineren. Gesetzt aber, es entstehe zu gleicher Zeit eine größere Anzahl Schwingungen in einem Körper als in einem andern, so werden diejenigen, welche in größerer Zahl entstehen, weil sie gedrängter und sozusagen lebhafter sind, von einer verschiedenen Art sein als die andern. Die Klänge also sind auch der Art nach verschieden, und das ist, was man die Töne nennt. Die schnellsten Vibrationen bringen die hohen Töne her vor und die langsamsten die tiefen. Diese Grundsätze, welche von allen Philosophen angenommen werden, lassen sich leicht auf das Licht und die Farben anwenden. Alle die kleinsten Teile eines leuchtenden Körpers sind in einer sehr schnellen Bewegung, welche von Augenblick zu Augenblick durch sehr lebhafte Erschütterungen die ganze äußerst zarte, bis zum Auge reichende Materie zusammendrückt und in ihr, nach Pater Malebranche, Schwingungen des Drucks hervorbringt. Sind diese Schwingungen größer, so erscheint der Körper leuchtender oder mehr erhellt; sind sie schneller oder langsamer, so ist er von dieser oder jener Farbe; und daher kommt, daß der Grad des Lichtes gewöhnlich nicht die Art der Farben verändert und daß sie bei stärkerer oder schwächerer Beleuchtung immer als dieselben erscheinen, obgleich mehr oder weniger lebhaft. Können nun diese Schwingungen, welche zu gleicher Zeit hervorgebracht werden, aber an Zahl verschieden sind, nach aller möglichen Art von Zahlenverhältnissen verschieden sein, so kann man deutlich erkennen, daß aus dieser unendlichen Verschiedenheit der Verhältnisse auch die Verschiedenheit der Farben entstehen muß und daß die verschiedensten Farben auch aus den verschiedensten und am weitsten von der Gleichheit entfernten Verhältnissen entspringen müssen; zum Beispiel wenn ein gefärbter Körper vier Schwingungen des Drucks auf die zarte Materie hervorbringt, indessen ein andrer nur zwei, so wird er an Farbe davon verschiedener sein, als wenn er nur drei Schwingungen machte."

"Man hat in der Musik die Verhältnisse der Zahlen bestimmt, welche die verschiedenen Töne hervorbringen; aber es läßt sich nicht hoffen, daß dieses auch bei den Farben gelinge."

"Die Erfahrung belehrt uns, daß, wenn man einige Zeit die Sonne oder einen andern sehr erleuchteten Gegenstand angesehen und darauf das Auge schließt, man erst Weiß sieht, sodann Gelb, Rot, Blau, endlich Schwarz; daher man denn folgerecht schließen kann, vorausgesetzt, daß diese Ordnung immer dieselbige sei, daß die Farben, welche zuerst erscheinen, durch schnellere Schwingungen hervorgebracht werden, weil die Bewegung, welche auf der Netzhaut durch den leuchtenden Gegenstand gewirkt wird, sich immerfort vermindert."

"Bei dieser Gelegenheit erzählte Herr Homberg der Akademie eine Erfahrung, die er über die Ordnung und die Folge der verschiedenen Farben gemacht hatte. Er nahm nämlich ein Glas, das von beiden Seiten rauh und deshalb wenig durchsichtig war. Er brachte es vor eine Öffnung und ließ es vom Lichte bescheinen. Indem er nun durch das Glas hindurch sah, konnte er draußen nur die weißen Gegenstände bemerken, keineswegs aber die von einer andern Farbe. Nun polierte er ein wenig das Glas und sah nun das Weiße besser, wo-

bei sich das Gelbe zu zeigen anfing. Je mehr er nun das Glas glättete, wurden die übrigen Farben in folgender Ordnung sichtbar: Gelb, Grün, Rot, Blau und Schwarz."

"Nach dem System des Herrn Descartes wird das Licht durch die Kügelchen des zweiten Elements fortgepflanzt, welche die zarte Materie des leuchtenden Körpers in grader Linie fortstößt. Was aber die Farben bildet, ist der Umstand, daß diese Kügelchen, außer der direkten Bewegung, bestimmt sind sich zu drehen, und daß aus der verschiedenen Verbindung der direkten und zirkelnden Bewegung die verschiedenen Farben entstehen. Da aber diese Kügelchen nach gedachtem System hart sein müßten, wie kann nun dasselbige Kügelchen zu gleicher Zeit sich auf verschiedene Art herumwälzen, welches doch nötig sein müßte, wenn die verschiedenen Strahlen, welche verschiedene Farben nach dem Auge bringen, sich in einem Punkte kreuzen sollten, ohne sich zu verwirren und zu zerstören, welches sie doch nicht tun, wie uns die Erfahrung lehrt."

"Deswegen hat der Pater Malebranche an die Stelle dieser harten Kügelchen kleine Wirbel von subtiler Materie gesetzt welche sich leicht zusammendrücken lassen und an ihren verschiedenen Seiten auf verschiedene Weise zusammengedrückt werden können: denn so klein man sie sich auch denkt, so haben sie Teile, denn die Materie ist ins Unendliche teilbar, und die kleinste Sphäre kann sich auf allen Punkten mit der größten, die man sich denken mag, berühren."

Johann Christoph Sturm

geboren 1635 gestorben 1703

Physica electiva sive hypothetica. Norimbergae 1697.

Die Lehre von den Farben behandelt er wie die übrigen Rubriken. Erst bringt er ohne sonderliche Ordnung und Methode die Phänomene vor, wie sie ihm die Schriftsteller überlieferten; dann die Meinungen der Alten und Neuern, jedoch keineswegs vollständig; zuletzt wählt er sich aus alle dem bisher Gesagten und Theoretisierten dasjenige, womit er sich notdürftig über die Erscheinungen hinaus zu helfen glaubt. Es ist überall nur Druck und Papier und nirgends Natur. Wie sehr wäre zu wünschen gewesen, daß ein geistreicher Mann diese Arbeit übernommen und seinen Nachfolgern durchgreifender vorgearbeitet hätte.

Funccius

De coloribus coeli. Ulmae 1716. Eine frühere Ausgabe von 1705 ist mir nicht zu Gesicht gekommen.

Daß etwas Schattiges zum Lichte oder zum Hellen hinzutreten müsse, damit Farben entstehen können, hatte Kircher sehr umständlich zur Sprache gebracht. Einer seiner Zeitgenossen, Honoratus Fabri, gleichfalls Jesuit, ist von derselben Überzeugung durchdrungen. Er wendet sich aber, um die Sache näher zu bestimmen und die verschiedenen Farben entstehen zu lassen, zu einer quantitativen Erklärung, auf welche Aristoteles schon hingedeutet, und nimmt an, daß vom Weißen das reine gedrängte Licht zurückstrahle, daß Rot aus gleichen Teilen von Licht und Schatten bestehe, Gelb aus zwei Teilen Licht und einem Teil Schatten, Blau aus zwei Teilen Schatten und einem Teile Licht.

Auf demselben Wege geht Funccius, indem er von den atmosphärischen Farben handelt. Unsere Leser, denen bekannt ist, wie sich die meisten farbigen Himmelserscheinungen kürz-

lich und bequem aus der Lehre von den trüben Mitteln herleiten lassen, möchten sich wohl wundern, wie ein ganzes Büchlein darüber zu schreiben gewesen.

Der Verfasser geht freilich etwas umständlich zu Werke. Erst leitet er, wie seine Vorgänger, die farbigen Erscheinungen von einer Verbindung des Hellen und Dunkeln, von einer Vermählung des Lichts mit dem Schatten, sodann die atmosphärischen von einer Wirkung der Sonne auf Nebel und Wolken her. Allein der notwendige Gegensatz, wodurch an der einen Seite das Gelbe, an der andern das Blaue nahe bis an den Purpur gesteigert werden, war ihm nicht deutlich geworden. Er sah wohl ein, daß vom Gelben bis zum Purpur und rückwärts eine Art von quantitativem Verhältnis stattfinde; aber er wollte auf eben diesem Wege über den Purpur hinaus ins Blaue, um so mehr, als wirklich die Sonne auf der höchsten Stufe der Mäßigung ihres Lichtes durch trübe Dünste eine Art von bläulichem Schein anzunehmen genötigt werden kann. Allein es gelang ihm die Ableitung der schönen Himmelsbläue nicht, und sein ganzes Werk wird dadurch unzulänglich. Er polemisiert mit sich selbst und andern, keineswegs zwecklos und ungeschickt, aber weder stringent noch glücklich.

Da er sich von der quantitativen Steigerung überzeugt hat, so fängt er an, die Farben mit Zahlen und Brüchen auszudrücken, wodurch denn der Vortrag nur krauser wird, ohne daß für die Behandlung selbst der mindeste Gewinn entspränge.

Lazarus Nuguet

Französischer Priester, wahrscheinlich Jesuit, beschäftigte sich überhaupt mit Physik und ließ in das sogenannte Journal de Trevoux April 1705., p. 675 einen Aufsatz über Farben einrücken, den wir übersetzt und mit einigen Anmerkungen begleitet mitteilen. Das Wahre, was er enthält, ist, wie so manches andere, was in diesem Journal Platz gefunden, beiseite gedrängt worden, weil diese in vielen Stücken parteiische Zeitschrift sich einer mächtigern Partei, der akademischen, entgegensetzte.

So wird im Journal des Savans, im Supplement zum Juli 1707, der Beschreibung eines neuen Thermometers gedacht, welche Nuguot 1706 herausgegeben, worin er sich über die Erfindung vielleicht mit allzu großer Selbstgefälligkeit mochte geäußert haben. Man persifliert sein Thermometer, und bei dieser Gelegenheit auch sein Farbensystem, wobei man, um seine etwaigen Verdienste herabzusetzen, ihm die Ehre der Erfindung abspricht und bemerkt, daß Honoratus Fabri schon das Ähnliche behauptet, als wenn es nicht verdienstlich genug wäre, ein richtiges Aperçu aufzufassen, das andre schon gehabt, und das, was sie bis auf einen gewissen Grad gefördert, weitet auszuarbeiten und auf den rechten Punkt hinzuführen. Wir wollen ihn vor allen Dingen selbst hören.

Nuguets Farbensystem

"Um mich einmal gründlich von der wahrhaften Ursache der Farben und von dem, was ihren Unterschied macht, zu unterrichten, glaubte ich nichts Besseres tun zu können, als deshalb die Natur zu befragen, indem ich mit Sorgfalt die vorzüglichsten Veränderungen bemerkte, die sich zeigen, wenn Farben hervortreten und wechseln, damit ich nachher ein System feststellen könnte, das auf gründlichen Untersuchungen ruhte, welche klar und unzweideutig die Wahrheit bezeugten. Und so bemerkte ich"

"Erstlich, daß alle Farben in der Finsternis verschwanden. Daraus war ich berechtigt zu schließen, daß das Licht zu den Farben wesentlich erforderlich sei."

"Zweitens, daß keine Farben entstehen in einem völlig durchsichtigen Mittel, so sehr es auch erleuchtet sei, eben weil darin nichts zugegen ist als Licht ohne Schatten. Daraus mußte ich schließen, daß der Schatten ebenso wesentlich den Farben sei als das Licht."

"Drittens bemerkte ich, daß verschiedene Farben entstehen gerade in der Gegend, wo Licht und Schatten sich verschiedentlich vermischen, zum Beispiel wenn die Lichtstrahlen auf irgendeinen dunklen Körper fielen oder durch das dreiseitige Prisma durchgingen. Daher schloß ich sogleich, daß die Farben einzig und allein aus der Vermischung des Lichtes und des Schattens, und ihre Verschiedenheit aus der Verschiedenheit dieser beiden entspringen."

"Ferner um zu bestimmen, worin jede Farbe besonders bestehe, so stellte ich mancherlei Versuche an, aus denen man nicht allein erkennt, worin ganz genau jede Urfarbe von allen andern unterschieden ist, sondern die auch zugleich ganz unumstößlich beweisen, daß die Farben nichts anders sind als Schatten und Licht zusammengemischt. Hier sind nun die vorzüglichsten."

I. "Wenn ich durch ein Brennglas mehrere Lichtstrahlen auf ein schwarzes Tuch versammelte, so bemerkte ich, daß der Ort, wo die Strahlen sich vereinigten, merklich weiß erschien; dagegen aber, wenn ich eine Flasche voll Wasser zwischen ein angezündetes Licht und ein weiß Papier setzte, so erschienen die Stellen des Papiers, wo nur wenig Strahlen zusammenkamen, schwarz. Daraus zieh' ich die Folge, daß das Weiße aus Lichtstrahlen bestand, die wenig oder gar keinen Schatten enthielten; das Schwarze dagegen aus reinem Schatten oder doch nur mit wenig Licht vermischt; sodann überzeugte ich mich, daß Schwarz und Weiß die erste Materie aller Farben sei, aber daß sie, um eigentlich zu reden, selbst nicht wirkliche Farben seien."

II. "Wenn man ein Glas roten Wein auf ein weiß Papier setzt und dann eine brennende Kerze dergestalt richtet, daß ihr Licht durch den Wein geht und sich auf irgendeinem Fleck des Papiers endigt, so wird man daselbst ein sehr glänzendes Rot sehen; nähert man aber diesem Rot ein andres brennendes Licht, so wird es merklich gelb. Ebenso verwandelt sich das Rot des prismatischen Farbenbildes, das glänzend und tief an einem schattigen Orte ist, sogleich in Gelb, wenn man das Bild auf einen Fleck fallen läßt, auf den die Strahlen der Sonne unmittelbar auffallen. Daraus konnte ich schließen, daß das Rot mehr Schatten und weniger Licht enthalte denn das Gelbe."

III. "Wenn man durch einen Brennspiegel mehrere Sonnenstrahlen zusammenzieht und sie auf ein prismatisches Farbenbild wirft, das man vorher in einem mittelmäßig erhellten Zimmer durch ein Prisma sehr glänzend farbig hervorgebracht, so verschwinden diese Farben sogleich; welches ganz deutlich beweist, daß die ursprünglichen Farben notwendigerweise einen gewissen Anteil Schatten mit sich führen, der, wenn er durch die häufig auf diese Farbe versammelten Strahlen zerstreut und aufgehoben wird, sie auch sogleich verschwinden läßt."

IV. "Nimmt man fünf Blätter Papier von fünf verschiedenen Farben, nämlich ein violettes, blaues, rotes, grünes und gelbes, und man stellt sie übereinander in verschiedenen Reihen an einen Ort, wohin man das prismatische Farbenbild bringen kann; so wird man deutlich sehen, daß das Rote dieses Farbenbildes dunkler und tiefer ist auf dem violetten Papier als auf dem blauen, auf dem blauen mehr als auf dem roten, auf dem roten mehr als auf dem grünen, auf dem grünen mehr als auf dem gelben. Diese Erfahrung, die ich sehr oft mit demselbigen Erfolg wiederholt habe, ist ein überzeugender Beweis, daß das Violette mehr Schatten als das Blaue, das Blaue mehr als das Rote, das Rote mehr als das Grüne, das

Grüne mehr als das Gelbe in sich enthalte. Denn eine Farbe verfinstert sich nur nach Maßgabe des Schattens, mit dem sie sich vermischt."

V. "Hat man acht auf die Art und Weise, wie die Lichtstrahlen durchs Prisma hindurchgehen, auf die Brechungen, welche diese Strahlen erleiden, auf die Schatten, die eine natürliche Folge dieser Brechungen sind, so bemerkt man, daß das Gelbe des prismatischen Farbenbildes mehr Licht und weniger Schatten als alle übrigen Farben enthält, das Grüne mehr Licht und weniger Schatten als das Blaue, das Blaue mehr Licht und weniger Schatten als das Violette, das Violette mehr Schatten und weniger Licht als alle übrigen Farben des Prismas. Denn die Erfahrung hatte mich gelehrt, daß das Rote und Violette von beiden Seiten durch Strahlen hervorgebracht wurde, die unmittelbar von Schatten umgeben waren, verursacht durch Brechungen, welche diese Strahlen beim Durchgang durchs Prisma erlitten hatten; mit dem einzigen Unterschied, daß diejenigen Strahlen, welche das Violette verursachten, durch die Brechung sich dem Schatten näherten, an den sie anstießen, an statt daß diejenigen, die das Rote bildeten, sich durch die Brechung vom Schatten entfernten, der sie unmittelbar umgab. Daher schloß ich, a) daß die Strahlen, welche das Violette hervorbringen, mehr Schatten enthalten als diejenigen, die das Rote bilden, weil diese sich durch die Wirkung der Refraktion vom Schatten entfernen, der sie umgab, anstatt daß sich die andern dem Schatten annäherten, der ihnen unmittelbar nach der Brechung nahe lag. Ich folgerte, b) daß das Gelbe weniger Schatten enthalte als das Rote, das Blaue weniger als das Violette; c) daß das Grüne, das nur ein Gemisch des Gelben und Blauen ist, weniger Schatten enthalte als das Blaue und mehr als das Gelbe; d) endlich, daß das Violette mehr Schatten enthalte als keine andre Farbe, weil es durch Strahlen gebildet war, die sich der Brechung gemäß gegen den Schatten bewegten, der ihnen unmittelbar begegnete. Diese kurze und natürliche Erklärung der prismatischen Farben ist augenscheinlich bekräftigt durch folgenden Versuch, der so angenehm als leicht auszuführen ist."

VI. "Um diesen Versuch zu machen, wählte ich die Zeit, als die Sonne auf Häuser traf, die dem Fenster einer ziemlich dunklen Kammer, wo ich mich damals befand, entgegenstanden, dergestalt, daß die zurückgeworfenen Sonnenstrahlen die eine Seite des Fensters bedeutender erhellten als die andre. Auf einen Tisch, der nicht weit von der Öffnung stand, legte ich sodann ein weißes Papier, worauf das Licht der zwei Zurückstrahlungen fiel. Nachdem ich das Fenster geschlossen hatte, erhob ich meine Hand ein wenig über das Papier, um auf beiden Seiten Schatten zu erregen, und sogleich bemerkte ich auf dem Papier vier deutliche Farben: Gelb, Blau, Grün und Violett. Das Gelbe erschien jedesmal an der Stelle, wo das stärkste Licht sich mit dem schwächsten Schatten verband, das heißt auf der Seite der stärksten Widerstrahlung; das Blau dagegen zeigte sich nur an der Stelle, wo das schwächste Licht sich mit dem stärksten Schatten vereinigte, das heißt an der Seite der geringsten Widerstrahlung; das Violette zeigte sich immer an der Stelle, wo die Schatten der zwei Widerstrahlungen zusammenliefen; und das Grüne entstand durch die Vermischung des Gelben und Blauen. Alle diese Farben entstanden nur aus den verschiedenen Vermischungen von Licht und Schatten, wie es offen bar ist, und sie verschwanden sogleich, nachdem die Sonne aufgehört hatte, auf die Häuser zu leuchten, die dem Zimmer, wo ich den Versuch machte, entgegenstunden, obgleich sonst der Tag noch sehr hell war. Um nun aufs neue dieselben Farben wieder darzustellen, ohne daß man Zurückstrahlungen der Sonne von ungleicher Kraft nötig hätte, nahm ich ein angezündetes Licht und ein Buch in Quart, das mir Schatten auf das Papier gäbe, um verschiedene Mischungen des Tageslichts und seines Schattens mit dem Kerzenlicht und dessen Schatten hervorzubringen: denn ich vermutete, daß auch hier sich Farben zeigen müßten, welches mir vollkommen gelang. Denn das Tageslicht und der Schatten des Kerzenlichtes bildeten Blau durch ihr Zusammentreffen; der Schatten des Tageslichts und das Licht der Kerze brachten das Gelbe hervor, und wenn man sodann das Gelbe mit dem Blauen verband, welches sehr leicht war, so entstand ein sehr deutlich Grün."

"Diese drei letzten Versuche beweisen ganz klar: einmal daß die Farben in nichts anderem bestehen als in Mischung von Licht und Schatten und ihre Verschiedenheit in der Verschiedenheit der Mischungen, die man machen kann; sodann, daß das Violette von den andern ursprünglichen Farben sich dadurch unterscheidet, daß es mehr Schatten hat als die übrigen; das Gelbe, daß es weniger Schatten hat als die andern; das Grüne, daß es mehr Schatten hat als das Gelbe und weniger als alle übrigen; das Rote, daß es mehr Schatten enthält als Gelb und Grün, weniger als Blau und Violett; das Blaue zuletzt, daß es weniger Schatten enthält als das Violette und mehr als die übrigen ursprünglichen Farben. Und weil in diesen drei Versuchen dieselbigen Farben immer entsprangen durch dieselbigen Mischungen von Schatten und Licht, und da sie sogleich verschwanden, wenn jene beiden aufgehoben waren, so sehen wir darin eine überzeugende Probe von der Wahrheit des vorgeschlagenen Systems."

"Und da man in diesem System eine sichre Ursache der Natur der Farben überhaupt und einer jeden ursprünglichen besonders angeben kann, so ist es unnötig, zu unbekannten Ursachen seine Zuflucht zu nehmen, wie zum Beispiel die stärkeren oder schwächeren Schwingungen einer subtilen Materie oder die verschiedenen Umdrehungen der kugelartigen Materie, welches bloße Fiktionen des Geistes sind, die keinen Grund in der Natur haben und deren Existenz weder vom Pater Malebranche, dem Erfinder der ersten, noch von Descartes, dem Erfinder der andern, ist dargetan worden."

"Aus allem Vorhergesagten folgt also, daß alle Farben aus Gelb und Blau zusammengesetzt sind: denn das Grüne ist nur eine Vermischung von Gelb und Blau, wie denn gelbes und blaues Glas aufeinander gelegt ein Grünes hervorbringt; das Rote ist nur ein Gelb mit Schatten gemischt, wie es früher bewiesen worden; das Violette ist nur eine Mischung von vielem Blau mit wenig Rot, wie man erfahren kann, wenn man mehrere blaue Gläser und ein rotes zusammenlegt. Weil aber das Blau selbst nur eine Mischung von Schatten und wenigem Licht, das Gelbe eine Mischung von vielem Licht und wenigem Schatten ist, wie wir oben gezeigt haben, so ist offenbar, daß alle Farben ursprünglich von dem Schwarzen und Weißen herkommen, oder was einerlei ist, von Licht und Schatten."

"Weil man aber das Wort Farbe in verschiedenem Sinne nimmt, so betrachten wir, um alle Zweideutigkeit zu vermeiden, die Farben unter vier verschiedenen Bedingungen, nämlich im gefärbten Gegenstande, im durchsichtigen Mittel, im Sehorgan und in der Seele."

"Die Farben in dem gefärbten Gegenstande sind nach dem aufgestellten System alles dasjenige, was Gelegenheit gibt, daß sich auf erforderliche Weise Licht und Schatten zu Farben verbinden, es mögen nun die Körper, welche zu solchen Vermischungen Gelegenheit geben, durchsichtig oder undurchsichtig sein."

"Die Farben, betrachtet in dem Mittel, wodurch sie zu uns gelangen, bestehen auch in Verbindung des Schattens und des Lichtes, oder welches dasselbe ist, in den verschiedenen Entfernungen der Lichtstrahlen bezüglich untereinander."

"Die Farben von der Seite des Organs sind nichts anders als eine Erschütterung von mehr oder weniger Nervenfasern, die sich in der Proportion voneinander entfernen, wie die Entfernung der Lichtstrahlen untereinander war, welche die Retina erschütterten."

"Endlich die Farben in Bezug auf die Seele bestehen in verschiedenen Perzeptionen der Seele, welche verursacht werden durch die Erschütterungen von mehr oder weniger Nervenfasern des Auges."

"Dieses vorausgesetzt, so läßt sich nach unserm System gar leicht von einer Erfahrung Rechenschaft geben, welche der Pater Malebranche vorbringt, um das seinige zu bestärken, das auf nichts als auf die Analogie der Farbe mit den Tönen gegründet ist. Diese Erfahrung besteht darin, daß wenn jemand, nachdem er in die Sonne gesehen und also der optische Nerve stark erschüttert worden, sodann die Augen schließt oder sich an einen dunklen Ort begibt, ihm in einer Folge verschiedene Farben erscheinen, erst Weiß, dann Gelb und so fort Rot, Blau und Schwarz. Denn die Erschütterungen, welche auf verschiedene Fasern des optischen Nerven erregt worden, endigen nach und nach, eine nach der andern, und so wird der optische Nerv immer in weniger Teilen erschüttert sein, je mehr Zeit verflossen ist, als man die Augen zugedrückt hat; und darin besteht die Folge und die Abwechselung der Farben, die man alsdann sieht. Ich weiß nicht, wie der Pater Malebranche dieses Beispiel anführen mochte, um die Verschiedenheit der Farben durch Analogie mit den Tönen zu erklären. Denn ein Ton bleibt immer derselbe, auf derselben Violinsaite, ob er gleich immer unmerklich schwächer wird."

"Zum Schlusse will ich hier zu bemerken nicht unterlassen, daß die Erfahrung welche, Boyle vom nephritischen Holze erzählt und welche Herr Pourchot gleichfalls wiederholt, sehr unsicher, dabei aber nicht so selten sei, als diese Philosophen glauben."

"Die Erfahrung besteht darin, daß man eine Nacht über eine gewisse Portion nephritischen Holzes, mit reinem Brunnenwasser übergossen, stehen läßt und mit diesem Aufgusse sodann ein rundes gläsernes Gefäß anfüllt. Dieses Gefäß soll, nach dem Bericht obgedachter beider Beobachter, gelb erscheinen, wenn es sich zwischen dem Auge des Betrachters und dem äußern Lichte befindet; blau hingegen, wenn das Auge zwischen das Licht und die Flasche gebracht wird. Ich habe diesen Versuch öfters und fast auf alle mögliche Weise gemacht, ohne auch nur irgend etwas zu bemerken, was dem Blauen sich einigermaßen näherte. Wohl zeigte sich das Wasser gelb, aber auch Stroh würde es gelb machen, wenn man davon eine Infusion bereitete. Herr Polinière, Doktor der Arzneikunst, hat mich versichert, daß er diesen Versuch gleichfalls ohne den mindesten Erfolg vorgenommen habe. Aber wenn er auch richtig wäre, so wäre es nichts Außerordentliches: denn gewisse kleine gläserne Geschirre, deren man sich bedient, um Konfitüren hineinzutun, haben alle jene Eigenschaften, welche die Herren Boyle und Pourchot ihrem nephritischen Holze zuschreiben. Vielleicht kamen diese verschiedenen Farben, die sie in ihrem Aufgusse wollen gesehen haben, bloß von der Flasche, welche vielleicht ein Glas von der Art war, wie ich eben erwähnte; welches denn ein bedeutender Irrtum sein würde."

Betrachtungen über vorstehende Abhandlung

Wenn der denkende Geschichtsforscher mit Betrübnis bemerken muß, daß Wahrheit so wenig als Glück einen dauerhaften Sitz auf der Erde gewinnen können, da dieses mit manchem Unheil, jene mit manchem Irrtum beständig abzuwechseln hat, so ist es ihm desto erfreulicher zu sehen, wenn die Wahrheit auch in Zeiten, wo sie nicht durchdringen kann, nur gleichsam eine Protestation einlegt, um ihre Rechte wo nicht zu behaupten, doch zu verwahren.

Mit dieser vergnüglichen Empfindung lesen wir vorstehende Schrift, die wir den Freunden der Wissenschaft nicht genug empfehlen können. Sie ist verfaßt von einem unbekannten, unbedeutenden französischen Geistlichen, der zu derselben Zeit den echten Fundamenten der Farbenlehre ganz nahe tritt und seine Überzeugungen einfach und naiv ausspricht, als eben Newton von allem Glanze des Ruhms umgeben seine Optik bekannt macht, um mit dem wunderlichsten aller Irrtümer ein ganzes Jahrhundert zu stempeln.

Ein solcher Vorgang ist keineswegs wunderbar: denn außerordentliche Menschen üben eine solche Gewalt aus, daß sie ganz bequem ihre zufälligen Irrtümer fortpflanzen, indes weniger begabte und beglückte keine Mittel finden, ihren wohleingesehenen Wahrheiten Raum zu machen.

Da sich Nuguet jedoch dem reinen Wahren nur anzunähern vermag, da ihm eine vollkommene Einsicht abgeht, da er hie und da in Schwanken und Irren gerät, so bedarf man gegen ihn einer durchgehenden Nachsicht. Hier muß man einen Schritt weiter gehen, hier ihn supplieren, hier ihn rektifizieren. Indem wir diese unterhaltende und übende Bemühung unsern Lesern überlassen, machen wir nur auf einige Hauptmomente aufmerksam.

In seinem fünften Punkte bemerkt er ganz richtig, daß im prismatischen Bilde Gelb und Blau mehr dem Lichte, Rot und Violett mehr dem Schatten angehören; daß das Rote sich von dem Schatten entfernt, daß das Violette sich gegen den Schatten bewegt, der ihm unmittelbar begegnet. Freilich entsteht, nach unsrer gegenwärtigen Einsicht, das Rote, weil sich ein trübes Doppelbild über das Licht, das Violette, weil sich ein trübes Doppelbild über das Dunkle bewegt, und so sprechen wir die nächste Ursache dieser Farbenerscheinung aus; aber wir müssen doch Nuguet zugestehen, daß ihm die notwendige Bedingung der Erscheinung vorgeschwebt, daß er auf dasjenige, was dabei vorgeht, besser als einer seiner Vorgänger aufgemerkt.

Sein sechster Punkt enthält die sämtlichen Elemente der farbigen Schatten. Hier ist ihm nicht aufgegangen, was dabei physiologisch ist; auch hat er nicht einmal die zufälligen Erscheinungen, welche ihm durch die seiner Camera obscura gegenüberstehenden Häuser geboten worden, genugsam in wiederholbare Versuche verwandelt.

Wenn ihm ferner der Versuch mit dem nephritischen Holze nicht gelingen wollen, so scheint uns die Ursache darin zu liegen, daß er kein echtes erhalten können. Denn ebenso ist es uns auch ergangen, ob wir uns gleich aus vielen Apotheken ein sogenanntes nephritisches Holz angeschafft haben. An dem Versuche, den Kircher und nach ihm andre so deutlich beschreiben, hat man keine Ursache zu zweifeln; allein darin hat Nuguet völlig Recht, daß er auf mehr als eine Art an festen und flüssigen Mitteln zu wiederholen ist: man darf ihnen nur, auf eine oder die andre Weise, eine reine Trübe mitteilen, wie wir in unserm Entwurfe umständlich angezeigt haben.

Nachdem wir nun am Ende des siebzehnten Jahrhunderts noch ganz unerwartet ein erfreuliches Wahre hervorblicken sehen, bereiten wir uns zu einem verdrießlichen Durchwandern jener Irrgänge, aus welchen die Naturforscher des achtzehnten Jahrhunderts sich heraus zu finden weder vermochten noch geneigt waren.

Nachtrag Kurzer Notizen

Daniel Sennert. Epitome naturalis scientiae. Vitebergae 1633. Seite 567 definiert er die Farbe nach Aristoteles und ist in dieser Materie sehr kurz und beschränkt.

Johann Sperling. Institutiones physicae. Vitebergae 1639. streitet p. 562 gegen Zabarella, das Licht und die Farbe seien nicht eins.

Johann Amos Comenius. Physicae ad Lumen divinum reformatae synopsis. Amstel. 1643. Ist mir unbekannt, ob etwas von Farben darin stehe.

Marin Mersenne. Cogitata physico-mathematica. Paris 1644. Er fertigt p. 485 die Farben auf anderthalb Seiten ab, gewissermaßen im Aristotelischen Sinne.

Sebastian Basson. Philosophiae naturalis adversus Aristotelem Lib. XII. Amstel. 1649. p. 530. 554. 555. Visio fit per radiorum ocularium (dadurch werden vom Auge ausgehende Strahlen verstanden) qui corporei sunt, factam ab objecto repercussionem. Haec repercussio varia est, inde generantur varii colores. Dies ist die Summe seiner Abhandlung.

Pater Scheiner. In seinem Werke Oculus Lib. III. Part. 2. c. II. »Deshalb erscheint in konvexen Gläsern am Rand ein gewisses Gedränge von leuchtenden Ringen, Regenbogen und dergleichen. Diese rändliche Verwirrung schreibt sich von den Seitenstrahlen her, die sich in die Hornhaut und in die Feuchtigkeiten des Auges bösartig auf alle mögliche Weise eindrängen."

Hamberger, Dissertatio de opticis oculorum vitiis. Diejenigen Erscheinungen, die wir nunmehr als physiologische, gesetzmäßige erkennen, nennt er im Gegensatz der vitiorum stabilium, die er eigentlich behandelt, vitia fugitiva, magis et citius transeuntia. Die Ordnung der abklingenden Farben gibt er folgendermaßen an: colore virescente, rubente, mox purpureo, tandem violaceo.

Barrow. Er setzt die Farbenerscheinung lect. 12, sub finem in constipata et rara seu segnius concitata luce.

Johannes Faber in seinem Werke Panchymicus Buch III. Cap. XII, p. 388, schreibt folgendermaßen: "Mercurius, Schwefel und Salz sind die innersten Wurzelanfänge der Dinge, welche durch mannigfaltige Kochung und Verarbeitung in verschiedenen Unterlagen gar besondere Eigenschaften annehmen. Deswegen leitet der Schwefel, der die innere materielle und hervorbringende Ursache aller Farben ist, durch seine einfache Kochung alle Farben ab. Wenn er roh und unvollkommen oder schwächlich seine Kochung vollbringt, so verschafft er die grüne und weiße Farbe; kocht er aber vollkommen in vollkommen reinen Anfängen, so bringt er die rote Farbe und die feurige zum Vorschein; kocht er unvollkommen in reinen Anfängen, dann wird das Gelbe, Grüne, Weiße, nach den verschiedenen Graden der unvollkommenen Kochung, hervorgeführt und ans Licht gebracht. Wirkt er aber sehr unvollkommen, in unreinen Anfängen, so bringt er die schwarze Farbe hervor und andre, die man auf die Schwärze beziehen kann."

Johann Baptista da Hamel. Philosophia vetus et nova, pag. 729. "Wenn man Kupferfeile mit Harngeist auflöst, so wird die blaue Farbe der Tinktur sogleich aufgehoben, wenn man Vitriolöl zugießet. Aber salzige und schwefelige Liquoren, wenn sie die Teile, die erst zerstreut waren, in eins zusammenbringen, erzeugen neue Farben; welches auch alle Niederschläge und tausend Versuche beweisen."

Philipp Ludwig Bömer. Physica positiva. Helmstaedt 1704. p. 120. "Color nihil aliud est quam radiorum modificatio vel diversus motus, quo corpus coloratum radios recipit et ad oculos remittit."

Übergang zur Geschichte des Kolorits

Nachdem wir uns bisher im Theoretischen wie auf Wogen von einer Seite zur andern geworfen gesehen, so läßt sich erwarten, daß uns im Praktischen gleichfalls keine vollkommene Sicherheit begegnen werde. Denn obgleich der Praktiker vorzüglich vor dem Theoretiker als ganzer Mensch handelt und bei der Tat immer durch äußere Bedingungen mehr auf den rechten Weg genötigt wird, so kommt doch dabei ebensoviel Hinderliches als Förderliches

vor, und wenn auch irgendjemand durch Genie, Talent, Geschmack etwas Außerordentliches leistet, so kann der Grund hievon weder als Maxime noch als Handgriff so leicht überliefert werden.

Maler und Färber sind zwar durchaus den Philosophen und Naturforschern in Absicht auf Farbenlehre im achtzehnten Jahrhundert weit vorgeschritten; doch konnten sie sich allein aus der Verworrenheit und Inkonsequenz nicht helfen. Die Geschichte des Kolorits seit Wiederherstellung der Kunst, welche wir an dieser Stelle einschalten, wird hierüber das Besondere anschaulich machen. Um den Vortrag nicht zu unterbrechen, findet sich diese Geschichte bis auf den heutigen Tag durchgeführt, wobei vorauszusehen ist, daß die herrschende Theorie dem Künstler keine Hülfe leisten konnte, weil sie die dem Maler zum Gegensatze des Lichtes so nötigen Bedingungen, die Begrenzung und den Schatten, aus der Farbenlehre verbannt hatte.

Geschichte des Kolorits seit Wiederherstellung der Kunst

Ob der Florentiner Cimabue oder Guido von Siena, ob der Pisaner Berlingheri oder irgendein anderer aus dem dreizehnten Jahrhundert der erste gewesen, der seine Augen wieder auf die Natur gewendet, dieselbe nachzuahmen sich bemüht und dadurch den in der Irre schlafenden Genius der Kunst wieder geweckt und auf den rechten Weg geführt, in diesen Streit, der schon manche Feder abgenutzt, lassen wir uns nicht ein; genug für unsern gegenwärtigen Endzweck, daß Cimabue in jener ersten Zeit der neuern Kunst, wenn auch nicht vor allen andern die Bahn gebrochen, doch wenigstens die bedeutendsten Fortschritte gemacht. Vorzüglich ist er uns merkwürdig, weil sein Kolorit, oder besser zu sagen, seine Farben, wiewohl noch im Licht weiß, in den Schatten braun und schmutzig, doch im ganzen betrachtet unstreitig etwas freundlicher sind, heller und munterer, als wir sie bei seinen übrigen Zeitgenossen gewahr werden.

Durch Cimabues Schüler, den großen Giotto, erhielt die Kunst wichtige Verbesserungen. Das Kolorit in seinen besten Werken unterscheidet sich von dem seines Meisters vorteilhaft durch wärmere Fleischtinten. Die Schatten oder vielmehr die dunklen Partien sind zwar fast ebenso schwach, aber etwas weniger schmutzig und fallen zuweilen ins Grauliche.

Unter Simon Memmi, Thaddäus Gaddi und andern sonst berühmten Schülern des Giotto gewann das Kolorit nichts, als daß es in einigen Arbeiten des erwähnten Gaddi kräftiger mit besser auseinandergesetzten Farben erscheint. Giottino, der etwas später als die Genannten auftrat, brachte mehr Übereinstimmung ins Ganze, bediente sich blühenderer Tinten und verstand bereits, dieselben nach Erfordernis des Gegenstandes abzuwechseln. Vornehmlich sind die Schattenpartien durch ihn kräftiger geworden, haben auch etwas mehr Wahrheit erhalten als in den Werken der früheren Meister der Fall ist.

Durch den Lorenzo di Bicci erhielt das Kolorit abermals Verbesserungen. Dieser Künstler liebte das Helle und Muntere der Farben und wußte die Massen der Lokaltinten rein aufzutragen und zart abzuwechseln, so daß man in einigen noch übrigen Arbeiten von ihm Gewänder von derselben Farbe wahrnimmt, welche mit vollkommen befriedigender Kunst nur um eine zarte Nuance voneinander unterschieden sind, und nichtsdestoweniger deutlich sich abheben, wodurch der Künstler ebenso wohl Ruhe als eine harmonische Mannigfaltigkeit in seine Werke gebracht hat. Er mag daher wohl unter die guten Koloristen gerechnet werden und ist unstreitig der beste seines Zeitalters. Er lebte wahrscheinlich von 1350 bis 1427.

Masolino da Panicale, anfänglich ein plastischer Künstler, bereicherte die Malerei, wozu er überging, durch bessere Beobachtung von Licht und Schatten, wodurch ihm denn zuerst die richtige Darstellung verkürzter Glieder gelang. Und da er sich überhaupt größerer Schattenpartien bediente, als vorher gebräuchlich war, so erhielt auch sein Kolorit im ganzen dadurch mehr Sättigung. Nach wenigen Überbleibseln seiner Werke zu urteilen, scheinen die beleuchteten Stellen jedoch etwas zu weiß geraten; die beschatteten hingegen fallen zu sehr ins Rotbraune.

Bei Masolinos Schüler, dem vortrefflichen Masaccio, sind die Fleischtinten etwas wahrhafter, und er wußte das Kolorit mit Meisterschaft zur Bedeutung, zur Verstärkung des Ausdrucks seiner Figuren anzuwenden. Helle und dunkle Massen sind sehr wohl unterschieden, ruhig und breit gehalten, wodurch die Farbe überhaupt angenehmer wird. Die Schatten aber fallen auch bei ihm zu sehr ins Rotbraune.

Mit lieblichen zarten Tinten malte der selige Fra Giovanni da Fiesole seine frommen Bilder. Wir finden in denselben zuerst eine allgemeine, im Ganzen herrschende Übereinstimmung. Sie scheint indessen nicht sowohl aus Überlegung entsprossen, oder mit Bewußtsein hervorgebracht, sondern aus der Naturanlage, dem Hang dieses liebenswürdigen Malers zum Lieblichen, Sanften, herzurühren.

Noch etwas blühender und lebhafter sind die Gemälde seines Schülers Gentile da Fabriano, und schon mehr Kraft wußte Fra Filippo Lippi den seinigen mitzuteilen. Doch hatten sie alle drei die von Masolino und Masaccio eingeführten rötlichen Schatten beibehalten. Beim Fra Giovanni da Fiesole trifft man dieselben am stetigsten an. Gentile da Fabriano ist überhaupt etwas gemäßigter darin. Fra Filippo Lippi hat sie in vielen Bildern beinah übertrieben rot gemacht. In andern, welche überhaupt kräftiger und vielleicht spätre Arbeiten sind, ist er zwar mehr grau, aber auch etwas schmutzig in den Schattenpartien.

Die Erfindung der Ölfarben, oder wenn man einem unfruchtbaren Streit ausweichen und lieber sagen will, die bessere Anwendung derselben durch Johann van Eyck, hat auf das Kolorit sehr bedeutenden Einfluß. Der Natur dieser Farben und der Behandlungsweise, welche sie zulassen, gemäß wurde nun alles nach und nach weichlicher, mehr vertrieben, gesättigter. Vornehmlich erhielten die Schattenpartien mehr Kraft, Durchsichtigkeit, Anmut und Leben. Die Folge hievon war, daß mehr Schatten in den Gemälden angewendet wurden, woraus endlich der düstre Charakter entsprang, der bei einem großen Teile der Werke neuerer Maler der vorherrschende ist.

Van Eyck mag bereits vor 1450 Gemälde in Ölfarbe verfertigt haben. Was uns unter seinem Namen vor Augen kam, ist mit Fleiß und Treue der Natur nachgeahmt zeigt aber übrigens keine Eigenschaften, welche für eine wesentliche und unmittelbar durch den genannten Künstler bewirkte Verbesserung der Kunst zu kolorieren gelten könnten. Nicht anders ist es auch mit den Arbeiten der damals berühmten deutschen Maler, des Martin Schön und Michael Wolgemuth, beschaffen.

Haben wir bisher unter den vorzüglichen Beförderern des Kolorits keine andre als bloß toskanische Meister zu nennen gehabt, weil die neuere Malerei in Toskana und vornehmlich zu Florenz ihren frühsten Sitz faßte, so treten nunmehr auch venezianische Künstler in die Schranken. Diese oder die von ihnen gestiftete Schule hat um so größeren Einfluß auf unsere Geschichte, als sie das Kolorit zu ihrer Hauptangelegenheit gemacht und unstreitig die allervollkommensten Meister dieses Fachs aus ihr hervorgegangen sind.

Daß einige der späteren Arbeiten des Bartolomeo Vivarino in Ölfarben gemalt sind, ist zwar wahrscheinlich, doch können wir solches nicht mit vollkommner Zuverlässigkeit behaupten.

Verschiedene vorzügliche Bilder von ihm sind zwischen 1470 und 1480 gemalt, und auf alle Fälle gehört er unter die besten Meister im Kolorit. Seine Tinten sind von anmutiger Klarheit, und man bemerkt im allgemeinen schon die schöne Eigentümlichkeit der venezianischen Malerschule in ihrer ersten Entstehung.

Giovanni Bellini tat noch etwas mehr Blüte und Kraft hinzu und war unter den Malern des strengeren älteren Stils unstreitig der beste Kolorist.

Werfen wir nun abermals einen Blick auf die florentinische Malerschule, so sehen wir dort, vom Andrea Verrocchio unterrichtet, den Pietro Perugino hervorgehen, der zwar ebenfalls dem alten strengen Stil noch anhing, aber mit blühenderen, zarteren Farben malte als irgendeiner seiner Vorgänger. Wir dürfen ihn jedoch, da seine Schattenfarben in Ölgemälden grünlich grau und in Arbeiten al Fresco rötlich sind, nur im beschränkten Sinne und bezüglich auf seine Schule, seine nächste Umgebung, nicht aber im allgemeinen als einen Verbesserer des Kolorits aufführen, weil der erwähnte Johann Bellini, sein Zeitgenosse, ja wahrscheinlich noch um einige Jahre älter als er, ihm in der Tat überlegen und näher zur Wahrheit gelangt ist.

Durch Leonardo da Vinci, der ebenfalls aus der Schule des Andrea Verrocchio hervorging, erhielt das Kolorit mittelbar eine höchst bedeutende Verbesserung. Dieser große Künstler beobachtete nämlich Licht und Schatten mit weit mehr Genauigkeit als zuvor geschehen war. Er malte zwar mit wenig freundlichem, etwas hefenartigen Kolorit; aber seine Werke zeigten nun durch zart angegebene Mitteltinten die Rundung der Teile, richtiges Vor- und Zurücktreten derselben und eine große, noch nie gesehene Kraft in den Schatten.

Hieraus entstand nun in nächster Folge das mächtige Kolorit des Fra Bartolomeo di San Marco, und die venezianische Schule blieb nicht zurück. Giorgio Barbarelli da Castel Franco, genannt Giorgione, ein Zögling des Giovan Bellini, bediente sich bei ebenso kräftigen Schatten noch glühenderer Tinten und hatte es so weit gebracht, daß für den gleich auf ihn folgenden, von demselben Lehrer unterrichteten Tiziano Vecelli kaum noch ein kleiner Schritt zu tun übrig blieb, um sich zur höchsten uns bekannten Vortrefflichkeit des Kolorits zu erheben.

Obgleich Raffael von Urbino und Andrea del Sarto bewundernswürdige Werke geliefert, jener besonders Namen und Ruhm des ersten aller neueren Maler mit Recht verdient, und alle beide ein treffliches Kolorit besessen, so war doch diese Seite nicht die glänzendste ihrer Kunst, und beide sind von ihren oben erwähnten Zeitgenossen, Giorgione und Tizian, übertroffen worden.

Ohngefähr dasselbe kann man auch von Albrecht Dürer, von Holbein und Lukas Cranach sagen. Dürer gelangen zwar zuweilen die hellen Tinten des Fleisches sehr wohl; allein die Schatten sind gewöhnlich schwach oder fallen ins Grünliche, wenn er sie kräftig machen wollte. Holbein ahmte die Farben der Naturgegenstände sehr treu nach. Er ist zarter in den Tinten als Dürer, weiß den Pinsel gewandter zu führen, und die Bestimmtheit artet selten bei ihm in Härte aus. Lukas Cranach war noch ein besserer und vielleicht der beste unter den ultramontanen Koloristen. Einige seiner Arbeiten würden, die Beleuchtung abgerechnet, auf welche er nicht acht hatte, in Hinsicht auf Wahrheit und Blüte der Fleischtinten selbst neben Tizian bestehen. Es ist aber auch wahrscheinlich, daß Cranach Tizians Arbeiten studiert, ja vielleicht mit dem Meister selbst persönlichen Umgang gepflogen habe.

Eine Eigenschaft desjenigen Teils der Malerei, dessen Geschichte wir hier zu bearbeiten übernommen, ist bisher noch nicht berührt worden, wir meinen die Harmonie der Farben. Zwar wird solche unter dem allgemeinen Begriff des Kolorits gewöhnlich mit gefaßt, kann

aber auch als abgesondert von demselben gedacht werden. Die Harmonie also, für sich allein betrachtet, besteht im schicklichen zweckmäßigen Nebeneinander- und Gegeneinandersetzen der Farben; Kolorit hingegen, im strengen und eingeschränkten Sinne, bedeutet nur die künstliche Mischung derselben und die treue Darstellung der Natur.

Auf die Wahrheit ihrer Farbenmischung nun hatten die Meister der venezianischen Malerschule ihr Hauptaugenmerk gerichtet und darin angezeigtermaßen einen sehr hohen Grad erreicht; ja Tizian ist vielleicht in diesem Stück für vollkommen und unübertrefflich zu halten. Mit der Harmonie der Farben fanden sie sich hingegen leicht ab, und wenn unsre diesfallsigen Beobachtungen gegründet sind, so bestanden die Regeln, welche sie sich darüber gemacht hatten, ohngefähr aus Folgendem.

Erfahrung lehrt, daß das Rote als Farbe das Auge am mächtigsten reizt, daß vornehmlich der Lack oder Purpur, höchst gesättigt, warm und milde, den Begriff von Pracht und Würdigkeit zu erregen und zugleich die Fleischtinten hervorzuheben geschickt ist. Diese Farbe wurde also ihrer angeführten Eigenschaften wegen häufig, jedoch mit der Vorsicht gebraucht, daß sie in der Mitte des Bildes erscheint, oder hüben und drüben, oder auch in weitläufigen Kompositionen dergestalt ausgeteilt, daß das Gleichgewicht erhalten wird.

Nächst dem Purpurrot, welches fast immer in voller Kraft und rein erscheint, sieht man die gelbe Farbe in allen Abstufungen, vom hellsten Gelb bis zum Dunkelbraunen häufig gebraucht. Sie reizt zwar das Auge ungleich weniger als Rot, ist aber warm und steht in Verwandtschaft mit den Fleischtinten sowie mit dem Purpur, dahingegen Grün und Blau als Gegensätze von Rot und Gelb betrachtet und daher nur sparsam, der Mannigfaltigkeit wegen und zur Belebung der übrigen angewendet wurden.

In allen Gemälden der besten Meister aus der venezianischen Schule glauben wir ein Übergewicht der aktiven Farben wahrgenommen zu haben. Daher kommt das Warme und Ruhige im Ganzen. Das Auge wird zwar nicht durch buntes regelloses Farbengewirre unangenehm erschüttert, aber auch nicht vermittelst des harmonischen heitern Spiels des gesamten Farbenkreises erfreulich berührt.

Die großen venezianischen Meister des Kolorits haben fast ohne Ausnahme die Regel beobachtet, sich ungemischter ganzer Farben zu den Gewändern zu bedienen, damit die gemischten Tinten des Fleisches besser gehoben werden, jene hingegen als Massen von entschiedener Farbe deutlicher in die Augen fallen sollten. Changeante Gewänder findet man daher nie oder nur als höchst seltene Ausnahmen. Sogar das Violette scheint als eine gemischte Farbe betrachtet und nicht eben beliebt gewesen zu sein.

Tizian hat vor den übrigen oft weißes Gewand oder Leinenzeug angebracht und solches vorzüglich gut gemalt. In Hinsicht auf Harmonie der Farben war dabei sein Zweck, die zarten Fleischtinten seiner nackten weiblichen Figuren vorteilhaft zu heben und blühender erscheinen zu lassen. Ja er hatte sich's wie zum Gesetz gemacht, wo immer möglich zwischen lichtes Fleisch und farbiges Gewand etwas Weiß anzubringen.

Aus dem Vorhergehenden hat sich gezeigt, zu welchen Eigenschaften das Kolorit durch die Bemühungen der größten Meister aus der venezianischen Schule gelangt war. In der Karnation sind sie nie übertroffen, ja nicht einmal erreicht worden; aber der allgemeine Begriff von Kolorit, so wie wir oben denselben mit leichten Zügen entworfen, wurde durch die Werke des Antonio Allegri von Correggio noch mehr erweitert.

Er malte zwar mit ausnehmend zarten blühenden Tinten konnte aber doch im Licht weder die Wahrheit des Tizian noch die Glut des Giorgione erreichen. Sein hauptsächlichstes Stu-

dium ging auf die Beleuchtung, auf Darstellen und zweckmäßiges Anwenden derselben zum gefälligen Effekt, zuweilen sogar zur hohen Bedeutung in seinen Werken. Bei keinem Maler findet man daher so sanfte Übergänge vom Licht zum Schatten, so reingehaltene Massen, so durchsichtige klare Schattenpartien, keiner hat die Widerscheine so genau beobachtet, und ferner scheint er uns der erste gewesen zu sein, welcher auf die Harmonie des Ganzen durch künstliches Nebeneinanderstellen und Entgegensetzen der Farben gedacht hat. Das Farbenspiel ist daher in seinen Werken mannigfaltiger, lebhafter und fröhlicher als in den tizianischen und dieses ist die Erweiterung, welche das Kolorit dem Correggio schuldig geworden. Er wird mit Recht für das Haupt, für den Stifter der lombardischen Malerschule angesehen, und diese Schule, indem ihre Künstler alle mehr oder weniger den Correggio zum Muster genommen, zeichnete sich in dem größten Teil ihrer Werke durch kräftige Schatten und Farben aus. Sie waren dunkler aber auch gesättigter, mehr harmonisch und von auffallenderer Wirkung als die florentinischen; nicht so wahr und warm in ihren Fleischtinten wie die Venezianer. Man bediente sich der gelben und Purpurfarbe weniger, hingegen der blauen Farbe mehr zu Gewändern, besonders in den Figuren des vordersten Grundes, wodurch die Bilder überhaupt einen Charakter von Ernst, das Kolorit von großer Kräftigkeit erhalten. So sind zum Beispiel die Gemälde des Parmegianino, eines der vorzüglichsten Maler der lombardischen Schule und anfänglichen Nachahmers des Correggio, beschaffen.

Die heitere angenehme Manier, deren sich Friedrich Barocci von Urbino bediente, ist mehr für eine Abirrung als für eine Erweiterung der Kunst in Absicht auf das Kolorit zu betrachten. Dieser Meister pflegt alle Farben in den Gewändern gerne hoch, im reinsten glänzendsten Zustand anzuwenden. Im Fleisch sind die Lichter gewöhnlich etwas zu gelb, die Mitteltinten zu blau, das Rot scheint mehr Schminke als natürliche Röte; seine Schattenfarben sind schön klar, die Massen von Hell und Dunkel, einzeln genommen, zwar groß, deutlich, nicht unterbrochen; Licht und Schatten aber, besonders in weitläufigen Kompositionen, etwas zu sehr zerstückelt, wodurch die Ruhe des Ganzen leidet. Manche Bilder von diesem Meister sind daher buntfleckig. In den besten sucht er sich mit einem über das Ganze verbreiteten gelblichen Tone zu helfen, und wenn wir nicht irren, so ist Barocci der erste, der dieses Hilfsmittel angewendet hat, welches, wie wir im Verfolg sehen werden, später öfters gebraucht worden, um die Harmonie der Farben zu ersetzen.

Jacopo Bassano, Tintoret und Paul Veronese, Häupter der venezianischen Schule, folgten der von Giorgione und Tizian eingeführten Weise, zwar nicht als knechtische Nachahmer, doch unterschied sich ihr Kolorit auch nicht als eigentümlich, sondern es muß dasselbe als Nuancierung des allgemeinen Charakters, wodurch die venezianische Schule sich von den übrigen unterscheidet, angesehen werden. Bassano bediente sich, besonders in Gewändern, häufiger der auflasierten Farben. In den Gemälden des Paul Veronese wird das heiterste Farbenspiel wahrgenommen, und Tintoret hat vor anderen seiner Landsleute kräftige Schatten angewandt.

Nachdem die florentinische Schule einige Zeit den sogenannten manierierten Stil mit unnatürlichen übertriebenen Formen, mattem, vernachlässigten, unangenehmen Kolorit geübt hatte, so traten aus derselben bald wieder verschiedene Künstler auf den Weg der Natur und bemühten sich, vornehmlich dem Kolorit bessere Eigenschaften zu erwerben. Jacopo Chimenti da Empoli malte seine besten Bilder mit großer Kraft und sehr warmer Farbe. Ludwig Cardi, genannt Cigoli, erhielt den Beinamen des florentinischen Correggio, weil er in der Tat kräftig, mit klaren Schatten und überhaupt gutem Ton des Kolorits arbeitete. Doch die florentinische Schule verehrt den Cristofano Allori als ihren vorzüglichsten Koloristen. Seine Bilder sind kräftig, ungemein blühend und angenehm; wovon der halbnackte Jüngling, im berühmten Gemälde dieses Künstlers, das den heiligen Julianus vorstellt, und sonst im Palast Pitti und jetzt zu Paris befindlich, ein Zeugnis geben mag. Denn man möchte von diesem Körper, wie von jenem griechischen sagen: er sei mit Rosen genährt.

Doch ungefähr um eben diese Zeit schien die Malerei ihren vornehmsten Sitz in Bologna nehmen zu wollen: denn es lebten daselbst die drei Carracci, Künstler von ewig dauerndem Ruhm. Sie selbst zwar haben von seiten des Kolorits die Kunst weder erweitert, noch darin einen auffallend sich unterscheidenden Charakter behauptet; hingegen werden künftig verschiedene, aus ihrer berühmten Schule hervorgegangene Künstler genannt werden, welche denkwürdige Neuerungen eingeführt haben.

Michelangelo Merighi von Caravaggio unterwarf seine Kunst unbedingt der Natur und stellte edle und unedle Formen mit gleicher scheinbarer Treue dar, untereinander, ohne weitere Wahl, wie sie ihm vorkamen. Den Farben gab er eine bisher noch nie gesehene Stärke. Seine meisten Gemälde haben mehr Schatten als Licht, indem er dieses als sehr hoch einfallend anzunehmen pflegte, und als ob die Szene an einem dunklen, von einem einzigen Strahl erleuchteten Ort wäre. Die gemeine Wahrheit dieser Darstellungen, die auffallende große Wirkung ihrer Beleuchtung und das gewaltige Kolorit erwarben sich lebhaften Beifall und manche Nachahmer. Unter diesen bemerken wir vor andern den Joseph Ribera, genant Spagnoletto, der mit ebenso gewaltigen Schatten, mit nicht weniger Geist und Lebhaftigkeit und mit noch wahrhafteren Lokaltinten gemalt, dessen Figuren aber ebenfalls meistenteils aus der gemeinen Natur aufgegriffen sind, und obwohl in sich selbst charakteristisch, doch gewöhnlich niedriger und gemeiner, als es des Künstlers Vorhaben und Zweck erfordert hätte.

Francesco Barbieri von Cento, Guercino genannt, wiewohl aus der Carraccischen Schule, folgte doch der von Caravaggio eingeführten Weise. Indessen sind seine Gestalten, seine Darstellungen überhaupt, ja wir dürfen sagen, seine Gesinnungen edler. Eine rührende Naivität ziert nicht selten seine kraft- und effektvollen Werke. Das Kolorit besonders betreffend ist Guercino überhaupt, wenn nicht wahrhafter, doch zarter und gefälliger als Caravaggio, und weil sein Geschmack gebildeter war, so erscheinen seine besten Werke farbenreicher und dem Auge angenehmer.

Auch der große Guido Reni bediente sich in seinen frühern Gemälden höchst kräftiger großer Schattenpartien und bekleidete solche im Licht mit noch zarteren und helleren Fleischtinten als Guercino. Daher kann man seine in diesem kräftigen Geschmack des Kolorits behandelten Bilder als höchste Gipfel desselben betrachten. Als nun Guido in der Folge zu einer jener dunklen, kräftigen ganz entgegengesetzten, hellen Art zu malen überging, wo die Gegenstände gleichsam im offnen Raume und vollen Licht dargestellt sind, so wurde durch ihn die Kunst zu kolorieren, wenn schon nicht im wesentlichen verbessert, doch erweitert. Die herrschenden silbergrauen Mitteltinten sind zuerst von diesem Künstler eingeführt worden. Francesco Albani, der Zeitgenosse des Guido, mit ihm aus einer Schule hervorgegangen, malte ebenso heiter in offnem Lichte, mit lieblicher blühenden Tinten als sonst irgendein anderer Künstler der bolognesischen Malerschule aufzuweisen hat.

Des Domenichino größtes Verdienst lag nicht auf der Seite des Kolorits, und wir haben also seiner als eines der größten Künstler hier bloß im Vorbeigehen zu gedenken. In Fresco malte er heiter, die Schattenfarben spielen etwas ins Grünliche, bilden aber nicht so große vorwaltende Partien wie bei Guercino und andern.

Hier ist es Zeit, uns zur niederländischen Malerschule zu wenden, welche in der ersten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts eben in schöner Blüte stand, und das Kolorit zu einem ihrer Hauptzwecke gemacht hatte. Rubens und van Dyck glänzen unter den Koloristen der ersten Reihe, mit ihnen Rembrandt, ein großer Meister im Kolorit und noch größerer im künstlichen Gebrauch des Lichtes und des durch Widerscheine unterbrochnen Schattens. David Teniers, Adrian von Ostade, Gerard Douw, Metsu, Terborch und nebst ihnen noch viele andre sind als Koloristen berühmt.

Die Eigenschaft aber, wodurch sich die niederländische Malerschule hinsichtlich auf das Kolorit von den andern im allgemeinen unterscheidet, oder vielmehr worin sie andern vorgegangen, ist der Ton, nicht derjenige, den die Kunstsprache Lokalton oder Ton der Tinten heißt: denn wiewohl viele niederländische Künstler auch in diesem Punkte vor trefflich waren, sind ihnen die Venezianer doch darin überlegen gewesen; sondern wir verstehen hier die eine, im Ganzen eines Bildes vorherrschende Farbe, eingemischt oder als Lasur übergezogen, so daß die Darstellung dem Auge wie durch das Medium eines gefärbten Glases erscheint.

Dieser Art, eine gefällige Übereinstimmung der Farben zu bewirken, scheint sich, wie oben gedacht worden, Friedrich Barocci zuerst bedient zu haben; aber sie ist bei den Niederländern nachher weiter ausgebildet und häufiger gebraucht worden.

Zu eben der Zeit war auch die französische Schule im Zustand ihres höchsten Flors; inzwischen gibt sie für unsre gegenwärtige Betrachtung nur geringe Ausbeute, weil kein Künstler derselben sich im Kolorit besonders hervorgetan. Das Fach der Landschaft verehrt zwar in Claude Lorrain seinen größten Meister, und vorzüglich ist das Kolorit desselben im höchsten Grade heiter, zart und wahrhaft; allein die Landschaftsmalerei läßt dem Koloristen, vermöge ihrer Natur, weniger Freiheit und Spielraum, als im historischen Fach der Fall ist.

Von spanischen Malern sind dem Schreiber dieser Nachrichten nur Velasquez und Murillo aus eigener Anschauung einzelner Werke bekannt. Beide scheinen in Hinsicht auf das Kolorit unter die vorzüglichsten Meister ihrer Zeit zu gehören. Vom Velasquez behauptete Mengs: derselbe stehe, in betreff des Scheins von Luft und Ablösung eines Gegenstandes vom andern, selbst dem Rembrandt nicht nach. Wir aber haben nur Bildnisse von ihm gesehen, welche sich durch kühnen Pinsel und wahre, warme Fleischtinten vorteilhaft auszeichnen. Murillo malte, wie sich aus verschiedenen Bildern von ihm, welche sich in deutschen Galerien befinden, ergibt, Gegenstände aus dem gemeinen Leben anmutig, mit kräftigem, der Natur angemessenen Kolorit; allein es finden sich auch religiöse Darstellungen, wo seine Farbe noch wärmer und den besten venezianischen Malern nachgeahmt scheint.

Wir wenden uns nun wieder nach Italien, woselbst Pietro Berettini von Cortona zu Rom, unter Papst Urban dem Achten und einigen folgenden Päpsten, viele große Werke in Ölfarben und al Fresco ausgeführt. Unerschöpflich reich in Erfindungen behandelte er seine Bilder mit einem zwar sehr flüchtigen, aber angenehmen Pinsel und wußte das Kolorit sowohl als die Beleuchtung nach Erfordernis des Gegenstandes bald heiter und fröhlich, bald ernst und sehr kräftig zu halten. Warum er uns aber bei unsern gegenwärtigen Betrachtungen vorzüglich merkwürdig sein muß, ist die Austeilung der Farben zum Behuf allgemeiner Harmonie; und wir getrauen uns zu behaupten, daß Berettini hierin der größte Meister gewesen.

Schon oben bemerkten wir, wie die vornehmsten Maler der venezianischen Schule die Energie der roten Farbe erkannt, solche in ungefähr gleichen Massen durch ihre Bilder ausgeteilt und ihr verhältnismäßig viel Gelb zugesellt, woraus eine harmonische, obgleich streng genommen etwas monotone Wirkung entsprang. Correggio besaß ein zartes und lebhaftes Gefühl für die Harmonie der Farben; dieses leitete ihn oft richtig, doch scheint er die Regeln, worauf Harmonie sich gründet, nicht erforscht zu haben, deswegen er sich zuweilen durch Mischungen zu helfen sucht. Auch wurde durch schöne Beleuchtung, milde Übergänge, vortreffliche Mäßigung und Abstufung des Lichtes, oder was man sonst Haltung zu nennen pflegt, jener Mangel gleichsam zugedeckt und unmerklich gemacht. Den Malern der niederländischen Schule ist sehr wahrscheinlich ebenso wenig Gründliches vom Harmoniespiel der Farben bekannt gewesen, und sie setzten an dessen Stelle, wie erwähnt worden, den Ton. Daß sie die Wirkung der Farben, das Maß ihrer Energie, Freundschaft und Abneigung, noch weniger als die Venezianer eingesehen, erhellet fast unwidersprechlich aus einem großen

schönen Gemälde des van Dyck in der Tribüne der florentinischen Galerie, wo derselbe eine unzulängliche Harmonie durch willkürlichen Gebrauch von Licht und Schatten zu erzwecken suchte, so nämlich, daß mehr oder weniger Hell und Dunkel an die Stellen gesetzt ist, wo der beabsichtigte Endzweck durch Anwendung schicklicher Farben besser und sicherer erreicht worden wäre.

Bei Pietro von Cortona hingegen nimmt man, da wo er es für zuträglich fand, ein fröhliches mannigfaltiges Farben spiel wahr. Nach Erfordernis wußte er aber auch das Ganze gehörig zu mäßigen, nieder zuhalten und gleichsam ins Düstre oder Traurige herabzustimmen. Immer sind indessen verwandte befreundete Farben, die sich wechselseitig heben, nebeneinander gesetzt, und widerwärtige Kontraste finden sich niemals in seinen Werken. Die ganze neuere Kunst hat kein Gemälde aufzuweisen, worin die Austeilung der Farben eine so gefällige Wirkung täte, als dieses Meisters Altarbild bei den Kapuzinern zu Rom, den Paulus darstellend, der sein Gesicht wieder empfängt, oder das weitläufige Deckengemälde im Barberinischen Palast. Ob er auch übrigens von dem Wert und der Wirkung einer jeden Farbe allein und im Verhältnis zu den andern, von ihrer wechselseitigen Verwandtschaft oder Abneigung, von den Regeln, nach welchen sie durch Übergang und Gegensatz zu gebrauchen sind, ob er von diesem allen wissenschaftlich unterrichtet gewesen und mit klarem Bewußtsein gehandelt, oder sich bloß seinem richtigen Gefühl überlassen und durch praktische Ausbildung einer vorzüglich glücklichen Naturanlage so viel zu leisten vermocht, sind wir nicht imstande mit völliger Zu Verlässigkeit zu entscheiden. Am wahrscheinlichsten ist es, daß er zwar nach einigen Regeln gehandelt, die aber nicht überall ausgereicht, und daß er alsdann das übrige nach Gefühl und Gutdünken hinzugefügt habe: denn sein Verfahren in Absicht der Verteilung der Farben hat sich nur auf eine sehr unvollkommene Weise auf die Schüler fortgepflanzt.

Der vorzüglichste unter ihnen, Ciro Ferri, zeigt zwar im Allgemeinen seiner Manier Ähnlichkeit mit dem Geschmack seines Meisters; doch in besonderer Hinsicht auf Harmonie der Farben verdient keines seiner Werke als Muster angeführt zu werden. Andrea Sacchi lebte ungefähr zu gleicher Zeit mit Pietro von Cortona, und seine Arbeiten werden sogar wegen eines sanften Scheins und wegen Übereinstimmung geschätzt und gelobt. Dieses Lob jedoch scheint uns weniger im wirklich Harmonischen der Farbenanwendung oder Austeilung als vielmehr in der Einförmigkeit und zuweilen in der Anwendung des Tons begründet zu sein, und uns gibt Sacchi zu keinen weitern Bemerkungen Anlaß.

Sacchis berühmter Schüler Carlo Maratti hat in seinen Bildern zuweilen kräftige gesättigte Farben gebraucht, ist aber alsdann gewöhnlich unruhig geworden. In andern, besonders von seiner spätern Zeit, brachte er hellere Mischungen an, konnte aber dabei das Matte nicht vermeiden.

Der Neapolitaner Luca Giordano ist in seinen bessern Werken ein guter Kolorist. Seine Fleischtinten sind heiter und blühend; wo indessen bei ihm das Ganze in harmonischer Übereinstimmung ist, rührt solche vom Ton, nicht aber von künstlicher Verteilung der Farben her.

Zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts hat auch selbst in Italien ein verderbter Geschmack sich über die Kunst verbreitet. Piazzetta, Corrado und Solimena waren Männer von guten Talenten, aber sie wendeten sie nur an, um von der gaffenden Menge Lob einzuernten, keineswegs aber zum Vergnügen vernünftiger, gebildeter Menschen. Ihre Werke sind reich, mit kühnem Pinsel behandelt, aber voll wilden Getümmels. Solimena als der berühmteste ist der am wenigsten erfreuliche; oft grau und kalt, oft von grellen unangenehmen Gegensätzen heller und dunkler Farben, und wenn er beinahe in allen Teilen der Kunst Blößen

gegeben, so geschah es doch vorzüglich im Kolorit und der Harmonie der Farben, wo er Geschmack und Regeln am frechsten beleidigte.

Romanelli, Cignani, Franceschini, Luti und andre haben vielleicht weniger geirrt, doch finden wir unnötig, etwas weiter von ihnen zu sagen, weil keiner derselben sich auf eine bedeutende Art ausgezeichnet.

In Frankreich blühte vornehmlich die Bildnismalerei. Rigaud und Largillière wurden als große Meister dieses Faches angesehen, indessen mußten sie sich nach den grellen, rauschenden Farben bequemen, welche die Mode ihrer Zeit erforderte; doch würden sie auch, vermöge der allgemeinen Richtung des Geschmacks ihrer Schule, bei völliger Freiheit, in betreff der Harmonie der Farben, wahrscheinlich nur wenig geleistet haben: wie wir an Coypel, Watteau, Lancret, Restout und vielen andern wahrnehmen. Jouvenet, von Anlagen einer der achtungswertesten Künstler der französischen Schule, hat in den Gemälden, welche wir von ihm gesehen, bloß die Übereinstimmung, welche ein gelber Ton und sein schmelzender Pinsel gewähren können.

Die schöne Zeit der niederländischen Schule war bereits vorübergegangen. Sie bietet uns nichts Bemerkenswertes für diese unsre Betrachtungen. In Deutschland folgten die Bildnismaler teils der Manier des Rigaud und Largillière, teils arbeiteten sie, wie Kupetzky und andre, mit dunklerer Beleuchtung und Farbe und haben überhaupt wenig Anmut. Unter den Geschichtsmalern waren Daniel Gran und Holzer die vorzüglichsten, von deren größern wohlerhaltenen Werken Schreiber dieser Nachrichten keine anschauliche Kenntnis hat; allein er vermutet, sie werden, was die Harmonie der Farben betrifft, ihren übrigen Zeitgenossen wenig überlegen sein, zumal Gran, welcher unter Carl Maratti und Solimena studiert hatte. Auf diese folgte nun C. W. E. Dietrich, geboren 1712, welcher eigentlich Mißbrauch von bunten Farben gemacht, ausgenommen da, wo er die Manier niederländischer Maler nachgeahmt und vermittelst des Tons Übereinstimmung erzielt hat.

Friedrich Oeser, wenige Jahre später geboren als Dietrich, war allerdings ein Künstler von großen Talenten, und man kann ihm eine Neigung zum Übereinstimmenden nicht ableugnen; doch hat er solches nicht durch kunstmäßige Verteilung der Farben, sondern durch Dämpfung ihres natürlichen Glanzes zu erreichen gesucht, so daß die Harmonie seiner Bilder eigentlich aus dem schwachen Kolorit derselben entspringt.

Bald nach Oeser trat sodann Mengs auf und erwarb sich unsterblichen Ruhm, indem durch sein Bemühen und Beispiel die Malerei überhaupt zu größerem Ernst, einem strengeren reineren Stil, besonders in der Zeichnung, zurückgeführt wurde. Sein Kolorit, vorzüglich in Frescogemälden, ist schön und warm. Er bediente sich überhaupt gern der lebhaften, hohen, glänzenden Farben; indessen haben wir weder am Parnaß in der Villa Albani, noch im Manuskriptenzimmer der vatikanischen Bibliothek eine kunstmäßige Verteilung der Farben nach Regeln bemerken können. Im Deckenstock der Kirche Sant' Eusebio, dem frühsten öffentlichen Werke des Künstlers in Rom, hat er die gefällige Übereinstimmung des Ganzen durch gelben Ton zu bewirken gesucht, d¢r auch an diesem Orte und Gegenstand schicklich angebracht ist. Die Schüler und Nachahmer von Mengs, Knoller, Unterberger, der jüngere Conca und andre haben sich sämtlich heller Farben in ihren Werken beflissen; aber keiner derselben hat in diesem Teil der Kunst einige Vorschritte gemacht oder sich um Erforschung der wahren Regeln bemüht. Alle sind, wo sie sich nicht durch gelben Ton halten, entweder bunt und unruhig oder frostig und unfreundlich geworden, wie solches besonders dem Schwager von Mengs, Maron, in historischen Darstellungen mit Ölfarben fast immer begegnet ist.

Angelika Kauffmann folgte in Hinsicht auf das Kolorit ebenfalls der von Mengs eingeführten Weise und liebte neben frischen Fleischtinten die Anwendung heller fröhlicher Farben. Ihr schönes Talent, ihre natürliche Neigung zum Gefälligen, Milden, Sanften hat sie indes vor allem Übermaß behütet; daher sind ihre Bilder auch durchgängig munter und erfreulich, wenn schon die Harmonie der Farben durch sie nicht in völliger Ausübung erschien, so daß wir ihr keine Musterhaftigkeit in diesem Stück zugestehen können.

Pompeo Battoni galt von der Mitte des vergangenen Jahrhunderts an bis zu seinem Tode, welcher um 1790 erfolgte, für den besten italienischen Maler und wurde, solange Mengs lebte, als der Nebenbuhler desselben um den höchsten Ruhm in der Kunst betrachtet. Er war noch dem sogenannten akademischen Stil, der sich unter Sacchi und Maratti gebildet hatte, zugetan, und nach den Bedingungen desselben ist zum Beispiel sein großes Gemälde vom Fall Simons des Zauberers unstreitig ein sehr verdienstliches Werk. Das Kolorit ist kräftig, sehr lebhaft, aber in Hinsicht auf Harmonie der Farben kann weder diesem noch einem andern von Battonis Werken einiger Wert beigelegt werden. Je figurenreicher sie sind, je weniger Befriedigung gewähren sie dem Auge. Das gedachte große Gemälde zeigt bloß ein unruhiges Gewirre willkürlich zusammengestellter bunter Farben.

Hier haben wir wie billig auch der Maler aus England mit wenigem zu gedenken. Reynolds gekört allerdings zu den besten Bildnismalern des abgelaufenen Jahrhunderts, und West hat im historischen Fach, nach Maßgabe des Zustandes der Kunst im allgemeinen, lobenswürdige Werke geliefert. Aus einzelnen Werken von beschränktem Raum und Darstellung dieser beiden vorzüglichsten Künstler ihrer Nation wissen wir, daß jener ein sehr kräftiges Kolorit besaß und hauptsächlich die Wirkung von Licht und Schatten zum Zweck hatte; dieser malte im guten Ton des Kolorits, aber überhaupt schwächer. Was beide in Hinsicht harmonischer Farbenverteilung geleistet haben, können wir aus Mangel anschaulicher Kenntnis der größern Arbeiten dieser Künstler nicht sagen.

Heinrich Füßli, Schweizer von Geburt, der aber in England lebt und sich für England gebildet hat, ein bekannter und berühmter Maler von Schreckenszenen, bedient sich, dem Charakter seiner Darstellung gemäß, eines kräftigen, oft sogar düstern Kolorits und gesättigter ernster Farben. Unter die vorzüglichen Koloristen mag er zwar nicht gerechnet werden; doch pflegt er auch den Regeln des Kolorits sowie der guten Harmonie nicht zuwider zu handeln.

Nachdem unter den französischen Malern die süßliche, lüsterne, fade Manier des Boucher und die sentimentale des Greuze vorübergegangen war, so wurden durch den noch lebenden David ernstere Gegenstände und nach Erfordernis derselben auch edlere Formen eingeführt. In Ansehung Lichtes und Schattens war es ihm um große wirksame Partien, so wie im Kolorit um Gegensätze der gewaltigsten Farben vornehmlich zu tun. Die stille Übereinstimmung fröhlicher, verwandter und zum Teil gemäßigter Farben scheint überhaupt nicht zu den Zwecken dieses Kunstgeschmacks zu gehören, der sowohl in Frankreich in der neuern Zeit fast allgemein angenommen ist, als auch unter den bessern Künstlern in Italien sich verbreitet, sogar in Deutschland Nachahmer gefunden und bis jetzt fortgedauert hat. Doch ist vielleicht eben die Zeit gekommen, wo man sich dessen zu entwöhnen anfängt. Es sollen nämlich in Rom vor kurzem, durch einen emporstrebenden jungen Maler, Bilder mit heitern Gründen und gemäßigten, zarten, der Wahrheit ähnlichen Tinten des Fleisches verfertigt worden sein, welche, da sie Aufsehen er regt, wohl nicht ohne Nachahmung bleiben werden. Und so steht zu hoffen, daß die Künstler, wenn sie zu einem Kolorit zurückkehren, welches nicht durch Gegensätze gewaltsam zu rühren, sondern die Anmut schöner Formen, zarter Gestalten, durch gefälligen Reiz von seiner Seite zu erhöhen beabsichtigt, auch bald das Bedürfnis harmonischer Nebeneinanderstellung der Farben fühlen und sich des Studiums dieses Teiles der Kunst gehörigermaßen befleißigen werden.

Sechste Abteilung
Achtzehntes Jahrhundert

Erste Epoche: Von Newton bis auf Dollond

Bisher beschäftigten sich die Glieder mehrerer Nationen mit der Farbenlehre: Italiener, Franzosen, Deutsche und Engländer; jetzt haben wir unsern Blick vorzüglich auf die letztere Nation zu wenden, denn aus England verbreitet sich eine ausschließende Theorie über die Welt.

Londoner Sozietät

Wenn wir den Zustand der Naturwissenschaften in England während der zweiten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts uns vergegenwärtigen wollen, so ist es für unsere Zwecke hinreichend, mit flüchtiger Feder Ursprung und Wachstum der Londoner Akademie darzustellen. Hiezu geben uns hinlängliche Hilfsmittel Sprat, Birch und die Philosophischen Transaktionen. Nach diesen liefern wir eine Skizze der Geschichte der Sozietät bis auf die königliche Konfirmation, und den Umriss einer Geschichte der Wissenschaften in England, früherer Zeit.

Thomas Sprat
geboren 1634, gestorben 1713

History of the Royal Society of London. Die Ausgabe von 1702, deren wir uns bedienen, scheint nicht die erste zu sein. Das Buch war für den Augenblick geschrieben, und gewiss sogleich gedruckt. Auch ist die französische Übersetzung schon 1669 zu Genf herausgekommen.
Thomas Sprat, nachmals Bischof, war ein frühzeitiger guter Kopf, ein talentvoller, munterer, leidenschaftlicher Lebemann. Er hatte das Glück als Jüngling von vielen Hoffnungen den frühern Versammlungen der Gesellschaft in Oxford beizuwohnen, wodurch er also Ursprung und Wachstum derselben aus eigener Teilnahme kennen lernte. Als man späterhin etwas über die Sozietät ins Publikum bringen wollte, ward er zum Sprecher gewählt und wahrscheinlich von Oldenburg, der das Amt eines Sekretärs bekleidete, mit Nachrichten und Argumenten versehen. So schrieb er die Geschichte derselben bis zur königlichen Konfirmation und etwas weiter, mit vielem Geist, guter Laune und Lebhaftigkeit.
Als Schriftsteller betrachtet, finden wir ihn mehr geeignet, die Angelegenheiten einer Partei in Broschüren mutig zu verfechten - wie er denn sein Vaterland gegen die Zudringlichkeiten eines französischen Reisenden, Desorbières, in einem eigenen Bändchen mit großer Heftigkeit zu schützen suchte -, als dass er ein Buch zu schreiben fähig gewesen wäre, welches man für ein bedächtiges Kunstwerk ansprechen könnte. Wer solche Forderungen an ihn macht, wird ihn unbillig beurteilen, wie es von Montucla geschehen. (Histoire des Mathématiques. Paris 1758. Part. IV. Liv. 8 p. 486. Note a.)

Doch ist auf alle Fälle die erste Hälfte des Buchs sorgfältiger geschrieben und methodischer geordnet als die zweite: denn leider wird seine Arbeit durch das doppelte große Unglück der

Seuche und des Brandes zu London unterbrochen. Von da an scheint das Buch mehr aus dem Stegreife geschrieben und sieht einer Kompilation schon ähnlicher. Doch hat er ein großes Verdienst um seine Zeit wie um die Nachwelt.

Denn alle Hindernisse, welche der Sozietät im Wege stehen, sucht er ins klare zu bringen und zu beseitigen; und gewiss hat er dazu beigetragen, dass manche Neigung erhöht und manches Vorurteil ausgelöscht worden. Was uns betrifft, so lernen wir den Gang der Gesellschaft, ihre Lage, ihre Grundsätze, ihren Geist und Sinn aus ihm recht wohl kennen. Ihre Handlungsweise nach innen, ihre Verhältnisse nach außen, die Vorstellung, die sich das Publikum von ihren Mitgliedern machte, was man ihr entgegensetzte, was sie für sich anzuführen hatte, das alles liegt in dem Werke teils klar und unbewunden ausgedrückt, teils rednerisch künstlich angedeutet und versteckt.

Glaubt man auch manchmal eine sachwalterische Deklamation zu hören, so müssten wir uns doch sehr irren, wenn nicht auch öfters eine Ironie durchschiene, dass er nämlich die Sozietät wegen verschiedener Tugenden preist, nicht sowohl weil sie solche besitzt, als weil sie solche zu erwerben denken soll. Der Verfasser zeigt durchaus einen heitern lebhaften Geist, ein vordringendes leidenschaftliches Gemüt. Er hat seine Materie recht wohl inne, schreibt aber nur mit laufender Feder, im Gefühl, dass ihm sein Vorhaben leidlich gelingen müsse.
Eine bessere Übersetzung, als die französische ist, hätte er auf alle Fälle verdient.

Thomas Birch

History of the Royal Society of London. Vier Bände in Quart, der erste von 1666. Dieses Werk ist eigentlich nur ein Abdruck der Protokolle der Sozietätssessionen bis 1687, und wenn wir den erstgenannten Sprat als einen Sachverwalter ansehen und seine Arbeit nur mit einigem Misstrauen nutzen, so finden wir dagegen hier die schätzbarsten und untrüglichsten Dokumente, welche, indem sie alle Verhandlungen der Sessionen unschuldig und trocken anzeigen, uns über das, was geschehen, den besten Aufschluss geben. Aus ihnen ist die zerstückelte Manier zu erkennen, womit die Sozietät nach ihrer Überzeugung verfuhr und die Wissenschaften verspätete, indem sie für ihre Beförderung bemüht war.

Philosophische Transaktionen

Diese sind das Archiv dessen, was man bei ihr niederlegte. Hier findet man Nachrichten von den Unternehmungen, Studien und Arbeiten der Forscher in manchen bedeutenden Weltgegenden. Dieses allgemein bekannte Werk hat nach und nach für die Freunde der Wissenschaft einen unschätzbaren Wert erhalten. Denn obgleich jedes zufällige und empirische Sammeln anfangs nur verwirrt und die eigentliche wahre Kenntnis verhindert, so stellt sich, wenn es nur immer fortgesetzt wird, nach und nach die Methode von selbst her, und das, was ohne Ordnung aufbewahrt worden, gereicht dem, der zu ordnen weiß, zum größten Vorteile.

Ungewisse Anfänge der Sozietät

Der Ursprung wichtiger Begebenheiten und Erzeugnisse tritt sehr oft in eine undurchdringliche mythologische Nacht zurück. Die Anfänge sind unscheinbar und unbemerkt und bleiben dem künftigen Forscher verborgen.

Der patriotische Engländer möchte den Ursprung der Sozietät gern früh festsetzen, aus Eifersucht gegen gewisse Franzosen, welche sich gleichzeitig zu solchem Zwecke in Paris versammelt. Der patriotische Londoner gönnt der Universität Oxford die Ehre nicht, als Wiege eines so merkwürdigen Instituts gerühmt zu werden.

Man setzt daher ihre frühsten Anfänge um das Jahr 1645 nach London, wo sich namhafte Naturfreunde wöchentlich einmal versammelten, um mit Ausschließung aller Staats- und Religionsfragen, welche in der unglücklichen Zeit des bürgerlichen Kriegs die Nation leidenschaftlich beschäftigten, sich über natürliche Dinge zu unterhalten. Boyle soll dieser Zusammenkünfte, unter dem Namen des unsichtbaren oder philosophischen Kollegiums, in seinen Briefen gedenken.

In den Jahren 1648 und 49 entstand zu Oxford ein ähnlicher Kreis, den die von London dahin versetzten Glieder jener ersten Gesellschaft entweder veranlassten oder erweiterten. Auch hier versammelte man sich, um durch Betrachtung der ewig gesetzmäßigen Natur sich über die gesetzlosen Bewegungen der Menschen zu trösten oder zu erheben.

Die Universitäten zu Cambridge und Oxford hatten sich, als Verwandte der bischöflichen Kirche, treu zu dem König gehalten und deshalb von Cromwell und der republikanischen Partei viel gelitten. Nach der Hinrichtung des Königs 1649 und dem vollkommenen Siege der Gegenpartei hatten die an beiden Akademien versammelten Gelehrten alle Ursache, still zu bleiben. Sie hielten sich an die unschuldige Natur fest, verbannten um so ernstlicher aus ihren Zusammenkünften alle Streitigkeiten sowohl über politische als religiöse Gegenstände, und hegten bei ihrer reinen Liebe zur Wahrheit ganz im stillen jene Abneigung gegen Schwärmerei, religiöse Phantasterei, daraus entspringende Weissagungen und andre Ungeheuer des Tages.

So lebten sie zehn Jahre nebeneinander, kamen anfangs öfter, nachher aber seltner zusammen, wobei ein jeder das, was ihn besonders interessierte, das, worauf er bei seinen Studien unmittelbar gestoßen, treulich den übrigen mitteilte, ohne dass man deshalb an eine äußere Form oder an eine innere Ordnung gedacht hätte.

Der größte Teil der Mitglieder dieser Oxforder Gesellschaft ward 1659 nach London zurück und in verschiedene Stellen gesetzt. Sie hielten immerfort mit hergebrachter vertraulicher Gewohnheit aneinander, versammelten sich regelmäßig jeden Donnerstag in Gresham College, und es dauerte nicht lange, so traten manche Londoner Naturforscher hinzu, darunter sich mehrere aus dem hohen und niedern Adel befanden.

Beide Klassen des englischen Adels waren mit zeitlichen Gütern reichlich gesegnet. Der hohe Adel besaß von alters her große Güter und Bequemlichkeiten, die er stets zu vermehren im Fall war. Der niedere Adel war seit langer Zeit genötigt worden, gut hauszuhalten und seine Glücksumstände zu verbessern, indem ihn zwei Könige, Jakob und Karl, auf seinen Gütern zu wohnen und Stadt- und Hofleben zu meiden angehalten hatten. Viele unter ihnen waren zur Naturforschung aufgeregt und konnten sich mit Ehren an die neuversammelten Gelehrten anschließen.

Nur kurze Zeit wurde der Wachstum, die Mitteilung dieser Gesellschaft gestört, indem bei den Unruhen, welche nach der Abdankung von Cromwells Sohn entstanden, ihr Versammlungsort in ein Soldatenquartier verwandelt ward. Doch traten sie 1660 gleich wieder zusammen, und ihre Anzahl vermehrte sich.

Den 18. November dieses Jahrs bezeichnet die erste diese große Anstalt begründende Sitzung. Ungefähr fünfzehn Personen waren gegenwärtig; sie bestimmten die Zeit ihrer Versammlung, die Eintritts- und wöchentlichen Zuschussgelder, erwählten einen Präsidenten, Schatzmeister und Sekretär; zwanzig aufzunehmende Personen wurden vorgeschlagen. Bald darauf ordneten sie als Männer, die Gelegenheit genug gehabt hatten, über Konstitutionen nachzudenken, die übrigen zur äußern Form gehörigen Einrichtungen, vortrefflich und zweckmäßig.

Kaum hatte König Karl II. vernommen, dass eine Versammlung solcher ihm von jeher zugetaner Männer sich zu einer Gesellschaft konstituiert, so ließ er ihnen Bestätigung, Schutz

und allen Vorschub anbieten und bekräftigte 1662 auf die ehrenvollste Weise die sämtlichen Statuten.

Naturwissenschaften in England

Die Teilnahme des Königs an den natürlichen Wissenschaften kam eben zur rechten Zeit: denn wie bisher teils die Wissenschaften überhaupt, teils die natürlichen verspätet worden, davon soll uns der Bischof Sprat eine flüchtige Übersicht geben.

"Bis zur Verbindung der beiden Häuser York und Lancaster wurden alle Kräfte unseres Landes zu häuslichen Kriegen zwischen dem König und dem Adel oder zu wütenden Kämpfen zwischen jenen beiden getrennten Familien verwendet, wenn nicht irgendeinmal ein mutiger Fürst ihre Kräfte zu fremden Eroberungen zu gebrauchen wusste. Die zwei Rosen waren in der Person des Königs Heinrich VII. vereinigt, dessen Regierung, wie seine Gemütsart, heimlich, streng, eifersüchtig, geizig, aber dabei siegreich und weise war. Wie wenig aber diese Zeit sich zu neuen Entdeckungen vorbereitet fand, sieht man daraus, wie gering er das Anerbieten des Christoph Kolumbus zu schätzen wusste. Die Regierung Heinrichs VIII. war kräftig, kühn, prächtig, freigebig und gelehrt, aber die Veränderung der Religion trat ein, und dies allein war genug, den Geist der Menschen zu beschäftigen."

"Die Regierung Königs Eduard VI. war unruhig wegen des Zwiespalts derer, die während seiner Minderjährigkeit regierten, und die Kürze seines Lebens hat uns jener Früchte beraubt, die man nach den bewundernswerten Anfängen dieses Königs hoffen konnte. Die Regierung der Königin Maria war schwach, melancholisch, blutdürstig gegen die Protestanten, verdunkelt durch eine fremde Heirat und unglücklich durch den Verlust von Calais. Dagegen war die Regierung der Königin Elisabeth lang, triumphierend, friedlich nach innen und nach außen glorreich. Da zeigte sich, zu welcher Höhe die Engländer steigen können, wenn sie ein Fürst anführt, der ihren Herzen so gut als ihren Händen gebieten kann. In ihren Tagen setzte sich die Reformation fest; der Handel ward geregelt und die Schiffahrt erweiterte sich. Aber obgleich die Wissenschaft schon etwas Großes hoffen ließ, so war doch die Zeit noch nicht gekommen, dass den Naturerfahrungen eine öffentliche Aufmunterung hätte zuteil werden können, indem die Schriften des Altertums und die Streitigkeiten zwischen uns und der römischen Kirche noch nicht völlig studiert und beseitigt waren."

"Die Regierung des Königs Jakob war glücklich in allen Vorteilen des Friedens und reich an Personen von tiefer Literatur; aber nach dem Beispiele des Königs wendeten sie vorzüglich ihre Aufmerksamkeit auf die Verhandlungen der Religion und der Streitigkeiten, so dass selbst Mylord Bacon, mit allem Ansehen, das er im Staate besaß, sein Kollegium Salomons nur als eine Schilderung, als einen Roman zustande bringen konnte. Zwar fing die Zeit Karls I. an, zu solchen Unternehmungen reifer zu werden, wegen des Überflusses und der glücklichen Zustände seiner ersten Jahre, auch wegen der Fähigkeit des Königs selbst, der nicht nur ein unnachahmlicher Meister in Verstand und Redekunst war, sondern der auch in verschiedenen praktischen Künsten sich über die gewöhnliche Weise der Könige, ja sogar über den Fleiß der besten Künstler erhob. Aber ach! er wurde von den Studien, von Ruhe und Frieden hinweg zu der gefährlichern und rühmlichern Laufbahn des Märtyrers berufen."

"Die letzten Zeiten des bürgerlichen Kriegs und der Verwirrung haben, zum Ersatz jenes unendlichen Jammers, den Vorteil hervorgebracht, dass sie die Geister der Menschen aus einem langen Behagen, aus einer müßigen Ruhe herausrissen und sie tätig, fleißig und neugierig machten. Und gegenwärtig, seit der Rückkehr des Königs, ist die Verblendung vergangener Jahre mit dem Jammer der letzten verschwunden. Die Menschen überhaupt sind müde der Überbleibsel des Altertums und gesättigt von Religionsstreitigkeiten. Ihre Augen sind gegenwärtig nicht allein offen und bereitet zur Arbeit, sondern ihre Hände sind es auch. Man findet jetzo ein Verlangen, eine allgemeine Begierde nach einer Wissenschaft, die friedlich, nützlich und nährend sei und nicht wie die der alten Sekten, welche nur schwere und unverdauliche Argumente gaben oder bittere Streitigkeiten statt Nahrung, und die, wenn der Geist des Menschen Brot verlangte, ihm Steine reichten, Schlangen oder Gift."

Äußere Vorteile der Sozietät

Der Teilnahme des Königs folgte sogleich die der Prinzen und reichen Barone. Nicht allein Gelehrte und Forscher, sondern auch Praktiker und Techniker mussten sich für eine solche Anstalt bemühen. Weit ausgebreitet war der Handel; die Gegenstände desselben näher kennen zu lernen, neue Erzeugnisse fremder Weltgegenden in Umlauf zu bringen, war der Vorteil sämtlicher Kaufmannschaft. Wissbegierigen Reisenden gab man lange Register von Fragen mit; eben dergleichen sendete man an die englischen Residenten in den fernsten Ansiedelungen.
Gar bald drängte sich nunmehr von allen Seiten das Merkwürdige herzu. Durch Beantwortung jener Fragen, durch Einsendung von Instrumenten, Büchern und andern Seltenheiten ward die Gesellschaft jeden Tag reicher und ihre Einwirkung bedeutender.

Innere Mängel der Sozietät

Bei allen diesen großen äußeren Vorteilen war auch manches, das ihr widerstand. Am meisten schadete ihr die Furcht vor jeder Art von Autorität. Sie konnte daher zu keiner innern Form gelangen, zu keiner zweckmäßigen Behandlung desjenigen, was sie besaß und was sie sich vorgenommen hatte.
Durch Bacons Anlass und Anstoß war der Sinn der Zeit auf das Reale, das Wirkliche gerichtet worden. Dieser außerordentliche Mann hatte das große Verdienst, auf die ganze Breite der Naturforschung aufmerksam gemacht zu haben. Bei einzelnen Erfahrungen drang er auf genaue Beobachtung der Bedingungen, auf Erwägung aller begleitenden Umstände. Der Blick in die Unendlichkeit der Natur war geöffnet und zwar bei einer Nation, die ihn sowohl nach innen als nach außen am lebhaftesten und weitesten umherwenden konnte. Sehr viele fanden eine leidenschaftliche Freude an solchen Versuchen, welche die Erfahrungen wiederholten, sicherten und mannigfaltiger machten; andere ergötzten sich hingegen an der nächsten Aussicht auf Anwendung und Nutzen.
Wie aber in der wissenschaftlichen Welt nicht leicht ohne Trennung gewirkt werden kann, so findet man auch hier eine entschiedene Spaltung zwischen Theorie und Praxis. Man hatte noch in frischem Andenken, wie die weichende Scholastik durch eine seltsame Philosophie, durch den Cartesianismus sogleich wieder ersetzt worden. Hier sah man aufs neue ein Beispiel, was ein einziger trefflicher Kopf auf andere zu wirken, wie er sie nach seinem Sinne zu bilden imstande ist. Wie entfernt man sei, die Gesinnungen eines einzelnen gelten zu lassen, drückte die Sozietät unter ihrem Wappen durch den Wahlspruch aus: Nullius in Verba; und damit man ja vor allem Allgemeinen, vor allem, was eine Theorie nur von fern anzudeuten schien, sicher wäre, so sprach man den Vorsatz bestimmt aus, die Phänomene sowie die Experimente an und für sich zu beobachten, nebeneinander, ohne irgendeine künstlich scheinende Verbindung, einzeln stehen zu lassen.
Die Unmöglichkeit, diesen Vorsatz auszuführen, sahen so kluge Leute nicht ein. Man bemerkte nicht, dass sehr bald nach den Ursachen gefragt wurde, dass der König selbst, indem er der Sozietät natürliche Körper verehrte, nach dem Wie der Wirkungen sich erkundigte. Man konnte nicht vermeiden, sich so gut und schlimm, als es gehen wollte, einige Rechenschaft zu geben; und nun entstanden partielle Hypothesen, die mechanische und machinistische Vorstellungsart gewann die Oberhand, und man glaubte noch immer, wenn man ein Gefolgertes ausgesprochen hatte, dass man den Gegenstand, die Erscheinung ausspreche.
Indem man aber mit Furcht und Abneigung sich gegen jede theoretische Behandlung erklärte, so behielt man ein großes Zutrauen zu der Mathematik, deren methodische Sicherheit in Behandlung körperlicher Dinge ihr, selbst in den Augen der größten Zweifler, eine gewisse Realität zu geben schien. Man konnte nicht leugnen, dass sie, besonders auf technische Probleme angewendet, vorzüglich nützlich war, und so ließ man sie mit Ehrfurcht gelten, ohne zu ahnden, dass, indem man sich vor dem Ideellen zu hüten suchte, man das Ideellste zugelassen und beibehalten hatte.

So wie das, was eigentlich Methode sei, den Augen der Gesellen fast gänzlich verborgen war, so hatte man gleichfalls eine sorgliche Abneigung vor einer Methode zu der Erfahrung. Die Unterhaltung der Gesellschaft in ihren ersten Zeiten war immer zufällig gewesen. Was die einen als eigenes Studium beschäftigte, was die andern als Neuigkeit interessierte, brachte jeder unaufgefordert und nach Belieben vor. Ebenso blieb es nach der übrigens sehr förmlich eingerichteten Konstitution. Jeder teilt mit, was gerade zufällig bereit ist. Erscheinungen der Naturlehre, Körper der Naturgeschichte, Operationen der Technik, alles zeigt sich bunt durcheinander. Manches Unbedeutende, anderes durch einen wunderbaren Schein Interessierende, anderes bloß Kuriose findet Platz und Aufnahme; ja sogar werden Versuche mitgeteilt, aus deren nähern Umständen man ein Geheimnis macht. Man sieht eine Gesellschaft ernsthafter würdiger Männer, die nach allen Richtungen Streifzüge durch das Feld der Naturwissenschaft vornehmen, und weil sie das Unermessliche desselben anerkennen, ohne Plan und Maßregel darin herumschweifen. Ihre Sessionen sind öfters Quodlibets, über die man sich des Lächelns, ja des Lachens nicht enthalten kann. Die Angst der Sozietät vor irgendeiner rationellen Behandlung war so groß, dass sich niemand getraute, auch nur eine empirische Abteilung und Ordnung in das Geschäft zu bringen. Man durfte nur die verschiedenen Klassen der Gegenstände, man durfte Physik, Naturgeschichte und Technik voneinander trennen und in diesen die notwendigsten Unterabteilungen machen, sodann die Einrichtung treffen, dass in jeder Session nur ein Fach bearbeitet werden sollte, so war der Sache schon sehr geholfen.

Porta hatte schon hundert Jahre vorher die physikalischen Phänomene in Rubriken vorgetragen. Man konnte dieses Buch bequem zum Grunde legen, das alte Wunderbare nach und nach sichten und auslöschen, das in der Zwischenzeit Erfundene nachtragen, sodann das jedes Mal bei der Sozietät Vorkommende aus den Protokollen an Ort und Stelle ein tragen, so entging man wenigstens der größten Verwirrung und war sicher, dass sich nichts versteckte oder verlor, wie es zum Beispiel mit Mayows Erfahrungen ging, von welchen die Sozietät Notiz hatte, sie aber vernachlässigte und freilich das Genauere nicht erfuhr, weil sie den von Hooke zum Mitglied vorgeschlagenen Mayow nicht aufnahm.

In seiner neuen Atlantis hatte Bacon für das naturforschende Salomonische Kollegium einen ungeheuern romantischen Palast mit vielen Flügeln und Pavillons gebaut, worin sich denn wohl auch mancher äußerst phantastische Saal befand. Diese Andeutungen konnten freilich einer Gesellschaft, die im wirklichen Leben entsprang, wenig Vorteil gewähren; aber bestimmt genug hatte er am Ende jener Dichtung die Notwendigkeit ausgesprochen, die verschiedenen Funktionen eines solchen Unternehmens unter mehrere Personen zu teilen, oder wenn man will, diese Funktionen als voneinander abgesondert, aber doch immer in gleichem Werte nebeneinander fortschreitend zu betrachten.

"Wir haben zwölf Gesellen, sagte er, um uns Bücher, Materialien und Vorschriften zu Experimenten anzuwerben. Drei haben wir, welche alle Versuche, die sich in Büchern finden, zusammenbringen; drei, welche die Versuche aller mechanischen Künste, der freien und praktischen Wissenschaften, die noch nicht zu einer Einheit zusammengeflossen, sammeln. Wir haben drei, die sich zu neuen Versuchen anschicken, wie es ihnen nützlich zu sein scheint; drei, welche die Erfahrungen aller dieser schon Genannten in Rubriken und Tafeln aufstellen, dass der Geist zu Beobachtungen und Schlüssen sie desto bequemer vor sich finde. Drei haben wir, welche diese sämtlichen Versuche in dem Sinne ansehen, dass sie daraus solche Erfindungen ziehen, die zum Gebrauche des Lebens und zur Ausübung dienen; dann aber drei, die nach vielen Zusammenkünften und Ratschlüssen der Gesellschaft, worin das Vorhandene durchgearbeitet worden, Sorge tragen, dass nachdem, was schon vor Augen liegt, neue, tiefer in die Natur dringende Versuche eingeleitet und angestellt werden; dann drei, welche solche aufgegebene Experimente ausführen und von ihrem Erfolg Nachricht geben. Zuletzt haben wir drei, die jene Erfindungen und Offenbarungen der Natur durch Versuche zu höheren Beobachtungen, Axiomen und Aphorismen erheben und befördern, welches nicht anders als mit Beirat der sämtlichen Gesellschaft geschieht."

Von dieser glücklichen Sonderung und Zusammenstellung ist keine Spur in dem Verfahren der Sozietät, und ebenso geht es auch mit ihren nach und nach sich anhäufenden Besitzungen. Wie sie jeden Naturfreund ohne Unterschied des Ranges und Standes für sozietätsfähig erklärt hatte, ebenso bekannt war es, dass sie alles, was sich nur einigermaßen auf Natur bezog, annehmen und bei sich aufbewahren wolle. Bei der allgemeinen Teilnahme, die sie erregte, fand sich ein großer Zufluss ein, wie es bei allen empitischen Anhäufungen und Sammlungen zu geschehen pflegt. Der König, der Adel, Gelehrte, Ökonomen, Reisende, Kaufleute, Handwerker, alles drängte sich zu, mit Gaben und Merkwürdigkeiten. Aber auch hier scheint man vor irgendeiner Ordnung Scheu gehabt zu haben, wenigstens sieht man in der frühern Zeit keine Anstalt, ihre Vorräte zu rangieren, Katalogen darüber zu machen und dadurch auf Vollständigkeit auch nur von ferne hinzudeuten. Will man sie durch die Beschränktheit und Unsicherheit ihres Lokals entschuldigen, so lassen wir diesen Einwurf nur zum Teil gelten: denn durch einen wahren Ordnungsgeist wären diese Hindernisse wohl zu überwinden gewesen.

Jede einseitige Maxime muss, wenn sie auch zu gewissen Zwecken tauglich gefunden wird, sich zu andern unzulänglich, ja schädlich erzeigen. Sprat mag mit noch so vieler Beredsamkeit den Vorsatz der Gesellschaft, nicht zu theoretisieren, nicht zu methodisieren, nicht zu ordnen, rühmen und verteidigen, hinter seinen vielen Argumenten glaubt man nur sein böses Gewissen zu entdecken; und man darf nur den Gang des Sozietätsgeschäftes in den Protokollen einige Jahre verfolgen, so sieht man, dass sie die aus ihrer Maxime entspringenden Mängel gar wohl nach und nach bemerkt und dagegen, jedoch leider unzulängliche, Anordnungen macht.

Die Experimente sollen nicht aus dem Stegreife vorgelegt, sondern in der vorhergehenden Session angezeigt werden; man ordnet Versuche in gewissen Folgen an, man setzt Komitees nieder, welche, im Vorbeigehen sei es gesagt, in politischen und praktischen Fällen gut sein mögen, in wissenschaftlichen Dingen aber gar nichts taugen. Neigung oder Abneigung, vorgefasste Meinung der Kommissarien sind hier nicht so leicht wie dort zu kontrollieren. Ferner verlangt man Gutachten und Übersichten; da aber nichts zusammenhängt, so wird eins über das andere vergessen. Selten geschieht, was man sich vorgesetzt hatte, und wenn es geschieht, so ist es meistenteils nicht auslangend noch hinreichend. Und nach welchem Maßstab soll es gemessen, von wem soll es beurteilt werden?

Vielleicht ist hieran auch der im Anfang monatliche Präsidentenwechsel schuld; so wie auch hier die Ungewissheit und Unzulänglichkeit des Lokals, der Mangel eines Laboratoriums und was andere daraus entspringende Hindernisse sind, zur Entschuldigung angeführt werden können.

Mängel, die in der Umgebung und in der Zeit liegen

Von manchem, was sich einem regelmäßigen und glücklichen Fortschritt der Sozietät entgegensetzte, haben wir freilich gegenwärtig kaum eine Ahndung. Man hielt von Seiten der Menge, und zwar nicht eben gerade des Pöbels, die Naturwissenschaften und besonders das Experimentieren auf mancherlei Weise für schädlich, schädlich der Schullehre, der Erziehung, der Religion, dem praktischen Leben, und was dergleichen Beschränktheiten mehr waren.

Ingleichen stellen wir uns nicht vor, wenn wir von jenen englischen Experimentalphilosophen so vieles lesen, wie weit man überhaupt zu Ende des siebzehnten Jahrhunderts noch im Experimentieren zurückstand. Von der alchimistischen zeit her war noch die Lust am Geheimnis geblieben, von welchem man bei zunehmender Technik, beim Eingreifen des Wissens ins Leben, nunmehr manche Vorteile hoffen konnte. Die Werkzeuge, mit denen man operierte, waren noch höchst unvollkommen. Wer sieht dergleichen Instrumente aus jener Zeit in alten physikalischen Rüstkammern und ihre Unbehülflichkeit nicht mit Verwunderung und Bedauern.

Das größte Übel aber entsprang aus einer gewissen Verfahrungsart selbst. Man hatte kaum den Begriff, dass man ein Phänomen, einen Versuch auf seine Elemente reduzieren könne, dass man ihn zergliedern, vereinfachen und wieder vermannigfaltigen müsse, um zu erfahren, wohin er eigentlich deute. Die fleißigsten Beobachter der damaligen Zeit geben Anlas zu dieser Reflexion, und Newtons Theorie hätte nicht entstehen können, wenn er für diese Hauptmaxime, die den Experimentierenden leiten soll, irgendeinen Sinn gehabt hätte. Man ergriff einen verwickelten Versuch und eilte sogleich zu einer Theorie, die ihn unmittelbar erklären sollte; man tat gerade das Gegenteil von dem, was man in Mund und Wappen führte.

Robert Hooke

Hooke, der Experimentator und Sekretär der Sozietät, war in demselben Falle, und ob ihm gleich die Gesellschaft manches schuldig ist, so hat ihr doch sein Charakter viel Nachteil gebracht. Er war ein lebhafter, unruhig tätiger Mann von den ausgebreitetsten Kenntnissen, aber er wollte auch nichts für neu oder bedeutend gelten lassen, was irgend angebracht und mitgeteilt wurde. Er glaubte es entweder selbst schon zu kennen oder etwas anderes und Besseres zu wissen.

Soviel er auch tat, ja im einzelnen durcharbeitete, so war er doch durchaus unstet und wurde es noch mehr durch seine Lage, da die ganze Erfahrungsmasse auf ihn eindrang und er, um ihr gewachsen zu sein, seine Kräfte bald dahin, bald dorthin wenden musste. Dabei war er zerstreut, nachlässig in seinem Amte, obgleich auf seinem eigenen Wege immer tätig. Viele Jahre müht sich die Sozietät vergebens mit ihm ab. Sehr ernstlich wird ihm auferlegt: er soll regelmäßig Versuche machen, sie vorher anzeigen, in den folgenden Sessionen wirklich darlegen; wobei die gute Sozietät freilich nicht bedenkt, dass Sessionen nicht dazu geeignet sind, Versuche anzustellen und sich von den Erscheinungen vollständig zu überzeugen. Wie ihnen denn auch einmal ein Vogel den Gefallen nicht tun will, unter der Mayowschen Glocke, ehe die Versammlung auseinander geht, zu sterben.

Ähnliche Fälle benutzt Hooke zu allerlei Ausflüchten. Er gehorcht nicht, oder nur halb; man verkümmert ihm seine Pension, er wird nicht gefügsamer, und wie es in solchen Fällen geht, man ermüdet streng zu sein, man bezahlt ihm zuletzt aus Gunst und Nachsicht seine Rückstände auf einmal. Er zeigt eine Anwandlung von Besserung, die nicht lange dauert, und die Sache schleppt sich ihren alten Gang.

So sah es mit der innern Verfassung eines Gerichtshofes aus, bei dessen Entscheidung über eine bedeutende und weit eingreifende Theorie sich die wissenschaftliche Welt beruhigen sollte.

Isaak Newton

1642 - 1727

Unter denen, welche die Naturwissenschaften bearbeiten, lassen sich vorzüglich zweierlei Arten von Menschen bemerken.

Die ersten, genial, produktiv und gewaltsam, bringen eine Welt aus sich selbst hervor, ohne viel zu fragen, ob sie mit der wirklichen übereinkommen werde. Gelingt es, dass dasjenige, was sich in ihnen entwickelt, mit den Ideen des Weltgeistes zusammentrifft, so werden Wahrheiten bekannt, wovor die Menschen erstaunen und wofür sie jahrhundertelang dankbar zu sein Ursache haben. Entspringt aber in so einer tüchtigen genialen Natur irgendein Wahnbild, das in der allgemeinen Welt kein Gegenbild findet, so kann ein solcher Irrtum nicht minder gewaltsam um sich greifen und die Menschen Jahrhunderte durch hinreißen und übervorteilen.

Die von der zweiten Art, geistreich, scharfsinnig, behutsam, zeigen sich als gute Beobachter, sorgfältige Experimentatoren, vorsichtige Sammler von Erfahrungen; aber die Wahrheiten, welche sie fördern, wie die Irrtümer, welche sie begehen, sind gering. Ihr Wahres fügt sich

zu dem anerkannten Richtigen oft unbemerkt oder geht verloren; ihr Falsches wird nicht aufgenommen, oder wenn es auch geschieht, verlischt es leicht.
Zu der ersten dieser Klassen gehört Newton, zu der zweiten die besseren seiner Gegner. Er irrt, und zwar auf eine entschiedene Weise. Erst findet er seine Theorie plausibel, dann überzeugt er sich mit Übereilung, ehe ihm deutlich wird, welcher mühseligen Kunstgriffe es bedürfen werde, die Anwendung seines hypothetischen Aperçus durch die Erfahrung durchzuführen. Aber schon hat er sie öffentlich ausgesprochen, und nun verfehlt er nicht, alle Gewandtheit seines Geistes aufzubieten, um seine These durchzusetzen, wobei er mit unglaublicher Kühnheit das ganz Absurde als ein ausgemachtes Wahre der Welt ins Angesicht behauptet.
Wir haben in der neuern Geschichte der Wissenschaften einen ähnlichen Fall an Tycho de Brahe. Dieser hatte sich gleichfalls vergriffen, indem er das Abgeleitete für das Ursprüngliche, das Untergeordnete für das Herrschende in seinem Weltsystem gestellt hatte. Auch er war zu geschwind mit dieser unhaltbaren Grille hervorgetreten; seine Freunde und gleichzeitigen Verehrer schreiben in ihren vertraulichen Briefen darüber ganz unbewunden und sprechen deutlich aus, dass Tycho, wenn er nicht schon sein System publiziert und eine Zeitlang behauptet hätte, das Kopernikanische wahrscheinlich annehmen und dadurch der Wissenschaft großen Dienst leisten würde; dahingegen nunmehr zu fürchten sei, dass er den Himmel öfter nach seiner Lehre ziehen und biegen werde.
Schon die Zeitgenossen und Mitarbeiter Tychos befreiten sich von seiner ängstlichen verwirrenden Meinung. Aber Newton teilte seine Überzeugung sowie seine Hartnäckigkeit seinen Schülern mit, und wer den Parteigeist kennt, wird sich nicht verwundern, dass diese keine Augen und Ohren mehr haben, sondern das alte Credo immerfort wiederholen, wie es ihnen der Meister eingelernt.
Der Charakter, die Fähigkeiten, das Benehmen, die Schicksale seiner Gegner, können nur im einzelnen vorgetragen werden. Zum Teil begriffen sie nicht, worauf es ankam, zum Teil sahen sie den Irrtum wohl ein, hatten aber weder Kraft noch Geschick noch Opportunität, ihn zu zerstören.
Wir finden 1666 Newton als Studierenden zu Cambridge, mit Verbesserung der Teleskope und mit prismatischen Versuchen zu diesem Zweck beschäftigt, wobei er seine Farbentheorie bei sich festsetzt. Von ihm selbst haben wir hierüber drei Arbeiten, aus welchen wir seine Denkweise übersehen, dem Gange, den er genommen, folgen können.
Lectiones Opticae
Nachdem er 1667 Magister, 1669 Professor der Mathematik an Barrows Stelle geworden, hält er in diesem und den beiden folgenden Jahren der studierenden Jugend Vorlesungen, in welchen er das Physische der Farbenphänomene durch mathematische Behandlung soviel als möglich an dasjenige heranzuziehen sucht, was man von ihm in seiner Stelle erwartet. Er arbeitet diese Schrift nachher immer weiter aus, lässt sie aber liegen, so dass sie erst nach seinem Tode 1729 gedruckt wird.

Brief an den Sekretär der Londoner Sozietät

Im Jahre 1671 wird er Mitglied der Londoner Sozietät und legt ihr sein neues katoptrisches Teleskop vor und zugleich seine Farbentheorie, aus welcher gefolgert wird, dass die dioptrischen Fernröhre nicht zu verbessern seien.
Dieser Brief eigentlich beschäftigt uns hier, weil Newton den Gang, den er genommen, sich von seiner Theorie zu überzeugen, darin ausführlich erzählt, und weil er überhaupt hinreichend wäre, uns einen vollkommenen Begriff von der Newtonischen Lehre zu geben. An diesen Brief schließen sich auch die ersten Einwürfe gegen die Newtonische Lehre, welche nebst den Antworten des Verfassers bis 1676 reichen.

Die Optik

Seit gedachtem Jahre lässt sich Newton in weiter keine Kontrovers ein, schreibt aber die Optik, welche 1705 herauskommt, da seine Autorität am höchsten gestiegen und er zum Präsidenten der Sozietät ernannt war. In diesem Werke sind die Erfahrungen und Versuche so gestellt, dass sie allen Einwendungen die Stirn bieten sollen.

Um nunmehr dasjenige, worauf es bei der Sache ankommt, historisch deutlich zu machen, müssen wir einiges aus der vergangenen Zeit nachholen.

Die Wirkung der Refraktion war von den ältesten Zeiten her bekannt, ihre Verhältnisse aber bis in das sechzehnte Jahrhundert nur empirisch bestimmt. Snellius entdeckte das Gesetzliche daran und bediente sich zur Demonstration des subjektiven Versuchs, den wir mit dem Namen der Hebung bezeichnet haben. Andere wählten zur Demonstration den objektiven Versuch, und das Kunstwort Brechung wird davon ausschließlich gebraucht. Das Verhältnis der beiden Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels wird rein ausgesprochen, als wenn kein Nebenumstand dabei zu beobachten wäre.

Die Refraktion kam hauptsächlich bei Gelegenheit der Fernröhre zur Sprache. Diejenigen, die sich mit Teleskopen und deren Verbesserung beschäftigten, mussten bemerken, dass durch Objektivgläser, die aus Kugelschnitten bestehen, das Bild nicht rein in einen Punkt zu bringen ist, sondern dass eine gewisse Abweichung stattfindet, wodurch das Bild undeutlich wird. Man schrieb sie der Form der Gläser zu und schlug deswegen hyperbolische und elliptische Oberflächen vor.

So oft von Refraktion, besonders seit Antonius De Dominis, die Rede ist, wird auch immer der Farbenerscheinung gedacht. Man ruft bei dieser Gelegenheit die Prismen zu Hülfe, welche das Phänomen so eminent darstellen. Als Newton sich mit Verbesserung der Teleskope beschäftigte und, um jene Aberration von Seiten der Form wegzuschaffen, hyperbolische und elliptische Gläser arbeitete, untersuchte er auch die Farbenerscheinung und überzeugte sich, dass diese gleichfalls eine Art von Abweichung sei wie jene, doch von weit größerer Bedeutung, dergestalt, dass jene dagegen gar nicht zu achten sei, diese aber wegen ihrer Größe, Beständigkeit und Untrennbarkeit von der Refraktion alle Verbesserung der dioptrischen Teleskope unmöglich mache.

Bei Betrachtung dieser die Refraktion immer begleitenden Farbenerscheinung fiel hauptsächlich auf, dass ein rundes Bild wohl seine Breite behielt, aber in der Länge zunahm. Es wurde nunmehr eine Erklärung gefordert, welche im siebzehnten Jahrhundert oft versucht worden, niemanden aber gelungen war.

Newton scheint, indem er eine solche Erklärung aufsuchte, sich gleich die Frage getan zu haben: ob die Ursache in einer innern Eigenschaft des Lichts oder in einer äußern Bedingtheit desselben zu suchen sei? Auch lässt sich aus seiner Behandlung der Sache, wie sie uns bekannt worden, schließen, dass er sich sehr schnell für die erstere Meinung entschieden habe.

Das erste, was er also zu tun hatte, war, die Bedeutsamkeit aller äußern Bedingungen, die bei dem prismatischen Versuche vorkamen, zu schwächen oder ganz zu beseitigen. Ihm waren die Überzeugungen seiner Vorgänger wohl bekannt welche eben diesen äußern Bedingungen einen großen Wert beigelegt. Er führt ihrer sechs auf, um eine nach der andern zu verneinen. Wir tragen sie in der Ordnung vor, wie er sie selbst aufführt, und als Fragen, wie er sie gleichfalls gestellt hat.

Erste Bedingung. Trägt die verschiedene Dicke des Glases zur Farbenerscheinung bei? Diese hier nur im allgemeinen und Unbestimmten aufgestellte Frage ward eigentlich dadurch veranlasst: Antonins De Dominis, Kircher und andere hatten geglaubt, indem sie das Gelbe durch die Spitze des brechenden Winkels oder näher an ihm, das Blaue aber zu oberst, wo das Prisma mehrere Masse hat, hervorgebracht sahen, es sei die größere oder geringere Stärke des Glases Ursache der Farbenverschiedenheit. Sie hätten aber nur dürfen beim Gebrauch eines größeren Prismas dasselbe von unten hinauf, oder von oben herunter, nach und nach zudecken, so würden sie gesehen haben, dass an jeder mittleren Stelle jede Farbe entstehen kann. Und Newton hatte also ganz recht, wenn er in diesem Sinne die Frage mit Nein beantwortet.

Doch haben weder er noch seine Nachfolger auf den wichtigen Umstand aufmerksam gemacht, dass die Stärke oder die Schwäche des Mittels überhaupt, zwar nicht zur Entstehung der verschiedenen Farben, aber doch zum Wachstum oder zur Verminderung der Erscheinung sehr viel beitrage, wie wir am gehörigen Orte umständlich ausgeführt haben. (E. 209 - 217.) Diese Bedingung ist also keineswegs als vollkommen beseitigt anzusehen, sie bleibt vielmehr in einem Sinne, an den man freilich damals nicht gedacht, als höchst bedeutend bestehen.

Zweite Bedingung. Inwiefern tragen größere oder kleinere Öffnungen im Fensterladen zur Gestalt der Erscheinung, besonders zum Verhältnis ihrer Länge zur Breite bei? Newton will auch diese Bedingung unbedeutend gefunden haben, welches sich auf keine Weise begreifen lässt, als dass man annimmt, er habe, indem er mit kleinen Prismen operiert, die Öffnungen im Fensterladen nicht von sehr verschiedener Größe machen können. Denn obgleich das Verhältnis der Länge zur Breite im prismatischen Bilde von mancherlei Ursachen abhängt, so ist doch die Größe der Öffnung eine der hauptsächlichsten: denn je größer die Öffnung wird, desto geringer wird das Verhältnis der Länge zur Breite. Man sehe, was wir hierüber im polemischen Teil (92) umständlich und genau ausgeführt haben. Diese zweite Frage wird also von uns auf das entschiedenste mit Ja beantwortet.

Dritte Bedingung. Tragen die Grenzen des Hellen und Dunklen etwas zur Erscheinung bei? Das ganze Kapitel unseres Entwurfs, welches die Farben abhandelt, die bei Gelegenheit der Refraktion entstehen, ist durchaus bemüht zu zeigen, dass eben die Grenzen ganz allein die Farbenerscheinung hervorbringen. Wir wiederholen hier nur das Hauptmoment. Es entspringt keine prismatische Farbenerscheinung, als wenn ein Bild verrückt wird, und es kann kein Bild ohne Grenze sein. Bei dem gewöhnlichen prismatischen Versuch geht durch die kleinste Öffnung das ganze Sonnenbild durch, das ganze Sonnenbild wird verrückt; bei geringer Brechung nur an den Rändern, bei stärkerer aber völlig gefärbt.

Durch welche Art von Untersuchung jedoch Newton sich überzeugt habe, dass der Grenze kein Einfluss auf die Farbenerscheinung zuzuschreiben sei, muss jeden, der nicht verwahrlost ist, zum Erstaunen, ja zum Entsetzen bewegen, und wir fordern alle günstige und ungünstige Leser auf, diesem Punkte die größte Aufmerksamkeit zu widmen.

Bei jenem bekannten Versuche, bei welchem das Prisma innerhalb der dunklen Kammer sich befindet, geht das Licht, oder vielmehr das Sonnenbild, zuerst durch die Öffnung und dann durch das Prisma, da denn auf der Tafel das farbige Spektrum erscheint. Nun stellt der Experimentator, um gleichsam eine Probe auf seinen ersten Versuch zu machen, das Prisma hinaus vor die Öffnung und findet in der dunklen Kammer, vor wie nach, sein gefärbtes verlängertes Bild. Daraus schließt er, die Öffnung habe keinen Einfluss auf die Färbung desselben.

Wir fordern alle unsere gegenwärtigen und künftigen Gegner auf diese Stelle. Hier wird von nun an um die Haltbarkeit oder Unhaltbarkeit des Newtonischen Systems gekämpft, hier, gleich am Eingange des Labyrinths und nicht drinnen in den verworrenen Irrgängen, hier, wo uns Newton selbst aufbewahrt hat, wie er zu seiner Überzeugung gelangt ist. Wir wiederholen daher was schon oft von uns didaktisch und polemisch eingeschärft worden: das gebrochene Licht zeigt keine Farbe, als bis es begrenzt ist; das Licht nicht als Licht, sondern insofern es als ein Bild erscheint, zeigt bei der Brechung eine Farbe, und es ist ganz einerlei, ob erst ein Bild entstehe, das nachher gebrochen wird, oder ob eine Brechung vorgehe, innerhalb welcher man ein Bild begrenzt.

Man gewöhne sich, mit dem großen Wasserprisma zu operieren, welches uns ganz allein über die Sache einen vollkommnen Aufschluss geben kann, und man wird nicht aufhören, sich zu wundern, durch welch einen unglaublichen Fehlschluss sich ein so vorzüglicher Mann nicht allein zu Anfang getäuscht, sondern den Irrtum so bei sich festwurzeln lassen, dass er wider allen Augenschein, ja wider besser Wissen und Gewissen, in der Folge dabei verharrt und einen ungehörigen Versuch nach dem andern ersonnen, um seine erste Unaufmerksamkeit vor unaufmerksamen Schülern zu verbergen. Man sehe, was von uns im polemischen Teile, besonders zum zweiten Teil des ersten Buchs der Optik, umständlicher

ausgeführt worden, und erlaube uns hier den Triumph der guten Sache zu feiern, den ihr die Schule, mit aller ihrer Halsstarrigkeit, nicht lange mehr verkümmern wird.
Jene drei nunmehr abgehandelten Fragepunkte beziehen sich auf Äußerungen älterer Naturforscher. Der erste kam vorzüglich durch Antonius De Dominis, der zweite und dritte durch Kircher und Descartes zur Sprache.
Außerdem waren noch andre Punkte zu beseitigen, andere äußere Bedingungen zu leugnen, die wir nun der Ordnung nach vorführen, wie sie Newton beibringt.
Vierte Bedingung. Sind vielleicht Ungleichheiten und Fehler des Glases schuld an der Erscheinung?
Noch in dem siebzehnten Jahrhunderte sind uns mehrere Forscher begegnet, welche die prismatischen Erscheinungen bloß für zufällig und regellos hielten. Newton bestand zuerst mit Macht darauf, dass sie regelmäßig und beständig seien.
Wenn Ungleichheiten und Fehler des Glases unregelmäßig scheinende Farben hervorbringen, so entstehen sie doch ebenso gut dem allgemeinen Gesetze gemäß, als die entschiedenen des reinsten Glases: denn sie sind nur Wiederholungen im kleinen von der größeren Farbenerscheinung an den Rändern des Prismas, indem jede Ungleichheit, jede undurchsichtige Faser, jeder dunkle Punkt als ein Bildchen anzusehen ist, um welches her die Farben entstehen. Wenn also die Haupterscheinung gesetzlich und konstant ist, so sind es diese Nebenerscheinungen auch; und wenn Newton völlig recht hatte, auf dem Gesetzlichen des Phänomens zu bestehen, so beging er doch den großen Fehler, das eigentliche Fundament dieses Gesetzlichen nicht anzuerkennen.
Fünfte Bedingung. Hat das verschiedene Einfallen der Strahlen, welche von verschiedenen Teilen der Sonne herabkommen, Schuld an der farbigen Abweichung?
Es war freilich dieses ein Punkt, welcher eine genaue Untersuchung verdiente. Denn kaum hatte man sich an der durch Huyghens bekannt gewordnen Entdeckung des Snellius, wodurch dem Einfallswinkel zu dem gebrochnen Winkel ein beständiges Verhältnis zugesichert worden, kaum hatte man sich daran erfreut und hierin ein großes Fundament zu künftigen Untersuchungen und Ausübungen erblickt, als nun Newton auf einmal die früher kaum geachtete farbige Aberration so sehr bedeutend finden wollte. Die Geister hielten fest an jener Vorstellung, dass Inzidenz und Brechung in bestimmtem Verhältnisse stehen müsse, und die Frage war natürlich: ob nicht etwa auch bei dieser scheinbar aus der Regel schreitenden Erscheinung eine verschiedene Inzidenz im Spiele sei?
Newton wendete also hier ganz zweckmäßig seine mathematische Genauigkeit an diesen Punkt und zeigte, soviel wir ihn beurteilen können, gründlich, obgleich mit etwas zu viel Umständlichkeit, dass die Farbenerscheinung keiner diversen Inzidenz zugeschrieben werden könne, worin er denn auch ganz recht hat und wogegen nichts weiter zu sagen ist.
Sechste Bedingung. Ob vielleicht die Strahlen nach der Refraktion sich in krummen Linien fortpflanzen und also das so seltsam verlängerte Bild hervorbringen?
Durch Descartes und andre, welche zu mechanischen Erklärungsarten geneigt waren, kam beim Lichte, beim Schall und bei andern schwer zu versinnlichenden Bewegungen das in mechanischen Fällen übrigens ganz brauchbare Beispiel vom Ballschlag zur Sprache. Weil nun der geschlagene Ball sich nicht in gerader Linie, sondern in einer krummen bewegt, so konnte man nach jener globularen Vorstellungsart denken, das Licht erhalte bei der Refraktion einen solchen Schub, dass es aus seiner geradlinigen Bewegung in eine krummlinige überzugehen veranlasst werde. Gegen diesem Vorstellungen argumentiert und experimentiert Newton, und zwar mit Recht.
Da nunmehr Newton diese sechs äußern Bedingungen völlig removiert zu haben glaubt, so schreitet er unmittelbar zu dem Schlusse: es sei die Farbe dem Licht nicht nur eingeboren, sondern die Farben in ihren spezifischen Zuständen seien in dem Licht als ursprüngliche Lichter enthalten, welche nur durch die Refraktion und andre äußere Bedingungen manifestiert, aus dem Lichte hervorgebracht und in ihrer Uranfänglichkeit und Unveränderlichkeit nunmehr dargestellt würden.

Dass an diesen dergestalt entwickelten und entdeckten Lichtern keine weitere Veränderung vorgehe, davon sucht er sich und andere durch das Experimentum Crucis zu überzeugen; worauf er denn in dreizehn Propositionen seine Lehre mit allen Klauseln und Kautelen, wie sie hernach völlig stehen geblieben, vorträgt, und da er die Farben zuerst aus dem weißen Licht entwickelt, zuletzt sich genötigt sieht, das weiße Licht wieder aus ihnen zusammenzusetzen.
Dieses glaubt er vermittelst der Linse zu leisten, die er ohne weitre Vorbereitung einfahrt und sich für vollkommen befriedigt hält, wenn er das im Brennpunkt aufgehobene farbige Bild für das wieder zusammengebrachte, vereinigte, gemischte ausgeben kann.
Die Folgerung, die er aus allem diesem zieht, ist sodann, dass es unnütz sei, sich mit Verbesserung der dioptrischen Fernröhre abzugeben, dass man sich vielmehr bloß an die katoptrischen halten müsse, wozu er eine neue Vorrichtung ausgesonnen.
Diese ersten Konfessionen und Behauptungen Newtons wurden in jenem von uns angezeigten Briefe an die königliche Sozietät der Wissenschaften gebracht und durch die Transaktionen öffentlich bekannt. Sie sind das erste, was von Newtons Lehre im Publikum erscheint und uns in manchem Sinne merkwürdig, besonders auch deshalb, weil die ersten Einwendungen seiner Gegner vorzüglich gegen diesen Brief gerichtet sind.
Nun haben wir gesehen, dass sein Hauptfehler darin bestanden, dass er jene Fragen, die sich hauptsächlich darauf beziehen: ob äußere Bedingungen bei der Farbenerscheinung mitwirken? zu schnell und übereilt beseitigt und verneint, ohne auf die näheren Umstände genauer hinzusehen. Deswegen haben wir ihm bei einigen Punkten völlig, bei andern zum Teil, und abermals bei andern nicht widersprechen müssen und können, und wir haben deutlich zu machen gesucht, welche Punkte, und inwiefern sie haltbar sind oder nicht. Widerstrebt nun einer seiner ersten Gegner irrigerweise den haltbaren Punkten, so muss er bei der Kontrovers verlieren, und es entsteht ein gutes Vorurteil für das Ganze; widerstrebt ein Gegner den unhaltbaren Punkten, aber nicht kräftig genug und auf die unrechte Weise, so muss er wieder verlieren, und das Falsche erhält die Sanktion des Wahren.
Schon in diesem Briefe, wie in allen Beantwortungen, die er gegen seine ersten Gegner richtet, findet sich jene von uns in der Polemik angezeigte Behandlungsart seines Gegenstandes, die er auf seine Schüler fortgepflanzt hat. Es ist ein fortdauerndes Setzen und Aufheben, ein unbedingtes Aussprechen und augenblickliches Limitieren, so dass zugleich alles und nichts wahr ist.
Diese Art, welche eigentlich bloß dialektisch ist und einem Sophisten ziemte, der die Leute zum besten haben wollte, findet sich, so viel mir bekannt geworden, seit der scholastischen Zeit wieder zuerst bei Newton. Seine Vorgänger, von den wiederauflebenden Wissenschaften an, waren, wenn auch oft beschränkt, doch immer treulich dogmatisch, wenn auch unzulänglich, doch redlich didaktisch; Newtons Vortrag hingegen besteht aus einem ewigen Hinterstzuvörderst, aus den tollsten Transpositionen, Wiederholungen und Verschränkungen, aus dogmatisierten und didaktisierten Widersprüchen, die man vergeblich zu fassen strebt, aber doch zuletzt auswendig lernt und also etwas wirklich zu besitzen glaubt.
Und bemerken wir nicht im Leben, in manchen andern Fällen: wenn wir ein falsches Aperçu, ein eigenes oder fremdes, mit Lebhaftigkeit ergreifen, so kann es nach und nach zur fixen Idee werden und zuletzt in einen völligen partiellen Wahnsinn ausarten, der sich hauptsächlich dadurch manifestiert, dass man nicht allein alles einer solchen Vorstellungsart Günstige mit Leidenschaft festhält, alles zart Widersprechende ohne weiteres beseitigt, sondern auch das auffallend Entgegengesetzte zu seinen Gunsten auslegt.

Newtons Verhältnis zur Sozietät

Newtons Verdienste, die ihm schon als Jüngling eine bedeutende Lehrstelle verschafft, wurden durchaus höchlich geachtet. Er hatte sich im stillen gebildet und lebte meist mit sich selbst und seinem Geiste: eine Art zu sein, die er auch in spätern Zeiten fortsetzte. Er hatte

zu mehreren Gliedern der königlichen Sozietät, die mit ihm beinahe von gleichem Alter war, besonders aber zu Oldenburg, ein sehr gutes Verhältnis.

Oldenburg, aus Bremen gebürtig, bremischer Konsul in London, während des langen Parlaments, verließ seine öffentliche Stelle und ward Hofmeister junger Edelleute. Bei seinem Aufenthalte in Oxford ward er mit den vorzüglichsten Männern bekannt und Freund, und als die Akademie sich bildete, Sekretär derselben, eigentlich der auswärtigen Angelegenheiten, wenn Hooke die innern anvertraut waren.

Als Welt- und Geschäftsmann herangekommen, war seine Tätigkeit und Ordnungsliebe völlig ausgebildet. Er hatte sehr ausgebreitete Verbindungen, korrespondierte mit Aufmerksamkeit und Anhaltsamkeit. Durch ein kluges folgerechtes Bemühen beförderte vorzüglich er den Einfluss und Ruhm der königlichen Sozietät, besonders im Auslande.

Die Gesellschaft hatte kaum einige Zeit bestanden, als Newton in seinem dreißigsten Jahre darin aufgenommen wurde. Wie er aber seine Theorie in einen Kreis eingeführt, der alle Theorien entschieden verabscheute, dieses zu untersuchen ist wohl des Geschichtsforschers wert.

Des Denkers einziges Besitztum sind die Gedanken, die aus ihm selbst entspringen; und wie ein jedes Aperçu, was uns angehört, in unserer Natur ein besonderes Wohlbefinden verbreitet, so ist auch der Wunsch ganz natürlich, dass es andere als das unsrige anerkennen, indem wir dadurch erst etwas zu werden scheinen. Daher werden die Streitigkeiten über die Priorität einer Entdeckung so lebhaft; recht genau besehen sind es Streitigkeiten um die Existenz selbst.

Schon in früherer Zeit fühlte jeder die Wichtigkeit dieses Punktes. Man konnte die Wissenschaften nicht bearbeiten, ohne sich mehreren mitzuteilen, und doch waren die mehreren selten groß genug, um das, was sie empfangen hatten, als ein Empfangenes anzuerkennen. Sie eigneten sich das Verdienst selbst zu, und man findet gar manchen Streit wegen solcher Präokkupationen. Galilei, um sich zu verwahren, legte seine Entdeckungen in Anagrammen mit beigeschriebenem Datum bei Freunden nieder, und sicherte sich so die Ehre des Besitzes.

Sobald Akademien und Sozietäten sich bildeten, wurden sie die eigentlichen Gerichtshöfe, die dergleichen aufzunehmen und zu bewahren hatten. Man meldete seine Erfindung; sie wurde zu Protokoll genommen, in den Akten aufbewahrt, und man konnte seine Ansprüche darauf geltend machen. Hieraus sind in England später die Patentdekrete entstanden, wodurch man dem Erfinder nicht allein sein geistiges Recht von Wissenschafts wegen, sondern auch sein ökonomisches von Staats wegen zusicherte.

Bei der königlichen Sozietät bringt Newton eigentlich nur sein neuerfundenes katoptrisches Teleskop zur Sprache. Er legt es ihr vor und bittet, seine Rechte darauf zu wahren. Seine Theorie bringt er nur nebenher und in dem Sinne heran, dass er den Wert seiner teleskopischen Erfindung dadurch noch mehr begründen will, weil durch die Theorie die Unmöglichkeit, dioptrische Fernröhre zu verbessern, außer allen Zweifel gesetzt werden soll. Die falsche Maxime der Sozietät, sich mit nichts Theoretischem zu befassen, leidet hier sogleich Gefahr. Man nimmt das Newtonische Eingesendete mit Wohlwollen und Achtung auf, ob man sich gleich in keine nähere Untersuchung einlässt. Hooke jedoch widerspricht sogleich, behauptet, man komme ebenso gut, ja besser mit seiner Lehre von den Erschütterungen aus. Dabei verspricht er neue Phänomene und andre bedeutende Dinge vorzubringen. Newtons Versuche hingegen zu entwickeln fällt ihm nicht ein; auch lässt er die aufgeführten Erscheinungen als Fakta gelten, wodurch denn Newton im stillen viel gewinnt, obgleich Hooke zuletzt doch die Tücke ausübt und das erste Spiegelteleskop, nach dem frühern Vorschlag des Gregory, sorgfältig zustande bringt, um den Wert der Newtonischen Erfindung einigermaßen zu verringern.

Boyle, der nach seiner stillen zarten Weise in der Sozietät mitwirkt und bei dem monatlichen Präsidentenwechsel auch wohl einmal den Stuhl einnimmt, scheint von der Newtonischen Farbenlehre nicht die mindeste Notiz zu nehmen.

So sieht es im Innern der königlichen Sozietät aus, indessen nun auch Fremde, durch jenen Brief Newtons von seiner Theorie unterrichtet und dadurch aufgeregt, sowohl gegen die Versuche als gegen die Meinung manches einzuwenden haben. Auch hiervon das Detail einzusehen, ist höchst nötig, weil das Recht und Unrecht der Gegner auf sehr zarten Punkten beruht, die man seit vielen Jahren nicht mehr beachtet, sondern alles nur zugunsten der Newtonischen Lehre in Bausch und Bogen genommen hat.

Erste Gegner Newtons, denen er selbst antwortete

Wenn wir uns von vergangenen Dingen eine rechte Vorstellung machen wollen, so haben wir die Zeit zu bedenken, in welcher etwas geschehen, und nicht etwa die unsrige, in der wir die Sache erfahren, an jene Stelle zu setzen. So natürlich diese Forderung zu sein scheint, so bleibt es doch eine größere Schwierigkeit, als man gewöhnlich glaubt, sich die Umstände zu vergegenwärtigen, wovon entfernte Handlungen begleitet wurden. Deswegen ist ein gerechtes historisches Urteil über einzelnes persönliches Verdienst und Unverdienst so selten. Über Resultate ganzer Massenbewegungen lässt sich eher sprechen.
Den schlechten Zustand physikalischer Instrumente überhaupt in der zweiten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts haben wir schon erwähnt, sowie die Unzulänglichkeit der Newtonischen Vorrichtungen. Er bediente sich keines überdachten, ausgesuchten, fixierten Apparats; deswegen er noch in der Optik fast bei jedem Versuche von vorn anfangen muss, seine Einrichtung umständlich zu beschreiben. Was ihm gerade zufällig zur Hand liegt, wird sogleich mit gebraucht und angewendet; daher seine Versuche voll unnützer Nebenbedingungen, die das Hauptinteresse nur verwirren. Im polemischen Teile finden sich genugsame Belege zu dieser Behauptung, und wenn Newton so verfuhr, wie mag es bei andern ausgesehen haben! Wenden wir uns vom Technischen zum Innern und Geistigen, so begegnen uns folgende Betrachtungen. Als man beim Wiederaufleben der Wissenschaften sich nach Erfahrungen umsah und sie durch Versuche zu wiederholen trachtete, bediente man sich dieser zu ganz verschiedenen Zwecken.
Der schönste war und bleibt immer der, ein Naturphänomen, das uns verschiedene Seiten bietet, in seiner ganzen Totalität zu erkennen. Gilbert brachte auf diesem Wege die Lehre vom Magneten weit genug, so wie man auch, um die Elastizität der Luft und andere ihrer physischen Eigenschaften kennen zu lernen, konsequent zu Werke ging. Manche Naturforscher hingegen arbeiteten nicht in diesem Sinne; sie suchten Phänomene aus den allgemeinsten Theorien zu erklären, wie Descartes die Kügelchen seiner Materie, und Boyle seine Körperfacetten zur Erklärung der Farben anwendete. Andere wollten wieder durch Phänomene einen allgemeinen Grundsatz bestätigen, wie Grimaldi durch unzählige Versuche nur immer dahin deutete, dass das Licht wohl eine Substanz sein möchte. Newtons Verfahren hingegen war ganz eigen, ja unerhört. Eine tief verborgene Eigenschaft der Natur an den Tag zu bringen, dazu bedient er sich nicht mehr als dreier Versuche, durch welche keineswegs Urphänomene, sondern höchst abgeleitete dargestellt wurden. Diese, dem Brief an die Sozietät zum Grunde liegenden drei Versuche, den mit dem Spektrum durch das einfache Prisma, den mit zwei Prismen, Experimentum Crucis, und den mit der Linse, ausschließlich zu empfehlen, alles andere aber abzuweisen, darin besteht sein ganzes Manöver gegen die ersten Gegner.
Wir bemerken hierbei, dass jener von uns oben ausgezogene Brief an die Sozietät eigentlich das erste Dokument war, wodurch die Welt Newtons Lehre kennen lernte. Wir können uns, da seine Lectiones opticae, seine Optik nunmehr vor uns liegen, da die Sache so tausendmal durchgesprochen und durchgestritten worden, keinen Begriff machen, wie abrupt und abstrus die Newtonische Vorstellungsart in der wissenschaftlichen Welt erscheinen musste. Auch können die Gelehrten sich in die Sache nicht finden. Im Praktischen will es niemanden in den Kopf, dass die dioptrischen Fernröhre, denen man so viel verdankt, um die man sich so viel Mühe gegeben, ganz verworfen werden sollten. Im Theoretischen hängt man an allgemeinen Vorstellungsarten, die man Newtonen entgegensetzt; oder man macht besondere

Einwendungen. Mit seinen Versuchen kann man entweder nicht zurecht kommen oder man schlägt andere vor, davon die wenigsten zum Ziel, zu irgendeiner Entscheidung führen. Was uns nun von Newtons Kontrovers mit seinen ersten Gegnern überliefert ist, tragen wir kürzlich auszugsweise vor, insofern es überhaupt bedeutend sein kann; wobei wir alles fallen lassen, was die Aussicht nur verwirren und eine weit umständlichere Abhandlung nötig machen würde. Die Aktenstücke liegen aller Welt vor Augen; wir werden sie unter Nummern und Buchstaben ordnen, damit man, was sich auf die verschiedenen Gegner bezieht, besser übersehen könne; wobei wir doch jedesmal die Nummer angeben, wie sie in Newtons kleinen Schriften, aus den Philosophischen Transaktionen abgedruckt, bezeichnet sind. Jenes Hauptdokument, der angeführte Brief, macht den ersten Artikel aus. Bis zum neunten folgen Bemerkungen und Verhandlungen über das katoptrische Teleskop, die uns hier weiter nicht berühren; die folgenden jedoch verdienen mehr oder weniger unsere Aufmerksamkeit.
I. Ein Ungenannter. Kann eigentlich nicht als Widersacher Newtons angesehen werden.
A. Artikel X. Denn er schlägt noch einige Versuche vor, deren Absicht man nicht geradezu begreift, die aber auf mehrere Bewährung der Newtonischen Lehre zu dringen scheinen.
B. Artikel XI. Newton erklärt sich ganz freundlich darüber, sucht aber anzudeuten, dass er das hier Geforderte schon genugsam bei sich bedacht habe.
II. Ignatius Gaston Pardies, geboren 1636, gestorben 1673.
C. Art. XII. Er will die Erscheinung des verlängerten Bildes aus der verschiedenen Inzidenz erklären. Auch hat er gegen das Experimentum Crucis Einwendungen zu machen, wobei er gleichfalls die Inzidenz zu Hülfe ruft. Zugleich gedenkt er des bekannten Hookischen Versuchs mit den zwei keilförmigen aneinandergeschobenen farbigen Prismen.
D. Art. XIII. Newton removiert die beiden ersten Punkte und erklärt das letztere Phänomen zu seinen Gunsten. Dabei nimmt er es übel, dass man seine Lehre eine Hypothese und nicht eine Theorie nennt.
E. Art. XIV. Newton, unaufgefordert, sendet an den Herausgeber einen kleinen Aufsatz, welcher eigentlich seine Theorie, in acht Fragen eingeschlossen, enthält. Am Schlusse verlangt er, dass man vor allen Dingen prüfen möge, ob seine Versuche hinreichen, diese Fragen zu bejahen, und ob er sich nicht etwa in seinen Schlussfolgen geirrt; sodann auch, dass man Experimente, die ihm gerade entgegengesetzt wären, aufsuchen solle. Hier fängt er schon an, seine Gegner auf seinen eigenen Weg zu nötigen.
F. Art. XV. Pater Pardies antwortet auf das Schreiben des XIIIten Artikels und gibt höflich nach, ohne eigentlich überzeugt zu scheinen.
G. Art. XVI. Newton erklärt sich umständlich und verharrt bei seiner ersten Erklärungsart.
H. Pater Pardies erklärt sich für befriedigt, tritt von dem polemischen Schauplatze und bald nachher auch von dem Schauplatze der Welt ab.
III. Ein Ungenannter, vielleicht gar Hooke selbst, macht verschiedene Einwendungen gegen Newtons Unternehmungen und Lehre. Der Aufsatz wird in den Philosophischen Transaktionen nicht abgedruckt, weil, wie eine Note bemerkt, der Inhalt desselben aus Newtons Antwort genugsam hervorgehe. Doch für uns ist der Verlust desselben höchlich zu bedauern, weil die sonst bequeme Einsicht in die Sache dadurch erschwert wird.
I. Art. XVII. Newtons umständliche Verantwortung gegen vorgemeldete Erinnerung. Wir referieren sie punktweise, nach der Ordnung der aufgeführten Nummern.
1. Newton verteidigt sich gegen den Vorwurf, dass er an der Verbesserung der dioptrischen Fernröhre ohne genugsamen Bedacht verzweifelt habe.
2. Newton summiert, was von seinem Gegner vorgebracht worden, welches er im folgenden einzeln durchgeht.
3. Newton leugnet, behauptet zu haben, das Licht sei ein Körper. Hier wird die von uns schon oben bemerkte eigene Art seiner Behandlung auffallender. Sie besteht nämlich darin, sich ganz nahe an die Phänomene zu halten und um dieselben herum so viel zu argumentieren, dass man zuletzt glaubt, das Argumentierte mit Augen zu sehen. Die entfernteren Hypothesen, ob das Licht ein Körper oder eine Energie sei, lässt er unerörtert, doch deutet er darauf, dass die Erscheinungen für die erstere günstiger seien.

4. Der Widersacher hatte die Hypothese von den Schwingungen vorgebracht und ließ daher, auf diese oder jene Weise, eine Farbe anders als die andere schwingen. Newton fährt nunmehr fort, zu zeigen, dass diese Hypothese auch noch leidlich genug zu seinen Erfahrungen und Enunziaten passe: genug, die kolorifiken Lichter steckten im Licht und würden durch Refraktion, Reflexion etc. herausgelockt.
5. Hier wird, wo nicht gezeigt, doch angedeutet, dass jene Schwingungstheorie, auf die Erfahrungen angewendet, manche Unbequemlichkeit nach sich ziehe.
6. Es sei überhaupt keine Hypothese nötig, die Lehre Newtons zu bestimmen oder zu erläutern.
7. Des Gegners Einwendungen werden auf drei Fragen reduziert.
8. Die Strahlen werden nicht zufällig geteilt oder auf sonst eine Weise ausgedehnt. Hier tritt Newton mit mehreren Versuchen hervor, die in den damals noch nicht gedruckten Optischen Lektionen enthalten sind.
9 Der ursprünglichen Farben seien mehr als zweie. Hier wird von der Zerlegbarkeit oder Nichtzerlegbarkeit der Farben gehandelt.
10. Dass die weiße Farbe aus der Mischung der übrigen entspringe. Weitläuftig behauptet, auf die Weise, die uns bei ihm und seiner Schule schon widerlich genug geworden. Er verspricht ewig Weiß, und es wird nichts als Grau daraus.
11. Das Experimentum Crucis sei stringent beweisend und über alle Einwürfe erhoben.
12. Einige Schlussbemerkungen.
IV. Ein Ungenannter zu Paris.
K. Art. XVIII. Nicht durchaus ungereimte, doch nur problematisch vorgetragene Einwürfe: Man könne sich mit Blau und Gelb als Grundfarben begnügen; man könne vielleicht aus einigen Farben, ohne sie gerade alle zusammenzunehmen, Weiß machen. Wenn Newtons Lehre wahr wäre, so müssten die Teleskope lange nicht die Bilder so deutlich zeigen, als sie wirklich täten.
Was das erste betrifft, so kann man ihm, unter gewissen Bedingungen, recht geben. Das zweite ist eine alberne, nicht zu lösende Aufgabe, wie jedem gleich ins Gesicht fällt. Bei dem dritten aber hat er vollkommen recht.
L. Art. XIX. Newton zieht sich wegen des ersten Punktes auf seine Lehre zurück. Was den zweiten betrifft, so wird es ihm nicht schwer, sich zu verteidigen. Den dritten, sagt er, habe er selbst nicht übersehen und schon früher erwähnt, dass er sich verwundert habe, dass die Linsen noch so deutlich zeigten, als sie tun.
Man sieht, wie sehr sich Newton schon gleich anfangs verstockt und in seinen magischen Kreis eingeschlossen haben müsse, dass ihn seine Verwunderung nicht selbst zu neuen Untersuchungen und aufs Rechte geführt.
M. Art. XX. Der Ungenannte antwortet, aber freilich auf eine Weise, die nur zu neuen Weiterungen Anlass gibt.
N. Art. XXI. Newton erklärt sich abermals, und um die Sache wieder ins Enge und in sein Gebiet zu bringen, verfährt er nun mit Definitionen und Propositionen, wodurch er alles dasjenige, was noch erst ausgemacht werden soll, schon als entschieden aufstellt und sodann sich wieder darauf bezieht und Folgerungen daraus herleitet. In diesen fünf Definitionen und zehn Propositionen ist wirklich abermals die ganze Newtonische Lehre verfasst, und für diejenigen, welche die Beschränktheit dieser Lehre übersehen oder welche ein Glaubensbekenntnis derselben auswendig lernen wollen, gleich nützlich und hinreichend. Wäre die Sache wahr gewesen, so hätte es keiner weiteren Ausführung bedurft.
V. Franziscus Linus, Jesuit, geboren 1595 zu London, gestorben 1676 zu Lüttich, wo er, am englischen Kollegium angestellt, hebräische Sprache und Mathematik gelehrt hatte. Die Schwäche seines theoretischen Vermögens zeigt sich schon in frühern Kontroversen mit Boyle; nunmehr als Greis von achtzig Jahren, der zwar früher sich mit optischen Dingen beschäftigt und vor dreißig Jahren die prismatischen Experimente angestellt hatte, ohne ihnen jedoch weiter etwas abzugewinnen, war er freilich nicht der Mann, die Newtonische Lehre zu prüfen. Auch beruht seine ganze Opposition auf einem Missverständnis.

O. Art. XXII. Schreiben desselben an Oldenburg. Er behauptet, das farbige Bild sei nicht länger als breit, wenn man das Experiment bei hellem Sonnenschein anstelle und das Prisma nahe an der Öffnung stehe; hingegen könne es wohl länger als breit werden, wenn eine glänzende Wolke sich vor der Sonne befinde und das Prisma so weit von der Öffnung abstehe, dass das von der Wolke sich herschreibende Licht, in der Öffnung sich kreuzend, das ganze Prisma erleuchten könne.

Diese salbaderische Einwendung kann man anfangs gar nicht begreifen, bis man endlich einsieht, dass er die Länge des Bildes nicht vertikal auf dem Prisma stehend, sondern parallel mit dem Prisma angenommen habe, da doch jenes und nicht dieses Newtons Vorrichtung und Behauptung ist.

P. Art. XXIII. Der Herausgeber verweist ihn auf die zweite Antwort Newtons an Pardies.

Q. Art. XXIV. Linus beharrt auf seinen Einwendungen und kommt von seinem Irrtum nicht zurück.

R. Art. XXV. Newton an Oldenburg. Die beiden Schreiben des Linus sind so stumpf und konfus gefasst, dass man Newtonen nicht verargen kann, wenn ihm das Missverständnis nicht klar wird. Er begreift deswegen gar nicht, wie sich Linus müsse angestellt haben, dass er bei hellem Sonnenscheine das prismatische Bild nicht länger als breit finden wolle. Newton gibt den Versuch nochmals genau an und erbietet sich, einem von der Sozietät, auf welchen Linus Vertrauen setze, das Experiment zu zeigen.

VI. Wilhelm Gascoigne. Wirkt in der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts. Er hatte sich mit dioptrischen Fernröhren abgegeben, und es mochte ihm nicht angenehm sein, dass Newton sie so gar sehr heruntersetzte. Hier tritt er auf als Schüler und Anhänger des Linus, welcher indessen gestorben war. Newton hatte zu verstehen gegeben, der gute alte Mann möchte wohl die Versuche vor alten Zeiten einmal gemacht haben, und hatte ihn ersucht, sie zu wiederholen. S. Art. XXVI. Gascoigne, nach dem Tode des Linus, vermehrt die Konfusion, indem er versichert: Linus habe das Experiment vor kurzem angestellt und jedermann sehen lassen. Die beiderseitigen Experimente bestünden also, und er wisse kaum, wie die Sache vermittelt werden solle.

T. Art. XXVII. Newton beruft sich auf sein vorhergehendes Schreiben, und weil ihm das obwaltende Missverständnis noch verborgen bleibt, so gibt er sich abermals sehr ernstliche Mühe, den Gegnern zu zeigen, wie sie sich eigentlich benehmen müssten, um das Experiment zustandezubringen.

U. Art. XXVIII. Noch umständlicher wird Newton über diese Sache, als er jenen Brief des Linus Art. XXIV in den Transaktionen abgedruckt liest. Er geht denselben nochmals auf das genauste durch und lässt keinen Umstand unerörtert.

VII. Antonius Lucas zu Lüttich, Schüler des Linus und Geselle des Gascoigne, der erste helle Kopf unter den Gegnern Newtons.

V. Art. XXIX. Er sieht das Missverständnis, welches obwaltet, ein und spricht zum erstenmal deutlich aus: Linus habe die Länge des Bildes parallel mit der Länge des Prismas und nicht vertikal auf derselben verstanden. Da es nun Newton auf die letztere Weise ansehe, so habe er vollkommen recht und sei über diese Sache nichts weiter zu sagen. Nur habe er, Lucas, die Länge dieses vertikalen Bildes niemals über drei Teile zu seiner Breite bringen können. Sodann gibt er mehrere Versuche an, welche er der Newtonischen Lehre für schädlich und verderblich hält, wovon wir die bedeutendsten und klarsten ausziehen.

a) Er bringt zwei verschiedenfarbige seidene Bänder unter das Mikroskop. Nach Newtons Lehre dürften sie nicht zugleich deutlich erscheinen, sondern das eine früher, das andere später, je nachdem sie zu den mehr oder weniger refrangiblen Farben gehören. Er sieht aber beide zugleich, eins so deutlich als das andere, und konkludiert mit Recht gegen die Newtonische Lehre. Man erinnere sich, was wir umständlich gegen das zweite Experiment der Newtonischen Optik ausgeführt haben. Wahrscheinlich ist es durch diesen Einwurf des Lucas veranlasst worden: denn es findet sich, wenn wir uns recht erinnern, noch nicht in den Optischen Lektionen.

b) Bringt er ein sehr geistreiches, der Newtonischen Lehre direkt entgegenstehendes Experiment vor, das wir folgendermaßen nachgeahmt haben:
Man verschaffe sich ein längliches Blech, das mit den Farben in der Ordnung des prismatischen Bildes der Reihe nach angestrichen ist. Man kann an den Enden Schwarz, Weiß und verschiedenes Grau hinzufügen. Dieses Blech legten wir in einen viereckten blechnen Kasten, und stellten uns so, dass es ganz von dem einen Rande desselben für das Auge zugedeckt war. Wir ließen alsdann Wasser hineingießen, und die Reihe der sämtlichen Farbenbilder stieg gleichmäßig über den Rand dem Auge entgegen, da doch, wenn sie divers refrangibel wären, die einen vorauseilen und die andern zurückbleiben müssten. Dieses Experiment zerstört die Newtonische Theorie von Grund aus, so wie ein anderes, das wir hier, weil es am Platze ist, einschalten.
Man verschaffe sich zwei etwa ellenlange, runde Stäbchen von der Stärke eines kleinen Fingers. Das eine werde blau, das andere orange angestrichen; man befestige sie aneinander und lege sie so nebeneinander ins Wasser. Wären diese Farben divers refrangibel, so müsste das eine mehr als das andere nach dem Auge zu gebogen erscheinen, welches aber nicht geschieht; so dass also an diesem einfachsten aller Versuche die Newtonische Lehre scheitert. Die sehr leichte Vorrichtung zu beiden darf künftig bei keinem physikalischen Apparat mehr fehlen.
c) Zuletzt kommt Lucas auf die Spur, dass die prismatische Farbe eine Randerscheinung sei, die sich umkehre, je nachdem dem Bilde ein hellerer oder dunklerer Grund, als es selbst ist, unterliegt. Man kann ihm also nicht ableugnen, dass er das wahre Fundament aller prismatischen Erscheinungen erkannt habe, und es muss uns unendlich freuen, der Wahrheit, die sich aus England flüchten muss, in Lüttich zu begegnen. Nur bringt freilich Lucas die Sache nicht ins Enge, weil er immer noch mit Licht und Lichtstrahl zu operieren glaubt; doch ist er dem Rechten so nahe, dass er es wagt, den kühnen Gedanken zu äußern: wenn es möglich wäre, dass hinter der Sonne ein hellerer Grund hervorträte, so müsste das prismatische Bild umgekehrt erscheinen. Aus diesem wahrhaft grandiosen Aperçu ist klar, dass Lucas für seine Person der Sache auf den Grund gesehen, und es ist schade, dass er nicht beharrlicher gewesen und die Materie, ohne weiter zu kontrovertieren, durchgearbeitet. Wie es zugegangen, dass er bei so schönen Einsichten die Sache ruhen lassen und weder polemisch noch didaktisch vorgetreten, ist uns leider ein Geheimnis geblieben.
W. Art. XXX. Eine Antwort Newtons auf vorgedachten Brief, an Oldenburg gerichtet. Den größten Teil nimmt der in unsern Augen ganz gleichgültige Nebenumstand ein, wie sich dem Maße nach das prismatische Bild in seiner Länge zur Breite verhalte. Da wir im didaktischen und polemischen Teil umständlich gezeigt haben, dass dieses Verhältnis durch mancherlei Bedingungen sich abändern kann und eigentlich gar nicht der Rede wert ist, so bedarf es hier keiner Wiederholung.
Bedeutender hingegen ist die Art, wie sich Newton gegen die neuen Experimente benimmt. Denn hier ist gleichsam der Text, welchen die Newtonische Schule ein ganzes Jahrhundert durch teils nachgebetet, teils amplifiziert und paraphrasiert hat. Wir wollen den Meister selbst reden lassen.
"Was des Herrn Lucas übrige Experimente betrifft, so weiß ich ihm vielen Dank für den großen Anteil, den er an der Sache nimmt, und für die fleißigen Überlegungen derselben, ja ich bin ihm um so mehr verpflichtet, als er der erste ist, der mir Versuche zusendet, um die Wahrheit zu erforschen; aber er wird sich schneller und vollkommener genugtun, wenn er nur die Methode, die er sich vorschrieb, verändert und statt vieler andern Dinge nur das Experimentum Crucis versucht: denn nicht die Zahl der Experimente, sondern ihr Gewicht muss man ansehen, und wenn man mit einem ausreicht, was sollen uns mehrere."
"Hätte ich mehrere für nötig gehalten, so hätte ich sie beibringen können: denn bevor ich meinen ersten Brief über die Farben an Dich schrieb, hatte ich die Versuche sehr umständlich bearbeitet und ein Buch über diesen Gegenstand geschrieben, in welchem die vornehmsten von mir angestellten Experimente ausführlich erzählt werden, und da trifft sich's, dass unter ihnen sich die vorzüglichsten, welche Lucas mir übersendet hat, mitbefinden.

Was aber die Versuche betrifft, die ich in meinem ersten Briefe vortrage, so sind es nur die, welche ich aus meinem größern Aufsatz auszuwählen für gut befunden."
"Wenn aber auch in jenem an Dich gerichteten Briefe der sämtliche Vorrat meiner Versuche enthalten wäre, so würde doch Lucas nicht wohl tun zu behaupten, dass mir Experimente abgehen, bis er jene wenigen selbst versucht: denn wenn einige darunter eine völlige Beweiskraft haben, so brauchen sie keine weiteren Helfershelfer, noch lassen sie Raum, über dasjenige, was sie bewiesen haben, weiter zu streiten."
Dieses wären denn die Verhandlungen, welche zwischen Newton und seinen ersten Widersachern vorgekommen und welcher die Schule stets mit großem Triumphe gedacht hat. Wie es sich aber eigentlich damit verhalte, werden unsere Leser nun wohl aus unserer kurzen Erzählung übersehen können. Wir haben den Gang nur im allgemeinen bezeichnet und uns auf die sogenannten merita causae nicht eingelassen, weil dieses in unserm didaktischen und polemischen Teil genugsam geschehen. Wen die Sache näher interessiert, der wird an dem von uns gezogenen Faden das Labyrinth sichrer und bequemer durchlaufen. Eine kurze Rückweisung wird hierbei nicht überflüssig sein.
Unter den anonymen Gegnern zeichnet sich keiner auf eine vorzügliche Weise aus. Dass die dioptrischen Fernröhre nicht so ganz zu verwerfen seien, fühlen und glauben sie wohl alle; allein sie treffen doch den Punkt nicht, warum diese in ihrem damaligen Zustande doch weit mehr leisten, als sie nach Newtons Lehre leisten dürften. Die übrigen Einwendungen dieser unbekannten Männer sind zwar zum Teil nicht ohne Grund, doch keineswegs gründlich vorgetragen und durchgeführt.
Pater Pardies und Linus, zwei alte Männer, ohne Scharfsinn und ohne theoretisches Vermögen, tasten nur an der Sache umher, ohne sie anzufassen, und ihre sämtlichen Einwürfe verschwinden, sobald ihre Missverständnisse sich offenbaren. Gascoigne, der in die Mängel des Linus sukzediert, verdient kaum eine Erwähnung.
Dagegen kann Lucas, von dem wir übrigens wenig wissen, nicht hoch genug gepriesen werden. Seine Folgerung aus der Newtonischen Lehre, dass eine Reihe farbiger Bilder sich nach der Refraktion ungleich über einen mit ihnen parallel stehenden Rand erheben müssten, zeigt von einem sehr geistreichen Manne, so wie seine Gegenfolgerung, als das Experiment nicht erwartetermaßen abläuft, die Newtonische Lehre sei nicht haltbar, ganz untadlig ist. Seine Einsicht, dass die Sonne bloß als Bild wirke, ob er es gleich nicht so ausdrückt, ist bewundernswert, so wie der kühne Gedanke, ein helleres Licht hinter der Sonne hervortreten zu lassen, um sie zu einem halbdunklen Körper zu machen, beneidenswert. Das, was er hier beabsichtigt, haben wir in unserm didaktischen Teil durch graue Bilder auf schwarzem und weißem Grunde darzutun gesucht.
Nun aber haben wir noch schließlich zu betrachten, wie sich denn Newton gegen diese Widersacher benommen. Er bringt in dem ersten Briefe an die Sozietät aus dem Vorrate seiner Experimente, die in den Optischen Lectionen enthalten sind, nur drei vor, welche er seine Lehre zu begründen für hinreichend hält, und verlangt, dass die Gegner sich nur mit diesen beschäftigen sollen. Schweifen diese jedoch ab, so zeigt er noch eins und das andre von seinem heimlichen Vor rat, kehrt aber immer zu seinem Verfahren zurück, indem er seine Gegner auf die wenigen Versuche beschränken will, von welchen freilich das Experimentum Crucis jeden, der die Sache nicht von Grund aus durchgearbeitet hat, zum lauten oder schweigenden Beistimmen nötigt. Daher wiederholt Newton aber und abermals: man solle zeigen, dass diese wenigen Versuche seine Lehre nicht beweisen, oder soll andere Versuche beibringen, die ihr unmittelbar entgegenstehen.
Wie benimmt er sich denn aber, als dieses von Lucas wirklich geschieht? Er dankt ihm für seine Bemühung, versichert, die vorzüglichsten von Lucas beigebrachten Versuche befänden sich in den Optischen Lektionen, welches keineswegs der Wahrheit gemäß ist, beseitigt sie auf diese Weise, dringt immer wieder darauf, dass man nur den eingeleiteten Weg gehen, sich auf dem selben vorgeschriebnermaßen benehmen solle, und will jede andre Methode, jeden andern Weg, der Wahrheit sich zu nähern, ausschließen. Wenige Experimente sollen beweisen, alle übrigen Bemühungen unnötig machen, und eine über die ganze Welt

ausgebreitete Naturerscheinung soll aus dem Zauberkreise einiger Formeln und Figuren betrachtet und erklärt werden.
Wir haben die wichtige Stelle, womit sich diese Kontrovers schließt, übersetzt. Newton erscheint nicht wieder polemisch, außer insofern die Optik polemischer Natur ist. Aber seine Schüler und Nachfolger wiederholen diese Worte des Meisters immerfort. Erst setzen sie sub- und obrepticie, was der Lehre günstig ist, fest, und dann verfahren sie ausschließend gegen Natur, Sinne und Menschenverstand. Erst lassen sich's einzelne, dann lässt sich's die Menge gefallen. Newtons übrige große Verdienste erregen ein günstiges Vorurteil auch für seine Farbentheorie. Sein Ruf, sein Einfluss steigt immer höher; er wird Präsident der Sozietät. Er gibt seine künstlich gestellte Optik heraus; durch Clarkes lateinische Übersetzung wird auch diese in der Welt verbreitet und nach und nach in die Schulen eingeführt. Experimentierende Techniker schlagen sich auf seine Seite, und so wird diese enggefasste, in sich selbst erstarrte Lehre eine Art von Arche des Herrn, deren Berührung sogleich den Tod bringt.
So verfährt nun auch, teils bei Newtons Leben, teils bei seinem Tode, Desaguliers gegen alles, was die Lehre anzufechten wagt, wie nunmehr aus der geschichtlichen Darstellung, in der wir weiter fortschreiten, sich umständlicher ergeben wird.

Edme (Peter) Mariotte

geboren zu oder bei Dijon, Akademist 1666 – 1684

Traité de la nature des couleurs. Paris 1688. Schwerlich die erste Ausgabe, doch ist nach dieser der Abdruck in seinen gesammelten Werken gemacht, welche zu Haag 1717 und 1740 veranstaltet worden.
Wir haben wenig Nachrichten von seinem Leben. Seinen Arbeiten sieht man die ungestörteste Ruhe an. Er ist einer der ersten, welche die Experimentalphysik in Frankreich einführen, Mathematiker, Mechaniker, Physiker, wo nicht Philosoph, doch redlicher Denker, guter Beobachter, fleißiger Sammler und Ordner von Beobachtungen, sehr genauer und gewissenhafter Experimentator, ja gewissenhaft bis ins Übertriebene: denn ihm in sein Detail zu folgen, wäre vielleicht nicht unmöglich, doch möchte es in unserer Zeit jedem höchst beschwerlich und fruchtlos erscheinen.
Durch Beobachten, Experimentieren, Messen und Berechnen gelangt er zu den allgemeinsten einfachsten Erscheinungen, die er Prinzipien der Erfahrung nennt. Er lässt sie empirisch in ihrer reinsten Einfalt stehen und zeigt nur, wo er sie in komplizierten Fällen wiederfindet. Dies wäre schön und gut, wenn sein Verfahren nicht andre Mängel hätte, die sich uns nach und nach entdecken, wenn wir an sein Werk selbst gehen und davon einige Rechenschaft zu geben suchen.
Er teilt die Farben in apparente und permanente. Unter den ersten versteht er bloß diejenigen, die bei der Refraktion erscheinen, unter den andern alle übrigen. Man sieht leicht, wie disproportioniert diese Haupteinteilung ist, und wie unbequem, ja falsch die Unterabteilungen werden müssen.

Erste Abteilung

Er hat Kenntnis von Newtons Arbeiten, wahrscheinlich durch jenen Brief in den Transaktionen. Er erwähnt nicht nur dessen Lehre, sondern man glaubt durchaus zu bemerken, dass er hauptsächlich durch sie zu seiner Arbeit angeregt worden: denn er tut den Phänomenen der Refraktion viel zu viel Ehre an und arbeitet sie allein höchst sorgfältig durch. Erkennt recht gut die objektiven und subjektiven Erscheinungen, gibt Rechenschaft von unzähligen Versuchen, die er anstellt, um das Allgemeine dieser Phänomene zu finden, welches ihm denn auch bis auf einen gewissen Punkt gelingt. Nur ist sein Allgemeines zu abstrakt, zu kahl, die Art, es auszudrücken, nicht glücklich; besonders aber ist es traurig, dass er sich vom Strahl nicht losmachen kann.

Er nimmt leider bei seinen Erklärungen und Demonstrationen einen dichten Strahl an (rayon solide). Wie wenig damit zu tun sei, ist allen deutlich, welche sich die Lehre von Verrückung des Bildes eigen gemacht haben. Außerdem bleibt er dadurch zu nahe an Newtons Lehre, welcher auch mit Strahlen operiert und die Strahlen durch Refraktion affizieren lässt. Eine eigene Art, diesen dichten Strahl, wenn er refrangiert wird, anzusehen, gibt den Grund zu Mariottens Terminologie. Man denke sich einen Stab, den man bricht, ein Rohr, das man biegt, so wird an denselben ein einspringender und ausspringender Winkel, eine Konkavität, eine Konvexität zu sehen sein. Nach dieser Ansicht spricht er in seinen Erfahrungssätzen die Erscheinung folgendermaßen aus:

An der konvexen Seite erscheint immer Rot, an der konkaven Violett. Zunächst am Roten zeigt sich Gelb, zunächst am Violetten Blau. Folgen mehrere Refraktionen im gleichen Sinne, so gewinnen die Farben an Lebhaftigkeit und Schönheit. Alle diese Farben erscheinen in den Halbschatten, bis an sie hinan ist keine Farbe im Lichte merklich. Bei starken Refraktionen erscheint in der Mitte Grün durch Vermischung des Blauen und Gelben.

Er ist also, wie man sieht, insoweit auf dem rechten Wege, dass er zwei entgegengesetzte Reihen als Randerscheinungen anerkennt. Auch gelingt es ihm, mehrere objektive und subjektive Farbenerscheinungen auf jene Prinzipien zurückzuführen und zu zeigen, wie nach denselben die Farben in jedem besondern Falle entstehen müssen. Ein Gleiches tut er in Absicht auf den Regenbogen, wobei man, soweit man ihm folgen kann und mag, seine Aufmerksamkeit, Fleiß, Scharfsinn, Reinlichkeit und Genauigkeit der Behandlung bewundern muss.

Allein es wird einem doch dabei sonderbar zumute, wenn man sieht, wie wenig mit so vielem Aufwande geleistet wird und wie das Wahre, bei einer so treuen, genauen Behandlung, so mager bleiben, ja werden kann, dass es fast null wird. Seine Prinzipien der Erfahrung sind natürlich und wahr, und sie scheinen deshalb so simpel ausgesprochen, um die Newtonische Theorie, welche keineswegs, wie wir schon oft wiederholt, von den einfachen Erscheinungen ausgegangen, sondern auf das zusammengesetzte abgeleitete Gespenst gebaut ist, verdächtig zu machen, ja in den Augen desjenigen, der eines Aperçus mit allen seinen Folgerungen fähig wäre, sogleich aufzuheben.

Das Ähnliche hatten wir in unsern Beiträgen zur Optik versucht; es ist aber uns so wenig als Mariotten gelungen, dadurch Sensation zu erregen.

Ausdrücklich von und gegen Newton spricht er wenig. Er gedenkt jener Lehre der diversen Refrangibilität, zeigt gutmütig genug, dass einige Phänomene sich dadurch erklären lassen, behauptet aber, dass andre nicht dadurch erklärbar seien, besonders folgendes: Wenn man weit genug von seinem Ursprung das sogenannte prismatische Spektrum auffange, so dass es eine ansehnliche Länge gegen seine Breite habe, und das Violette weit genug vom Roten entfernt und durch andere Farben völlig von ihm getrennt sei, so dass man es also für hinreichend abgeschieden halten könne, wenn man alsdann einen Teil dieses violetten Scheines durch eine Öffnung gehen und durch ein zweites Prisma in derselben Richtung refrangieren lasse: so erscheine unten abermals Rot (Gelbrot), welches doch nach der Theorie keineswegs stattfinden könne; deswegen sie nicht anzunehmen sei. Der gute Mariotte hatte hierin freilich vollkommen recht und das ganze Rätsel löst sich dadurch, dass ein jedes Bild es sei von welcher Farbe es wolle, wenn es verrückt wird, gesäumt erscheint. Das violette Halblicht aber, das durch die kleine Öffnung durchfällt, ist nur als ein violettes Bild anzusehen, an welchem der gelbrote Rand mit einem purpurnen Schein gar deutlich zu bemerken ist; die übrigen Randfarben aber fallen entweder mit der Farbe des Bildes zusammen oder werden von derselben verschlungen.

Der gute natürliche Mariotte kannte die Winkelzüge Newtons und seiner Schule nicht. Denn nach diesem lassen sich die Farben zwar sondern, aber nicht völlig; Violett ist zwar violett, allein es stecken die übrigen Farben auch noch drin, welche nun aus dem violetten Licht bei der zweiten Refraktion wie die sämtlichen Farben aus dem weißen Lichte bei der ersten Refraktion geschieden werden. Dabei ist denn freilich das Merkwürdige, dass das Violett, aus dem man nun das Rot geschieden, vollkommen so violett bleibt wie vorher; so wie auch an

den übrigen Farben keine Veränderung vorgeht, die man in diesem Fall bringt. Doch genug hievon. Mehr als Obiges bedarf es nicht, um deutlich zu machen, inwiefern Mariotte als Newtons Gegner anzusehen sei.

Zweite Abteilung

In dieser sucht er alle übrigen Farben, welche nicht durch Refraktion hervorgebracht werden, aufzuführen, zu ordnen, gegeneinander zu halten, zu vergleichen, sie auseinander abzuleiten und daraus Erfahrungssätze abzuziehen, die er jedoch hier nicht Prinzipien, sondern Regeln nennt. Die sämtlichen Erscheinungen trägt er in vier Diskursen vor.
Erster Diskurs. Von Farben, die an leuchtenden Körpern erscheinen.
Verschiedenfarbiges Licht der Sonne, der Sterne, der Flamme, des Glühenden, des Erhitzten; wobei recht artige und brauchbare Versuche vorkommen. Die Erfahrungsregel, wozu er gelangt, ist ein Idem per Idem, womit man gar nichts ausrichten kann.
Zweiter Diskurs. Von den changeanten Farben, die auf der Oberfläche der Körper entstehen.
Hier führt er diejenigen Farben auf, welche wir die epoptischen nennen: aneinandergedruckte Glasplatten, angelaufenes Glas, Seifenblasen. Er schreibt diese Phänomene durchaus einer Art von Refraktion zu.
Dritter Diskurs. Von fixen und permanenten Farben, deren Erscheinungen er vorzüglich unter Regeln bringt.
Hier werden unsre chemischen Farben aufgeführt, und dabei etwas Allgemeines von Farben überhaupt. Weiß und Schwarz, dazwischen Gelb, Rot und Blau. Er hat die Einsicht, dass jede Farbe etwas weniger hell als das Weiße und etwas mehr hell als das Schwarze sein müsse.
In den Erklärungen verfährt er allzu realistisch, wie er denn das Blau zur eigenen Farbe der Luft macht; dann aber wieder zu unbestimmt; denn die körperlichen Farben sind ihm modifiziertes Licht. Das Licht muss nämlich in den Körper eindringen, dort zur besondern Farbenwirkung modifiziert in unser Auge zurückkehren und darin die Wirkung hervorbringen. Der chemische Gegensatz von Acidum und Alkali ist ihm sehr bedeutend. Hier stehen wieder schöne und brauchbare Erfahrungen, doch ohne Ordnung untereinander, worauf denn schwache, nach Korpuskularvorstellungsart schmeckende Erklärungen folgen. Über die Farben organischer Körper macht er feine Bemerkungen.
Vierter Diskurs. Von Farbenerscheinungen, die von innern Modifikationen der Organe des Sehens entspringen.
Hier wird aufgeführt, was bei uns unter der Rubrik von physiologischen Farben vorkommt: Dauer des Eindrucks, farbiges Abklingen und dergleichen; zuletzt die Diakrisis des Auges durch Licht, die Synkrisis durch Finsternis. Und somit hört er da auf, wo wir anfangen.
Die aus dem Kapitel von den chemischen Farben ausgezogenen sechs Regeln übersetzen wir, weil man daraus das vorsichtige Benehmen dieses Mannes am besten beurteilen kann.
I. "Die fixen Farben erscheinen uns, wenn das Licht durch die Materie, welche diese Farben hervorbringt, gedrungen, zu unsern Augen mit genugsamer Kraft zurückkehrt."
Dieses bezieht sich auf die wahre Bemerkung, dass jede chemisch spezifizierte Farbe ein Helles hinter sich haben muss, um zu erscheinen. Nur ist dieses notwendige Erfordernis von Mariotte nicht genug eingesehen, noch deutlich genug ausgedrückt.
2. "Die Säfte von allen blauen und violetten Blumen werden grün durch die Alkalien und schön rot durch die Säuren."
3. "Die Absude roter Hölzer werden gelb durch die Säuren, violett durch die Alkalien; aber die Aufgüsse gelber Pflanzen werden dunkel durch die Alkalien und verlieren fast gänzlich ihre Farbe durch die Säuren."
4. "Die Vegetationen, die in freier Luft vorgehen, sind grün; diejenigen an unterirdischen Örtern oder in der Finsternis sind weiß oder gelb."
5. "Es gibt viele gelbe oder dunkle Materien, welche sich bleichen, wenn man sie wechselweise netzt und an der Sonne trocknet. Sind sie sodann weiß und bleiben sie lange unbefeuchtet an der Luft, so werden sie gelb."

6. "Irdische und schweflige Materien werden durch eine große Hitze rot und einige zuletzt schwarz."
Hiezu fügt der Verfasser eine Bemerkung, dass man sehr viele Farbenerscheinungen auf diese sechs Regeln zurückführen und bei der Färberei sowie bei Verfertigung des farbigen Glases manche Anwendung davon machen könne. Unsre Leser werden sich erinnern, wie das Bewährte von diesen Regeln in unserer Abteilung von chemischen Farben beigebracht ist.

Im ganzen lässt sich nicht ableugnen, dass Mariotte eine Ahndung des Rechten gehabt und dass er auf dem Wege dahin gewesen. Er hat uns manches gute Besondere aufbewahrt, fürs Allgemeine aber zu wenig getan. Seine Lehre ist mager, seinem Unterricht fehlt Ordnung, und bei aller Vorsichtigkeit spricht er doch wohl zuletzt statt einer Erfahrungsregel etwas Hypothetisches aus. Aus dem bisher Vorgetragenen lässt sich nunmehr beurteilen, inwiefern Mariotte als ein Gegner von Newton anzusehen sei. Uns ist nicht bekannt geworden, dass er das, was er im Vorbeigehen gegen die neue Lehre geäußert, jemals wieder urgiert habe. Sein Aufsatz über die Farben mag kurz vor seinem Tode herausgekommen sein. Auf welche Weise jedoch die Newtonische Schule ihn angefochten und um seinen guten Ruf gebracht, wird sich sogleich des Nähern ergeben.

Johann Theophilus Desaguliers

*1683

Die Philosophen des Altertums, welche sich mehr für den Menschen als für die übrige Natur interessierten, betrachteten diese nur nebenher und theoretisierten nur gelegentlich über dieselbe. Die Erfahrungen nahmen zu, die Beobachtungen wurden genauer und die Theorie eingreifender; doch brachten sie es nicht zur Wiederholung der Erfahrung, zum Versuch. Im sechzehnten Jahrhundert, nach frischer Wiederbelebung der Wissenschaften, erschienen die bedeutenden Wirkungen der Natur noch unter der Gestalt der Magie, mit vielem Aberglauben umhüllt, in welchen sie sich zur Zeit der Barbarei versenkt hatten. Im siebzehnten Jahrhundert wollte man, wo nicht erstaunen, doch sich immer noch verwundern, und die angestellten Versuche verloren sich in seltsame Künsteleien.
Doch war die Sache immer ernsthafter geworden. Wer über die Natur dachte, wollte sie auch schauen. Jeder Denker machte nunmehr Versuche, aber auch noch nebenher. Gegen das Ende dieser Zeit traten immer mehr Männer auf, die sich mit einzelnen Teilen der Naturwissenschaft beschäftigten und vorzüglich diese durch Versuche zu ergründen suchten. Durch diese lebhafte Verbindung des Experimentierens und Theoretisierens entstanden nun diejenigen Personen, welche man, besonders in England, Natural- und Experimentalphilosophen nannte, so wie es denn auch eine Experimentalphilosophie gab. Ein jeder, der die Naturgegenstände nur nicht gerade aus der Hand zum Mund, wie etwa der Koch, behandelte, wer nur einigermaßen konsequent aufmerksam auf die Erscheinungen war, der hatte schon ein gewisses Recht zu jenem Ehrennamen, den man freilich in diesem Sinne vielen beilegen konnte. Jedes allgemeine Räsonnement, das tief oder flach, zart oder krud, zusammenhängend oder abgerissen, über Naturgegenstände vorgebracht wurde, hieß Philosophie. Ohne diesen Missbrauch des Wortes zu kennen, bliebe es unbegreiflich, wie die Londoner Sozietät den Titel Philosophische Transaktionen für die unphilosophischste aller Sammlungen hätte wählen können.
Der Hauptmangel einer solchen unzulänglichen Behandlung blieb daher immer, dass die theoretischen Ansichten so vieler Einzelnen vorwalteten und dasjenige, was man sehen sollte, nicht einem jeden gleichmäßig erschien. Uns ist bekannt, wie sich Boyle, Hooke und Newton benommen.
Durch die Bemühungen solcher Männer, besonders aber der Londoner Sozietät, ward inzwischen das Interesse immer allgemeiner. Das Publikum wollte nun auch sehen und unterrichtet sein. Die Versuche sollten zu jeder Zeit auf eines jeden Erfordern wieder dargestellt wer-

den, und man fand nun, dass Experimentieren ein Metier werden müsse. Dies ward es zuerst durch Hawksbee. Er machte in London öffentliche Versuche der Elektrizität, Hydrostatik und Luftlehre, und enthielt sich vielleicht am reinsten von allem Theoretischen. Keill ward sein Schüler und Nachfolger. Dieser erklärte sich aber schon für Newtons Theorie. Hätte er die Farbenlehre behandelt, wie Hauksbee die Lehre von der Elektrizität, so würde alles ein anderes Ansehen gewonnen haben. Er wirkte in Oxford bis 1710. Auf Keill folgte Desaguliers, der von ihm, seinem Meister, die Fertigkeit, Newtonische Experimente rezeptgemäß nach zubilden, sowie die Neigung zu dieser Theorie geerbt hatte, und dessen Kunstfertigkeit man anrief, wenn man Versuche sichten, durch Versuche etwas beweisen wollte.

Desaguliers ward berühmt durch sein Geschick zu experimentieren. s'Gravesande sagt von ihm: cuius peritia in instituendis experimentis nota est. Er hatte hinreichende mathematische Kenntnisse sowie auch genugsame Einsicht in das, was man damals Naturphilosophie nannte.

Desaguliers gegen Mariotte

Die Acta Eruditorum hatten 1706 S. 60 Nachricht von der Optik Newtons gegeben, durch einen gedrängten Auszug, ohne die mindeste Spur von Beifall oder Widerspruch. Im Jahre 1713 S. 447 erwähnen sie, bei Gelegenheit von Rohaults Physik, jenes von Mariotte ausgesprochenen Einwurfs, und äußern sich darüber folgendermaßen: "Wenn es wahr ist, dass ein aus dem Spektrum abgesondertes, einzelnes farbiges Licht bei einer zweiten Brechung aufs neue an seinen Teilen Farben zeigt, so periklitiert die Newtonische Lehre. Noch entscheidender würde das Mariottische Experiment sein, wenn das ganze blaue Licht in eine andere Farbe verwandelt worden wäre."

Man sieht wohl, dass dieser Zweifel sich von einer Person herschreibt, die mit der Sache zwar genugsam bekannt ist, sie aber nicht völlig durchdrungen hat. Denn jedes einfärbige Bild kann so gut als ein schwarzes, weißes oder graues, durch die verbreiterten Säume zugedeckt und seine Farbe dadurch aufgehoben, keineswegs aber in eine einzelne andere Farbe verwandelt werden. Genug, ein Aufruf dieser Art war von zu großer Bedeutung für Newton selbst und seine Schule, als dass nicht dadurch hätten Bewegungen hervorgebracht werden sollen. Dieses geschah auch, und Desaguliers stellte 1715 die Versuche gegen Mariotte an. Das Verfahren ist uns in den Philosophischen Transaktionen Nr. 348 S. 433 aufbewahrt.

Wir müssen uns Gewalt antun, indem wir von diesem Aufsatz Rechenschaft geben, aus der historischen Darstellung nicht wieder in die polemische Behandlung zu verfallen. Denn eigentlich sollte man Desaguliers gleichfalls Schritt vor Schritt, Wort vor Wort folgen, um zu zeigen, dass er wie sein Meister, ja noch schlimmer als dieser, sich bei den Versuchen benommen. Unbedeutende unnütze Nebenumstände werden hervorgehoben, die Hauptbedingungen des Phänomens spät und nur wie im Vorübergehen erwähnt, es wird versichert, dass man dieses und jenes leisten wolle, geleistet habe und sodann, als wenn es nichts wäre, zum Schlusse eingestanden, dass es nicht geschehen sei, dass eins und anderes noch beiher sich zeige und gerade das, wovon eben die Rede war, dass es sich nicht zeigen dürfe.

Gegen Mariotte soll bewiesen werden, dass die Farben des Spektrums, wenn sie recht gesondert seien, keine weitere Veränderung erleiden, aus ihnen keine andere Farben hervorgehen, an ihnen keine andere Farbe sich zeige, Um nun die prismatischen Farben auf diesen hohen Grad zu reinigen, wird der Newtonische elfte Versuch des ersten Teils als genugtuend angeführt, die dort vorgeschlagene umständliche Vorrichtung zwar als beschwerlich und verdrießlich (troublesome) angegeben und, wie auch Newton schon getan, mit einer bequemern ausgetauscht, und man glaubt nun, es solle direkt auf den Gegner losgehen, es werde dasjenige, was er behauptet, umgestoßen, dasjenige, was er geleugnet, bewiesen

werden.
Allein Desaguliers verfährt völlig auf die Newtonische Manier und bringt ganz unschuldig bei: er wolle auch noch einige begleitende Versuche (concomitant) vorführen. Nun ist aber an diesem elften Experiment gar nichts zu begleiten: wenn es bestehen könnte, müsste es für sich bestehen. Desaguliers' Absicht aber ist, wie man wohl einsieht, die ganze Newtonische Lehre von vornherein festzusetzen, damit das, was am elften Versuche fehlt, gegen die schon gegründete Lehre unbedeutend scheinen möge: eine Wendung, deren sich die Schule fortdauernd bedient hat. Er bringt daher nicht einen, sondern neun Versuche vor, welche sämtlich mit gewissen Versuchen der Optik korrespondieren, die wir deswegen nur kürzlich anzeigen und unsern Lesern dasjenige, was wir bei jedem einzelnen im polemischen Teile zur Sprache gebracht, zur Erinnerung empfehlen.
1. Versuch mit einem roten und blauen Bande nebeneinander, durchs Prisma angesehen. Der erste Versuch des ersten Teils mit einigen Veränderungen. Dieser wegen seiner Scheinbarkeit Newtonen so wichtige Versuch, dass er seine Optik damit eröffnet, steht auch hier wieder an der Spitze. Der Experimentator hält sich bei ganz unnötigen Bedingungen auf, versichert, der Versuch des Auseinanderrückens der beiden Bänder sei vortrefflich geraten, und sagt erst hinterdrein: wenn der Grund nicht schwarz ist, so gerät der Versuch nicht so gut. Dass der Grund hinter den Bändern schwarz sei, ist die unerlässliche Bedingung, welche obenan stehen müsste. Ist der Grund heller als die Bänder, so gerät der Versuch nicht etwa nur nicht so gut, sondern er gerät gar nicht; es entsteht etwas Umgekehrtes, etwas ganz anders. Man wird an dieser ausflüchtenden Manier doch wohl sogleich den echten Jünger Newtons erkennen.
2. Ein ähnliches Experiment mit den beiden Papierstreifen durch die Farben des Spektrums gefärbt, vergleicht sich mit dem dreizehnten Versuche des ersten Teils.
3. Das Bild dieser letzten, violetten und gelbroten Streifen durch eine Linse auf ein Papier geworfen, sodann derselbe Versuch mit gefärbten Papieren, kommt mit dem zweiten Versuch des ersten Teils überein.
4. Verschiedene Längen und Direktionen des prismatischen Bildes nach den verschiedenen Einfallswinkeln des reinen Lichts aufs Prisma. Was hier ausgeführt und dargestellt ist, würde zum dritten Versuch des ersten Teils gehören.
5. Das objektive Spektrum wird durch das Prisma angesehen, es scheint heruntergerückt und weiß. Ist der elfte Versuch des zweiten Teils.
6. Das Spektrum geht durch die Linse durch und erscheint im Fokus weiß. Ist ein Glied des zehnten Versuchs des zweiten Teils.
7. Das eigentliche Experimentum Crucis, das sechste des ersten Teils. Hier gesteht er, was Mariotte behauptet hat, dass die zu einzelnen Bildchen separierten prismatischen Farben, wenn man sie mit dem Prisma ansieht, wieder Farbenränder zeigen.
8. Nun schreitet er zu der komplizierten Vorrichtung des elften Experiments des ersten Teils, um ein Spektrum zu machen, das seiner Natur nach viel unsicherer und schwanken der ist als das erste.
9. Mit diesem macht er nun ein Experiment, welches mit dem vierzehnten des ersten Teils zusammenfällt, um zu zeigen, dass nunmehr die farbigen Lichter ganz gereinigt, einfach, homogen gefunden worden. Dies sagt er aber nur: denn wer ihm aufmerksam nachversucht, wird das Gegenteil finden.
Das, was Desaguliers getan, teilt sich also in zwei Teile: die sieben ersten Versuche sollen die diverse Refrangibilität beweisen und in dem Kopf des Schauenden festsetzen; unter der achten und neunten Nummer hingegen, welche erst gegen Mariotte gerichtet sind, soll das wirklich geleistet sein, was versprochen worden. Wie kaptios und unredlich auch er hier zu Werke gehe, kann man daraus sehen, dass er wiederholt sagt: mit dem Roten gelang mir's sehr gut, und so auch mit den übrigen. Warum sagt er denn nicht: es gelang mir mit allen Farben? oder warum fängt er nicht mit einer andern an? Alles dieses ist schon von uns bis zum Überdruss im polemischen Teile auseinandergesetzt. Besonders ist es in der supplementaren Abhandlung über die Verbindung der Prismen und Linsen bei Experimenten aus-

führlich geschehen und zugleich das elfte Experiment wiederholt beleuchtet worden. Aber hier macht sich eine allgemeine Betrachtung nötig. Das, was Desaguliers gegen Mariotte und später gegen Rizzetti versucht und vorgetragen, wird von der Newtonischen Schule seit hundert Jahren als ein Schlussverfahren angesehen. Wie war es möglich, dass ein solcher Unsinn sich in einer Erfahrungswissenschaft einschleichen konnte? Dieses zu beantworten, müssen wir darauf aufmerksam machen, dass, wie sich in die Wissenschaften ethische Beweggründe, mehr als man glaubt, einschlingen, ebenso auch Staats und Rechtsmotive und -maximen darin zur Ausübung gebracht werden. Ein schließliches Aburteilen, ohne weitere Appellation zuzulassen, geziemt wohl einem Gerichtshofe. Wenn vor hundert Jahren ein Verbrecher vor die Geschworenen gebracht, von diesen schuldig befunden und sodann aufgehangen worden, so fällt es uns nicht leicht ein, die Revision eines solchen Prozesses zu verlangen, ob es gleich Fälle genug gegeben hat, wo das Andenken eines schmählich Hingerichteten durch Recht und Urteil rehabilitiert worden. Nun aber Versuche, von einer Seite so bedeutend, von der andern so leicht und bequem anzustellen, sollen, weil sie vor hundert Jahren, in England, von einer zwar ansehnlichen aber weder theoretisierend noch experimentierend völlig taktfesten Gesellschaft angestellt worden, nunmehr als ein für allemal abgetan, abgemacht und fertig erklärt und die Wiederholung derselben für unnütz, töricht, ja anmaßlich ausgeschrieen werden! Ist hierbei nur der mindeste Sinn, was Erfahrungswissenschaft sei, worauf sie beruhe, wie sie wachsen könne und müsse, wie sie ihr Falsches nach und nach von selbst wegwerfe, wie durch neue Entdeckungen die alten sich ergänzen und wie durch das Ergänzen die älteren Vorstellungsarten, selbst ohne Polemik, in sich zerfallen?

Auf die lächerlichste und unerträglichste Weise hat man von eben diesen Desagulierssсhen Experimenten späterhin einsichtige Naturforscher weggeschreckt, gerade wie die Kirche von Glaubensartikeln die naseweisen Ketzer zu entfernen sucht. Betrachtet man dagegen, wie in der neuern Zeit Physiker und Chemiker die Lehre von den Luftarten, der Elektrizität, des Galvanism mit unsäglichem Fleiß, mit Aufwand und mancherlei Aufopferungen bearbeitet, so muss man sich schämen, im chromatischen Fach beinahe allein mit dem alten Inventarium von Traditionen, mit der alten Rüstkammer ungeschickter Vorrichtungen sich in Glauben und Demut begnügt zu haben.

Johannes Rizzetti

Ein Venezianer und aufmerksamer Liebhaber der Dioptrik fasste ein ganz richtiges Aperçu gegen Newton und fühlte, wie natürlich, einen großen Reiz, andern seine Entdeckung mitzuteilen und einleuchtend zu machen. Er verbreitete seine Meinung durch Briefe und reisende Freunde, fand aber überall Gegner. In Deutschland wurden seine Argumente in die Acta Eruditorum eingerückt. Professor Georg Friedrich Richter in Leipzig setzte sich dagegen; in England experimentierte und argumentierte Desaguliers gegen ihn, in Frankreich Gauger, in Italien die Bologneser Sozietät.

Er gab zuerst ein Diarium einer Reise durch Italien vor dem Jahre 1724 mit Nachträgen heraus, wovon man einen Auszug in die Acta Eruditorum setzte. (Supplemente der selben Tom. VIII p. 127.)

Bei Gelegenheit, dass Rizzetti die Frage aufwirft, wie es möglich sei, dass man die Gegenstände mit bloßen Augen farblos sähe, wenn es mit der von Newton bemerkten und erklärten farbigen Aberration seine Richtigkeit habe, bringt er verschiedene Einwendungen gegen die Newtonischen Experimente sowie auch gegen die Theorie vor. Richter schreibt dagegen (Tom. eod. p. 226). Darauf lässt sich Rizzetti wieder vernehmen und fügt noch einen Anhang hinzu (p. 303 f.). Aus einer neu veränderten Ausgabe des ersten Rizzettischen Aufsatzes findet sich gleichfalls ein Auszug (p. 234), und ein Auszug aus einem Briefe des Rizzetti an die Londoner Sozietät (p. 236).

Richter verteidigt sich gegen Rizzetti (A. E. 1724, p. 27). Dieser gibt heraus: Specimen physico- mathematicum de Luminis affectionibus, Tarvisii et Venet. 1727. 8. Einzelne Teile daraus waren früher erschienen: De Luminis refractione, Auctore Rizzetto (Siehe A. E. 1726. Nr. 10.) De Luminis reflexione, Auctore Rizzetto (Siehe A. E. suppl. Tom. IX, Sect. 2. Nr. 4). Gedachtes Werk darf keinem Freunde der Farbenlehre künftighin unbekannt bleiben. Wir machen zu unsern gegenwärtigen historischen Zwecken daraus einen flüchtigen Auszug. Er nimmt an, das Licht bestehe aus Teilen, die sich ungern voneinander entfernen, aber doch durch Refraktion voneinander getrennt werden; dadurch entstehe die Dispersion desselben, welche Grimaldi sich schon ausgedacht hatte. Rizzetti nimmt leider auch noch Strahlen an, um mit denselben zu operieren.

Man sieht, dass diese Vorstellungsart viel zu nah an der Newtonischen liegt, um als Gegensatz derselben Glück zu machen.

Rizzettis dispergiertes Licht ist nur ein Halblicht; es kommt in ein Verhältnis zum Hellen oder Dunkeln, daraus entsteht die Farbe. Wir finden also, dass er auf dem rechten Wege war, indem er eben dasselbe abzuleiten sucht, was wir durch Doppelbild und Trübe ausgesprochen haben.

Der mathematische Teil seines Werks sowie das, was er im allgemeinen von Refraktion, Reflexion und Dispersion handelt, liegt außer unserm Kreise. Das übrige, was uns näher angeht, kann man in den polemischen und den didaktischen Teil einteilen.

Die Mängel der Newtonischen Lehre, das Kaptiose und Unzulängliche ihrer Experimente sieht Rizzetti recht gut ein. Er führt seine Kontrovers nach der Ordnung der Optik und ist den Newtonischen Unrichtigkeiten ziemlich auf der Spur; doch durchdringt er sie nicht ganz und gibt zum Beispiel gleich bei dem ersten Versuch ungeschickterweise zu, dass das blaue und rote Bild auf dunklem Grunde wirklich ungleich verrückt werde, da ihm doch sonst die Erscheinung der Säume nicht unbekannt ist. Dann bringt er die beiden Papiere auf weißen Grund, wo denn freilich durch ganz andere Säume für den Unbefangenen die Unrichtigkeit, die sich auf schwarzem Grunde versteckt, augenfällig werden muss.

Aber sein Widersacher, Richter in Leipzig, erhascht sogleich das Argument gegen ihn, dass die unter diesen Bedingungen erscheinenden Farben sich vom weißen Grunde herschreiben: eine ungeschickte Behauptung, in welcher sich jedoch die Newtonianer bis auf den heutigen Tag selig fühlen und welche auch mit großer Selbstgenügsamkeit gegen uns vorgebracht worden.

Seiner übrigen Kontrovers folgen wir nicht: sie trifft an vielen Orten mit der unsrigen überein, und wir gedenken nicht zu leugnen, dass wir ihm manches schuldig geworden, so wie noch künftig manches aus ihm zu nutzen sein wird.

In seinem didaktischen Teile findet man ihn weiter vorgerückt als alle Vorgänger, und er hätte wohl verdient, dass wir ihn mit Theophrast und Boyle unter den wenigen genannt, welche sich bemüht, die Masse der zu ihrer Zeit bekannten Phänomene zu ordnen. In seiner Einteilung der Farben sind alle die Bedingungen beachtet, unter welchen uns die Farbe erscheint. Er hat unsere physiologischen Farben unter der Rubrik der phantastischen oder imaginären, unsere physischen unter der doppelten der variierenden, welche wir die dioptrischen der ersten Klasse, und der apparenten, welche wir die dioptrischen der zweiten Klasse genannt, vorgetragen. Unsere chemischen Farben finden sich bei ihm unter dem Titel der permanenten oder natürlichen.

Zum Grunde von allen Farbenerscheinungen legt er, wie schon oben bemerkt, dasjenige, was wir unter der Lehre von trüben Mitteln begreifen. Er nennt diese Farben die variierenden, weil ein trübes Mittel, je nachdem es Bezug auf eine helle oder dunkle Unterlage hat, verschiedene Farben zeigt. Auf diesem Wege erklärt er auch die Farben der Körper, wie wir es auf eine ähnliche Weise getan haben.

Die apparenten leitet er gleichfalls davon ab und nähert sich dabei unserer Darstellung vom Doppelbild; weil er aber das Doppelbild nicht als Faktum stehen lässt, sondern die Ursache desselben zugleich mit erklären will, so muss er seine Dispersion herbeibringen, wodurch denn die Sache sehr mühselig wird.

So sind auch seine Figuren höchst unerfreulich und beschwerlich zu entziffern; dahingegen die Newtonischen, obgleich meistens falsch, den großen Vorteil haben, bequem zu sein und deshalb fasslich zu scheinen.
Bei den physiologischen, seinen imaginären, bemerkt er recht gut den Unterschied der abklingenden Farbenerscheinung auf dunklem und hellem Grunde; weil ihm aber das wichtige, von Plato anerkannte Fundament von allem, die Synkrisis durchs Schwarze, die Diakrisis durchs Weiße bewirkt, abgeht, weil er auch die Forderung der entgegengesetzten Farben nicht kennt, so bringt er das Ganze nicht auf eine Art zusammen, die einigermaßen befriedigend wäre.
Übrigens rechnen wir es uns zur Ehre und Freude, ihn als denjenigen anzuerkennen, der zuerst am ausführlichsten und tüchtigsten das, wovon auch wir in der Farbenlehre überzeugt sind, nach Beschaffenheit der Erfahrung seiner Zeit ausgesprochen hat.

Dissaguliers gegen Rizzetti

Als in den Leipziger Actis Eruditorum (Supplem. Tom. 8. § 3. p. 130. 131) einiger Einwürfe Rizzettis gegen Newton erwähnt ward, wiederholt Desaguliers das Experiment, wovon die Rede ist, 1722 vor der Sozietät zu London und gibt davon in den Philosophischen Transaktionen Vol. 32, pag. 206 eine kurze Nachricht.
Es ist das zweite Experiment des ersten Buchs der Optik, bei welchem ein hellrotes und ein dunkelblaues Papier, beide mit schwarzen Fäden umwunden, durch eine Linse auf einer weißen Tafel abgebildet werden; da denn das rote Bild oder vielmehr das Bild der schwarzen Fäden auf rotem Grunde sich ferner von der Linse, und das blaue Bild oder vielmehr das Bild der schwarzen Fäden auf blauem Grunde sich näher an der Linse deutlich zeigen soll. Wie es damit stehe, haben wir im polemischen Teil umständlich genug auseinandergesetzt und hinlänglich gezeigt, dass hier nicht die Farbe, sondern das mehr oder weniger Abstechende des Hellen und Dunkeln Ursache ist, dass zu dem einen Bilde der Abbildungspunkt schärfer genommen werden muss, da bei dem andern ein laxerer schon hinreichend ist. Desaguliers, ob er gleich behauptet, sein Experiment sei vortrefflich gelungen, muss doch zuletzt auf dasjenige, worauf wir festhalten, in einem Notabene hindeuten; wie er denn, nach Newtonischer Art, die Hauptsachen in Noten und Notabene nachbringt, und so sagt er: Man muss Sorge tragen, dass die Farben ja recht tief sind; denn indem ich zufälligerweise von dem Blauen abgestreift hatte, so war das Weiße der Karte unter dem Blauen schuld, dass auch dieses Bild weiter reichte, fast so weit als das Rote.
Ganz natürlich! Denn nun ward das Blaue heller und die schwarzen Fäden stachen besser darauf ab, und wer sieht nun nicht, warum Newton, bei Bereitung einer gleichen Pappe zu seinen zwei ersten Experimenten, einen schwarzen Grund unter die aufzustreichenden Farben verlangt?
Dieses Experiment, dessen ganzen Wert man in einem Notabene zurücknehmen kann, noch besser kennen zu lernen, ersuchen wir unsere Leser, besonders dasjenige nachzusehen, was wir im polemischen Teil zum sechzehnten Versuch (312 - 315) angemerkt haben. Rizzetti hatte 1727 sein Werk herausgegeben, dessen einzelne Teile schon früher bekannt gemacht worden. Desaguliers experimentiert und argumentiert gegen ihn: man sehe die Philosophischen Transaktionen Nr. 406. Monat Dezember 1728.
Zuerst beklagt sich Desaguliers über die arrogante Manier, womit Rizzetti dem größten Philosophen jetziger und vergangener Zeit begegne; über den triumphierenden Ton, womit er die Irrtümer eines großen Mannes darzustellen glaube. Darauf zieht er solche Stellen aus, die freilich nicht die höflichsten sind und von einem Schüler Newtons als Gotteslästerung verabscheut werden mussten. Ferner traktiert er den Autor als some people (so ein Mensch), bringt noch mehrere Stellen aus dem Werke vor, die er teils kurz abfertigt, teils auf sich beruhen lässt, ohne jedoch im mindesten eine Übersicht über das Buch zu geben. End-

lich wendet er sich zu Experimenten, die sich unter verschiedene Rubriken begreifen lassen.
a) Zum Beweise der diversen Refrangibilität: 1. das zweite Experiment aus Newtons Optik;
2. das erste Experiment daher.
b) Refraktion und Reflexion an sich betreffend, meistens ohne Bezug auf Farbe, 3. 4. 5. 6. Ferner wird die Beugung der Strahlen bei der Refraktion, die Beugung der Strahlen bei der Reflexion nach Newtonischen Grundsätzen entwickelt und diese Phänomene der Attraktion zugeschrieben. Die Darstellung ist klar und zweckmäßig, obgleich die Anwendung auf die divers refrangiblen Strahlen misslich und peinlich erscheint. In 7. und 8. wird die durch Berührung einer Glasfläche mit dem Wasser auf einmal aufgehobene Reflexion dargestellt, wobei die Bemerkung gemacht wird, dass die durch Refraktion und Reflexion gesehenen Bilder deutlicher sein sollen als die durch bloße Reflexion gesehenen, zum Beweis, dass das Licht leichter durch dichte als durch dünne Mittel gehe.
c) Als Zugabe 9. der bekannte Newtonische Versuch, der sechzehnte des zweiten Teils: wenn man unter freiem Himmel auf ein Prisma sieht, da sich denn ein blauer Bogen zeigt. Wir haben an seinem Orte diesen Versuch umständlich erläutert und ihn auf unsre Erfahrungssätze zurückgeführt.
Diese Experimente wurden vorgenommen vor dem damaligen Präsidenten der Sozietät Hans Sloane, vier Mitgliedern derselben, Engländern, und vier Italienern, welche sämtlich den guten Erfolg der Experimente bezeugten. Wie wenig aber hierdurch eigentlich ausgemacht werden können, besonders in Absicht auf Farbentheorie, lässt sich gleich daraus sehen, dass die Experimente 3 bis 8 inclus. sich auf die Theorie der Refraktion und Reflexion im allgemeinen beziehen, und dass die sämtlichen Herren von den drei übrigen Versuchen nichts weiter bezeugen konnten, als was wir alle Tage auch bezeugen können: dass nämlich unter den gegebenen beschränkten Bedingungen die Phänomene so und nicht anders erscheinen. Was sie aber aussprechen und aus sagen, das ist ganz was anderes, und das kann kein Zuschauer bezeugen, am wenigsten solche, denen man die Versuche nicht in ihrer ganzen Fülle und Breite vorgelegt hat.
Wir glauben also der Sache nunmehr überflüssig genuggetan zu haben und verlangen vor wie nach von einem jeden, der sich dafür interessiert, dass er alle Experimente, so oft als es verlangt wird, darstellen könne.
Was übrigens Desaguliers betrifft, so ist der vollständige Titel des von ihm herausgegebenen Werkes: A Course of Experimental Philosophy by John Theophilus Desaguliers, L. L. D. F. R. S. Chaplain to his Royal Highness Frederick Prince of Wales, formerly of Hart Hall (now Hertford College) in Oxford. London.
Die erste Auflage des ersten Teils ist von 1734 und die zweite von 1745. Der zweite Band kam 1744 heraus. In der Vorrede des zweiten Teils pag. VII ist eine Stelle merkwürdig, warum er die Optik und so auch die Licht- und Farbenlehre nicht behandelt.

Gauger

Gehört auch unter die Gegner Rizzettis. Von ihm sind uns bekannt:
Lettres de Mr. Gauger, sur la différente Refrangibilité de la Lumière et l'immutabilité de leurs couleurs, etc etc. Sie sind besonders abgedruckt, stehen aber auch in der Continuation des Mémoires de Littérature et d'Histoire Tom. V, p. I. Paris 1728, und ein Auszug daraus in den Memoires pour l'histoire des Sciences et des beaux arts. Trevoux. Juillet 1728.
Im ganzen lässt sich bemerken, wie sehr es Rizzetti muss angelegen gewesen sein, seine Meinung zu verbreiten und die Sache zur Sprache zu bringen. Was hingegen die Kontrovers betrifft, die Gauger mit ihm führt, so müssten wir alles das wiederholen, was wir oben schon beigebracht, und wir ersparen daher uns und unsern Lesern diese Unbequemlichkeit.

Newtons Persönlichkeit

Die Absicht dessen, was wir unter dieser Rubrik zu sagen gedenken, ist eigentlich die, jene Rolle eines Gegners und Widersachers, die wir so lange behauptet und auch künftig noch annehmen müssen, auf eine Zeit abzulegen, so billig als möglich zu sein, zu untersuchen, wie so seltsam Widersprechendes bei ihm zusammengehangen und dadurch unsere mitunter gewissermaßen heftige Polemik auszusöhnen. Dass manche wissenschaftliche Rätsel nur durch eine ethische Auflösung begreiflich werden können, gibt man uns wohl zu, und wir wollen versuchen, was uns in dem gegenwärtigen Falle gelingen kann.
Von der englischen Nation und ihren Zuständen ist schon unter Roger Bacon und Baco von Verulam einiges erwähnt worden, auch gibt uns Sprats flüchtiger Aufsatz ein zusammengedrängtes historisches Bild. Ohne hier weiter einzugreifen, bemerken wir nur, dass bei den Engländern vorzüglich bedeutend und schätzenswert ist die Ausbildung so vieler derber, tüchtiger Individuen, eines jeden nach seiner Weise, und zugleich gegen das Öffentliche, gegen das gemeine Wesen: ein Vorzug, den vielleicht keine andere Nation, wenigstens nicht in dem Grade, mit ihr teilt. Die Zeit, in welcher Newton geboren ward, ist eine der prägnantesten in der englischen, ja in der Weltgeschichte überhaupt. Er war sechs Jahre alt, als Karl I. enthauptet wurde, und erlebte die Thronbesteigung Georgs I. Ungeheure Konflikte bewegten Staat und Kirche, jedes für sich und beide gegeneinander, auf die mannigfaltigste und abwechselndste Weise. Ein König ward hingerichtet; entgegengesetzte Volks und Kriegsparteien stürmten widereinander; Regierungsveränderungen, Veränderungen des Ministeriums, der Parlamente folgten sich gedrängt; ein wiederhergestelltes, mit Glanz geführtes Königtum ward abermals erschüttert; ein König vertrieben, der Thron von einem Fremden in Besitz genommen und abermals nicht vererbt, sondern einem Fremden abgetreten.
Wie muss nicht durch eine solche Zeit ein jeder sich angeregt, sich aufgefordert fühlen! Was muss das aber für ein eigener Mann sein, den seine Geburt, seine Fähigkeiten zu mancherlei Anspruch berechtigen und der alles ablehnt und ruhig seinem von Natur eingepflanzten Forscherberuf folgt!
Newton war ein wohlorganisierter, gesunder, wohltemperierter Mann, ohne Leidenschaft, ohne Begierden. Sein Geist war konstruktiver Natur und zwar im abstraktesten Sinne; daher war die höhere Mathematik ihm als das eigentliche Organ gegeben, durch das er seine innere Welt aufzubauen und die äußere zu gewältigen suchte. Wir maßen uns über dieses sein Hauptverdienst kein Urteil an und gestehen gern zu, dass sein eigentliches Talent außer unserm Gesichtskreise liegt; aber, wenn wir aus eigener Überzeugung sagen können: das von seinen Vorfahren Geleistete ergriff er mit Bequemlichkeit und führte es bis zum Erstaunen weiter; die mittleren Köpfe seiner Zeit ehrten und verehrten ihn, die besten erkannten ihn für ihresgleichen oder gerieten gar wegen bedeutender Erfindungen und Entdeckungen mit ihm in Kontestation so dürfen wir ihn wohl, ohne näheren Beweis, mit der übrigen Welt für einen außerordentlichen Mann erklären.
Von der praktischen, von der Erfahrungsseite rückt er uns dagegen schon näher. Hier tritt er in eine Welt ein, die wir auch kennen, in der wir seine Verfahrungsart und seinen Sukzeß zu beurteilen vermögen, um so mehr, als es überhaupt eine unbestrittne Wahrheit ist, dass, so rein und sicher die Mathematik in sich selbst behandelt werden kann, sie doch auf dem Erfahrungsboden sogleich bei jedem Schritte periklitiert und ebenso gut wie jede andere ausgeübte Maxime zum Irrtum verleiten, ja den Irrtum ungeheuer machen und sich künftige Beschämungen vorbereiten kann.
Wie Newton zu seiner Lehre gelangt, wie er sich bei ihrer ersten Prüfung übereilt, haben wir umständlich oben auseinandergesetzt. Er baut seine Theorie sodann konsequent auf, ja er sucht seine Erklärungsart als ein Faktum geltend zu machen; er entfernt alles, was ihr schädlich ist, und ignoriert dieses, wenn er es nicht leugnen kann. Eigentlich kontrovertiert er nicht, sondern wiederholt nur immer seinen Gegnern greift die Sache an wie ich geht auf meinem Wege; richtet alles ein wie ich's eingerichtet habe; seht wie ich, schließt wie ich, und so werdet ihr finden, was ich gefunden habe: alles andere ist vom Übel. Was sollen hundert

Experimente, wenn zwei oder drei meine Theorie auf das beste begründen? Dieser Behandlungsart, diesem unbiegsamen Charakter ist eigentlich die Lehre ihr ganzes Glück schuldig. Da das Wort Charakter ausgesprochen ist, so werde einigen zudringenden Betrachtungen hier Platz vergönnt.

Jedes Wesen, das sich als eine Einheit fühlt, will sich in seinem eigenen Zustand ungetrennt und unverrückt erhalten. Dies ist eine ewige notwendige Gabe der Natur, und so kann man sagen, jedes einzelne habe Charakter bis zum Wurm hinunter, der sich krümmt, wenn er getreten wird. In diesem Sinne dürfen wir dem Schwachen, ja dem Feigen selbst Charakter zuschreiben: denn er gibt auf, was andere Menschen über alles schätzen, was aber nicht zu seiner Natur gehört: die Ehre, den Ruhm, nur damit er seine Persönlichkeit erhalte. Doch bedient man sich des Wortes Charakter gewöhnlich in einem höhern Sinne: wenn nämlich eine Persönlichkeit von bedeutenden Eigenschaften auf ihrer Weise verharret und sich durch nichts davon abwendig machen lässt.

Einen starken Charakter nennt man, wenn er sich allen äußerlichen Hindernissen mächtig entgegensetzt und seine Eigentümlichkeit, selbst mit Gefahr seine Persönlichkeit zu verlieren, durchzusetzen sucht. Einen großen Charakter nennt man, wenn die Stärke desselben zugleich mit großen, unübersehlichen, unendlichen Eigenschaften, Fähigkeiten, verbunden ist und durch ihn ganz originelle unerwartete Absichten, Plane und Taten zum Vorschein kommen.

Ob nun gleich jeder wohl einsieht, dass hier eigentlich das Überschwengliche, wie überhaupt, die Größe macht, so muss man sich doch ja nicht irren und etwa glauben, dass hier von einem Sittlichen die Rede sei. Das Hauptfundament des Sittlichen ist der gute Wille, der seiner Natur nach nur aufs Rechte gerichtet sein kann; das Hauptfundament des Charakters ist das entschiedene Wollen, ohne Rücksicht auf Recht und Unrecht, auf Gut und Böse, auf Wahrheit oder Irrtum: es ist das, was jede Partei an den ihrigen so höchlich schätzt. Der Wille gehört der Freiheit, er bezieht sich auf den innern Menschen, auf den Zweck; das Wollen gehört der Natur und bezieht sich auf die äußere Welt, auf die Tat: und weil das irdische Wollen nur immer ein beschränktes sein kann, so lässt sich beinahe voraussetzen, dass in der Ausübung das höhere Rechte niemals oder nur durch Zufall gewollt werden kann.

Man hat, nach unserer Überzeugung, noch lange nicht genug Beiworte aufgesucht, um die Verschiedenheit der Charaktere auszudrücken. Zum Versuch wollen wir die Unterschiede, die bei der physischen Lehre von der Kohärenz stattfinden, gleichnisweise gebrauchen; und so gäbe es starke, feste, dichte, elastische, biegsame, geschmeidige, dehnbare, starre, zähe, flüssige und wer weiß was sonst noch für Charaktere. Newtons Charakter würden wir unter die starren rechnen, so wie auch seine Farbentheorie als ein erstarrtes Aperçu anzusehen ist.

Was uns gegenwärtig betrifft, so berühren wir eigentlich nur den Bezug des Charakters auf Wahrheit und Irrtum. Der Charakter bleibt derselbe, er mag sich dem einen oder der andern ergeben; und so verringert es die große Hochachtung, die wir für Newton hegen, nicht im geringsten, wenn wir behaupten: er sei als Mensch, als Beobachter in einen Irrtum gefallen und habe als Mann von Charakter, als Sektenhaupt, seine Beharrlichkeit eben dadurch am kräftigsten betätigt, dass er diesen Irrtum trotz allen äußern und innern Warnungen bis an sein Ende fest behauptet, ja immer mehr gearbeitet und sich bemüht, ihn auszubreiten, ihn zu befestigen und gegen alle Angriffe zu schützen.

Und hier tritt nun ein ethisches Haupträtsel ein, das aber demjenigen, der in die Abgründe der menschlichen Natur zu blicken wagte, nicht unauflösbar bleibt. Wir haben in der Heftigkeit des Polemisierens Newtonen sogar einige Unredlichkeit vorgeworfen; wir sprechen gegenwärtig wieder von nicht geachteten inneren Warnungen, und wie wäre dies mit der übrigens anerkannten Moralität eines solchen Mannes zu verbinden?

Der Mensch ist dem Irren unterworfen, und wie er in einer Folge, wie er anhaltend irrt, so wird er sogleich falsch gegen sich und gegen andere; dieser Irrtum mag in Meinungen oder in Neigungen bestehen. Von Neigungen wird es uns deutlicher, weil nicht leicht jemand sein wird, der eine solche Erfahrung nicht an sich gemacht hätte. Man widme einer Person mehr

Liebe, mehr Achtung, als sie verdient, sogleich muss man falsch gegen sich und andre werden: man ist genötigt, auffallende Mängel als Vorzüge zu betrachten und sie bei sich wie bei andern dafür gelten zu machen.

Dagegen lassen Vernunft und Gewissen sich ihre Rechte nicht nehmen. Man kann sie belügen, aber nicht täuschen. Ja wir tun nicht zu viel, wenn wir sagen: je moralischer, je vernünftiger der Mensch ist, desto lügenhafter wird er, sobald er irrt, desto ungeheurer muss der Irrtum werden, sobald er darin verharrt; und je schwächer die Vernunft, je stumpfer das Gewissen, desto mehr ziemt der Irrtum dem Menschen, weil er nicht gewarnt ist. Das Irren wird nur bedauernswert, ja es kann liebenswürdig erscheinen.

Ängstlich aber ist es anzusehen, wenn ein starker Charakter, um sich selbst getreu zu bleiben, treulos gegen die Welt wird und um innerlich wahr zu sein, das Wirkliche für eine Lüge erklärt und sich dabei ganz gleichgültig erzeigt, ob man ihn für halsstarrig, verstockt, eigensinnig, oder für lächerlich halte. Dem ungeachtet bleibt der Charakter immer Charakter, er mag das Rechte oder das Unrechte, das Wahre oder das Falsche wollen und eifrig dafür arbeiten.

Allein hiermit ist noch nicht das ganze Rätsel aufgelöst; noch ein Geheimnisvolleres liegt dahinter. Es kann sich nämlich im Menschen ein höheres Bewusstsein finden, so dass er über die notwendige ihm einwohnende Natur, an der er durch alle Freiheit nichts zu verändern vermag, eine gewisse Übersicht erhält. Hierüber völlig ins klare zu kommen, ist beinahe unmöglich; sich in einzelnen Augenblicken zu schelten, geht wohl an, aber niemanden ist gegeben, sich fortwährend zu tadeln. Greift man nicht zu dem gemeinen Mittel, seine Mängel auf die Umstände, auf andere Menschen zu schieben, so entsteht zuletzt aus dem Konflikt eines vernünftig richtenden Bewusstseins mit der zwar modifikablen, aber doch unveränderlichen Natur eine Art von Ironie in und mit uns selbst, so dass wir unsere Fehler und Irrtümer wie ungezogene Kinder spielend behandeln, die uns vielleicht nicht so lieb sein würden, wenn sie nicht eben mit solchen Unarten behaftet wären.

Diese Ironie, dieses Bewusstsein, womit man seinen Mängeln nachsieht, mit seinen Irrtümern scherzt und ihnen desto mehr Raum und Lauf lässt, weil man sie doch am Ende zu beherrschen glaubt oder hofft, kann von der klarsten Verruchtheit bis zur dumpfsten Ahndung sich in mancherlei Subjekten stufenweise finden, und wir getrauten uns eine solche Galerie von Charakteren, nach lebendigen und abgeschiedenen Mustern, wenn es nicht allzu verfänglich wäre, wohl aufzustellen. Wäre alsdann die Sache durch Beispiele völlig aufgeklärt, so würde uns niemand verargen, wenn er Newtonen auch in der Reihe fände, der eine trübe Ahndung seines Unrechts gewiss gefühlt hat.

Denn wie wäre es einem der ersten Mathematiker möglich, sich einer solchen Unmethode zu bedienen, dass er schon in den Optischen Lektionen, indem er die diverse Refrangibilität festsetzen will, den Versuch mit parallelen Mitteln, der ganz an den Anfang gehört, weil die Farbenerscheinung sich da zuerst entwickelt, ganz zuletzt bringt; wie konnte einer, dem es darum zu tun gewesen wäre, seine Schüler mit den Phänomenen im ganzen Umfang bekannt zu machen, um darauf eine haltbare Theorie zu bauen, wie konnte der die subjektiven Phänomene gleichfalls erst gegen das Ende und keineswegs in einem gewissen Parallelismus mit den objektiven abhandeln; wie konnte er sie für unbequem erklären, da sie ganz ohne Frage die bequemeren sind: wenn er nicht der Natur ausweichen und seine vorgefasste Meinung vor ihr sicher stellen wollte? Die Natur spricht nichts aus, was ihr selbst unbequem wäre; desto schlimmer, wenn sie einem Theoretiker unbequem wird.

Nach allem diesem wollen wir, weil ethische Probleme auf gar mancherlei Weise aufgelöst werden können, noch die Vermutung anführen, dass vielleicht Newton an seiner Theorie so viel Gefallen gefunden, weil sie ihm, bei jedem Erfahrungsschritte, neue Schwierigkeiten darbot. So sagt ein Mathematiker selber: C'est la coutume des Géomètres de s'élever de difficultés en difficultés, et même de s'en former sans cesse de nouvelles, pour avoir le plaisir de les surmonter.

Wollte man aber auch so den vortrefflichen Mann nicht genug entschuldigt haben, so werfe man einen Blick auf die Naturforschung seiner Zeiten, auf das Philosophieren über die Na-

tur, wie es teils von Descartes her, teils durch andere vorzügliche Männer üblich geworden war, und man wird aus diesen Umgebungen sich Newtons eigenen Geisteszustand eher vergegenwärtigen können.
Auf diese und noch manche andere Weise möchten wir den Manen Newtons, insofern wir sie beleidigt haben könnten, eine hinlängliche Ehrenerklärung tun. Jeder Irrtum, der aus dem Menschen und aus den Bedingungen, die ihn umgeben, unmittelbar entspringt, ist verzeihlich, oft ehrwürdig; aber alle Nachfolger im Irrtum können nicht so billig behandelt werden. Eine nachgesprochene Wahrheit verliert schon ihre Grazie; ein nachgesprochener Irrtum erscheint abgeschmackt und lächerlich. Sich von einem eigenen Irrtum loszumachen, ist schwer, oft unmöglich bei großem Geist und großen Talenten; wer aber einen fremden Irrtum aufnimmt und halsstarrig dabei verbleibt, zeigt von gar geringem Vermögen. Die Beharrlichkeit eines original Irrenden kann uns erzürnen; die Hartnäckigkeit der Irrtumskopisten macht verdrießlich und ärgerlich. Und wenn wir in dem Streit gegen die Newtonische Lehre manchmal aus den Grenzen der Gelassenheit herausgeschritten sind, so schieben wir alle Schuld auf die Schule, deren Inkompetenz und Dünkel deren Faulheit und Selbstgenügsamkeit, deren Ingrimm und Verfolgungsgelüst miteinander durchaus in Proportion und Gleichgewicht stehen.

Erste Schüler und Bekenner Newtons

Außer den schon erwähnten Experimentatoren, Keill und Desaguliers, werden uns folgende Männer merkwürdig.
Samuel Clarke, geboren 1675, gestorben 1735, trägt zur Ausbreitung der Newtonischen Lehre unter allen am meisten bei. Zum geistlichen Stande bestimmt, zeigt er in der Jugend großes Talent zur Mathematik und Physik, penetriert früher als andere die Newtonischen Ansichten und überzeugt sich davon.
Er übersetzt Rohaults Physik, welche, nach Cartesianischen Grundsätzen geschrieben, in den Schulen gebraucht wurde, ins Lateinische. In den Noten trägt der Übersetzer die Newtonische Lehre vor, von welcher denn bei Gelegenheit der Farben gesagt wird: Experientia compertum est etc. Die erste Ausgabe ist von 1697. Auf diesem Wege führte man die Newtonische Lehre, neben der des Cartesius, in den Unterricht ein und verdrängte jene nach und nach.
Der größte Dienst jedoch, den Clarke Newtonen erzeigte, war die Übersetzung der Optik ins Lateinische, welche 1706 herauskam. Newton hatte sie selbst revidiert, und Engländer sagen, sie sei verständlicher als das Original selbst. Wir aber können dies keineswegs finden. Das Original ist sehr deutlich, naiv ernst geschrieben; die Übersetzung muss, um des lateinischen Sprachgebrauchs willen, oft umschreiben und Phrasen machen; aber vielleicht sind es eben diese Phrasen, die den Herren, welche sich nichts weiter dabei denken wollten, am besten zu Ohre gingen.
Übrigens standen beide Männer in einem moralischen, ja religiösen Verhältnis zueinander, indem sie beide dem Arianismus zugetan waren: einer mäßigen Lehre, die vielen vernünftigen Leuten der damaligen Zeit behagte und den Deismus der folgenden vorbereitete.
Wilhelm Molyneux, einer der ersten Newtonischen Bekenner. Er gab eine Dioptrica nova, London, 1692, heraus, woselbst er auf der vierten Seite sagt: "Aber Herr Newton in seinen Abhandlungen, Farben und Licht betreffend, die in den Philosophischen Transaktionen publiziert worden, hat umständlich dargetan, dass die Lichtstrahlen keineswegs homogen oder von einerlei Art sind, vielmehr von unterschiedenen Formen und Figuren, dass einige mehr gebrochen werden als die andern, ob sie schon einen gleichen oder ähnlichen Neigungswinkel zum Glase haben".
Niemanden wird entgehen, dass hier, bei allem Glauben an den Herrn und Meister, die Lehre schon ziemlich auf dem Wege ist, verschoben und entstellt zu werden.

Regnault. Entretiens physiques Tom. 2. Entret. 23, p. 395 ff. und Entret. 22, p. 379 ff. trägt die Newtonische Lehre in der Kürze vor.
Maclaurin. Expositions des découvertes philosophiques de Mr. Newton.
Pemberton. A view of Sir Isaac Newton's philosophy. London 1728.
Wilhelm Whiston. Praelectiones mathematicae.
Dunch. Philosophia mathematica Newtoniana.
Inwiefern diese letzteren sich auch um die Farbenlehre bekümmert und solche mehr oder weniger dem Buchstaben nach vorgetragen, gedenken wir hier nicht zu untersuchen; genug, sie gehören unter diejenigen, welche als die ersten Anhänger und Bekenner Newtons in der Geschichte genannt werden.
Von auswärtigen Anhängern erwähnen wir zunächst s'Gravesande und Musschenbroek.

Wilhelm Jakob s'Gravesande

*1688

Physices elementa mathematica, sive introductio ad philosophiam Newtonianam. Lugd. Batav. 1721.
Im zweiten Bande p. 78, Cap. 18, trägt er die Lehre von der diversen Refrangibilität nach Newton vor; in seinen Definitionen setzt er sie voraus. Die ins Ovale gezogene Gestalt des runden Sonnenbildes scheint sie ihm ohne weiteres zu beweisen.
Merkwürdig ist, dass Tab. XV die erste Figur ganz richtig gezeichnet ist und dass er § 851 zur Entschuldigung, dass im vorhergehenden beim Vortrag der Refraktionsgesetze die weißen Strahlen als homogen behandelt worden, sagt: satis est exigua differentia refrangibilitatis in radiis solaribus, ut in praecedentibus negligi potuit. (Der Unterschied der Refrangibilität (Brechbarkeit) ist bei den Sonnenstrahlen ziemlich gering, so dass er in den vergangenen Ausführungen vernachlässigt werden konnte)
Freilich, wenn die Versuche mit parallelen Mitteln gemacht werden, sind die farbigen Ränder unbedeutend, und man muss das Sonnenbild genug quälen, bis das Phänomen ganz farbig erscheint.
Übrigens sind die perspektivisch, mit Licht und Schatten vorgestellten Experimente gut und richtig, wie es scheint, nach dem wirklichen Apparat gezeichnet. Aber wozu der Aufwand, da die Farbenerscheinung als die Hauptsache fehlt? Reine Linearzeichnungen, richtig illuminiert, bestimmen und entscheiden die ganze Sache, dahingegen durch jene umständliche, bis auf einen gewissen Grad wahre und doch im Hauptpunkte mangelhafte Darstellung der Irrtum nur desto ehrwürdiger gemacht und fortgepflanzt wird.

Peter von Musschenbroek

1692 - 1761

Elementa physica 1734. Völlig von der Newtonischen Lehre überzeugt, fängt er seinen Vortrag mit der hypothetischen Figur an, wie sie bei uns, Tafel VII, Figur 1 abgebildet ist. Dann folgt: Si per exiguum foramen mit der bekannten Litanei.
Bei dieser Gelegenheit erwähnen wir der florentinischen Akademie, deren Tentamina von Musschenbroek übersetzt und 1731 herausgegeben worden. Sie enthalten zwar nichts die Farbenlehre betreffend; doch ist uns die Vorrede merkwürdig, besonders wegen einer Stelle über Newton, die als ein Zeugnis der damaligen höchsten Verehrung dieses außerordentlichen Mannes mitgeteilt zu werden verdient. Indem nämlich Musschenbroek die mancherlei Hindernisse und Beschwerlichkeiten anzeigt, die er bei Übersetzung des Werks aus dem Italienischen ins Lateinische gefunden, fügt er folgendes hinzu: "Weil nun auch mehr als sechzig Jahre seit der ersten Ausgabe dieses Werkes verflossen, so ist die Philosophie inzwischen mit nicht geringem Wachstum vorgeschritten, besonders, seitdem der allerreichste und höchste Lenker und Vorsteher aller menschlichen Dinge, mit unendlicher Liebe und unbegreiflicher Wohltätigkeit die Sterblichen unserer Zeit bedenkend, ihre Gemüter nicht länger

in dem Druck der alten Finsternis lassen wollte, sondern ihnen als ein vom Himmel gesandtes Geschenk jenes britische Orakel, Isaak Newton, gewährt; welcher, eine erhabene Mathesin auf die zartesten Versuche anwendend und alles geometrisch beweisend, gelehrt hat, wie man in die verborgensten Geheimnisse der Natur dringen und eine wahre befestigte Wissenschaft erlangen könne. Deswegen hat auch dieser mit göttlichem Scharfsinn begabte Philosoph mehr geleistet als alle die erfindsamsten Männer von den ersten Anfängen der Weltweisheit her zusammen. Verbannt sind nun alle Hypothesen; nichts, als was bewiesen ist, wird zugelassen; die Weltweisheit wird durch die gründlichste Lehre erweitert und auf den menschlichen Nutzen übergetragen, durch mehrere angesehene, die wahre Methode befolgende gelehrte Männer."

Französische Akademiker

Die erste französische Akademie, schon im Jahre 1634 eingerichtet, war der Sprache im allgemeinsten Sinne, der Grammatik, Rhetorik und Poesie gewidmet. Eine Versammlung von Naturforschern aber hatte zuerst in England stattgefunden.
In einem Brief an die Londoner Sozietät preist von Montmort- Desorbière die englische Nation glücklich, dass sie einen reichen Adel und einen König habe, der sich für die Wissenschaften interessiere, welches in Frankreich nicht der Fall sei. Doch fanden sich auch in diesem Lande schon so viel Freunde der Naturwissenschaften in einzelnen Gesellschaften zusammen, dass man von Hof aus nicht säumen konnte, sie näher zu vereinigen. Man dachte sich ein weit umfassendes Ganze und wollte jene erste Akademie der Redekünste und die neu einzurichtende der Wissenschaften miteinander vereinigen. Dieser Versuch gelang nicht; die Sprach- Akademiker schieden sich gar bald, und die Akademie der Wissenschaften blieb mehrere Jahre zwar unter königlichem Schutz, doch ohne eigentliche Sanktion und Konstitution, in einem gewissen Mittelzustand, in welchem sie sich gleichwohl um die Wissenschaften genug verdient machte.
Mit ihren Leistungen bis 1696 macht uns Du Hamel in seiner Regiae Scientiarum academiae historia auf eine stille und ernste Weise bekannt.
In dem Jahre 1699 wurde sie restauriert und völlig organisiert, von welcher Zeit an ihre Arbeiten und Bemühungen ununterbrochen bis zur Revolution fortgesetzt wurden.
Die Gesellschaft hielt sich, ohne sonderliche theoretische Tendenz, nahe an der Natur und deren Beobachtung, wobei sich von selbst versteht, dass in Absicht auf Astronomie, sowie auf alles, was dieser großen Wissenschaft vorausgehen muss, nicht weniger bei Bearbeitung der allgemeinen Naturlehre, die Mathematiker einen fleißigen und treuen Anteil bewiesen. Naturgeschichte, Tierbeschreibung, Tieranatomie beschäftigten manche Mitglieder und bereiteten vor, was später von Buffon und Daubenton ausgeführt wurde.
Im ganzen sind die Verhandlungen dieser Gesellschaft ebenso wenig methodisch als die der englischen; aber es herrscht doch eher eine Art von verständiger Ordnung darin. Man ist hier nicht so konfus wie dort, aber auch nicht so reich. In Absicht auf Farbenlehre verdanken wir derselben folgendes:

Mariotte

Unter dem Jahre 1679 gibt uns die Geschichte der Akademie eine gedrängte aber hinreichende Nachricht von den Mariottischen Arbeiten. Sie bezeigt ihre Zufriedenheit über die einfache Darstellung der Phänomene und äußert, dass es sehr wohl getan sei, auf eine solche Weise zu verfahren, als sich in die Aufsuchung entfernterer Ursachen zu verlieren.

De La Hire

Im Jahre 1678 hatte dieser in einer kleinen Schrift, Accidents de la vue, den Ursprung des Blauen ganz richtig gefasst, dass nämlich ein dunkler schwärzlicher Grund, durch ein durchscheinendes weißliches Mittel gesehen, die Empfindung von Blau gebe.
Unter dem Jahre 1711 findet sich in den Memoiren der Akademie ein kleiner Aufsatz, worin diese Ansicht wiederholt und zugleich bemerkt wird, dass das Sonnenlicht durch ein angerauchtes Glas rot erscheine. Er war, wie man sieht, auf dem rechten Wege, doch fehlte es ihm an Entwicklung des Phänomens. Er drang nicht weit genug vor, um einzusehen, dass das angerauchte Glas hier nur als ein Trübes wirke, indem dasselbe, wenn es leicht angeraucht ist, vor einen dunklen Grund gehalten, bläulich erscheint. Ebenso wenig gelang es ihm, das Rote aufs Gelbe zurück- und das Blaue aufs Violette vorwärtszuführen. Seine Bemerkung und Einsicht blieb daher unfruchtbar liegen.
Wegen übereinstimmender Gesinnungen schalten wir an dieser Stelle einen Deutschen ein, den wir sonst nicht schicklicher unter zubringen wussten.

Johann Michael Conradi

Anweisung zur Optica. Koburg 1710 in 4 Pag. 18. § 16. "Wo das Auge nichts siehet, so meinet es, es sehe etwas Schwarzes; als wenn man des Nachts gen Himmel siehet, da ist wirklich nichts, und man meinet, die Sterne hingen an einem schwarzen expanso. Wo aber eine durchscheinende Weiße vor dieser Schwärze oder diesem Nichts stehet, so gibt es eine blaue Farbe, daher der Himmel des Tages blau siehet, weil die Luft wegen der Dünste weiß ist. Dahero je reiner die Luft ist, je hochblauer ist der Himmel, als wo ein Gewitter vorüber ist, und die Luft von denen vielen Dünsten gereinigt; je dünstiger aber die Luft ist, desto weißlicher ist diese blaue Farbe. Und daher scheinen auch die Wälder von weitem blau, weil vor dem schwarzen schattenvollen Grün die weiße und illuminierte Luft sich befindet."

Malebranche

Wir haben schon oben den Entwurf seiner Lehre eingerückt. Er gehört unter diejenigen, welche Licht und Farbe zarter zu behandeln glaubten, wenn sie sich diese Phänomene als Schwingungen erklärten. Und es ist bekannt, dass diese Vorstellungsart durch das ganze achtzehnte Jahrhundert Gunst gefunden.
Nun haben wir schon geäußert, dass nach unserer Überzeugung damit gar nichts gewannen ist. Denn wenn uns der Ton deswegen begreiflicher zu sein scheint als die Farbe, weil wir mit Augen sehen und mit Händen greifen können, dass eine mechanische Impulsion Schwingungen an den Körpern und in der Luft hervorbringt, deren verschiedene Maßverhältnisse harmonische und disharmonische Töne bilden, so erfahren wir doch dadurch keineswegs, was der Ton sei und wie es zugehe, dass diese Schwingungen und ihre Abgemessenheiten das, was wir im allgemeinen Musik nennen, hervorbringen mögen. Wenn wir nun aber gar diesen mechanischen Wirkungen, die wir für intelligibel halten, weil wir einen gewissermaßen groben Anstoß so zarter Erscheinungen bemerken können, zum Gleichnis brauchen, um das, was Licht und Farbe leisten, uns auf eben dem Wege begreiflich zu machen, so ist dadurch eigentlich gar nichts getan. Statt der Luft, die durch den Schall bewegt wird, einen Äther zu supponieren, der durch die Anregung des Lichts auf eine ähnliche Weise vibriere, bringt das Geschäft um nichts weiter: denn freilich ist am Ende alles Leben und Bewegung, und beide können wir doch nicht anders gewahr werden, als dass sie sich selbst rühren und durch Berührung das Nächste zum Fortschritt anreizen.

Wie unendlich viel ruhiger ist die Wirkung des Lichts als die des Schalles. Eine Welt, die so anhaltend von Schall erfüllt wäre, als sie es von Licht ist, würde ganz unerträglich sein. Durch diese oder eine ähnliche Betrachtung ist wahrscheinlich Malebranche, der ein sehr zart fühlender Mann war, auf seine wunderlichen Vibrations de pression geführt worden, da die Wirkung des Lichts durchaus mehr einem Druck als einem Stoß ähnlich ist. Wovon diejenigen, welche es interessiert, die Memoiren der Akademie von 1699 nachsehen werden.

Bernard le Bovier de Fontenelle

1657 - 1757

Es war nicht möglich, dass die Franzosen sich lange mit den Wissenschaften abgaben, ohne solche ins Leben, ja in die Sozietät zu ziehen und sie durch eine gebildete Spracht der Redekunst, wo nicht gar der Dichtkunst zu überliefern. Schon länger als ein halbes Jahrhundert war man gewohnt, über Gedichte und prosaische Aufsätze, über Theaterstücke, Kanzelreden, Memoiren, Lobreden und Biographien in Gesellschaften zu dissertieren und seine Meinung, sein Urteil gegenseitig zu eröffnen. Im Briefwechsel suchten Männer und Frauen der oberen Stände sich an Einsicht in die Welthändel und Charaktere, an Leichtigkeit, Heiterkeit und Anmut bei der möglichsten Bestimmtheit zu übertreffen; und nun trat die Naturwissenschaft als eine spätre Gabe hinzu. Die Forscher so gut als andre Literatoren und Gelehrte lebten in der Welt und für die Welt; sie mussten auch für sich Interesse zu erregen suchen und erregten es leicht und bald.

Aber ihr Hauptgeschäft lag eigentlich von der Welt ab. Die Untersuchung der Natur durch Experimente, die mathematische oder philosophische Behandlung des Erfahrenen, erforderte Ruhe und Stille, und weder die Breite noch die Tiefe der Erscheinung sind geeignet, vor die Versammlung gebracht zu werden, die man gewöhnlich Sozietät nennt. Ja manches Abstrakte, Abstruse lässt sich in die gewöhnliche Sprache nicht übersetzen. Aber dem lebhaften, geselligen, mundfertigen Franzosen schien nichts zu schwer, und gedrängt durch die Nötigung einer großen gebildeten Masse, unternahm er eben Himmel und Erde mit allen ihren Geheimnissen zu vulgarisieren.

Ein Werk dieser Art ist Fontenelles Schrift über die Mehrheit der Welten. Seitdem die Erde im Kopernikanischen System auf einem subalternen Platz erschien, so traten vor allen Dingen die übrigen Planeten in gleiche Rechte. Die Erde war bewachsen und bewohnt, alle Klimaten brachten nach ihren Bedingungen und Eigenheiten eigene Geschöpfe hervor, und die Folgerung lag ganz nahe, dass die ähnlichen Gestirne, und vielleicht auch gar die unähnlichen, ebenfalls mit Leben übersät und beglückt sein müssten. Was die Erde an ihrem hohen Rang verloren, ward ihr gleichsam hier durch Gesellschaft ersetzt, und für Menschen, die sich gern mitteilen, war es ein angenehmer Gedanke, früher oder später einen Besuch auf den umliegenden Welten abzustatten. Fontenelles Werk fand großen Beifall und wirkte viel, indem es außer dem Hauptgedanken noch manches andere, den Weltbau und dessen Einrichtung betreffend, popularisieren musste.

Dem Redner kommt es auf den Wert, die Würde, die Vollständigkeit, ja die Wahrheit seines Gegenstandes nicht an die Hauptfrage ist, ob er interessant sei oder interessant gemacht werde. Die Wissenschaft selbst kann durch eine solche Behandlung wohl nicht gewinnen, wie wir auch in neuerer Zeit durch das Feminisieren und Infantisieren so mancher höheren und profunderen Materie gesehen haben. Dasjenige wovon das Publikum hört, dass man sich damit in den Werkstätten, in den Studierzimmern der Gelehrten beschäftige, das will es auch näher kennen lernen, um nicht ganz albern zuzusehen, wenn die Wissenden davon sich laut unterhalten. Darum beschäftigen sich so viele Redigierende, Epitomisierende, Ausziehende, Urteilende, Vorurteilende; die launigen Schriftsteller verfehlen nicht, Seitenblicke dahin zu tun; der Komödienschreiber scheut sich nicht, das Ehrwürdige auf dem Theater zu verspotten, wobei die Menge immer am freisten Atem holt, weil sie fühlt, dass sie etwas Edles, etwas Bedeutendes los ist und dass sie vor dem, was andre für wichtig halten, keine Ehrfurcht zu haben braucht.

Zu Fontenelles Zeiten war dieses alles erst im Werden. Es lässt sich aber schon bemerken, dass Irrtum und Wahrheit, so wie sie im Gange waren, von guten Köpfen ausgebreitet, und eins wie das andre wechselweise mit Gunst oder Ungunst behandelt wurden. Dem großen Rufe Newtons, als derselbe in einem hohen Alter mit Tode abging, war niemand gewachsen. Die Wirkungen seiner Persönlichkeit erschienen durch ihre Tiefe und Ausbreitung der Welthöchst ehrwürdig, und jeder Verdacht, dass ein solcher Mann geirrt haben könnte, wurde weggewiesen. Das Unbedingte, an dem sich die menschliche Natur erfreut, erscheint nicht mächtiger als im Beifall und im Tadel, im Hass und der Neigung der Menge. Alles oder Nichts ist von jeher die Devise des angeregten Demos.
Schon von jener ersten, der Sprache gewidmeten Akademie ward der löbliche Gebrauch eingeführt, bei dem Totenamte, das einem verstorbenen Mitgliede gehalten wurde, eine kurze Nachricht von des Abgeschiedenen Leben mitzuteilen. Pelisson, der Geschichtsschreiber jener Akademie, gibt uns solche Notizen von den zu seiner Zeit verstorbenen Gliedern, auf seine reine, natürliche, liebenswürdige Weise. Je mehr nachher diese Institute selbst sich Ansehn geben und verschaffen, je mehr man Ursache hat, aus den Toten etwas zu machen, damit die Lebendigen als etwas erscheinen, desto mehr werden solche Personalien aufgeschmückt und treten in der Gestalt von Elogien hervor.
Dass nach dem Tode Newtons, der ein Mitglied der französischen Akademie war, eine bedeutende, allgemein verständliche, von den Anhängern Newtons durchaus zu billigende Lobrede würde gehalten werden, ließ sich erwarten. Fontenelle hielt sie. Von seinem Leben und seiner Lehre, und also auch von seiner Farbentheorie wurde mit Beifall Rechenschaft gegeben. Wir übersetzen die hierauf bezüglichen Stellen und begleiten sie mit einigen Bemerkungen, welche durch den polemischen Teil unsrer Arbeit bestätigt und gerechtfertigt werden.

Fontenelles Lobrede auf Newton

"Zu gleicher Zeit, als Newton an seinem großen Werk der Prinzipien arbeitete, hatte er noch ein anderes unter Händen, das ebenso original und neu, weniger allgemein durch seinen Titel, aber durch die Manier, in welcher der Verfasser einen einzelnen Gegenstand zu behandeln sich vornahm, ebenso ausgebreitet werden sollte. Es ist die Optik, oder das Werk über Licht und Farbe, welches zum erstenmal 1704 erschien. Er hatte in dem Lauf von dreißig Jahren die Experimente angestellt, deren er bedurfte."
In der Optik steht kein bedeutendes Experiment, das sich nicht schon in den Optischen Lektionen fände, ja in diesen steht manches, was in jener ausgelassen ward, weil es nicht in die künstliche Darstellung passte, an welcher Newton dreißig Jahre gearbeitet hat.
"Die Kunst, Versuche zu machen, in einem gewissen Grade, ist keineswegs gemein. Das geringste Faktum, das sich unsern Augen darbietet, ist aus so viel andern Fakten verwickelt, die es zusammensetzen oder bedingen, dass man ohne eine außerordentliche Gewandtheit nicht alles, was darin begriffen ist, entwickeln noch ohne vorzüglichen Scharfsinn vermuten kann, was alles darin begriffen sein dürfte. Man muss das Faktum, wovon die Rede ist, in so viel andre trennen, die abermals zusammengesetzt sind, und manchmal, wenn man seinen Weg nicht gut gewählt hätte, würde man sich in Irrgänge einlassen, aus welchen man keinen Ausgang fände. Die ursprünglichen und elementaren Fakta scheinen von der Natur mit so viel Sorgfalt wie die Ursachen versteckt worden zu sein; und gelangt man endlich dahin, sie zu sehen, so ist es ein ganz neues und überraschendes Schauspiel."
Dieser Periode, der dem Sinne nach allen Beifall verdient, wenngleich die Art des Ausdrucks vielleicht eine nähere Bestimmung erforderte, passt auf Newton nur dem Vorurteil, keineswegs aber dem Verdienst nach: denn eben hier liegt der von uns erwiesene, von ihm begangene Hauptfehler, dass er das Phänomen in seine einfachen Elemente nicht zerlegt hat; welches doch bis auf einen gewissen Grad leicht gewesen wäre, da ihm die Erscheinungen, aus denen sein Spektrum zusammengesetzt wird, selbst nicht unbekannt waren.

"Der Gegenstand dieser Optik ist durchaus die Anatomie des Lichts. Dieser Ausdruck ist nicht zu kühn, es ist die Sache selbst."
So weit war man nach und nach im Glauben gekommen! An die Stelle des Phänomens setzte man eine Erklärung; nun nannte man die Erklärung ein Faktum, und das Faktum gar zuletzt eine Sache. Bei dem Streite mit Newton, da er ihn noch selbst führte, findet man, dass die Gegner seine Erklärung als Hypothese behandelten; er aber glaubte, dass man sie als eine Theorie ja wohl gar ein Faktum nennen könnte, und nun macht sein Lobredner die Erklärung gar zur Sache!
"Ein sehr kleiner Lichtstrahl,"
Hier ist also der hypothetische Lichtstrahl: denn bei dem Experiment bleibt es immer das ganze Sonnenbild.
"den man in eine vollkommen dunkle Kammer hereinlässt,"
In jedem hellen Zimmer ist der Effekt ebenderselbe.
"der aber niemals so klein sein kann, dass er nicht noch eine unendliche Menge von Strahlen enthielte, wird geteilt, zerschnitten, so dass man nun die Elementarstrahlen hat,"
Man hat sie! und wohl gar als Sache!
"aus welchen er vorher zusammengesetzt war, die nun aber voneinander getrennt sind, jeder von einer andern Farbe gefärbt, die nach dieser Trennung nicht mehr verändert werden können. Das Weiße also war der gesamte Strahl vor seiner Trennung und entstand aus dem Gemisch aller dieser besondern Farben der primitiven Lichtstrahlen."
Wie es sich mit diesen Redensarten verhalte, ist anderwärts genugsam gezeigt.
"Die Trennung dieser Strahlen war so schwer,"
Hinter die Schwierigkeit der Versuche steckt sich die ganze Newtonische Schule. Das, was an den Erscheinungen wahr und natürlich ist, lässt sich sehr leicht darstellen, was aber Newton zusammengekünstelt hat, um seine falsche Theorie zu beschönigen, ist nicht sowohl schwer, als beschwerlich (troublesome) darzustellen. Einiges, und gerade das Haupt sächlichste, ist sogar unmöglich. Die Trennung der farbigen Strahlen in sieben runde, völlig voneinander abstehende Bilder ist ein Märchen, das bloß als imaginäre Figur auf dem Papier steht und in der Wirklichkeit gar nicht darzustellen ist. "dass Herr Mariotte, als er auf das erste Gerücht von Herrn Newtons Erfahrungen diese Versuche unternahm,"
Ehe Mariotte seinen Traktat über die Farben herausgab, konnte er den Aufsatz in den Transaktionen recht gut gelesen haben. "sie verfehlte, er, der so viel Genie für die Erfahrung hatte und dem es bei andern Gegenständen so sehr geglückt ist."
Und so musste der treffliche Mariotte, weil er das Hokuspokus, vor dem sich die übrigen Schulgläubigen beugten, als ein ehrlicher Mann, der Augen hatte, nicht anerkennen wollte, seinen wohlhergebrachten Ruf als guter Beobachter vor seiner eigenen Nation verlieren, den wir ihm denn hiermit auf das vollkommenste wiederherzustellen wünschen.
"Noch ein anderer Nutzen dieses Werks der Optik, so groß vielleicht als der, den man aus der großen Anzahl neuer Kenntnisse nehmen kann, womit man es angefüllt findet, ist, dass es ein vortreffliches Muster liefert der Kunst, sich in der Experimentalphilosophie zu benehmen."
Was man sich unter Experimentalphilosophie gedacht, ist oben schon ausgeführt, so wie wir auch gehörigen Orts dargetan haben, dass man nie verkehrter zu Werke gegangen ist, um eine Theorie auf Experimente aufzubauen, oder, wenn man will, Experimente an eine Theorie anzuschließen.
"Will man die Natur durch Erfahrungen und Beobachtungen fragen, so muss man sie fragen wie Herr Newton, auf eine so gewandte und dringende Weise."
Die Ausdrücke gewandt und dringend sind recht wohl angebracht, um die Newtonische künstliche Behandlungsweise auszudrücken. Die englischen Lobredner sprechen gar von nice experiments, welches Beiwort alles, was genau und streng, scharf, ja spitzfindig, behutsam, vorsichtig, bedenklich, gewissenhaft und pünktlich bis zur Übertreibung und Kleinlichkeit einschließt. Wir können aber ganz kühnlich sagen: die Experimente sind einseitig, man lässt den Zuschauer nicht alles sehen, am wenigsten das, worauf es eigentlich ankommt; sie

sind unnötig umständlich, wodurch die Aufmerksamkeit zerstreut wird; sie sind kompliziert, wodurch sie sich der Beurteilung entziehen, und also durchaus taschenspielerisch.
"Sachen, die sich fast der Untersuchung entziehen, weil sie zu subtil (déliées) sind," Hier haben wir schon wieder Sachen, und zwar so ganz feine, flüchtige, der Untersuchung entwischende Sachen!
"versteht er dem Kalkül zu unterwerfen, der nicht allein das Wissen guter Geometer verlangt, sondern, was mehr ist, eine besondre Geschicklichkeit."
Nun, so wäre denn endlich die Untersuchung in die Geheimnisse der Mathematik gehüllt, damit doch ja niemand so leicht wage, sich diesem Heiligtum zu nähern.
"Die Anwendung, die er von seiner Geometrie macht, ist so fein, als seine Geometrie erhaben ist."
Auf diesen rednerischen Schwung und Schwank brauchen wir nur so viel zu erwidern, dass die Hauptformeln dieser sublim feinen Geometrie nach Entdeckung der achromatischen Fernröhre falsch befunden und dafür allgemein anerkannt sind. Jene famose Messung und Berechnung des Farbenbildes, wodurch ihnen eine Art von Tooleiter angedichtet wird, ist von uns auch anderweit vernichtet worden, und es wird von ihr zum Überfluss noch im nächsten Artikel die Rede sein.

Jean- Jacques d'Ortous de Mairan

1678 - 1771

Ein Mann, gleichsam von der Natur bestimmt, mit Fontenellen zu wetteifern, unterrichtet, klar, scharfsinnig, fleißig, von einer sozialen und höchstgefälligen Natur. Er folgte Fontenellen im Sekretariat bei der Akademie, schrieb einige Jahre die erforderlichen Lobreden, erhielt sich die Gunst der vornehmen und rührigen Welt bis in sein Alter, das er beinahe so hoch als Fontenelle brachte. Uns geziemt nur, desjenigen zu gedenken, was er getan, um die Farbenlehre zu fördern.
Schon mochte bei den Physikern vergessen sein, was Mariotte für diese Lehre geleistet; der Weg, den er gegangen, den er eingeleitet, war vielleicht zum zweitenmal von einem Franzosen nicht zu betreten. Er hatte still und einsam gelebt, so dass man beinahe nichts von ihm weiß, und wie wäre es sonst auch möglich gewesen, den Erfahrungen mit solcher Schärfe und Genauigkeit bis in ihre letzten notwendigsten und einfachsten Bedingungen zu folgen. Von Nuguet und demjenigen, was er im Journal von Trovoux geäußert, scheint niemand die mindeste Notiz genommen zu haben. Ebenso wenig von De la Hires richtigem Aperçu wegen des Blauen und Roten. Alles das war für die Franzosen verloren, deren Blick durch die magische Gewalt des englischen Gestirns fasziniert worden. Newton war Präsident einer schon gegründeten Sozietät, als die französische Akademie in ihrer ersten Bildungsepoche begriffen war; sie schätzte sich's zur Ehre, ihn zum Mitglied aufzunehmen, und von diesem Augenblick an scheinen sie auch seine Lehre, seine Gesinnungen adoptiert zu haben. Gelehrte Gesellschaften, sobald sie, vom Gouvernement bestätigt, einen Körper ausmachen, befinden sich in Absicht der reinen Wahrheit in einer misslichen Lage. Sie haben einen Rang und können ihn mitteilen; sie haben Rechte und können sie übertragen; sie stehen gegen ihre Glieder, sie stehen gegen gleiche Korporationen, gegen die übrigen Staatszweige, gegen die Nation, gegen die Welt in einer gewissen Beziehung. Im einzelnen verdient nicht jeder, den sie aufnehmen, seine Stelle; im einzelnen kann nicht alles, was sie billigen, recht, nicht alles was sie tadeln, falsch sein: denn wie sollten sie vor allen andern Menschen und ihren Versammlungen das Privilegium haben, das Vergangene ohne hergebrachtes Urteil, das Gegenwärtige ohne leidenschaftliches Vorurteil, das Neuauftretende ohne misstrauische Gesinnung und das Künftige ohne übertriebene Hoffnung oder Apprehension zu kennen, zu beschauen, zu betrachten und zu erwarten.
So wie bei einzelnen Menschen, um so mehr bei solchen Gesellschaften, kann nicht alles um der Wahrheit willen geschehen, welche eigentlich ein überirdisches Gut, selbständig und über alle menschliche Hülfe erhaben ist. Wer aber in diesem irdischen Wesen Existenz,

Würde, Verhältnisse jeder Art erhalten will, bei dem kommt manches in Betracht, was vor einer höheren Ansicht sogleich verschwinden müsste.
Als Glied eines solchen Körpers, der sich nun schon die Newtonische Lehre als integrierenden Teil seiner Organisation angeeignet hatte, müssen wir Mairan betrachten, wenn wir gegen ihn gerecht sein wollen. Außerdem ging er von einem Grundsatze aus, der sehr löblich ist, wenn dessen Anwendung nur nicht so schwer und gefährlich wäre, von dem Grundsatze der Einförmigkeit der Natur, von der Überzeugung, es sei möglich, durch Betrachtung der Analogien ihrem Gesetzlichen näher zu kommen. Bei seiner Vorliebe für die Schwingungslehre erfreute ihn deswegen die Vergleichung, welche Newton zwischen dem Spektrum und dem Monochord anstellte. Er beschäftigte sich damit mehrere Jahre: denn von 1720 finden sich seine ersten Andeutungen, 1738 seine letzten Ausarbeitungen.
Rizzetti ist ihm bekannt, aber dieser ist schon durch Desaguliers aus den Schranken getrieben; niemand denkt mehr an die wichtigen Fragen, welche der Italiener zur Sprache gebracht; niemand an die große Anzahl von bedeutenden Erfahrungen, die er aufgestellt: alles ist durch einen wunderlichen Zauber in das Newtonische Spektrum versenkt und an demselben gefesselt, gerade so, wie es Newton vorzustellen beliebt.
Wenn man bedenkt, dass Mairan sich an die zwanzig Jahre mit dieser Sache wenigstens von Zeit zu Zeit abgegeben, dass er das Phänomen selbst wieder hervorgebracht, das Spektrum gemessen und die gefundenen Maße auf eine sehr geschickte, ja künstlichere Art als Newton selbst auf die Moll- Tonleiter angewendet; wenn man sieht, dass er in nichts weder an Aufmerksamkeit, noch an Nachdenken, noch an Fleiß gespart, wie wirklich seine Ausarbeitung zierlich und allerliebst ist, so darf man es sich nicht verdrießen lassen, dass alles dieses umsonst geschehen, sondern man muss es eben als ein Beispiel betrachten, dass falsche Annahmen so gut wie wahre auf das genauste durchgearbeitet werden können.
Beinahe unbegreiflich jedoch bleibt es, dass Mairan, welcher das Spektrum wiederholt gemessen haben muss, nicht zufällig seine Tafel näher oder weiter vom Prisma gestellt hat, da er denn notwendig hätte finden müssen, dass in keinem von beiden Fällen die Newtonischen Maße treffen. Man kann daher wohl behaupten, dass er in der Dunkelheit seines Vorurteils immer erst die Tafel so gerückt, bis er die Maße nach der Angabe richtig erfunden. So muss auch sein Apparat höchst beschränkt gewesen sein: denn er hätte bei jeder größern Öffnung im Fensterladen und beibehaltner ersten Entfernung abermals die Maße anders finden müssen.
Dem sei nun, wie ihm wolle, so scheinet sich durch diese, im Grunde redlichen, bewundernswürdigen, und von der Akademie gebilligten Bemühungen die Newtonische Lehre nur noch fester gesetzt und den Gemütern noch tiefer eingeprägt zu haben. Doch ist es sonderbar, dass seit 1738, als unter welchem Jahre die gedachte Abhandlung sich findet, der Artikel Farbe aus dem Register der Akademie verschwindet und kaum späterhin wieder zum Vorschein kommt.

Kardinal Polignac

1661 - 1741

Im Gefolg der Akademiker führen wir diesen Mann auf, der als Welt- und Staatsmann und Negociateur einen großen Ruf hinterlassen hat, dessen weit umgreifender Geist aber sich über andere Gegenstände, besonders auch der Naturwissenschaft, verbreitete. Der Descartischen Lehre, zu der er in früher Jugend gebildet worden, blieb er treu und war also gewissermaßen ein Gegner Newtons. Rizzetti dedizierte demselben sein Werk De Luminis affectionibus. Unser Kardinal beschäftigte sich mit Prüfung der Newtonischen Lehre. Gauger behauptet in seinen Briefen, p. 40: der Kardinal sei durch das Experimentum Crucis überzeugt worden. Eine Stelle aus den Anecdotes littéraires, Paris 1750. Tom. 2, p. 430, lassen wir im Original abdrucken, welche sich auf diese Untersuchungen bezieht.
Les expériences de Newton avoient été tentées plusieurs fois en France, et toujours sans succès, d'où l'on commençoit à inférer, que le Système du docte Anglois ne pouvoit pas se

soutenir. Le Cardinal de Polignac, qui n'a jamais été Newtonien, dit, qu'un fait avancé par Newton, ne devoit pas être nié légèrement, et qu'il falloit recommencer les expériences jusqu'à ce qu'on pût s'assurer de les avoir bien faites. If fit venir des prismes d'Angleterre. Les expériences furent faites en sa présence aux Cordeliers, et elles réussirent. Il ne put jamais cependant parvenir à faire du blanc, par la réunion des rayons, d'où il conclut que le blanc n'est pas le résultat de cette réunion, mais le produit des rayons directs, non rompus et non réfrangibles. Newton, qui s'étoit plaint du peu d'exactitude et même du peu de bonne foi des Physiciens François, écrivit au Cardinal, pour le remercier d'un procédé si honnête et qui marquoit tant de droiture.
Wir gestehen gern, dass wir mit den gesperrt gedruckten Worten nichts anzufangen wissen. Wahrscheinlich hat sich der Kardinal mündlich über diese Sache anders ausgedrückt, und man hat ihn unrecht verstanden.
Dem sei nun, wie ihm sei, so haben wir nicht Ursache, uns dabei aufzuhalten: denn es ist außer Zweifel, dass der Kardinal die Newtonische diverse Refrangibilität angenommen, wie aus einer Stelle seines Anti- Lucretius hervorgeht, wo er, im Begriff, Newtonen in einigen Punkten zu widersprechen, hiezu durch Lob und Beifall sich gleichsam die Erlaubnis zu nehmen sucht.

LIB. II. v. 874
Dicam
Tanti pare viri, quo non solertior alter
Naturam rerum ad leges componere motûs,
Ac Mandi partes justâ perpendere librâ,
Et radium Solis transverso prismate fractum
Septem in primigenos permansurosque colores
Solvere; quî potuit Spatium sibi fingere vanum,
Quad nihil est, multisque prius nihil esse probatum est?

Voltaire

1694 – 1778

In der besten Zeit dieses außerordentlichen Mannes war es zum höchsten Bedürfnis geworden, Göttliches und Menschliches, Himmlisches und Irdisches vor das Publikum überhaupt, besonders vor die gute Gesellschaft zu bringen, um sie zu unterhalten, zu belehren, aufzuregen, zu erschüttern. Gefühle, Taten, Gegenwärtiges, Vergangnes, Nahes und Entferntes, Erscheinungen der sittlichen und der physischen Welt, von allem musste geschöpft, alles, wenn es auch nicht zu erschöpfen war, oberflächlich gekostet werden. Voltairens großes Talent, sich auf alle Weise, sich in jeder Form zu kommunizieren, machte ihn für eine gewisse Zeit zum unumschränkten geistigen Herrn seiner Nation. Was er ihr anbot, musste sie aufnehmen; kein Widerstreben half: mit aller Kraft und Künstlichkeit wusste er seine Gegner beiseitezudrängen, und was er dem Publikum nicht aufnötigen konnte, das wusste er ihm aufzuschmeicheln, durch Gewöhnung anzueignen.
Als Flüchtling fand er in England die beste Aufnahme und jede Art von Unterstützung. Von dorther zurückgekehrt, machte er sich's zur Pflicht, das Newtonische Evangelium, das ohnehin schon die allgemeine Gunst erworben hatte, noch weiter auszubreiten und vorzüglich die Farbenlehre den Gemütern recht einzuschärfen. Zu diesen physischen Studien scheint er besonders durch seine Freundin, die Marquise Du Châtelet, geführt worden zu sein, wobei jedoch merkwürdig ist, dass in ihren Institutions physiques, Amsterdam 1742, nichts von den Farben vorkommt. Es ist möglich, dass sie die Sache schon durch ihren Freund für völlig abgetan gehalten, dessen Bemühungen wir jedoch nicht umständlich rezensieren, sondern nur mit wenigem einen Begriff davon zu geben suchen.

Elémens de la philosophie de Newton mis à la portée de tout le monde. Amsterdam 1738. In der Epistel an die Marquise Du Châtelet heißt es:

Il déploye à mes yeux par une main savante
De l'Astre des Saisons la robe étincelante.
L'émeraude, l'azur, le pourpre, le rubis,
Sont l'immortel tissu dont brillent ses habits.
Chacun de ses rayons dans sa substance pure,
Porte en soi les couleurs dont se peint la Nature,
Et confondus ensemble, ils éclairent nos yeux,
Ils animent le Monde, ils emplissent les Cieux.

Der Vortrag selbst ist heiter, ja mitunter drollig, wie es sich von Voltairen erwarten lässt, dagegen aber auch unglaublich seicht und schief. Eine nähere Entwickelung wäre wohl der Mühe wert. Fakta, Versuche, mathematische Behandlung derselben, Hypothese, Theorie sind so durcheinander geworfen, dass man nicht weiß, was man denken und sagen soll, und das heißt zuletzt triumphierende Wahrheit.
Die beigefügten Figuren sind äußerst schlecht. Sie drücken als Linearzeichnungen allenfalls die Newtonischen Versuche und Lehren aus; die Fensterchen aber, wodurch das Licht hereinfällt, und die Puppen, die zusehen, sind ganz sinn- und geschmacklos.

Beispiele von Voltaires Vorurteilen für Newton

Brief an Herrn Thiriot den 7ten August 1738
"Wenn man Herrn Algarotti den behauptenden Ton vorwirft, so hat man ihn nicht gelesen. Viel eher könnte man ihm vorwerfen, nicht genug behauptet zu haben; ich meine, nicht genug Sachen gesagt und zu viel gesprochen zu haben. Übrigens, wenn das Buch nach Verdienst übersetzt ist, so muss es Glück machen."
"Was mein Buch betrifft (Elémens de la philosophie de Newton), so ist es bis jetzt das erste in Europa, das parvulos ad regnum coelorum berufen hat: denn regnum coelorum ist Newton; die Franzosen überhaupt sind parvuli genug. Mit Euch bin ich nicht einig, wenn Ihr sagt, es seien neue Meinungen in Newtons Werken. Erfahrungen sind es und Berechnungen, und zuletzt muss die ganze Welt sich unterwerfen. Die Regnaults und Castels werden den Triumph der Vernunft auf die Länge nicht verhindern."
In demselben Briefe
"Der Pater Castel hat wenig Methode, sein Geist ist das Umgekehrte vom Geiste des Jahrhunderts. Man könnte nicht leicht einen Auszug verworrener und unbelehrender einrichten."
Brief an Herrn Formont den I. April 1740
"Also habt Ihr den unnützen Plunder über die Färberei gelesen, den Herr Pater Castel seine Optik nennt. Es ist lustig genug, dass er sich beigehen lässt zu sagen: Newton habe sich betrogen, ohne es im mindesten zu beweisen, ohne den geringsten Versuch über die ursprünglichen Farben gemacht zu haben. Es scheint, die Physik will nun drollig werden, seitdem es die Komödie nicht mehr ist."

Algarotti

1712 – 1774

Stammend aus einem reichen venezianischen Kaufmannshause, erhielt er bei sehr schönen Fähigkeiten seine erste Bildung in Bologna, reiste schon sehr jung, und kam im zwanzigsten Jahre nach Paris. Dort ergriff auch er den Weg der Popularisation eines abstrusen Gegenstandes, um sich bekannt und beliebt zu machen. Newton war der Abgott des Tages, und das

siebenfarbige Licht ein gar zu lustiger Gegenstand. Algarotti betrat die Pfade Fontenelles, aber nicht mit gleichem Geist, gleicher Anmut und Glück.
Fontenelle steht sowohl in der Konzeption als in der Ausführung sehr viel höher. Bei ihm geht ein Abbé mit einer schönen Dame, die aber mit wenig Zügen so geschildert ist, dass einem kein Liebesverhältnis einfallen kann, bei sternhellem Himmel spazieren. Der Abbé wird über dieses Schauspiel nachdenklich; sie macht ihm Vorwürfe, und er macht ihr dagegen die Würde dieses Anblicks begreiflich. Und so knüpft sich das Gespräch über die Mehrheit der Welten an. Sie setzen es immer nur abends fort und der herrlichste Sternhimmel wird jedesmal für die Einbildungskraft zurückgerufen.
Von einer solchen Vergegenwärtigung ist bei Algarotti keine Spur. Er befindet sich zwar auch in der Gesellschaft einer schönen Marchesina, an welche viel Verbindliches zu richten wäre, umgeben von der schönsten italienischen Gegend; allein Himmel und Erde mit allen ihren bezaubernden Farben bieten ihm keinen Anlass dar, in die Materie hinein zu kommen; die Dame muss zufälligerweise in irgendeinem Sonett von dem siebenfachen Lichte gelesen haben, das ihr denn freilich etwas seltsam vorkommt. Um ihr nun diese Phrase zu erklären, holt der Gesellschafter sehr weit aus, indem er, als ein wohlunterrichteter Mann, von der Naturforschung überhaupt und über die Lehre vom Licht besonders manches Historische und Dogmatische recht gut vorbringt. Allein zuletzt, da er auf die Newtonische Lehre übergehen will, geschieht es durch einen Sprung, wie denn ja die Lehre selbst durch einen Sprung in die Physik gekommen. Und wer ein Buch mit aufmerksamer Teilnahme zu lesen gewohnt ist, wird sogleich das Unzusammenhängende des Vortrags empfinden. Die Lehre kommt von nichts und geht zu nichts. Er muss sie starr und steif hinlegen, wie sie der Meister überliefert hat.
Auch zeigt er sich nicht einmal so gewandt, die schöne Dame in eine dunkle Kammer zu führen, wohin er ja allenfalls, des Anstands und selbst des bessern Dialogs wegen, eine Vertraute mitnehmen konnte. Bloß mit Worten führt er ihr die Phänomene vor, erklärt sie mit Worten, und die schöne Frau wird auf der Stelle so gläubig als hundert andre. Sie braucht auch über die Sache nicht weiter nachzudenken; sie ist über die Farben auf immer beruhigt. Denn Himmelblau und Morgenrot, Wiesengrün und Veilchenblau, alles entspringt aus Strahlen und noch einmal Strahlen, die so höflich sind, sich in Feuer, Wasser, Luft und Erde, an allen lebendigen und leblosen Gegenständen, auf jede Art und Weise spalten, verschlucken, zurückwerfen und bunt herumstreuen zu lassen. Und damit glaubt er sie genugsam unterhalten zu haben, und sie ist überzeugt, genugsam unterrichtet zu sein.
Von jener Zeit an wird nun nicht leicht ein Dichter oder Redner, ein Verskünstler oder Prosaist gefunden, der nicht einmal oder mehreremal in seinem Leben diese farbige Spaltung des Lichts zum Gleichnis der Entwicklung des Ungleichartigen aus dem Gleichartigen gebraucht hätte; und es ist freilich niemand zu verargen, wenn einmal so eine wunderliche Synthese zum Behuf einer so wunderlichen Analyse gemacht worden, wenn der Glaube daran allgemein ist, dass er sie auch zu seinem Behuf, es sei nun des Belehrens und Überzeugens oder des Blendens und Überredens, als Instanz oder Gleichnis beibringe.

Anglomanie

Die Engländer sind vielleicht vor vielen Nationen geeignet, Auswärtigen zu imponieren. Ihre persönliche Ruhe, Sicherheit, Tätigkeit, Eigensinn und Wohlhäbigkeit geben beinahe ein unerreichbares Musterbild von dem, was alle Menschen sich wünschen. Ohne uns hier in ein Allgemeines einzulassen, bemerken wir nur, dass die Klage über Anglomanie von früherer Zeit bis zur neuesten in der französischen Literatur vorkommt. Dieser Enthusiasmus der französischen Nation für die englische soll sich besonders gleich nach einem geschlossenen Frieden am lebhaftesten äußern: welches wohl daher kommen mag, weil alsdann nach wiederhergestellter Kommunikation beider Nationen der Reichtum und die Komforts der Eng-

länder dem, wenigstens in früherer Zeit geldarmen und genügsamen Franzosen gar wünschenswert in die Augen leuchten müssen.
Dieses Vorziehen einer fremden Völkerschaft, dieses Hintansetzen seiner eigenen kann doch wohl aber nicht höher getrieben werden, als wir es oben bei Voltairen finden, der die Newtonische Lehre zum regnum coelorum und die Franzosen zu den parvulis macht. Doch hätte er es gewiss nicht getan, wenn das Vorurteil in seiner Nation nicht schon gang und gäbe gewesen wäre. Denn bei aller Kühnheit hütet er sich doch, etwas vorzubringen, wogegen er die allgemeine Stimmung kennt, und wir haben ihn im Verdacht, dass er seinen Deismus überall und so entschieden ausspricht, bloß damit er sich vom Verdacht des Atheismus reinige: einer Denkweise, die jederzeit nur wenigen Menschen gemäß und den übrigen zum Abscheu sein musste.

Chemiker

Das Verhalten der Lackmustinktur gegen Säuren und Alkalien, so bekannt es war, blieb doch immer wegen seiner Eminenz und seiner Brauchbarkeit den Chemikern merkwürdig, ja das Phänomen wurde gewissermaßen für einzig gehalten. Die frühern Bemerkungen des Paracelsus und seiner Schule, dass die Farben aus dem Schwefel und dessen Verbindung mit den Salzen sich herschreiben möchten, waren auch noch in frischem Andenken geblieben. Man gedachte mit Interesse eines Versuchs von Mariotte, der einen roten französischen Wein durch Alkalien gebräunt und ihm das Ansehn eines schlechten verdorbenen Weins gegeben, nachher aber durch Schwefelgeist die erste Farbe, und zwar noch schöner, hergestellt. Man erklärte damals daraus das Vorteilhafte des Aus- und Aufbrennens der Weinfässer durch Schwefel, und fand diese Erfahrung bedeutend.
Die Akademie interessierte sich für die chemische Analyse der Pflanzenteile, und als man die Resultate bei den verschiedensten Pflanzen ziemlich einförmig und übereinstimmend fand, so beschäftigten sich andere wieder, die Unterschiede aufzusuchen.
Geoffroy, der jüngere, scheint zuerst auf den Gedanken gekommen zu sein, die essentiellen Öle der Vegetabilien mit Säuren und Alkalien zu behandeln und die dabei vorkommenden Farbenerscheinungen zu beobachten.
Sein allgemeineres Theoretische gelingt ihm nicht sonderlich. Er braucht körperliche Konfigurationen, und dann wieder besondere Feuerteile und was dergleichen Dinge mehr sind. Aber die Anwendung seiner chemischen Versuche auf die Farben der Pflanzen selbst, hat viel Gutes. Er gesteht zwar selbst die Zartheit und Beweglichkeit der Kriterien ein, gibt aber doch deswegen nicht alle Hoffnungen auf; wie wir denn von dem, was er uns überliefert, nähern Gebrauch zu machen gedenken, wenn wir auf diese Materie, die wir in unserm Entwurfe nur beiläufig behandelt haben, dereinst zurückkehren.
In dem animalischen Reiche hatte Réaumur den Saft einiger europäischen Purpurschnecken und dessen Färbungseigenschaften untersucht. Man fand, dass Licht und Luft die Farbe gar herrlich erhöbten. Andere waren auf die Farbe des Blutes aufmerksam geworden und beobachteten, dass das arterielle Blut ein höheres, das venöse ein tieferes Rot zeige. Man schrieb der Wirkung der Luft auf die Lungen jene Farbe zu; weil man es aber materiell und mechanisch nahm, so kam man nicht weiter und erregte Widerspruch. Das Mineralreich bot dagegen bequeme und sichere Versuche dar. Lémery, der jüngere, untersuchte die Metalle nach ihren verschiedenen Auflösungen und Präzipitationen. Man schrieb dem Quecksilber die größte Versatilität in Absicht der Farben zu, weil sie sich an demselben am leichtesten offenbart. Wegen der übrigen glaubte man eine Spezifikation eines jeden Metalls zu gewissen Farben annehmen zu müssen, und blieb deswegen in einer gewissen Beschränktheit, aus der wir uns noch nicht ganz haben herausreißen können.
Bei allen Versuchen Lemerys jedoch zeigt sich deutlich das von uns relevierte Schwanken der Farbe, das durch Säuren und Alkalien, oder wie man das was ihre Stelle vertritt, nennen mag, hervorgebracht wird. Wie denn auch die Sache so einfach ist, dass, wenn man sich

nicht in die Nuancen, welche nur als Beschmutzung anzusehen sind, einlässt, man sich sehr wohl einen allgemeinen Begriff zu eigen machen kann.
Die Zitate zu Vorstehendem fügen wir nicht bei, weil man solche gar leicht in den zu der Histoire und den Mémoires de l'Académie française gefertigten Registern auffinden kann.

Dufay

Die französische Regierung hatte unter Anleitung von Colbert, durch wohlüberdachte Verordnungen, das Gutfärben und Schönfärben getrennt, zum großen Vorteil aller, denen, es sei zu welchem Gebrauch, zu wissen nötig war, dass sie mit haltbar gefärbten Zeugen oder Gespinsten gewissenhaft versorgt würden. Die Polizei fand nun die Aufsicht über beiderlei Arten der Färberei bequemer, indem dem Gutfärber ebensowohl verboten war, vergängliche Materialien in der Werkstatt zu haben, als dem Schönfärber dauerhafte. Und so konnte sich auch jeder Handwerker indem ihm angewiesenen Kreise immer mehr und mehr vervollkommnen. Für die Technik und den Gebrauch war gesorgt.
Allein es ließ sich bald bemerken, dass die Wissenschaft, ja die Kunst selbst dabei leiden musste. Die Behandlungsarten waren getrennt. Niemand blickte über seinen Kreis hinaus, und niemand gewann eine Übersicht des Ganzen. Eine einsichtige Regierung jedoch fühlte diesen Mangel bald, schenkte wissenschaftlich gebildeten Männern ihr Zutrauen und gab ihnen den Auftrag, das, was durch die Gesetzgebung getrennt war, auf einem höhern Standpunkte zu vereinigen. Dufay ist einer von diesen.
Die Beschreibungen auch anderer Handwerker sollten unternommen werden. Dufay bearbeitete die Färberei. Ein kurzer Aufsatz in den Memoiren der Akademie 1737 ist sehr verständig geschrieben. Wir übergehen, was uns nicht nahe berührt, und bemerken nur folgendes:
Wer von der Färberei in die Farbenlehre kommt, muss es höchst drollig finden, wenn er von sieben, ja noch mehr Urfarben reden hört. Er wird bei der geringsten Aufmerksamkeit gewahr, dass sich in der mineralischen, vegetabilischen und animalischen Natur drei Farben isolieren und spezifizieren. Er kann sich Gelb, Blau und Rot ganz rein verschaffen; er kann sie den Geweben mitteilen und durch verschiedene, wirkende und gegenwirkende Behandlung, sowie durch Mischung die übrigen Farben hervorbringen, die ihm also abgeleitet erscheinen. Unmöglich wäre es ihm, das Grün zu einer Urfarbe zu machen. Weiß hervorzubringen, ist ihm durch Färbung nicht möglich; hingegen durch Entfärbung leicht genug dargestellt, gibt es ihm den Begriff von völliger Farblosigkeit und wird ihm die wünschenswerteste Unterlage alles zu Färbenden. Alle Farben zusammengemischt geben ihm Schwarz.
So erblickt der ruhige Sinn, der gesunde Menschenverstand die Natur, und wenn er auch in ihre Tiefen nicht eindringt, so kann er sich doch niemals auf einen falschen Weg verlieren, und er kommt zum Besitz dessen, was ihm zum verständigen Gebrauch notwendig ist. Jene drei Farben nennt daher Dufay seine Mutterfarben, seine ursprünglichen Farben, und zwar als Färber mit völligem Recht. Der Newtonischen Lehre gedenkt er im Vorbeigehen, verspricht etwas mehr darüber zu äußern; ob es aber geschoben, ist mir nicht bekannt.

Louis Bertrand Castel

1688 – 1757

Loptique des Couleurs, fondée sur les simples Observations et tournée surtout à la pratique de la Peinture avec figures, à Paris 1740.
Jesuit und geistreicher Mann, der, indem er auf dem Wege Fontenelles ging, die sogenannten exakten Wissenschaften durch einen lebendigen und angenehmen Vortrag in die Gesellschaft einzuführen und sich dadurch den beiden gleichsam vorzüglich kultivierten Nationen, der englischen und der französischen, bekannt und beliebt zu machen suchte. Er hatte des-

halb wie alle, die sich damals auf diese Weise beschäftigten, mit Newton und Descartes pro und contra zu tun; da er denn auch bald diesen, bald jenen nach seiner Überzeugung begünstigte, oft aber auch seine eignen Vorstellungsarten mitzuteilen und durchzusetzen trachtete.

Wir haben hier nur das zu bedenken, was er in der Farbenlehre geleistet, weshalb er, wie wir oben gesehen, von Voltairen so übel behandelt worden.

Eine Regierung darf nur auf einen vernünftigen Weg deuten, so wird dies sogleich zur Aufforderung für viele, ihn zu wandeln und sich darauf zu bemühen. So scheint auch Pater Castel zu seiner Arbeit nicht durch besondern Auftrag der Obern, wie Dufay, sondern durch Neigung und durch den Wunsch, dem Staate als Privatmann nützlich zu werden, in dieses Fach getrieben zu sein, das er um so mehr kultivierte, als er neben seinen Studien eine große Lust zum Mechanischen und Technischen empfand.

Auch auf seinem Gange werden ihm die Newtonischen sieben Urfarben unerträglich; er führt sie auf drei zurück. Das Claiobscur, das Schwarze und Weiße, das Erhellen und Verdunkeln der Haupt- und abgeleiteten Farben beschäftigen ihn um so mehr, als er auch dem Maler entgegen gehen will.

Man kann nicht leugnen, dass er die Probleme der Farbenlehre meist alle vorbringt, doch ohne sie gerade aufzulösen. Seinem Buche fehlt es nicht an einer gewissen Ordnung; aber durch Umständlichkeit, Kleinigkeitskrämerei und Weitschweifigkeit verdirbt er sich das Spiel gegen den billigsten Leser. Sein größtes Unglück ist, dass er ebenfalls die Farbe mit dem Tone vergleichen will, zwar auf einem andern Wege als Newton und Maitan, aber auch nicht glücklicher. Auch ihm hilft es nichts, dass er eine Art von Ahndung von der sogenannten Sparsamkeit der Natur hat, von jener geheimnisvollen Urkraft, die mit wenigem viel und mit dem Einfachsten das Mannigfaltigste leistet. Er sucht es noch, wie seine Vorgänger, in dem, was man Analogie heißt, wodurch aber nichts gewonnen werden kann, als dass man ein paar sich ähnelnde empirische Erscheinungen einander an die Seite setzt und sich verwundert, wenn sie sich vergleichen und zugleich nicht vergleichen lassen.

Sein Farbenklavier, das auf eine solche Übereinstimmung gebaut werden sollte und woran er sein ganzes Leben hin und her versuchte, konnte freilich nicht zustande kommen; und doch ward die Möglichkeit und Ausführbarkeit eines solchen Farbenklaviers immer einmal wieder zur Sprache gebracht, und neue missglückte Unternehmungen sind den alten gefolgt.

Worin er sich aber vollkommen einsichtig bewies, ist seine lebhafte Kontrovers gegen die Newtonische falsche Darstellung der prismatischen Erscheinung. Mit muntrer französischer Eigentümlichkeit wagt er den Scherz: es sei dem Newtonischen Spektrum ebenso gefährlich, wenn man es ohne Grün, als einer hübschen Frau, wenn man sie ohne Rot ertappe. Auch nennt er mit Recht die Newtonische Farbenlehre eine Remora aller gesunden Physik. Seine Invektiven gegen die Newtonische Darstellung des Spektrums übersetzen wir um so lieber, als wir sie sämtlich unterschreiben können. Hätte Castels Widerspruch damals gegriffen und auch nur einen Teil der gelehrten Welt überzeugt, so wären wir einer sehr beschwerlichen Mühe überhoben gewesen.

"Da ich mich gar gern zu den Gegenständen meiner Aufmerksamkeit zurückfinde, so war mein erster oder zweiter Schritt in dieser Laufbahn mit einem Gefühl von Überraschung und Erstaunen begleitet, wovon ich mich noch kaum erholen kann. Das Prisma, das Herr Newton und ganz Europa in Händen gehabt hatte, konnte und sollte noch wirklich ein ganz neues Mittel zur Erfahrung und Beobachtung werden. Das Prisma auf alle mögliche Weise hin und wider gedreht, aus allen Standpunkten angesehen, sollte das nicht durch so viel geschickte Hände erschöpft worden sein? Wer hätte vermuten können, dass alle diese Versuche, von denen die Welt geblendet ist, sich auf einen oder zwei zurückführen ließen, auf eine einzige Ansicht und zwar auf eine ganz gemeine, aus hundert andern Ansichten, wie man das Prisma fassen kann, und aus tausend Erfahrungen und Beobachtungen, so tiefsinnig als man sie vielleicht nicht machen sollte."

"Niemals hatte Herr Newton einen andern Gegenstand als sein farbiges Gespenst. Das Prisma zeigte es zuerst auch ganz unphilosophischen Augen. Die ersten, welche das Prisma

nach ihm handhabten, handhabten es ihm nur nach. Sie setzten ihren ganzen Ruhm darein, den genauen Punkt seiner Versuche zu erhaschen und sie mit einer abergläubischen Treue zu kopieren. Wie hätten sie etwas anderes finden können, als was er gefunden hatte? Sie suchten, was er gesucht hatte, und hätten sie was anderes gefunden, so hätten sie sich dessen nicht rühmen dürfen, sie würden sich selbst darüber geschämt, sich daraus einen heimlichen Vorwurf gemacht haben. So kostete es dem berühmten Herrn Mariotte seinen Ruf, der doch ein geschickter Mann war, weil er es wagte, weil er verstand, den betretenen Weg zu verlassen. Gab es jemals eine Knechtschaft, die Künsten und Wissenschaften schädlicher gewesen wäre?"

"Und hätte Herr Newton das Wahre gefunden; das Wahre ist unendlich und man kann sich nicht darin beschränken. Unglücklicherweise tat er nichts, als auf einen ersten Irrtum unzählige Irrtümer häufen. Denn eben dadurch können Geometrie und scharfe Folgerungen schädlich werden, dass sie einen Irrtum fruchtbar und systematisch machen. Der Irrtum eines Ignoranten oder eines Toren ist nur ein Irrtum; auch gehört er ihm nicht einmal an, er adoptiert ihn nur. Ich werde mich hüten, Herrn Newton einer Unredlichkeit zu beschuldigen; andre würden sagen, er hat sich's recht angelegen sein lassen, sich zu betrügen und uns zu verführen."

"Zuerst selbst verführt durch das Prismengespenst, sucht er es nur auszuputzen, nachdem er sich ihm einzig ergeben hat. Hätte er es doch als Geometer gemessen, berechnet und kombiniert, dagegen wäre nichts zu sagen; aber er hat darüber als Physiker entscheiden, dessen Natur bestimmen, dessen Ursprung bezeichnen wollen. Auch dieses stand ihm frei. Das Prisma ist freilich der Ursprung und die unmittelbare Ursache der Farben dieses Gespenstes; aber man geht stromaufwärts, wenn man die Quelle sucht. Doch Herr Newton wendet dem Prisma ganz den Rücken und scheint nur besorgt, das Gespenst in der größten Entfernung aufzufassen; und nichts hat er seinen Schülern mehr empfohlen."

»Das Gespenst ist schöner, seine Farben haben mehr Einheit, mehr Glanz, mehr Entschiedenheit, je mehr sie sich von der Quelle entfernen. Sollte aber ein Philosoph nur nach dem Spielwerk schöner Farben laufen? - Die vollkommensten Phänomene sind immer am entferntesten von ihren geheimen Ursachen, und die Natur glänzt niemals mehr, als indem sie ihre Kunst mit der größten Sorgfalt verbirgt."-

"Und doch wollte Herr Newton die Farben trennen, entwirren, zersetzen. Sollte ihn hier die Geometrie nicht betrogen haben? Eine Gleichung lässt sich in mehrere Gleichungen auflösen; je mehr Farben, der Zahl nach verschieden, ihm das Gespenst zeigte, für desto einfacher, für desto zersetzter hielt er sie. Aber er dachte nicht daran, dass die Natur mannigfaltig und zahlreich in ihren Phänomenen, in ihren Ursachen sehr einfach, fast unitarisch, höchstens und sehr oft trinitarisch zu sein pflege."

"Und doch ist das Prisma, wie ich gestehe, die unmittelbare und unleugbare Ursache des Gespenstes; aber hier hätte Herr Newton aufmerken und sehen sollen, dass die Farben nur erst in gevierter Zahl aus dem Prisma hervortreten, sich dann aber vermischen, um sieben hervorzubringen, zwölfe wenn man will, ja eine Unzahl."

"Aber zu warten, bis die Farben recht verwickelt sind, um sie zu entwirren, mit Gefahr sie noch mehr zu verwirren ist das eine Unredlichkeit des Herzens, die ein schlechtes System bemäntelt, oder eine Schiefheit des Geistes, die es aufzustutzen sucht?"

"Die Farben kommen fast ganz getrennt aus dem Prisma in zwei Bündeln, durch einen breiten Streif weißen Lichtes getrennt, der ihnen nicht erlaubt, sich zusammen zu begeben, sich in eine einzige Erscheinung zu vereinigen, als nach einer merklichen Entfernung, die man nach Belieben vergrößern kann. Hier ist der wahre Standpunkt, günstig für den, der die redliche Gesinnung hat, das zusammengesetzte Gespenst zu entwirren. Die Natur selbst bietet einem jeden diese Ansicht, den das gefährliche Gespenst nicht zu sehr bezaubert hat. Wir klagen die Natur an, sie sei geheimnisvoll; aber unser Geist ist es, der Spitzfindigkeiten und Geheimnisse liebt.

Naturam expellas furca, tamen usque recurret."

"Herr Newton hat mit Kreuzesmarter und Gewalt hier die Natur zu beseitigen gesucht; tausendmal hat er dieses primitive Phänomen gesehen; die Farben sind nicht so schön, aber sie sind wahrer, sie sprechen uns natürlicher an. Von dieser Erscheinung spricht der große Mann, aber im Vorbeigehen und gleichsam vorsätzlich, dass nicht mehr davon die Rede sei, dass die Nachfolger gewissermaßen verhindert werden, die Augen für die Wahrheit zu eröffnen."
"Er tut mehr. Auch wider Willen würde man das rechte Verhältnis erkennen beim Gebrauch eines großen Prismas, wo das weiße Licht, das die zwei ursprünglichen Farbensäume trennt, sehr breit ist. In einem kleinen Prisma sind die beiden Säume näher beisammen. Sie erreichen einander viel geschwinder und betrügen den unaufmerksamen Beobachter. Herr Newton gibt kleinen Prismen den Vorzug; die berühmtesten Prismen sind die englischen, und gerade diese sind auch die kleinsten."
"Ein geistreicher Gegner Newtons sagte mit Verdruss: Diese Prismen sind sämtlich Betrüger, alle zur Theatererscheinung des magischen Gespenstes zugerichtet. Aber das Übermaß Newtonischer Unredlichkeit sage ich nicht, sondern wohl nur Newtonischen Irrtums zeigt sich darin, dass man sich nicht mit kleinen Prismen begnügt, sondern uns über alles anempfohlt, ja nur den feinsten, leisesten Strahl hereinzulassen, so dass man über die Kleinheit der Öffnung, wodurch der Sonnenstrahl in eine dunkle Kammer fallen soll, recht spitzfindig verhandelt und ausdrücklich verlangt, das Loch soll mit einem feinen Nadelstich in einer bleiernen oder kupfernen Platte angebracht sein. Ein großer Mann und seine Bewunderer behandeln diese Kleinigkeiten nicht als geringfügig; und das ist gewiss, hätte man uns Natur und Wahrheit vorsätzlich verhüllen wollen, was ich nicht glaube, so hätte man es nicht mit mehr Gewandtheit anfangen können. Ein so feiner Strahl kommt aus dem Prisma mit einem so schmalen weißen Licht, und seine beiden Säume sind schon dergestalt genähert zugunsten des Gespenstes und zu Ungunsten des Beschauers."
"Wirklich zum Unheil dessen, der sich betrügen lässt. Das Publikum sollte demjenigen höchlich danken, der es warnt: denn die Verführung kam dergestalt in Zug, dass es äußerst verdienstlich ist, ihre Fortschritte zu hemmen. Die Physik mit andern ihr verwandten Wissenschaften und von ihr abhängigen Künsten war ohne Rettung verloren durch dieses System des Irrtums und durch andere Lehren, denen die Autorität desselben statt Beweises diente. Aber in diesen wie in jenem wird man künftig das Schädliche einsehen."
"Sein Gespenst ist wahrhaft nur ein Gespenst, ein phantastischer Gegenstand, der an nichts geheftet ist, an keinen wirklichen Körper; es bezieht sich viel mehr auf das, wo die Dinge nicht mehr sind, als auf ihr Wesen, ihre Substanz, ihre Ausdehnung. Da, wo die Körper endigen, da, ganz genau da bildet es sich; und welche Größe es auch durch Divergenz der Strahlen erhalte, so gehen diese Strahlen doch nur von einem Punkte aus, von diesem unteilbaren Punkte, der zwei angrenzende Körper trennt, das Licht des einen von dem naheliegenden Schatten oder dem schwächeren Licht des andern."
Friede mit seiner Asche! Uns aber verzeihe man, wenn wir mit einigem Behagen darauf hinsehen, dass wir einen solchen Mann, der zwar nicht unter die ersten Geister, aber doch unter die vorzüglichen seiner Nation gehört, gegen seine Landsleute in Schutz genommen und seinem Andenken die verdiente Achtung wieder hergestellt haben.

Technische Malerei

Die Nachahmung von braunen Zeichnungen durch mehrere Holzstöcke, welche in Italien zu Ende des sechzehnten Jahrhunderts von Andreas Andreani und andern versucht wurde, ist Liebhabern der Kunst genugsam bekannt. Später tut sich die Nachahmung der Malerei oder bunter Zeichnungen durch mehrere Platten hervor. Lastmann, Rembrandts Lehrer, soll sich damit beschäftigt haben.
Ohne dass wir hierüber besondere Nachforschungen angestellt hätten, so scheint uns, dass die Erfindung der schwarzen Kunst dem Abdruck bunter Bilder vorausgehen musste. Sehr

leicht fand sich sodann der Weg dahin. Durch Zufall, aus Scherz, mit Vorsatz konnte man eine schwarze Kunstplatte mit einer andern Farbe abdrucken, und bei dem ewigen Streben der menschlichen Natur von der Abstraktion, wie doch alle Monochromen angesehen werden können, zu der Wirklichkeit und also auch zu der farbigen Nachahmung der Oberflächen, war ein wiederholter teilweiser Abdruck derselben Platte, ein Druck mit mehreren Platten, ja das Malen auf die Platte stufenweise ganz wohl zu denken.
Dass jedoch diese Art von Arbeit zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts noch nicht bekannt und üblich war, lässt sich daraus schließen, dass De la Hire in seinem sehr schönen und unterrichtenden Traktat über die praktische Malerei dieser bunten Drucke nicht erwähnt, ob er gleich sonst sehr ausführlich ist und auch einiger ganz nahe verwandten Künste und Künsteleien gedenkt und uns mit dem Verfahren dabei bekannt macht.
Gegenwärtig haben wir zu unsern Zwecken zwei Männer anzuführen, welche sich besonders in der Epoche, bei der wir verweilen, in diesem Fache bemüht haben.

Le Blond

Gebürtig von Frankfurt am Main, steht nicht bloß hier seines Namens wegen unter den Franzosen, sondern weil er sich in Frankreich und England tätig bewiesen.
Er versuchte erst, nach der Newtonischen Lehre mit sieben Platten zu drucken; allein er bringt bei großer Beschwerlichkeit nur einen geringen Effekt hervor. Er reduziert sie deshalb auf drei und verharrt bei dieser Methode, ohne dass ihm jedoch seine Arbeit, die er mehrere Jahre fortsetzt, sonderlich Vorteil verschafft. Er legt seinen Druckbildern kein Clair-obscur, etwa durch eine schwarze Platte, zum Grunde; sondern seine Schwärze, sein Schatten, soll ihm da entstehen, wo beim Abdruck die drei Farben zusammentreffen. Man wirft ihm vor, dass seine Behandlung unvollkommen gewesen und dass er deshalb viel retouchieren müssen. Indes scheint er der erste zu sein, der mit dieser Arbeit einiges Aufsehen erregt. Sein Programm, das er in London deshalb herausgegeben, ist uns nicht zu Gesicht gekommen; es soll dunkel und abstrus geschrieben sein.

Gauthier

Ein tätiger, rascher, etwas wilder, zwar talentvoller, aber doch mehr als billig zudringlicher und Aufsehen liebender Mann. Er studierte erst die Malerei, dann die Kupferstecherkunst, und kommt gleichfalls auf den Gedanken, mit drei farbigen Platten zu drucken, wobei er eine vierte, die das Clair-obscur leisten soll, zum Grunde legt. Er behauptet, seine Verfahrungsart sei eine ganz andre und bessere als die des Le Blond, mit welchem er über die Priorität in Streit gerät. Seine Myologie kommt 1746, die Anatomie des Hauptes und ein Teil der Nervenlehre 1748 in Paris heraus. Die Arbeit ist sehr verdienstvoll; allein es ist überaus schwer, über das eigentliche Verfahren, welches er beim Druck dieser kolorierten Tafeln angewendet, etwas Befriedigendes zu sagen. Dergleichen Dinge lassen sich nicht ganz mechanisch behandeln; und ob es gleich ausgemacht ist, dass er mit mehreren Platten gedruckt, so scheint es doch, dass er weniger als viere angewendet, dass auf die Clair-obscur-Platte stellenweise schon gemalt worden, und dass sonst auch durch eine zärtere künstlerische Behandlung diese Abdrücke den Grad der Vollkommenheit erreicht haben, auf welchem wir sie sehen.
Indessen, da er auf dem praktischen und technischen Malerweg über die Farben zu denken genötigt ist, so muss er freilich darauf kommen, dass man aus drei Farben alle die übrigen hervorbringen kann. Er fasst daher, wie Castel und andere, ein richtiges Aperçu gegen Newton und verfolgt es, indem er die prismatischen Versuche durcharbeitet.
Im November des Jahres 1749 trägt er der Akademie ein umständliches Memoire vor, worin

er sowohl gegen Newton polemisiert als auch das, was er theoretisch für wahr hält, niederlegt. Diese gelehrte Gesellschaft war nun schon so groß und mächtig, dass sie der Wissenschaft schaden konnte. Vorzügliche Mitglieder derselben, wie Nollet und Buffon, hatten sich der Newtonischen Lehre hingegeben. Gauthiers Zudringlichkeit mag höchst unbequem gewesen sein. Genug, sein Aufsatz ward nicht in die Memoiren der Akademie aufgenommen, ja man erwähnte desselben nicht einmal in der Geschichte der Verhandlungen. Wir hätten auch nichts davon erfahren, wäre uns nicht eine wunderliche lateinische Übersetzung desselben zu Händen gekommen, welche ein Pariser Chiturgus, Carl Nicolaus Jenty, London 1750 herausgegeben, unter dem Titel: phôtôphysis chroagenesis De optice Errores Isaaci Newtonis Aurati Equitis demonstrans. Diese wie der Titel, fehlerhafte, ungrammatische, inkorrekte, überhaupt barbarische Übersetzung konnte freilich kein Glück machen, obgleich der Inhalt dieses Werkchens sehr schätzenswert, mit Einsicht und Scharfsinn konzipiert und mit Lebhaftigkeit und Ordnung vorgetragen ist. Wir haben uns jedoch dabei nicht aufzuhalten, weil es eigentlich nur eine Art von Auszug aus dem größern Werke ist, von dem wir umständlicher handeln werden. Übrigens wollen wir nicht leugnen, dass wir fast durchgängig mit ihm einig sind, wenige Stellen ausgenommen, in welchen er uns verkünstelnd zu verfahren scheint.

Sein ausführliches Werk führt den Titel: Chroagénésie ou Generation des Couleurs, contre le système de Newton, a Paris 1750. 51. 2 Tomes in 8. Die Darstellung seiner Farbentheorie, sowie die Kontrovers gegen die Newtonische, gehen erst im zweiten Bande, Seite 49 an. Das Allgemeine von beiden findet sich Seite 60 bis 68. Von da an folgen umständliche antinewtonische Versuche.

1. Mit Pergamentblättchen vor der Öffnung in der dunkeln Kammer. Steigerung dadurch von Gelb auf Rot. (E. 170.)
2. Er entdeckt, dass der untere blaue Teil der Flamme nur blau erscheint, wenn sich Dunkel, nicht aber wenn ein Helles sich dahinter befindet. (E. 159.) Weil er aber das, was wir durch Trübe aussprechen, noch durch Licht ausspricht, so geht er von dieser Erfahrung nicht weiter; sie tut ihm genug, ob es gleich nur ein einzelner Fall ist.
3. Er hält fest darauf, dass bei prismatischen Versuchen die Farben nicht erscheinen als nur da, wo eine dunkle Fläche an eine helle grenzt; ferner, dass diese durch Refraktion gegeneinander bewegt werden müssen, und erklärt daher ganz richtig, warum die perpendikularen Grenzen nicht gefärbt werden. (E. 197 ff)
4. Weil er aber immer noch mit Strahlen zu tun hat, so kann er damit nicht fertig werden, warum das Bild an der Wand und das im Auge, bei gleicher Lage des brechenden Winkels, umgekehrt gefärbt sind. Er spricht von auf- und niedersteigenden Strahlen. Hätte er es unter der Formel des auf- und niedergerückten Bildes ausgesprochen, so war alles abgetan. Bei dieser Gelegenheit entwickelt er ganz richtig den ersten Versuch der Newtonischen Optik auf die Weise, wie es auch von uns geschehen. (Polemik 34 ff.)
5. Ein Wasserprisma teilt er in der Mitte durch eine Wand füllt die eine Hälfte mit einem schönen roten, die andere mit einem schönen blauen Liquor, lässt durch jedes ein Sonnenbild durchfallen, und bemerkt dabei die Verrückung und Färbung. Es ist dieses ein sehr guter Versuch, der noch besonders unterrichtend werden kann, wenn man durch eine etwas größere Öffnung die Lichtscheibe halb auf die eine, halb auf die andere Seite fallen lässt; da sich denn nach der Refraktion das wahre Verhältnis gar schön ausspricht. Es versteht sich von selbst, dass man sukzessiv mehrere Farben nebeneinander bringen kann. Bei dieser Gelegenheit wird das zweite Experiment Newtons kritisiert und auf die Weise, wie wir auch getan haben, gezeigt, dass man nur Hellblau zu nehmen habe, um das wahre Verhältnis der Sache einzusehen. (Polemik 47 ff)
6. Versuch mit dem subjektiven Herunterrücken des objektiven Bildes, dessen Entfärbung und Umfärbung.
7. Versuch mit einem linsenförmigen Prisma, das heißt mit einem solchen, dessen eine Seite konvex ist. Wir sind nie dazu gelangt, mit einer solchen Vorrichtung zu operieren, und lassen daher diese Stelle auf sich beruhen.

8. Versuch gegen das sogenannte Experimentum Crucis. Wir glauben die Sache kürzer gefasst zu haben. (Polemik 114 ff.)
9. Diese Nummer ist übersprungen.
10. In Gefolg von Nummer 8. Bei der Entwicklung des Experimentum Crucis scheint uns der Verfasser die verschiedene Inzidenz allzusehr zu urgieren. Zwar ist etwas daran; aber die Eminenz des Phänomens wird dadurch nicht zum Vorschein gebracht.
11. Versuch gegen die Newtonische Behauptung gerichtet: die different refrangiblen Strahlen seien auch different reflexibel. Der Gedanke, das Spektrum durch einen Planspiegel aufzufassen und es nach allerlei Seiten hin zu werfen, unter solchen Winkeln und Bedingungen, dass eine diverse Reflexibilität sich dartun müsste, wenn sie existierte, ist lobenswert. Man wende jedoch einen metallnen Spiegel an, damit keine Irrung durch die untere Fläche entstehe, und man wird, wie Gauthier, finden, dass die Farben des Spektrums nach ihrem Einfallswinkel zurückgeworfen werden und keineswegs eine diverse Reflexion erleiden. Bei dieser Gelegenheit gedenkt er des neunten Newtonischen Versuchs, den wir aufs genaueste analysiert (Polemik 196 - 203.), und ihm eine besondere Tafel, die achte, gewidmet haben. Der Verfasser sieht denselben an wie wir, sowie auch den zehnten.
12. Versuch gegen das erste Theorem des zweiten Teils des ersten Buchs der Optik, wo Newton behauptet: die Grenze des Lichtes und Schattens trage nichts zur Entstehung der prismatischen Farbe bei. Gauthier führt mit Recht über den mittleren weißen Teil der prismatischen Erscheinung eines großen Prismas seinen Finger oder einen Stab und zeigt dadurch die bloß an der Grenze entstehenden Farben. Dabei erzählt er, dass die Newtonianer sich gegen dieses Phänomen dadurch retten wollen, dass sie behaupteten: erst am Finger gehe die Brechung vor. Man sieht, dass dieser Sekte schon vor sechzig Jahren ebenso unbedenklich war, Albernheiten zu sagen, wie am heutigen Tag.
13. Er bringt zu Bestätigung seiner Erklärung noch einen komplizierten Versuch vor, dessen Wert wir andern zu prüfen überlassen.
14. Er lässt das Spektrum auf eine durchlöcherte Pappe fallen, so dass jede Farbe einzeln durchgeht. Hier, durch eine zweite Begrenzung, ohne wiederholte Refraktion, erscheinen die Farbenbildchen nach dem ersten Gesetz aufs neue gesäumt und widerlegen die Lehre von Unveränderlichkeit der sogenannten homogenen Lichter. Der Verfasser gedenkt mit Ehren Mariottes, der dieses Phänomen zuerst vor ihm beobachtete.
15. Er wendet hier abermals das Prisma mit der konvexen Seite an, die mit einer Art von fein durchlöchertem siebartigen Deckel bedeckt ist, und bringt dadurch mannigfaltige Abwechselung der Erscheinung hervor, wodurch er seine Behauptungen begünstigt glaubt. Wir haben diesen Versuch nicht nachgebildet.
16. Verbindung der Linse und des Prismas, wodurch die Farben des Spektrums zum Weißen vereinigt werden sollen. Hiebei Versuch mit einem T, der an seinem Ort zu entwickeln ist.
Hiermit endigen sich die antinewtonischen Versuche.

Über Newtons Erklärung des Regenbogens.
Über die Nebensonnen, wobei die paroptischen Farben zur Sprache kommen.

Über die bleibenden Farben der Körper. Erst gegen die Erklärungsart Newtons; dann leitet der Verfasser Weiß und Schwarz ungefähr wie Boyle ab. Das Blaue bringt er durch das Helle über dem Dunklen hervor, das Rote umgekehrt, welches freilich nicht ganz so glücklich ist; das Gelbe auf ebendie Weise und mit mehrerem Recht. Er beschreibt manche Versuche, um diese Lehre zu bestätigen. Der Kürze halben beziehen wir uns auf unsere Darstellung der Sache (E. 501 ff.)
Hierauf folgt die Erklärung seiner Kupfertafeln und zugleich eine Zurückweisung auf die Stellen des Werks, zu welchen sie eigentlich gehören.
Hätte er seiner Kontrovers, an welcher wir wenig auszusetzen finden, eine etwas ausführlichere Farbenlehre folgen lassen und sich damit begnügt, ohne die ganze übrige Naturlehre

umfassen zu wollen, so hätte er vielleicht mehr Wirkung hervorgebracht. Allein sein Fehler, wie der seiner Vorgänger, besteht darin, dass Newton, weil seine Farbenlehre unhaltbar befunden wird, auch in gar nichts recht haben soll, dass man also unternimmt, auch alles übrige, was er geleistet, zu kritisieren, ja, was noch schlimmer ist, ein eignes System dagegen aufzubauen und sich etwas, das viel über seine Kräfte geht, anzumaßen.
In gedachtem Sinne hat leider Gauthier ein zweites Titelblatt seinem Buche vorgesetzt: Nouveau système de l'Univers, sous le titre de Chroagénésie ou Critique des prétendues découvertes de Newton. Und so enthält denn der erste Teil nichts, was sich auf die Farbe bezieht, sondern behandelt die allgemeinsten physischen und damit verwandten metaphysischen Gegenstände, denen Gauthier, ob er sich gleich historisch genugsam mit ihnen bekannt gemacht, dennoch weder als Philosoph noch als Naturforscher gewachsen sein mochte.
Erst am Schlusse des ersten Teils findet man etwas über die Geschichte der Farbenlehre. Der Anfang des zweiten gibt einen kurzen Abriss der im ersten verhandelten allgemeinen, physisch- metaphysischen Prinzipien, von denen der Verfasser zuletzt auf das Licht übergeht, und um Newtonen auch in der Behandlung keinen Vorzug zu lassen, mit Definitionen und Axiomen gerüstet auftritt, sodann die Definitionen und Axiomen Newtons wiederholt; da denn erst auf der neunundvierzigsten Seite des zweiten Teils die Hauptsache wirklich zur Sprache kommt, die wir oben ausführlich ausgezogen haben.
Hiernach mag man erkennen, warum dem Verfasser nicht geglückt ist, Wirkung hervorzubringen. Seine Kontrovers sowie seine theoretische Überzeugung hätte sich ganz isoliert darstellen lassen. Beide hatten mit Anziehen und Abstoßen, mit Schwere und sonst dergleichen Allgemeinheiten gar nichts zu schaffen. Wollte er die Farbenlehre an die Physik überhaupt anschließen, so musste er einen andern Weg einschlagen.
Außerdem begeht er noch einen Haupt- und Grundfehler, dass er mit Strahlen zu operieren glaubt, und also, wie seine Vorgänger, den Gegner ganz im Vorteil lässt. Auch sind seine Figuren nicht glücklich; es gilt von ihnen, was wir von den Rizzettischen gesagt haben. Newton hatte seine falsche Lehre symbolisch auszudrücken verstanden; seine Gegner wissen für das Wahre keine entschiedene Darstellung zu finden.
Von dem mannigfaltigen Verdruss, den er ausgestanden sowie von allerlei Argumentationen, die er gegen die Schule geführt, gibt uns der leidenschaftliche Mann selbst Nachricht in einer Art von physikalischem Journal, das er aber nicht weit geführt. Die drei Hefte, welche den ersten Band ausmachen und zu Paris 1752 herausgekommen, liegen vor uns und führen den Titel: Observations sur l'histoire naturelle, sur la physique et sur la peinture, avec des Planches imprimées en couleur. Sie enthalten ein wahres Quodlibet von Naturgeschichte und Naturlehre, jedoch, wie man gestehen muss, durchaus interessante Materien und Gegenstände. Sie sind auf bunte Tafeln gegründet, nach Art des großen anatomischen Werks.
In diesen Heften fehlt es nicht an verschiedenen Aufsätzen, seine Kontrovers mit Newton und der Newtonischen Schule betreffend. Er kann sich freilich dabei nur, wie wir auch getan, immer wiederholen, sich verwundern und ärgern, da die Sache im Grunde so simpel ist, dass sie jedes verständige unbefangene Kind bald einsehen müsste. Wie aber die gelehrte und naturforschende Welt damals durch das Newtonische Spektrum benebelt gewesen, so dass sie sich gar nichts anderes daneben denken können, und wie ihnen die Natur dadurch zur Unnatur geworden, ist auch aus diesen Blättern höchst merkwürdig zu ersehen.
Nach allem diesem bleibt uns nichts übrig, als nochmals zu bekennen und zu wiederholen, dass Gauthier unter denen, die sich mit der Sache beschäftigt, nach Rizzetti am weitesten gekommen, und dass wir ihm in Absicht auf eine freiere Übersicht der Kontrovers sowohl als der an die Stelle zu setzenden naturgemäßen Lehre gar manches schuldig geworden.
Zu der Zeit, als diesen tüchtigen Mann die französische Akademie unterdrückte, lag ich als ein Kind von einigen Monaten in der Wiege. Er, umgeben von so vielen Widersachern, die er nicht überwinden konnte, obgleich begünstigt und pensioniert vom Könige, sah sich um eine gewünschte Wirkung und ebenso wie treffliche Vorgänger um seinen guten Ruf gebracht. Ich freue mich, sein Andenken, obgleich spät, zu rehabilitieren, seine Widersacher als die

meinigen zu verfolgen und den von ihm, da er nicht durchdringen konnte, oft geäußerten Wunsch zu realisieren:
Exoriare aliquis nostris ex ossibus ultor.

Celestin Cominale

Er war Professor der Philosophie bei dem königlichen Gymnasium zu Neapel. Von seinem Werke Anti- Newtonianismus kam daselbst der erste Teil 1754, der zweite 1756 in Quart heraus. Es ist eigentlich eine Bearbeitung des Gauthierschen Werkes, welche wohlgeraten genannt werden kann.
Der Verfasser hat mehr Methode als sein Vorgänger: denn er widmet den ersten Teil gleich ohne Umschweife der Kontrovers gegen Newtons Farbenlehre und den neu aufzustellenden theoretischen Ansichten. Er hat sich vollkommen von den Überzeugungen seines Vorgängers durchdrungen und auch außerdem die Materie sowohl theoretisch als praktisch gut durchstudiert, so dass er das Werkwohl sein eigen nennen konnte. Der zweite Teil behandelt die übrigen physischmetaphysischen Gegenstände, welche Gauthier in seinem ersten Buche abgehandelt hatte. Die Tafeln, welche sich alle auf den ersten Teil beziehen, stellen teils Newtonische, teils Gauthiersche, teils eigene Figuren vor. Im ganzen ist es merkwürdig, dass Gauthier, der unter seinen Landsleuten keine Wirkung hervorbringen konnte, aus der Ferne sich eines so reinen Widerhalles zu erfreuen hatte.
Vielleicht geben uns diejenigen, welche mit der italienischen Literatur bekannt sind, Nachricht von dem, was man über Cominale damals in seinem Vaterlande geurteilt. Seine Wirkung konnte jedoch sich nicht weit erstrecken: denn die Newtonische Lehre war schon in die Jesuitenschulen aufgenommen. Le Sueur und Jacquier hatten die Newtonischen Schriften schon mit einem durchgehenden Kommentar versehen, und so war dem Anti- Newtonianism Rom sowie die übrige gelehrte Welt verschlossen, und die Flamme der Wahrheit, die sich wieder hervortun wollte, abermals mit Schulasche zugedeckt.
Wir verlassen nunmehr Frankreich und das Ausland und wenden den Blick gegen das Vaterland.

Deutsche große und tätige Welt

Wir setzen diese Rubrik hierher, nicht um sie auszufüllen, sondern nur anzudeuten, dass an diesem Platze eine ganz interessante Abhandlung stehen könnte.
Die deutschen Höfe hatten schon zu Anfange des vorigen Jahrhunderts viele Verdienste um die Wissenschaften. Sowohl Fürsten als Fürstinnen waren aufgeregt, begünstigten gelehrte Männer und suchten sich selbst zu unterrichten.
Johann Wilhelm, Kurfürst von der Pfalz, nahm 1704 Hartsoekern in seine Dienste. Dieser hatte schon in seinem Essay de Dioptrique die diverse Refrangibilität anerkannt, doch auf seine Weise erklärt und sie den verschiedenen Geschwindigkeiten der farbigen Strahlen zugeschrieben.
Was der kasselsche Hof, was die Höfe Niederdeutschlands getan, und wiefern auch die Newtonische Lehre zur Sprache gekommen und Gunst erhalten, wird in der Folge zu untersuchen sein. Nur eins können wir anführen, dass Professor Hamberger 1743 nach Gotha berufen wird, um die Newtonischen Versuche, welche die allgemeine Aufmerksamkeit erregt, bei Hofe vorzuzeigen. Wahrscheinlich hat man das Zimmer recht dunkel gemacht, durch das foramen exiguum im Fensterladen erst den sogenannten Strahl hereingelassen, das fertige prismatische Bild an der Wand gezeigt, mit einem durchlöcherten Bleche die einzelnen Farben dargestellt und durch eine zweite ungleiche Verrückung, durch das soge-

nannte Experimentum Crucis, auf der Stelle die höchsten Herrschaften und den sämtlichen Hof überzeugt, so dass Hamberger triumphierend zur Akademie zurückkehren konnte.

Deutsche gelehrte Welt

Um die Tätigkeit derselben und was sie in dieser Sache gewirkt, kennenzulernen, haben wir uns vorzüglich auf Akademien umzusehen. Was und wie es gelehrt worden, davon geben uns die Kompendien am besten und kürzesten Nachricht.
Jeder, der ein Lehrbuch schreibt, das sich auf eine Erfahrungswissenschaft bezieht, ist im Falle, ebenso oft Irrtümer als Wahrheiten aufzuzeichnen: denn er kann viele Versuche nicht selbst machen, er muss sich auf anderer Treu und Glauben verlassen und oft das Wahrscheinliche statt des Wahren aufnehmen. Deswegen sind die Kompendien Monumente der Zeit, in welcher die Data gesammelt wurden. Deswegen müssen sie auch oft erneuert und umgeschrieben werden. Aber indem sie neue Entdeckungen geschwind aufnehmen und einige Kapitel dadurch verbessern, so erhalten sie in andern falsche Versuche und unrichtige Schlußfolgen desto länger.
Wenn nun der Kompendienschreiber gewöhnlich das benutzt, was er schon völlig fertig vor sich findet, so war die Boylische Bemühung, viele Farbenphänomene zusammenzustellen und gewissermaßen zu erklären, solchen Männern sehr angenehm, und man findet auch noch bis über das erste Viertel des achtzehnten Jahrhunderts diese Methode herrschen, bis sie endlich von der Newtonischen Lehre völlig verdrängt wird.
Wir wollen die Kompendien, die uns bekannt geworden, besonders die deutschen, welche bei Mehrheit der Universitäten zu einer größern Anzahl als in andern Ländern anwuchsen, kürzlich anzeigen und das hierher Gehörige mit wenigem ausziehen.
Physica oder Naturwissenschaft durch Scheuchzer, erste Ausgabe 1703.
Ein würdiger, wohlgesinnter, fleißiger und unterrichteter Mann bringt in diesem Werke meistens die Geschichte der Meinungen mit vor und geht von der Metaphysik seiner Zeit zur Physik über. Die Farbenlehre überliefert er nach Boyle, Hooke und Descartes.
In der zweiten Ausgabe von 1711 fügt er ein besonderes Kapitel bei, worin er die Newtonische Lehre nach Anleitung der Optik genau und umständlich vorträgt, so wie er auch die Kupfertafeln nachstechen lässt. Die Newtonische Lehre steht, wie eine unverarbeitete Masse, gleichsam nur literarisch da; man sieht nicht, dass er irgendein Experiment mit Augen gesehen oder über die Sachen gedacht habe.
Hermann Friedrich Teichmeyer. Amoenitates, Jena 1717. Hält sich noch an Hooke und Boyle. Man findet keine Newtonische Spur.
Deutsche Physik durch Theodor Hersfeld, 1714. Der wahre Name ist Konrad Mel. Ein pedantisches, philisterhaftes Werk. Die Farbenerscheinungen bringt er konfus und ungeschickt genug hervor. Er will die Farben der Körper aus der verschiedenen Art ihrer Teile herleiten sowie aus den von ihnen wunderlich zurückgeworfenen Lichtstrahlen. Die Newtonische Lehre scheint er gar nicht zu kennen.
Martin Gotthelf Löscher. Physica experimentalis, Wittenberg 1715. Scheint ein Schüler von Teichmeyern zu sein, wenigstens sind die Phänomene beinahe ebendieselben, sowie auch die Erklärung.
Bei ihm ist color, tertia affectio specialis corporum naturalium, seu ea lucis in poris ac superficiebus corporum modificatio, quae eadem nobis sistit colorata et diverso colore praedita.
Man erkennt hier Boylen; Newtons wird nicht erwähnt.
Johannes Wenzeslaus Caschubius. Elementa Physicae, Jena 1718. Hier fängt schon der Refrain an, den man künftig immerfort hört: si per foramen rotundum etc.
Er tut die apparenten und körperlichen Farben in ein paar Paragraphen nach Newtonischer Art ab.
Vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur, von Christian Wolff 1723. Der Verfasser beweist die Lehre von der Heterogenität des Lichtes a priori.

Julius Bernhard von Rohr. Physikalische Bibliothek, Leipzig 1724. Seine Literatur ist sehr mager; mit Newton mag er nichts zu tun haben, weil er lieber künstliche und mechanische Zusammensetzungen als mühsame Ausrechnungen befördert wünscht.

Johann Matthäus Barth. Physica generalior, Regensburg 1724. Ein Geistlicher und wohldenkender Mann, der dem Aberglauben entgegenarbeitet und sich daher mit Naturlehre abgibt, doch nicht sowohl selbst versucht, als das, was andre geleistet, zusammenstellt. Im Paragraphen von den Farben folgt er Boylen, gedenkt der Lehre Newtons, lässt sich aber nicht darauf ein und hat folgende merkwürdige Stelle: "Es hat mich Herr Baier, Professor Theologiae zu Altorf, einst im Diskurs versichert, dass er in dergleichen Versuchen (den Newtonischen nämlich, von denen eben die Rede ist) betrügliche Umstände gefunden, welche er publiziert wünschte."

Dieses ist die erste Spur, die ich finde, dass ein Deutscher gegen die Newtonische Lehre einigen Zweifel erregt. Ferner gedenkt Barth dessen, was Mariotte derselben entgegengesetzt.

Johann Friedrich Wucherer. Institutiones philosophiae naturalis eclecticae, Jena 1725. Vom 238. Paragraphen an. Die Farbe sei nichts Reelles. Das Reelle sei, was existiere, wenn es auch niemand dächte; aber es gebe keinen Schmerz, wenn ihn niemand fühlte. Darin kämen alle neueren Physiker überein. Wenn das Licht weggenommen ist, sieht man alles schwarz. Blinde können Farben fühlen, zum Beispiel Boylens Vermaasen. Finch Tractatus de coloribus. Schmidii dissertatio: Caecus de colore judicans. Sturm führt ein Exempel an, dass ein Blinder die verschiedenen Farben riechen konnte. Vide illius physicam hypotheticam. Die Farben kommen also von der Verschiedenheit der Oberfläche der Körper her, et hinc pendente reflexione, refractione, infractione, collectione, dissipatione radiorum solarium. Gründe, die Boyle angibt. Bei verändertem Licht verändern sich die Farben. So auch bei veränderter Oberfläche, wie auch durch veränderte Lage. Hier bringt er nicht sehr glücklich die Regentropfen und das Prisma vor. Nachdem er seine Lehre auf die verschiedenen Farben angewendet, fährt er fort: Haec equidem non sine ratione dicuntur et ad colores supra dictos non sine specie veri accommodantur. At vero ad specialia ubi descendimus, difficultates omnino tales occurrunt, quibus solvendis spes ulla vix superest.

Er zitiert Hamelius de corporum affectionibus, Weidlerus in Explicatione nova Experimentorum Newtonianorum. Er kennt Newtons Lehre, nimmt aber keine Notiz davon.

Hermann Friedrich Teichmeyer. Elementa Philosophiae naturalis, Jena 1733. Eine neue Auflage seines frühern Kompendiums. Sein Vortrag ist noch immer der alte.

Georg Erhard Hamberger. Elementa physices, Jena 1735. Auf der 339. Seite beruft er sich auf Wolff, dass dieser die Heterogenität des Lichts a priori bewiesen habe, und verweiset auf ihn.

Er führt einen gewissen Komplex der Newtonischen Versuche an und beginnt mit dem bekannten Liede: sit igitur conclave tenebrosum et admittatur per exiguum foramen radius lucis. Übrigens sind seine Figuren von den Newtonischen kopiert, und es findet sich keine Spur, dass er über die Sache nachgedacht oder kritisch experimentiert habe.

Samuel Christ. Hollmann. Physica. Introductionis in universam Philosophiam Tom. II. Göttingen 1737. § 147. Non id enim, quod rubicundum, flavum, caeruleum etc. appellamus, in rebus ipsis extra nos positis, sed in nostris solum perceptionibus, immo certa tantummodo perceptionum nostrarum modificatio est, a sola diversa lucis modificatione in nobis solum oriunda.

Er verwirft daher die alte Einteilung in reales und apparentes. Trägt die Newtonische Lehre bündig, doch mehr überredend als entscheidend vor. Die Note zum 150. Paragraphen enthält zur Geschichte der Theorie sehr brauchbare Allegate, woraus man sieht, dass er die Entstehung der Lehre sowohl als die Kontroversen dagegen recht gut kennt, nicht weniger den Beifall, den sie erhalten. Aus dem Tone des Vortrags im Texte bemerkt man, dass er sein Urteil in suspenso halten will.

Johann Heinrich Winkler. Institutiones mathematico- physicae. 1738. § 1112 erwähnt er der Newtonischen Lehre im Vorbeigehen, bei Gelegenheit der un- deutlichen Bilder durch die

Linsen: praeterea Newtonus observavit, radium unum per refractionem in plures diversi coloris dispesci, qui cum catheto refractionis diversos angulos efficiunt.
Samuel Christ. Hollmann. Primae physicae experimentalis lineae, Göttingen 1742. Die Newtonische Lehre lakonisch, jedoch noch mit videtur vorgetragen. In den Ausgaben von, 1749, 1753, 1765 lakonisch und ganz entschieden.
Vernünftige Gedanken von Christian Wolff, fünfte Ausgabe von 1746. Im ersten Teile, § 129, erklärt er die Farbenerscheinung an den Körpern ganz nach Newtonischer Manier und beruft sich auf den zweiten Teil seiner Experimenta.
Johann Andreas Segner. Einleitung in die Naturlehre, erste Auflage 1746, zweite Göttingen 1754, trägt die Newtonischen Versuche sowie die Theorie kurz vor. Seine Figuren sind nach Newton kopiert. Es zeigt sich keine Spur, dass er die Phänomene selbst gesehen.
Johann Wolfgang Krafft. Praelectiones in Physicam theoreticam, Tübingen 1750. Er folgte, wie er selbst sagt, dem Musschenbroek, lässt die Lehre von den Farben ganz aus und verweist auf einen optischen Traktat, pag. 267.
Andreas Gordon. Physicae experimentalis elementa, Erfurt 1751. Ein Benediktiner im Schottenkloster zur Erfurt, ein sehr fleißiger Mann voller Kenntnisse. Man sieht, dass in katholischen Schulen man damals noch mit der Scholastik zu streiten hatte. Im 1220. Paragraphen sind ihm die Farben auch Körper, die sich vom Licht herschreiben. Sein Vortrag der Newtonischen Lehre ist ein wenig konfus; seine Figuren sind, wie die der ganzen Schule, falsch und märchenhaft.
Die chemischen Experimente trägt er zuletzt vor und schließt: quae omnia pulchra quidem, suis tamen haud carent difficultatibus.
Johanne Charlotte Zieglerin. Grundriss einer Naturlehre für Frauenzimmer, Halle 1751. p. 424 trägt sie die hergebrachte Lehre vor und verweist ihre Leserinnen auf Algarotti.
Johann Peter Eberhard. Erste Gründe der Naturlehre, Halle 1753. Die Newtonische Theorie, doch mit einiger Modifikation, die er schon in einer kleinen Schrift angegeben. Im 387. Paragraphen fängt er den ganzen Vortrag mit dem bekannten Refrain an: Man lasse durch eine kleine runde Öffnung etc. Seine Figuren sind klein, schlecht und wie alle aus dieser Schule nicht nach dem Phänomen, sondern nach der Hypothese gebildet.
In seiner Sammlung der ausgemachten Wahrheiten der Naturlehre 1755 setzt er, wie natürlich, die Newtonische Theorie auch unter die ausgemachten Wahrheiten.
Man sei darüber einig, dass die Sonnenstrahlen nicht gleich stark gebrochen werden.
Er bringt etwas von der Geschichte der Farbenlehre bei und zitiert wegen des Beifalls, den Newton fast überall gefunden, die Schriften mehrerer Naturforscher.
"Es hat zwar der bekannte Pater Castel Einwürfe dagegen gemacht, die aber auf solche Versuche gegründet waren, bei welchen der gute Franzose keine mathematische Akkuratesse bewiesen."
(Welche wunderlichen Redensarten! als wenn es keine andere Akkuratesse gäbe als die mathematische.)
"Man sieht aus den Miscell. curios. p. 115, dass man auch schon damals in Paris Newtons Theorie angegriffen, welches aber aus einem Missverständnis geschehen."
Florian Dalham. Institutiones physicae, Wien 1753. Ein Geistlicher, bringt etwas weniges von der Geschichte der Farbenlehre vor; dann intoniert er: radius solis per foramen A. Mit den Einwürfen ist er bald fertig, dann folgen einige chemische Experimente.
Emanuel Swedenborg. Prodromus Principiorum rerum naturalium, Hildburghausen 1754. p. 137. Wie er durch diese ganze Schrift die Körper aus Kugeln verschiedener Größe und Art, aus Kreisen und Kränzen und deren Interstitien aufs wunderlichste zusammensetzt, ebenso macht er es mit der Transparenz, dem Weißen, Roten und Gelben. Alles sei transparent seinen kleinsten Teilen nach: Albedo; si anguli reflexionis varie confundantur in particulis transparentibus, albedinem oriri. Rubedo; si superficies particularum varii generis particulis variegetur, oriti rubedinem. Flavedo; si albedo mixta sit cum rubedine, flavedinem oriri.
Jacob Friedrich Malers Physik, Karlsruhe 1767. pag. 225. Kurz und schlechtweg Newtons

Lehre. Bernhard Grant. Praelectiones encyclopaedicae in physicam experimentalem, Erfurt 1770. p. 47. Newtons Lehre schlechtweg und kurz.
Johann Christian Polycarp Erxleben. Anfangsgründe der Naturlehre, 1772. »Wenn man durch ein kleines rundes Loch« etc. Er trägt übrigens die Newtonische und Eulersche Lehre in der bösen, halb historischen, halb didaktischen Manier vor, die sich nicht kompromittieren mag und immer noch eine Hintertüre findet, wenn die Lehre auch falsch befunden würde. Schmahlings Naturlehre für Schulen, Göttingen und Gotha 1774. pag. 8. Das gewöhnliche Stoßgebet. Johann Lorenz Böchmanns Naturlehre, Karlsruhe 1775. p. 321. Das alte Lied:
»Man lasse durch eine mittelmäßige runde Öffnung« etc.
Matthias Gablers Naturlehre, drei Teile, München 1778, p. 319 item: »Man lasse einen Lichtstrahl« etc. p. 323 lässt er sich in Kontrovers ein, glaubt aber, wie die Schule überhaupt, viel zu geschwind mit dem Gegner fertig zu werden. Einwand eines Anti- Newtonianers oder eigentlich Anti- Eulerianers von den Trabanten des Jupiter hergenommen. Auch Herr Gabler fertigt Marlotten und Rizzettin leicht ab.
Wenzeslaus Johann Gustav Karsten. Naturlehre, 1781. Erst wie gewöhnlich die Lehre von der Brechung für sich; dann § 390 »mit der Strahlenbrechung ist noch ein Erfolg verbunden« etc. Merkwürdig ist, dass der Verfasser seine Ausdrücke behutsamer als hundert andre stellt, zum Exempel »der Erfolg lässt sich am besten erklären, wenn man mit Herrn Newton annimmt« etc.; »wenn es wahr ist, dass rotes Licht am wenigsten brechbar ist« etc.
C. G. Kratzenstein. Vorlesungen über die Experimentalphysik, Kopenhagen 1782. p. 134.
»Das weiße Licht besteht nach Newton aus sieben Hauptfarben« etc.
Johann Daniel Titius. Physicae experimentalis elementa, Lipsiae 1782. § III. Der Radius solaris, dann aber zwei Prismen, man weiß nicht warum: denn das Experimentum Crucis ist es nicht. Auch dieser macht einen Sprung: patet ex hoc experimento diversam radiorum solarium refrangibilitatem etc. Dann einige Folgerungen und etwas weniges Chemisches.
W. J. G. Karsten. Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntnis der Natur, Halle 1783. § 101 und folgende, ungefähr in dem Sinne wie in seiner Naturlehre.
Johann Philipp Hobert. Grundriss der Naturlehre, 1789. § 221. Lichtstrahl, enge Öffnung, verfinstertes Zimmer etc., wie so viele andre, hinter der ganzen Herde drein.
Anton Bruchhausen. Institutiones physicae, übersetzt von Bergmann, Mainz 1790. Sonnenstrahl, kleine Öffnung und sogar Lichtfäden.
Johann Baptista Horvath. Elementa physicae, Budae 1790. Die alte Leier. Stamina lucis, colore immutabili praedita.
Matthäus Pankl. Compendium institutionum physicarum Pars I. Posoniae 1793. p. 160, cap. 3. de lucis heterogeneitate. Veteribus lumen simplicissima et homogenea substantia fuit. Newtonus heterogeneam esse extra omnem dubitationem posuit.
A. W. Hauch. Anfangsgründe der Experimentalphysik, aus dem Dänischen von Tobiesen. Schleswig 1795. 1. Theil § 286. Das hergebrachte Lied wird abgeorgelt.
Wir sind bei dieser Anzeige der Kompendien weit über die Epoche hinausgegangen, in der wir uns gegenwärtig befinden, und haben die Rezension solcher Schriften bis gegen das Ende des achtzehnten vorigen Jahrhunderts fortgesetzt, indem wir auf diese Wiederholungen und Nachbetereien nicht wieder zurückzukehren wünschten.

Akademie Göttingen

Es ist interessant zu sehen, durch welche Reihe von Personen auf einer besuchten Akademie die Newtonische Lehre fortgepflanzt worden. Ein Göttinger Professor hatte ohnehin, bei der nahen Verwandtschaft mit England, keine Ursache, eine Meinung näher zu prüfen, welche schon durchgängig angenommen war, und so wird sie denn auch bis auf den heutigen Tag noch dort so gut als auf andern Akademien gelehrt.
Hollmann, 1736, liest Physik als einen Teil des philosophischen Kursus. Seine Institutiones werden 1738 gedruckt. Er liest weitläufige Experimentalphysik, nachher dieselbe zusam-

mengezogener. Fährt damit nach Abgang Segners fort bis gegen 1775; stirbt 1788, nachdem er schon mehrere Jahre der Physik und später den übrigen Vorlesungen sich entzogen.
Segner, 1736, liest Physik über Hamberger, Wolff, Musschenbroek, nach Diktaten, von 1744 an; sodann über seine Anfangsgründe, von 1746 bis zu seinem Abgang 1754.
Kästner liest 1759 Physik nach Winkler, später nach Eberhards ersten Gründen der Naturlehre. Er hat als Mathematiker den besondern Tick, die Physiker anzufeinden.
Meister liest Perspektive und Optik.
Erxleben, Professor extraordinarius seit 1770. Erste Ausgabe seines Compendii 1772; stirbt 1777.
Lichtenberg, Professor extraordinarius seit 1770. Anfangs viel abwesend und mit mathematicis beschäftigt, liest von 1778 an über Erxleben und gibt sieben vermehrte Auflagen heraus.
Mayer, nach Lichtenbergs Tod, stimmt in einem neuen Kompendium das alte Lied an.

Nachlese

Smith und Martin, Engländer, bringen die Lehre Newtons im Auszuge in ihre Lehrbücher.
Le Sueur und Jacquier, geistliche Väter zu Rom, kommentieren Newtons Werke und verbreiten seine Lehre.
Encyklopädisten. Da ein Lexikon sowie ein Kom pendium einer Erfahrungswissenschaft eigentlich nur eine Sammlung des kursierenden Wahren und Fal schen ist, so wird man auch von dieser Gesellschaft nichts weiter erwarten. Man konnte ihr nicht zumuten, dass sie jede Wissenschaft sollte neu durcharbeiten lassen. Und so haben sie denn auch die alte Konfessi on mit Ernst und Vollständigkeit dergestalt abgelegt, dass sie vor den sämtlichen Glaubensgenossen mit Ehren bestehen können. Die Artikel, unter welchen solches aufzusuchen, verstehen sich von selbst.
Montucla. In der ersten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts hatten sich, wie wir wissen, die Formeln und Redensarten völlig ausgebildet, welche man zu gunsten Newtons und zu Ungunsten seiner Gegner wiederholte und einander nachsagte. In Montuclas Hi stoire des mathematiques, Paris 1758, findet man auch nichts anders. Nicht allein Auswärtige, wie Rizzetti, behalten unrecht, sondern es geschieht auch Franzosen, Mariotten, Castel, Dufay, von dem Fran zosen unrecht. Da sich diese so sehr auf Ehre haltende Nation gegen das einmal eingewurzelte Vorurteil nicht wieder erholen konnte, so wird man ja wohl andern, nicht so lebhaften und nicht so eigenwilligen Völkern verzeihen, wenn sie auch bei dem einmal An genommenen ruhig verharrten.

Tobias Mayer

De affinitate colorum commentatio, lecta in con ventu publico, Gottingae 1758, in den kleinen, nach dessen Tod von Lichtenberg herausgegebenen Schriften.
Der Newtonische Wortkram wurde nunmehr von allen deutschen Kathedern ausgeboten. Man freute sich, die Urfarben aus dem Licht hervorgelockt zu haben; es sollten ihrer unzählige sein. Diese ersten, homogenen, einfachen Farben hatten aber die wunder liche Eigenschaft, dass ein großer Teil derselben von den zusammengesetzten nicht zu unterscheiden war.
Betrachtete man jedoch das sogenannte Spektrum genauer, so konnte nicht verborgen bleiben, dass teils der Natur der Sache nach, teils der Bequemlichkeit des Vortrags wegen sich diese unendlichen Farben auf eine geringere Zahl reduzieren ließen. Man nahm ihrer fünf an oder sieben. Weil aber das höchste, im völli gen Gleichgewicht stehende Rot dem prismati-

schen Farbenbild abging, so fehlte auch hier die sechste oder die achte Farbe; das Ganze blieb unvollständig und die Sache konfus.

Alle diejenigen, die von der Malerei und Färberei an die Farbenlehre herantraten, fanden dagegen, wie uns die Geschichte umständlich unterrichtet, naturge mäß und bequem, nur drei Grundfarben anzunehmen. Dieses hatte schon Boyle im zwölften Experiment des dritten Teils seines bekannten Werks kurz und bündig ausgesprochen und den Malern das Recht erteilt, nur drei primäre Farben zu statuieren: weil man denn doch wohl diejenigen so nennen dürfe, die aus keinen andern entspringen, alle übrigen aber erzeugen.

In diesem Sinne ist denn auch Mayers Aufsatz ge schrieben. Es herrscht darin der gerade gesunde Menschenverstand. Er operiert zwar mit Pigmenten, wählt aber unter ihnen diejenigen aus, die er als Repräsen tanten jener durch den Begriff bestimmten einfachen Farben ansehen darf. Durch Kombination und Be rechnung will er nun die möglichen, unterscheidbaren Zusammensetzungen ausmitteln.

Allein, weil er atomistisch zu Werke geht, so ist seine Behandlung keineswegs zulänglich. Die einfachen, die Grundfarben, mögen dem Verstande be stimmbar sein, aber wo sollen sie in der Erfahrung als Körper aufgefunden werden? Jedes Pigment hat seine besondern Eigenschaften und verhält sich, sowohl fär bend als körperlich, gegen die übrigen nicht als ein Allgemeines, sondern als ein Spezifisches. Ferner ent steht die Frage: soll man die Pigmente nach Maß oder nach Gewicht zusammenbringen? Beides kann hier nicht frommen. Alle Mischung der Pigmente zu male rischen Zwecken ist empirisch- ästhetisch und hängt von Kenntnis der unterliegenden Körper und von dem zarten Gefühle des Auges ab. Hier wie in allen Kün sten gilt ein geistreiches, inkalkulables Eingreifen in die Erfahrung.

Noch manches wäre hier beizubringen, doch wird es demjenigen, der unserm Vortrage bisher aufmerk sam gefolgt ist, gewiss gegenwärtig sein. Wir geben daher ohne weiteres die Summe des Mayerischen Auf satzes nach seiner Paragraphen- Zahl.

1. Es seien nur drei einfache primitive Farben, aus denen durch Mischung die übrigen entstehen.
2. Schwarz und Weiß sei nicht unter die Farben zu rechnen, hingegen dem Licht und der Finsternis zu vergleichen.
3. Die sekundären Farben seien gemischt aus zwei oder drei einfachen.
4. Mischung von Rot und Gelb.
5. Mischung von Gelb und Blau.
6. Mischung von Rot und Blau.
7. Weitere Ausführung.
8. Mischung der drei Farben in verschiedenen Proportionen.
9. Weiß und Schwarz zu den Farben gemischt, macht sie nur heller oder dunkler. Die drei Urfarben, in gehörigem Maße zusammengemischt, machen Grau, so wie jene beide.
10. Von chemischen Mischungen ist nicht die Rede. Die Versuche zu dem gegenwärtigen Zweck sind mit trocknen Pulvern anzustellen, die aufeinander nicht weiter einwirken.
11. Die Portion der einer andern zuzumischenden Farbe muss nicht zu klein sein, sonst ist das Resultat nicht bestimmbar.
12. Man kann zwölf Teile einer jeden Farbe festsetzen, bezüglich auf Musik und Architektur, welche auch nur so viel Teile für sensibel halten.
13. Bezeichnung mit Buchstaben und Zahlen.
14. Durch gemeinsame Faktoren multipliziert oder dividiert, ändert sich das Resultat nicht.
15. Die einfachen Farben werden erst zu zwei, dann zu drei, zwölfmal kombiniert.
16. Durch weitere Operation entstehen einundneunzig Veränderungen,
17. die in einem Dreieck aufgestellt werden können.
18. Die Felder dieses Dreiecks sollen nun nach ihren Zahlbezeichnungen koloriert werden. Dies soll durch einen Maler geschehen. Dadurch wird also das Fundament der Sache dem Auge, dem Gefühl des Künstlers überlassen.
19. Ein Pigment stelle die Farbe nicht rein dar. Dieses ist freilich ganz natürlich, weil sie an irgendei nem Körper besonders bedingt wird. Die reine Farbe ist eine bloße Abstraktion, die

wohl manchmal, aber selten zur Wirklichkeit kommt. So nimmt Mayer zum Beispiel den Zinnober als ein vollkommenes Rot an, der doch durchaus einen gelben Schein mit sich führt.
20. Vier Pigmente werden angegeben mit ihren Buchstaben und Ziffern des Dreiecks. Nun wird be rechnet, welche Farbe aus diesen Pigmenten entstehen soll. Diese Pigmente müssen also doch erst mit den Feldern des Dreiecks verglichen werden, und wer ver gleicht sie, als ein geübtes Auge? und wer wird die zusammengesetzte Farbe mit der durch das Zeichen des Resultats der Berechnung angegebenen Farbe ver gleichen?
21. Die Aufgabe wird umgekehrt. Man verlangt eine gewisse Farbe: wie viel Teile der übrigen sollen dazu genommen werden?
22. Mehr als drei Pigmente dürfe man nicht anneh men, sonst werde die Aufgabe unbestimmt.
23. Mischung der vollkommenen, gehörig beleuchteten, mit Licht versehenen Farben mit Weiß,
24. wodurch sie heller werden und zugleich un kenntlicher, das ist weniger unterscheidbar. Des Wei ßen werden auch zwölf Teile angenommen, und so entstehen dreihundertvierundsechzig Farben. Diese Zahl deutet auf eine Pyramidalfläche, deren je eine Seite zwölf enthält.
25. Dieselbige Operation mit Schwarz.
26. Vollkommene Farben sollen immer etwas Weiß oder Licht bei sich haben.
27. Weitere Ausführung.
28. Schwarz betrachtet als die Privation des Weißen.
29. Sämtliche auf diesem Wege hervorgebrachten Farben belaufen sich auf achthundertneunzehn.
30. Schlussbetrachtung über diese bestimmte große Mannigfaltigkeit und über die noch weit größere der verschiedenen Abstufungen, die dazwischen liegen.
Mayer hatte, wie natürlich war, seine Unzufrieden heit mit der Newtonischen Terminologie zu erkennen gegeben. Dieses zog ihm nicht den besten Willen sei ner Kollegen und der gelehrten Welt überhaupt zu. Schon in der Vorlesung selbst machte Röderer eine unbedeutende und unrichtige Bemerkung, welche aber begierig aufgefasst und durch Kästnern fortgepflanzt wurde. Was dieser, und nachher Erxleben, Lichten berg, Johann Tobias Mayer, Mollweide und andere, wenn die Sache zur Sprache kam, für Sandweben über diesen Gegenstand hingetrieben und ihn damit zugedeckt, wäre allzu umständlich auseinander zu setzen. Der besser Unterrichtete wird es künftig selbst leisten können.

Johann Heinrich Lambert

Beschreibung einer mit dem Calanischen Wachse ausgemalten Farbenpyramide. Berlin 1772 in 4.
Der Mayerischen Abhandlung war eine kolorierte Tafel beigefügt, welche die Farbenmischung und Ab stufung in einem Dreieck, freilich sehr unzulänglich, vorstellt. Dieser Darstellung mehr Ausdehnung und Vielseitigkeit zu geben, wählte man später die körper liche Pyramide. Die Calauische Arbeit und die Lam bertische Erklärung ist gegenwärtig nicht vor uns; doch lässt sich leicht denken, was dadurch geleistet worden. Ganz neuerlich hat Philipp Otto Runge, von dessen schönen Einsichten in die Farbenlehre, von der malerischen Seite her, wir schon früher ein Zeugnis abgelegt, die Abstufungen der Farben und ihr Ab schattieren gegen Hell und Dunkel auf einer Kugel dargestellt, und wie wir glauben, diese Art von Bemü hungen völlig abgeschlossen.
Lamberts Photometrie berühren wir hier nur inso fern, als wir uns nicht erinnern, dass er, bei Messung der verschiedenen Lichtstärken, jene Farbenerschei nungen gewahr geworden, welche doch bei dieser Ge legenheit so leicht entspringen, wie vor ihm Bouguer und nach ihm Rumford wohl bemerkt. Sie sind teils physisch, indem sie aus der Mäßigung des Lichtes entspringen, teils physiologisch, insofern sie sich an die farbigen Schatten anschließen.

Carl Scherffer

Abhandlung von den zufälligen Farben. Wien 1765.
Bouguer und Buffon hatten bei Gelegenheit des ab klingenden Bildes im Auge und der farbigen Schatten diese wie es schien, unwesentlichen Farben, denen wir jedoch unter der Rubrik der physiologischen den er sten Platz zugestanden, zur Sprache gebracht und sie zufällig genannt, weil es noch nicht gelungen war, ihre Gesetzmäßigkeit anzuerkennen. Scherffer, ein Priester der Gesellschaft Jesu, be schäftigte sich mit diesen Erscheinungen und verman nigfaltigte die Versuche, wobei er sich als einen scharfsinnigen und redlichen Beobachter zeigt. Da er jedoch der Lehre Newtons zugetan ist, so sucht er die Phänomene nach derselben zu erklären oder vielmehr sie ihr anzupassen. Die Umkehrung eines hellen Bildes im Auge in ein dunkles, eines dunklen in ein helles, nach verschiedenen gegebenen Bedingungen, (E. 15 ff.) erklärte man, wie am angeführten Orte er sichtlich ist. Nun schlug Pater Scherffer zu Erklärung der farbig miteinander abwechselnden Erscheinungen folgenden Weg ein.
Er legt jenen mangelhaften Newtonischen Farben kreis (Polemik 592 - 94) zum Grunde, dessen Zusammenmi schung Weiß geben soll. Dann fragt er, was für eine Farbe zum Beispiel entstehen würde, wenn man aus diesem Kreise das Grün hinwegnähme? Nun fängt er an zu rechnen, zu operieren Schwerpunkte zu suchen und findet, dass ein Violett entstehen müsse, welches zwar, wie er selbst sagt, in der Erfahrung nicht ent steht, wohl aber ein Rot, das er dann eben auch gelten lässt.
Nun soll das Auge, wenn es von den grünen Strah len affiziert worden, der grüne Gegenstand aber weg gehoben wird, sich in einer Art von Notwendigkeit befinden, von dem Resultat der sämtlichen übrigen Strahlen affiziert zu werden.
Da nun aber diese Resultate niemals rein zutreffen - und wie wäre es auch möglich, indem das vollkom mene Rot, welches eigentlich der Gegensatz des Grü nen ist, jenem Kreise fehlt! - so muss der gute Pater auch in die Hetmans- Manier fallen, worin ihm denn freilich sein Herr und Meister weidlich vorgegangen, so dass er Ausflüchte, Ausnahmen, Einschränkungen überall finden und nach seinem Sinne gebrauchen kann.
Darwin, der in der letzten Zeit diese Erscheinungen ausführlich vorgenommen, erklärt sie zwar auch nach der Newtonischen Lehre, hält sich aber weniger dabei auf, inwiefern diese zu den Erscheinungen passe oder nicht.
Unser einfacher naturgemäßer Farbenkreis, Tafel I, Fig. 1, dient jedoch dazu, diese Gegensätze, indem man bloß die Diameter zieht, bequem aufzufinden.
Weil übrigens jeder tüchtige Mensch, selbst auf dem Wege des Irrtums, das Wahre ahndet, so hat auch Scherffer dasjenige, was wir unter der Form der Totalität ausgesprochen, zwar auf eine schwankende und unbestimmte, aber doch sehr anmutige Weise ausgedrückt, wie folgt:
"Bei Erwägung dieser und mehr dergleichen Mut maßungen glaub' ich nicht, dass ich mich betrüge, wenn ich dafür halte, es habe mit dem Auge eine sol che Beschaffenheit, dass es nach einem empfindlichen Drucke des Lichtes, nicht allein durch die Ruhe, son dern auch durch den Unterschied der Farben, wieder um müsse gleichfalls erfrischt werden. Jener Ekel, den wir durch das längere Ansehen einer Farbe verspüren, rühre nicht so viel von dem uns angeborenen Wankel mute her als von der Einrichtung des Auges selbst, vermöge welcher auch die schönste Farbe durch den allzulang anhaltenden Eindruck ihre Annehmlichkeit verliert. Und vielleicht hat die vorsichtige Natur die ses zum Absehen gehabt, damit wir einen so edlen Sinn nicht immer mit einer Sache beschäftigen, indem sie unserer Untersuchung eine so große Menge dar bietet, da sie den Unterschied in Abwechselung der Farben weit reizender machte als alle Schönheit einer jeden insbesondre."

Wir enthalten uns, manche interessante Beobach tung und Betrachtung hier auszuziehen, um so mehr als diese Schrift in jedes wahren Liebhabers der Far benlehre eigene Hände zu gelangen verdient.

Benjamin Franklin

Kleine Schriften, herausgegeben von G. Schatz 1794. Zweiter Teil S. 324 f.
"Der Eindruck, den ein leuchtender Gegenstand auf die Sehnerven macht, dauert zwanzig bis dreißig Sekunden. Sieht man an einem heitern Tage, wenn man im Zimmer sitzt, eine Zeitlang in die Mitte eines Fen sters und schließt sodann die Augen, so bleibt die Ge stalt des Fensters eine Zeitlang im Auge, und zwar so deutlich, dass man imstande ist, die einzelnen Fächer zu zählen. Merkwürdig ist bei dieser Erfahrung der Umstand, dass der Eindruck der Form sich besser er hält als der Eindruck der Farbe. Denn sobald man die Augen schließt, scheinen die Glasfächer, wenn man das Bild des Fensters anfängt wahrzunehmen, dunkel, die Querhölzer der Kreuze aber, die Rahmen und die Wand umher weiß oder glänzend. Vermehrt man je doch die Dunkelheit der Augen dadurch, dass man die Hände über sie hält, so erfolgt sogleich das Gegenteil. Die Fächer erscheinen leuchtend und die Querhölzer dunkel. Zieht man die Hand weg, so erfolgt eine neue Veränderung, die alles wieder in den ersten Stand setzt. Ein Phänomen, das ich so wenig zu erklären weiß, als folgendes. Hat man lange durch eine ge meine grüne oder sogenannte Konservationsbrille gesehen und nimmt sie nun ab, so sieht das weiße Papier eines Buchs rötlich aus, so wie es grünlich aussieht, wenn man lange durch rote Brillen gesehen hat. Dies scheint eine noch nicht erklärte Verwandtschaft der grünen und roten Farbe anzuzeigen."
Noch manches, was sich hier anschließt, ist von Buffon, Mazéas, Béguelin, Melville beobachtet und überliefert worden. Es findet sich beisammen in Priestleys Geschichte der Optik, Seite 327, woselbst es unsre Leser aufzusuchen belieben werden.

Zweite Epoche: Von Dollond bis auf unsere Zeit

Achromasie

Die Geschichte dieser wichtigen Entdeckung ist im Allgemeinen bekannt genug, indem sie teils in besondern Schriften, teils in Lehr- und Geschichtsbüchern öfters wiederholt worden. Uns geziemt daher nur das Hauptsächliche zu sagen; vorzüglich aber, zu zeigen, wie diese bedeutende Aufklärung einer ungeahndeten Natureigenschaft auf das Praktische einen großen, auf das Theoretische gar keinen Einfluss gewinnen können.
Von uralten Zeiten her war bekannt und außer Frage, dass Brechung auf mannigfaltige Weise ohne Farbenerscheinung stattfinden könne. Man sah daher diese, welche sich doch manchmal dazu gesellte, lange Zeit als zufällig an. Nachdem aber Newton ihre Ursache in der Brechung selbst gesucht und die Beständigkeit des Phänomens dargetan, so wurden beide für unzertrennlich gehalten.
Demungeachtet konnte man sich nicht leugnen, dass ja unser Auge selbst durch Brechung sieht, dass also, da wir mit nacktem Auge nirgends Farbensäume oder sonst eine apparente Färbung der Art erblicken, Brechung und Farbenerscheinung bei dieser Gelegenheit voneinander unabhängig gedacht werden können.
Rizzetti hatte das schon zur Sprache gebracht; weil aber seine Zeit in manchem noch zurück war, weil er den nächsten Weg verfehlte und in seiner Lage verfehlen musste, so wurde auch dieses Verhältnisses nicht weiter gedacht. Indessen war es anatomisch und physiologisch bekannt, dass unser Auge aus verschiedenen Mitteln bestehe. Die Folgerung, dass durch verschiedene Mittel eine Kompensation möglich sei, lag nahe, aber niemand fand sie. Dem sei, wie ihm wolle, so stellte Newton selbst den so oft besprochenen Versuch, den achten seines zweiten Teils, mit verschiedenen Mitteln an und wollte gefunden haben, dass wenn in diesem Fall der ausgehende Strahl nur dahin gebracht würde, dass er parallel mit dem eingehenden sich gerichtet befände, die Farbenerscheinung alsdann aufgehoben sei. Zuerst kann es auffallen, dass Newton, indem ihm bei parallelen sogenannten Strahlen Brechung übrig geblieben und die Farbenerscheinung aufgehoben worden, nicht weiter gegangen, sondern dass es ihm vielmehr beliebt, wunderliche Theoreme aufzustellen, die aus dieser Erfahrung herfließen sollen.
Ein Verteidiger Newtons hat in der Folge die artige Vermutung geäußert, dass in dem Wasser, dessen sich Newton bedient, Bleizucker aufgelöst gewesen, den er auch in andern Fällen angewendet. Dadurch wird allerdings das Phänomen möglich, zugleich aber die Betrachtung auffallend, dass dem vorzüglichsten Menschen etwas ganz deutlich vor Augen kommen kann, ohne von ihm bemerkt und aufgefasst zu werden. Genug, Newton verharrte bei seiner theoretischen Überzeugung, sowie bei der praktischen Behauptung: die dioptrischen Fernröhre seien nicht zu verbessern. Es kam da her ein Stillstand in die Sache, der nur erst durch einen andern außerordentlichen Menschen wieder konnte aufgehoben werden. Euler, einer von denjenigen Männern, die bestimmt sind, wieder von vorn anzufangen, wenn sie auch in eine noch so reiche Ernte ihrer Vorgänger geraten, ließ die Betrachtung des menschlichen Auges, das für sich keine apparenten Farben erblickt, ob es gleich die Gegenstände durch bedeutende Brechung sieht und gewahr wird, nicht aus dem Sinne und kam darauf, Menisken, mit verschiedenen Feuchtigkeiten angefüllt, zu verbinden, und gelangte durch Versuche und Berechnung dahin, dass er sich zu behaupten getraute: die Farbenerscheinung lasse sich in solchen Fällen aufheben und es bleibe noch Brechung übrig. Die Newtonische Schule vernahm dieses, wie billig, mit Entsetzen und Abscheu; im stillen aber, wir wissen nicht ob auf Anlass dieser Eulerischen Behauptung oder aus eigenem Antriebe, ließ Chester- Morehall in England heimlich und geheimnisvoll achromatische Fernröh-

re zusammensetzen, so dass 1754 schon dergleichen vorhanden, obgleich nicht öffentlich bekannt waren.

Dollond, ein berühmter optischer Künstler, widersprach gleichfalls Eulern aus Newtonischen Grundsätzen und fing zugleich an, praktisch gegen ihn zu operieren; allein zu seinem eignen Erstaunen entdeckt er das Gegenteil von dem, was er behauptet; die Eigenschaften des Flint- und Crownglases werden gefunden, und die Achromasie steht unwidersprechlich da. Bei alledem widerstrebt die Schule noch eine Zeitlang; doch ein trefflicher Mann, Klingenstjerna, macht sich um die theoretische Ausführung verdient.

Niemanden konnte nunmehr verborgen bleiben, dass der Lehre eine tödliche Wunde beigebracht sei. Wie sie aber eigentlich nur in Worten lebte, so war sie auch durch ein Wort zu heilen. Man hatte die Ursache der Farbenerscheinung in der Brechung selbst gesucht; sie war es, welche diese Ur- Teile aus dem Licht entwickelte, denen man zu diesem Behuf eine verschiedene Brechbarkeit zuschrieb. Nun war aber bei gleicher Brechung diese Brechbarkeit sehr verschieden, und nun fasste man ein Wort auf, den Ausdruck Zerstreuung, und setzte hinter diese Brechung und Brechbarkeit noch eine von ihr unabhängige Zerstreuung und Zerstreubarkeit, welche im Hinterhalt auf Gelegenheit warten musste, sich zu manifestieren; und ein solches Flickwerk wurde in der wissenschaftlichen Welt, soviel mir bekannt geworden, ohne Widerspruch aufgenommen.

Das Wort Zerstreuung kommt schon in den ältesten Zeiten, wenn vom Licht die Rede ist, vor. Man kann es als einen Trival- Ausdruck ansehen, wenn man dasjenige, was man als Kraft betrachten sollte, materiell nimmt und das, was eine gehinderte, gemäßigte Kraft ist, als eine zerstückelte, zermalmte, zersplitterte ansieht.

Wenn ein blendendes Sonnenlicht gegen eine weiße Wand fällt, so wirkt es von dort nach allen entgegengesetzten Enden und Ecken zurück, mit mehr oder weniger geschwächter Kraft. Führt man aber mit einer gewaltsamen Feuerspritze eine Wassermasse gegen diese Wand, so wirkt diese Masse gleichfalls zurück, aber zerstiebend und in Millionen Teile sich zerstreuend. Aus einer solchen Vorstellungsart ist der Ausdruck Zerstreuung des Lichts entstanden.

Je mehr man das Licht als Materie, als Körper ansah, für desto passender hielt man diese Gleichnisrede. Grimaldi wird gar nicht fertig, das Licht zu zerstreuen, zu zerbrechen und zu zerreißen. Bei Rizzetti findet auch die Dispersion der Strahlen, mit denen er operiert, jedoch wider ihren Willen und zu ihrem höchsten Verdrusse statt. Newton, bei dem die Strahlen ja auch auseinander gebrochen werden, brauchte diesen und ähnliche Ausdrücke, aber nur diskursiv, als erläuternd, versinnlichend; und auf diese Weise wird jenes Wort herangetragen, bis es endlich in dem neu eintretenden unerwarteten Notfalle aufgeschnappt und zum Kunstworte gestempelt wird.

Mir sind nicht alle Dokumente dieses wichtigen Ereignisses zuhanden gekommen, daher ich nicht sagen kann, wer sich zuerst so ausgedrückt. Genug, dieses Kunstwort ward bald ohne Bedenken gebraucht und wird es noch, ohne dass irgend jemanden einfiele, wie durch jene große Entdeckung das Alte völlig verändert und aufgehoben worden. Man hat mit diesem Pflaster den Schaden zugedeckt; und wer in der Kürze einen eminenten Fall sehen will, wie man mit der größten Gemütsruhe und Behaglichkeit einen neuen Lappen auf ein altes Kleid flickt, der lese in den Anfangsgründen der Naturlehre von Johann Tobias Mayer die kurze Darstellung von der Theorie der Farben, besonders vergleiche man den 630. und 635. Paragraphen. Wäre dies ein alter Autor, so würden die Kritiker sich mit der größten Sorgfalt nach andern Codicibus umsehen, um solche Stellen, die gar keinen Sinn haben, mit Bedacht und Vorsicht zu emenieren.

Die Lehre mag sich indessen stellen, wie sie will, das Leben geht seinen Gang fort. Achromatische Fernröhre werden verfertigt, einzelne Männer und ganze Nationen auf die Eigenschaften der verschiedenen Glasarten aufmerksam. Claitault in Frankreich bedient sich der sogenannten Pierres de Stras statt des Flintglases, und die Entdeckung lag ganz nahe, dass der Bleikalk dem Glase jene Eigenschaft, die Farbensäume disproportionierlich gegen die Brechung zu verbreitern, mitteilen könne. Zeiher in Petersburg machte sich um die Sache

verdient. Was Boscovich und Steiner getan, um diese Angelegenheit theoretisch und praktisch zu fördern, bleibt unvergessen.
Le Baude erhielt in Frankreich 1773 den Preis für eine Glasart, die dem Flint nahe kam. Dufougerais hat zu unserer Zeit in seiner Manufaktur zu Mont- Cenis ein Glas verfertigt, wovon ein Prisma zu zehn Graden mit einem Prisma von Crownglas zu achtzehn Graden zusammengestellt, die Farbenerscheinung aufhebt.
Von dieser Glasart liegt noch eine große Masse vorrätig, und es ist zu wünschen, dass ein Teil derselben von den französischen Optikern zu Prismen von allen Winkeln genutzt und zum Besten der Wissenschaft in einen allgemeinen Handelsartikel verwandelt werde. Das weitere und Nähere, was diese wichtige Epoche betrifft, ist in Priestleys Geschichte der Optik nachzuschlagen wobei die Klügelschen Zusätze von großer Bedeutung sind. Übrigens ist Priestley, hier wie durchaus, mit Vorsicht zu lesen. Er kann die Erfahrung, er kann die großen, gegen Newton daraus entspringenden Resultate nicht leugnen, gibt aber ganz gewissenlos zu verstehen: Euler sei durch einen Wink Newtons angeregt worden, als wenn jemand auf etwas hinwinken könnte, was er aufs hartnäckigste leugnet, ja was noch schlimmer ist, von dessen Möglichkeit er gar keine Spur hat! Unset, in diesem Falle sowie in andern geradsinnige Klügel lässt es ihm auch nicht durchgehen, sondern macht in einer Note aufmerksam auf diese Unredlichkeit.

Joseph Priestley

The history and present state of discoveries relating to vision, light and colours, London 1772 in Quart.
Ohne diesem Werk sein Verdienst verkümmern oder ihm denjenigen Nutzen ableugnen zu wollen, den wir selbst daraus gezogen haben, sind wir doch genötigt auszusprechen, dass dadurch besonders die anbrüchige Newtonische Lehre wiederhergestellt worden. Der Verfasser braucht die eingeführten Phrasen wieder ruhig fort. Alles, was im Altertum und in der mittlern Zeit geschehen, wird für nichts geachtet. Newtons Versuche und Theorien werden mit großem Bombast ausgekramt. Die achromatische Entdeckung wird so vorgetragen, als sei jene Lehre dadurch nur ein wenig modifiziert worden. Alles kommt wieder ins gleiche, und der theoretische Schlendrian schleift sich wieder so hin.
Da man dieses Werk, genau betrachtet, gleichfalls mehr als Materialien denn als wirkliche Geschichtserzählung anzusehen hat, so verweisen wir übrigens unsere Leser gern darauf, weil wir auf manches, was dort ausführlich behandelt worden, nur im Vorbeigehen hingedeutet haben.

Paolo Frisi

Wir erwähnen hier dieses Mannes, ob er gleich erst später, 1778, eine Lobschrift auf Newton herausgegeben, um nur mit wenigem zu bemerken, dass immer noch die ältere Lehre, wie sie Newton vorgetragen, Desaguliers sie verteidigt, wie sie in die Schulen aufgenommen worden, ihre unbedingten Lobredner findet, selbst in der neuern Epoche, die ihren Untergang entschieden hätte herbeiführen müssen, wenn die Menschen, unter dem Druck einer beschränkten Gewohnheit hinlebend, zu einem neuen Aperçu Augen und Geist entschieden froh hinauf heben könnten.
Wird übrigens ein Muster verlangt, wie ein echter Newtonianer gedacht und gesprochen und sich die Sache vorgestellt, so kann diese übrigens sehr gut geschriebene und mit heiterem Enthusiasmus vorgetragene Lobschrift zur Hand genommen und beherzigt werden.

Georg Simon Klügel

Die Lehre von der Achromasie war wie ein fruchtbarer und unzerstörlicher Same über das Feld der Wissenschaften ausgestreut. So manches davon auch unter die Schuldornen fiel, um daselbst zu ersticken, so manches davon auch von den immer geschäftigen theoretisch-kritischen Vögeln aufgepickt und verschluckt wurde, so manches davon das Schicksal hatte, auf dem platten Wege der Gemeinheit zertreten zu werden: so konnte es doch nicht fehlen, dass in guten und tragbaren Boden ein Teil treulich aufgenommen ward und, wo nicht gleich Frucht trug, doch wenigstens im stillen keimte.
So haben wir oft genug unsern redlichen Landsmann Klügel bewundert und gelobt, wenn wir sein Verfahren bei Übersetzung und Supplierung der Priestleyschen Optik mit Ruhe beobachteten. Überall vernimmt man leise Warnungen, vielleicht zu leise, als dass sie hätten können gehört werden. Klügel wiederholt bescheiden und oft, dass alle theoretische Enunziationen nur Gleichnisreden seien. Er deutet an, dass wir nur den Widerschein und nicht das Wesen der Dinge sehen. Er bemerkt, dass die Newtonische Theorie durch die achromatische Erfindung wohl gar aufgehoben sein könnte.
Wenn es uns nicht ziemt, von seinem Hauptverdienste, das außer unserm Gesichtskreise liegt, zu sprechen, so geben wir um so lieber ihm das Zeugnis eines vielleicht noch seltneren Verdienstes, dass ein Mann wie er, von so viel mathematischer Gewandtheit, dem Wissenschaft und Erfahrung in solcher Breite zu Gebote standen, dass dieser eine vorurteilsfreie verständige Übersicht dergestalt walten ließ, dass seine wissenschaftlichen Behandlungen, sicher, ohne dogmatisch, warnend, ohne skeptisch zu sein, uns mit dem Vergangenen bekannt machen, das Gegenwärtige wohl einprägen, ohne den Blick für die Zukunft zu verschließen.

Übergang

Die Newtonische Schule mochte sich indessen gebärden, wie sie wollte. Es war nun so oft von vielen bedeutenden Männern, in so vielen Schriften, welche gleichsam jeden Tag wirksam waren (denn die Sache wurde lebhaft betrieben), es war ausgesprochen worden, dass Newton sich in einem Hauptpunkte geirrt habe, und mehr als alle Worte sprachen dies die dioptrischen Fernröhre auf Sternwarten und Mastbäumen, in den Händen der Forscher und der Privatleute, immer lauter und unwidersprechlicher aus.
Der Mensch, wir haben schon früher darauf appuyiert, unterwirft sich ebenso gern der Autorität, als er sich derselben entzieht; es kommt bloß auf die Epochen an, die ihn zu dem einen oder dem andern veranlassen. In der gegenwärtigen Epoche der Farbenlehre erhielten nunmehr jüngere, geistreichere, ernst und treu gesinnte Menschen eine gewisse Halbfreiheit, die, weil sie keinen Punkt der Vereinigung vor sich sah, einen jeden auf sich selbst zurückwies, eines jeden eigne Ansichten, Lieblingsmeinungen, Grillen hervorrief, und so zwar manchem Guten förderlich war, dagegen aber auch eine Art von Anarchie weissagte und vorbereitete, welche in unsern Tagen völlig erschienen ist.
Was einzelne getan, die Natur der Farbe auf diese oder jene weise mehr zu ergründen und zu erklären, ohne auf die Newtonische Lehre besonders Rücksicht zu nehmen, ist jetzt die Hauptaufgabe unsers fernern Vortrags. Wir nehmen mit, was wir sonst noch auf unserm Wege finden, lassen aber dazwischen manches einzelne liegen, welches nicht frommt und fördert.

C. F. G. Westfeld

Die Erzeugung der Farben, eine Hypothese. Göttingen 1767.
Dieser einzelne Bogen verdiente wohl, wenn man eine Anzahl kleiner, auf die Farbenlehre bezüglicher, sich verlierender Schriften sammeln und der Vergessenheit entziehen wollte, mit abgedruckt zu werden.
Des Verfassers Vortrag ist zwar nicht luminos, und weil er sich gleich in Kontrovers verwickelt, keineswegs erfreulich; doch ist seine Überzeugung guter Art. Erst drückt er sie im allgemeinen folgendermaßen aus: »Die Verschiedenheit der Farben ist nur eine Verschiedenheit der Bewegung in den nervigen Fasern der Netzhaut«; dann aber tritt er der Sache näher und schreibt die Farbenwirkung aufs Auge einer mehr oder minder erregten Wärme auf der Netzhaut zu.
Mit einer vergnüglichen Zufriedenheit sehen wir dasjenige geahndet und vorbereitet, was später von Herscheln entdeckt und zu unserer Zeit weiter ausgeführt worden. Wir wollen ihn selbst hören:
"Das Licht ist ein ausgedehntes Feuer, das man nur in einen engen Raum zusammendrängen darf, um sich von der Heftigkeit seiner Wirkungen zu überführen. Die Netzhaut des Auges hat die natürliche Wärme des Körpers. Die Lichtstrahlen, die auf sie fallen, müssen ihre natürliche Wärme vermehren und ihre Fasern desto mehr ausdehnen, je dichter sie sind. Diese Verschiedenheit der Ausdehnung der nervigen Fasern muss eine verschiedene Empfindung in der Seele hervorbringen, und diese verschiedenen Empfindungen nennen wir Farben. Mit den Empfindungen, wenn sie zu heftig sind, ist bisweilen ein gewisses Gefühl verbunden, das wir Schmerz heißen. Wenn die Lichtstrahlen solche Empfindungen erregen, so haben sie einen zu heftigen Grad der Ausdehnung hervorgebracht. Die Empfindungen, die wir Farben nennen, müssen von einem geringern Grade der Ausdehnung herführen, und unter diesen ist die heftigste Empfindung gelbe Farbe, weniger heftige die rote, grüne, blaue Farbe."
"Ein einzelner Lichtstrahl dehnt die Stelle der Netzhaut, auf die er fällt, so aus, dass dadurch die Empfindung in der Seele entsteht, die wir gelbe Farbe nennen. Man zerlege diesen Lichtstrahl durch das Prisma in sieben Teile, wovon einer immer dichter ist als der andere, so werden diese sieben Teile, nach Verhältnis ihrer Dichtigkeit, verschiedene Ausdehnungen erzeugen, wovon wir jede mit einem eigenen Namen belegen. Schwarze Körper saugen die meisten Lichtstrahlen ein; folglich bringen sie auch die geringste Ausdehnung auf der Netzhaut hervor; violette etwas mehr, und dies steigt bis zu den gelben und weißen Körpern, die, weil sie am dichtesten sind, die meisten Lichtstrahlen zurückwerfen und dadurch die heftigste Ausdehnung auf der Netzhaut erregen."
"Man merke es wohl, was wir vorhin gesagt haben, dass die natürliche Wärme der Netzhaut vermehrt werden muss, wenn wir Farben sehen, oder überhaupt, wenn wir sehen sollen. So können wir lange in einem warmen finstern Zimmer sein, worinnen wir durch die Wärme nicht sehen. Der ganze Körper empfindet in diesem Falle, und deswegen lassen sich die Empfindungen an einzelnen Teilen nicht unterscheiden. Wir sehen im Winter bei einer heftigen Kälte gefärbte und ungefärbte Körper, weil sie Lichtstrahlen in unser Auge werfen und dadurch eine größere Wärme oder größere Ausdehnung erregen."
"Die Dichtigkeit der Lichtstrahlen, die die gelbe oder weiße Farbe in uns erzeugt, kann sehr verschieden sein, ohne dass sie eine andere Farbe hervorbringt. Das Licht, das in der Nähe gelb brennt, brennt auch noch in einer großen Entfernung so. Kreide sieht in der Nähe und in der Ferne weiß aus. Ganz anders verhält es sich mit den Farben, die von einer viel mindern Dichtigkeit der Lichtstrahlen entstehen: diese werden schon in einer kleinen Entfernung schwarz."
"Ich sehe nicht, wie ein Newtonianer verantworten kann dass Körper von schwachen Farben in der Entfernung schwarz zu sein scheinen. Wenn sie zum Beispiel nur die blauen Lichtteilchen zurückwerfen, warum bleiben denn diese auf der entfernten Netzhaut nicht ebensowohl blaue Lichtteilchen als auf der nahen? Es ist ja nicht wie mit dem Geschmacke eines Salzes, das man mit zu vielem Wasser verdünnt hat. Die blauen Lichtteilchen werden auch in der Entfernung mit nichts vermischt, das ihre Wirkungen verändern könnte. Sie gehen zwar

durch die Atmosphäre, die voll fremder Körper und anderer Farbeteilchen ist, aber sie leiden doch dadurch keine Veränderung."
"Die scheinbaren Farben lassen sich aus dieser Hypothese noch leichter als aus den übrigen erklären. Wenn die Netzhaut, indem das Auge lange in das Licht sah oder einen andern gefärbten Körper einige Zeit betrachtete, nach Verhältnis der Dichtigkeit der empfangenen Lichtstrahlen erwärmt wurde, so konnte sich diese Wärme nur nach und nach verlieren. So wird ein warmes Metall nicht auf einmal kalt. Mit der Fortdauer der Wärme dauerte die Ausdehnung fort, und folglich die Farben, die allmählich, sowie sich die Wärme verlor, in andere Farben übergingen."
"Ich mag diese Hypothese jetzt nicht weitläuftiger ausführen, und deswegen will ich nur noch das Wahre derselben, von dem Wahrscheinlichen abgesondert, heraussetzen. Wahr ist es: ´dass die Lichtstrahlen, so einfach sie auch sein mögen, Wärme und Ausdehnung auf der Netzhaut hervorbringen müssen´, dass die Seele diese Ausdehnung empfinden muss. Denn man erkläre auch die Farben, wie man will, so muss man mir doch allezeit zugeben, dass das, was zum Beispiel die blaue Farbe erzeugt, nicht heftiger wirken kann, als die Wärme eines solchen blauen Lichtteilchens wirkt."
Hätte Westfeld statt des Mehr und Minder, wodurch doch immer nur eine Abstufung ausgedrückt wird, von der man nicht weiß, wo sie anfangen und wo sie aufhören soll, seine Meinung als Gegensatz ausgesprochen und die Farbenwirkungen als erwärmend und erkältend angenommen, so dass die von der einen Seite die natürliche Wärme der Retina erhöhen, die von der andern sie vermindern, so wäre nach ihm diese Ansicht nicht viel mehr zu erweitern gewesen. Sie gehört in das Kapitel von der Wirkung farbiger Beleuchtung, wo wir teils das Nötige schon angegeben haben, teils werden wir das allenfalls Erforderliche künftig supplieren.

Guyot

Nouvelles Récréations physiques et mathématiques, à Paris, 1769 - 70. 4 Bände in 8.
Man kann nicht genug wiederholen, dass eine Theorie sich nicht besser bewährt, als wenn sie dem Praktiker sein Urteil erleichtert und seine Anwendungen fördert. Bei der Newtonischen ist gerade das Gegenteil; sie steht jedem im Wege, der mit Farben irgend etwas beginnen will; und dies ist auch hier der Fall, bei einem Manne, der sich unter andern physischen Erscheinungen und Kräften auch der Farben zu mancherlei Kunststücken und Erheiterungen bedienen will.
Er findet bald, dass er, um alle Farben hervorzubringen, nur drei Hauptfarben bedarf, die er also auch wohl Ur- und Grundfarben nennen mag. Er bringt diese in helleren, sich nach und nach verdunkelnden Reihen auf durchscheinendes, über Quadratrahmen gespanntes Papier, bedient sich dieser erst einzeln, nachher aber dergestalt miteinander verbunden, dass die hellern und dunkleren Streifen übers Kreuz zu stehen kommen; und so entspringen wirklich alle Farbenschattierungen, sowohl in Absicht auf Mischung als auf Erhellung und Verdunkelung, zu welchem letztern Zwecke er jedoch noch eine besondere Vorrichtung macht. Sich dieser Rahmen zu bedienen, verfertigt er ein Kästchen, worein sie passen, wovon die eine Seite ganz offen und nach der Sonne gerichtet ist, die andere aber mit einer hinreichenden Öffnung versehen, dass man die gefärbten Flächen überschauen könne. Bei diesen Operationen, die so einfach sind, und eben weil sie so einfach sind, steht ihm die Newtonische Theorie im Wege, worüber er sich, zwar mit vorhergeschickten Protestationen, dass er dem scharfsinnigen und kuriosen System keineswegs zu widersprechen wage, folgendermaßen äußert:
"Die Wirkung, welche von diesen gefärbten durchscheinenden Papieren hervorgebracht wird, scheint nicht mit dem gegenwärtigen System von der Bildung der Farben überein zustimmen. Denn das Papier, worauf man zum Beispiel die blaue Farbe angebracht hat, wirft die blauen Strahlen zurück, wenn man es durch die große Öffnung des Kastens betrachtet,

indes die andere geschlossen ist. Schaut man aber durch die kleinere, indes die größere gegen die Sonne gewendet ist, so erblickt man durch das Papier hindurch eben dieselben blauen Strahlen. Dieses aber wäre, dem System nach, ein Widerspruch, weil ja dasselbe Papier dieselben Strahlen zurückwirft und durchlässt. Man kann auch nicht sagen, das Papier werfe nur einen Teil zurück und lasse den andern durchgehen: denn bei dieser Voraussetzung müsste das Papier, indem es nur einen Teil der blauen Strahlen durch ließe, die Kraft haben, alle übrigen zu verschlingen, da man doch, wenn man den gelben Rahmen hinter den blauen stellt, nichts sieht als grüne Strahlen, welche vielmehr der blaue Rahmen verschlingen sollte. Ja man dürfte gar keine Farbe sehen: denn die einzigen blauen Strahlen, welche durch den blauen Rahmen durchzugehen imstande sind, müssten ja durch den zweiten Rahmen verschluckt werden, der nur die gelben durchlässt. Dieselbe Betrachtung kann man bei allen übrigen Farben machen, welche durch die verschiedenen Stellungen dieser farbigen Rahmen hervorgebracht werden."
Und so hat auch dieser verständige, im kleinen tätige Mann nach seiner Weise und auf seinem Wege die Absurdität des Newtonischen Systems eingesehen und ausgesprochen; abermals ein Franzos, der gleichfalls die umsichtige Klugheit und Gewandtheit seiner Nation beurkundet.

Mauclerc

Traité des Couleurs et Vernis, à Paris 1773.
Die Farbenkörper haben gegeneinander nicht gleichen Gehalt, und das Gelbe sei ausgiebiger als das Blaue, so dass, wenn man ihre Wirkung miteinander ins Gleichgewicht zu einem Grün setzen wolle, man drei Teile Blau gegen zwei Teile Gelb nehmen müsse. So sei auch das hohe Rot stärker als das Blaue, und man müsse fünf Teile Blau gegen vier Teile Rot nehmen, wenn das Gemisch gerade in die Mitte von beiden fallen solle.

Marat

Découvertes sur le Feu, l'électricité et la lumière, a Paris 1779. 8vo.
Découvertes sur la Lumière, a Londres et à Paris 1780. 8vo.
Notions élémentaires d'Optique, à Paris 1784. 8vo.
Ohne uns auf die große Anzahl Versuche einzulassen, worauf Marat seine Überzeugungen gründet, kann es hier bloß unsere Absicht sein, den Gang, den er genommen, anzudeuten. Die erste Schrift liefert umständliche Untersuchungen über das, was er feuriges Fluidum, fluide igné, nennt. Er bringt nämlich brennende, glühende, erhitzte Körper in das Sonnenlicht und beobachtet den Schatten ihrer Ausflüsse und was sonst bei dieser Gelegenheit sichtbar wird.
Da er sich nun das Vorgehende noch deutlicher machen will, so bedient er sich in einer dunklen Kammer des Objektivs von einem Sonnenmikroskop und bemerkt dadurch genauer die Schatten der Körper, der Dünste, die verschiedenen Bewegungen und Abstufungen. Den Übergang zu dem, was uns eigentlich interessiert, werden wir hier gleich gewahr, und da er auch erkaltende, ja kalte Körper auf diese Weise beobachtet, so findet er, dass auch etwas Eignes um sie vorgeht. Er bemerkt Schatten und Lichtstreifen, hellere und dunklere Linien, welche das Schattenbild des Körpers begleiten.
War die feurige Flüssigkeit bei jenen ersten Versuchen aus dem Körper herausdringend sichtbar geworden, so wird ihm nunmehr eine Eigenschaft des Lichtes anschaulich, welche darin bestehen soll, dass es sich von den Körpern anziehen lässt, indem es an ihnen vorbeigeht. Er beobachtet die Phänomene genau und will finden, dass diese Anziehung, woraus jene von Grimaldi früher schon sogenannte Beugung entsteht, nach der verschiedenen Na-

tur der Körper verschieden sei. Er beobachtet und misst die Stärke dieser Anziehungskräfte, und wie weit sich die Atmosphäre dieser Anziehung erstrecken möchte.
Bei dieser Gelegenheit bemerkt er jene uns auch schon bekannten Farbensäume. Er findet nur zwei Farben, die blaue und die gelbe, an welche beiden sich die dritte, die rote, nur anschließend sehen lässt.
Das Licht ist nun einmal angezogen, es ist von seinem Wege abgelenkt; dies deutet ihm gleichfalls auf die Eigenschaft eines Fluidums. Er verharrt auf dem alten Begriff der Dekomposition des Lichtes in farbige Lichtteile; aber diese sind ihm weder fünf, noch sieben, noch unzählige, sondern nur zwei, höchstens drei.
Da er nun bei diesen Versuchen, welche wir die paroptischen nannten, auch wie bei jenen, die feurige Flüssigkeit betreffenden, das Objektivglas eines Sonnenmikroskops anwendet, so verbinden sich ihm die dioptrischen Erfahrungen der zweiten Klasse, die Refraktionsfälle, sogleich mit den paroptischen, deren Verwandtschaft freilich nicht abzuleugnen ist, und er widerspricht also von dieser Seite der Newtonischen Lehre, indem er ungefähr diejenigen Versuche aufführt, die auch wir und andere vorgelegt haben. Er spricht entschieden aus, dass die Farbenerscheinung nur an den Rändern entspringe, dass sie nur in einem einfachen Gegensatz entstehe, dass man das Licht hin und wider brechen könne, soviel man wolle, ohne dass eine Farbenerscheinung stattfinde. Und wenn er auch zugesteht, dass das Licht dekomponiert werde, so behauptet er steif und fest: es werde nur auf dem paroptischen Wege durch die sogenannte Beugung de komponiert, und die Refraktion wirke weiter nichts dabei, als dass sie die Erscheinung eminent mache.
Er operiert nunmehr mit Versuchen und Argumenten gegen die diverse Refrangibilität, um seiner diversen Inflexibilität das erwünschte Ansehen zu verschaffen; sodann fügt er noch einiges über die gefärbten Schatten hinzu, welches gleichfalls seine Aufmerksamkeit und Sagazität verrät, und verspricht, diese und verwandte Materien weiter durchzuarbeiten.
Wer unserm Entwurf der Farbenlehre und dem historischen Faden unserer Bemühung gefolgt ist, wird selbst übersehen, in welchem Verhältnis gegen diesen Forscher wir uns befinden. Paroptische Farben sind, nach unserer eigenen Überzeugung, ganz nahe mit den bei der Refraktion erscheinenden verwandt (E. 415) - Ob man jedoch, wie wir glaubten, diese Phänomene allein aus dem Doppelschatten herleiten könne, oder ob man zu geheimnisvolleren Wirkungen des Lichtes und der Körper seine Zuflucht nehmen müsse, um diese Phänomene zu erklären, lassen wir gern unentschieden, da für uns und andere in diesem Fache noch manches zu tun übrig bleibt.
Wir bemerken nur noch, dass wir die paroptischen Fälle mit den Refraktionsfällen zwar verwandt, aber nicht identisch halten. Marat hingegen, der sie völlig identifizieren will, findet zwar bei den objektiven Versuchen, wenn das Sonnenbild durchs Prisma geht, ziemlich seine Rechnung; allein bei subjektiven Versuchen, wo sich nicht denken lässt, dass das Licht an der Grenze eines auf einer flachen Tafel aufgetragenen Bildes hergehe, muss er sich freilich wunderlich gebärden, um auch hier eine Beugung zu erzwingen. Es ist merkwürdig genug, dass den Newtonianern bei ihrem Verfahren die subjektiven Versuche gleichfalls im Wege sind.
Wie wenig Gunst die Maratischen Bemühungen bei den Naturforschern, besonders bei der Akademie, fanden, lässt sich denken, da er die hergebrachte Lehre, ob er gleich ihr letztes Resultat, die Dekomposition des Lichtes, zugab, auf dem Wege, den sie dahin genommen, so entschieden angriff. Das Gutachten der Kommissarien ist als ein Muster anzusehen, wie grimassierend ein böser Wille sich gebärdet, um etwas, das sich nicht ganz verneinen lässt, wenigstens zu beseitigen.
Was uns betrifft, so halten wir dafür, dass Marat mit viel Scharfsinn und Beobachtungsgabe die Lehre der Farben, welche bei der Refraktion und sogenannten Inflexion entstehen, auf einen sehr zarten Punkt geführt habe, der noch fernerer Untersuchung wert ist und von dessen Aufklärung wir einen wahren Zuwachs der Farbenlehre zu hoffen haben.
Schließlich bemerken wir noch, dass die beiden letztern oben benannten Schriften, welche uns eigentlich interessieren, gewissermaßen gleichlautend sind, indem die zweite nur als

eine Redaktion und Epitome der ersten angesehen werden kann, welche von Christ. Ehrenfried Weigel ins Deutsche übersetzt, und mit Anmerkungen begleitet, Leipzig 1733 herausgekommen ist.

H. F. T.

Observations sur les ombres colorées, à Paris 1782.
Dieser, übrigens soviel wir wissen unbekannt gebliebene, Verfasser macht eine eigene und artige Erscheinung in der Geschichte der Wissenschaft. Ohne mit der Naturlehre überhaupt, oder auch nur mit diesem besondern Kapitel des Lichts und der Farben bekannt zu sein, fallen ihm die farbigen Schatten auf, die er denn, da er sie einmal bemerkt hat, überall gewahr wird. Mit ruhigem und geduldigen Anteil beobachtet er die mancherlei Fälle, in welchen sie erscheinen, und ordnet zuletzt in diesem Buche zweiundneunzig Erfahrungen, durch welche er der Natur dieser Erscheinungen näher zu kommen denkt. Allein alle diese Erfahrungen und sogenannten Expériences sind immer nur beobachtete Fälle, durch deren Anhäufung die Beantwortung der Frage immer mehr ins Weite gespielt wird. Der Verfasser hat keineswegs die Gabe, mehreren Fällen ihr Gemeinsames abzulernen, sie ins Enge zu bringen und in bequeme Versuche zusammenzufassen. Da dieses letztere von uns geleistet ist (E. 62 - 80), so lässt sich nunmehr auch leichter übersehen, was der Verfasser eigentlich mit Augen geschaut und wie er sich die Erscheinungen ausgelegt hat.
Bei der Seltenheit des Buches halten wir es für wohlgetan, einen kurzen Auszug davon, nach den Rubriken der Kapitel, zu geben.
Einleitung. Historische Nachricht, was Leonardo da Vinci, Buffon, Millot und Nollet über die farbigen Schatten hinterlassen.

Erster Teil. Was nötig sei, um farbige Schatten hervorzubringen. Nämlich zwei Lichter, oder Licht von zwei Seiten; sodann eine entschiedene Proportion der beiderseitigen Helligkeit.
Zweiter Teil. Von den verschiedenen Mitteln, farbige Schatten hervorzubringen, und von der Verschiedenheit ihrer Farben.
I. von farbigen Schatten, welche durch das direkte Licht der Sonne hervorgebracht werden. Hier werden sowohl die Schatten bei Untergang der Sonne als bei gemäßigtem Licht den Tag über beobachtet.
II. Farbige Schatten, durch den Widerschein des Sonnenlichtes hervorgebracht. Hier werden Spiegel, Mauern und andere, Licht zurückwerfende Gegenstände mit in die Erfahrung gezogen.
III. Farbige Schatten, durch das Licht der Atmosphäre hervorgebracht und erleuchtet durch die Sonne. Es werden diese seltener gesehen, weil das Sonnenlicht sehr schwach werden muss, um den von der Atmosphäre hervorgebrachten Schatten nicht völlig aufzuheben. Sie kommen daher gewöhnlich nur dann vor, wenn die Sonne schon zum Teil unter den Horizont gesunken ist.
IV. Farbige Schatten, durch das Licht der Atmosphäre allein hervorgebracht. Es muss, wo nicht von zwei Seiten, doch wenigstens übers Kreuz fallen. Diese Versuche sind eigentlich nur in Zimmern anzustellen.
V. Farbige Schatten, hervorgebracht durch künstliche Lichter. Hier bedient sich der Verfasser zweier oder mehrerer Kerzen, die er sodann mit dem Kaminfeuer in Verhältnis bringt.
VI. Farbige Schatten, hervorgebracht durch das atmosphärische Licht und ein künstliches. Dieses sind die bekanntesten Versuche mit der Kerze und dem Tageslicht, unter den mannigfaltigsten empirischen Bedingungen angestellt.
VII. Farbige Schatten, hervorgebracht durch den Mondenschein und ein künstliches Licht. Dieses ist ohne Frage die schönste und eminenteste von allen Erfahrungen.
Dritter Teil. Von der Ursache der verschiedenen Farben der Schatten. Nachdem er im Vorhergehenden das obige Erfordernis eines Doppellichtes und ein gewisses Verhältnis der

beiderseitigen Helligkeit nunmehr völlig außer Zweifel gesetzt zu haben glaubt, so scheint ihm beim weitern Fortschritt besonders bedenklich, warum dasselbe Gegenlicht nicht immer die Schatten gleich färbe.

I. Vom Licht und den Farben. Er hält sich vor allen Dingen an die Newtonische Lehre, kann jedoch seine farbigen Schatten nicht mit der Refraktion verbinden. Er muss sie in der Reflexion suchen, weiß aber doch nicht recht, wie er sich gebärden soll.
Er kommt auf Gauthiers System, welches ihn mehr zu begünstigen scheint, weil hier die Farben aus Licht und Schatten zusammengesetzt werden. Er gibt auch einen ziemlich umständlichen Auszug; aber auch diese Lehre will ihm so wenig als die Newtonische genügen, die farbigen Schatten zu erklären.
II. Von verschiedenen Arten der farbigen Schatten. Er bemerkt, dass diese Erscheinungen sich nicht gleich sind, indem man den einen eine gewisse Wirklichkeit, den andern nur eine gewisse Apparenz zuschreiben könne. Allein er kann sich doch, weil ihm das Wort des Rätsels fehlt, aus der Sache nicht finden. Dass die roten Schatten von der untergehenden Sonne und den sie begleitenden Wolken herkommen, ist auffallend; aber warum verwandelt sich der entgegengesetzte Schatten bei dieser Gelegenheit, aus dem Blauen ins Grüne? Dass diese Farben, wenn die Schatten auf einen wirklich gefärbten Grund geworfen werden, sich nach demselben modifizieren und mischen, zeigt er umständlich.
III. Über die Farbe der Luft. Enthält die konfusen und dunkeln Meinungen der Naturforscher über ein so leicht zu erklärendes Phänomen (E. 151).
IV. Bemerkungen über die Hervorbringung der farbigen Schatten. Die Bedenklichkeiten und Schwierigkeiten, auf diesem Wege die farbigen Schatten zu erklären, vermehren sich nur. Der Verfasser nähert sich jedoch dem Rechten, indem er folgert: die Farben dieser Schatten sei man sowohl dem Lichte schuldig, welches den Schatten verursacht, als demjenigen, das ihn erleuchtet.
Der Verfasser beobachtet so genau und wendet die Sache so oft hin und wider, dass er immer sogleich auf Widersprüche stößt, sobald er einmal etwas festgesetzt hat. Er sieht wohl, dass das früher von ihm aufgestellte Erfordernis einer gewissen Proportion der Lichter gegeneinander nicht hinreicht; er sucht es nun in gewissen Eigenschaften der leuchtenden Körper, besonders der Flammen, und berührt auch den Umstand, dass verschiedene Lichter nicht einerlei gleiche Farben verbreiten.
V. Beobachtungen über die Ursachen der verschiedenen Schattenfarben. Er vermannigfaltigt die Versuche abermals, besonders um zu erkennen, auf welchem Wege eine Schattenfarbe in die andere übergeht, und ob dieser Übergang nach einer gewissen Ordnung geschehe. Dabei beharrt er immer auf dem Begriff von der verschiedenen Intensität des Lichts und sucht sich damit durchzuhelfen, ob es gleich nur kümmerlich gelingt. Und weil er durchaus redlich zu Werke geht, begegnen ihm immer neue Widersprüche, die er eingesteht und dann wieder mit dem, was er schon festgesetzt, zu vereinigen sucht. Seine letzten Resultate sind folgende:
Farbige Schatten entspringen:
1. durch das stärkere oder schwächere Licht, das die Schatten empfangen.
2. durch die größere oder geringere Klarheit des Lichts, welches die Schatten hervorbringt.
3. durch die größere oder kleinere Entfernung der Lichter von den Schatten.
4. von der größern oder geringern Entfernung der schattenwerfenden Körper von dem Grunde, der sie empfängt.
5. von der größern oder geringern Inzidenz, sowohl der Schatten als des Lichtes, das sie erleuchtet, gegen den Grund, der sie aufnimmt.
6. Man könnte noch sagen von der Farbe des Grundes, welcher die Schatten aufnimmt.
Auf diese Weise beschließt der Verfasser seine Arbeit, die ich um so besser beurteilen kann, als ich, ohne seine Bemühungen zu kennen, früher auf demselbigen Wege gewesen; aus welcher Zeit ich noch eine kleine in diesem Sinne geschriebene Abhandlung besitze. An Gewissenhaftigkeit und Genauigkeit fehlt es diesem ruhig teilnehmenden Beobachter

nicht. Die geringsten Umstände zeigt er an: das Jahr, die Jahreszeit, den Tag, die Stunde; die Höhen der himmlischen, die Stellung der künstlichen Lichter; die größere oder geringere Klarheit der Atmosphäre; Entfernung und alle Arten von Bezug; aber gerade die Hauptsache bleibt ihm verborgen, dass das eine Licht den weißen Grund, worauf es fällt und den Schatten projiziert einigermaßen färben müsse. So entgeht ihm, dass die sinkende Sonne das Papier gelb und sodann rot färbt, wodurch im ersten Fall der blaue, sodann der grüne Schatten entsteht. Ihm entgeht, dass bei einem von Mauern zurückstrahlenden Lichte leicht ein gelblicher Schein auf einen weißen Grund geworfen und daselbst ein violetter Schatten erzeugt wird; dass die dem Tageslicht entgegengesetzte Kerze dem Papier gleichfalls einen gelblich roten Schein mitteilt, wodurch der blaue Schatten gefordert wird. Er übersieht, dass wenn er ein atmosphärisches Licht von zwei Seiten in sein Zimmer fallen lässt, von einem benachbarten Hause abermals ein gelblicher Schein sich hereinmischen kann. So darf, selbst wenn bei Nachtzeit mit zwei Kerzen operiert wird, die eine nur näher als die andere an einer gelblichen Wand stehen. So ist ein Kaminfeuer nicht sowohl stärker und mächtiger als eine Kerze, sondern es bringt, besonders wenn viele glühende Kohlen sich dabei befinden, sogar einen roten Schein hervor; deswegen, wie beim Untergang der Sonne, leicht grüne Schatten entstehen. Das Mondlicht färbt jede weiße Fläche mit einem entschieden gelben Schein; und so entspringen alle die Widersprüche, die dem Verfasser begegnen, bloß daher, dass er die Nebenumstände aufs genaueste beachtet, ohne dass ihm die Hauptbedingung deutlich geworden wäre.

Dass indessen schwach wirkende Lichter selbst schon als farbig und färbend anzusehen, darauf haben wir auch schon hingedeutet (E. 81 ff.). Dass sich also, in einem gewissen Sinne, die mehr oder mindere Intensität des Lichts an die Erscheinung der farbigen Schatten anschließe, wollen wir nicht in Abrede sein; nur wirkt sie nicht als eine solche, sondern als eine gefärbte und färbende. Wie man denn überhaupt das Schattenhafte und Schattenverwandte der Farbe, unter welchen Bedingungen sie auch erscheinen mag, hier recht zu beherzigen abermals aufgefordert wird.

Diego de Carvalho e Sampayo

Tratado das Cores. Malta, 1787.
Dissertação sobre as cores primitivas. 1788. Diesem ist beigefügt:
Breve Tratado sobre a composição artificial das cores.
Elementos de agricultura. Madrid, 1790. 1791.
Memoria sobre a formação natural das Cores. Madrid, 1791.

Der Verfasser, ein Malteserritter, wird zufälligerweise auf die Betrachtung farbiger Schatten geleitet. Nach wenigen Beobachtungen eilt er gleich zu einer Art Theorie und sucht sich von derselben durch mehrere Versuche zu überzeugen. Seine Erfahrungen und Gesinnungen finden sich in den vier ersten oben benannten Schriften aufgezeichnet und in der letzten epitomiert. Wir ziehen sie noch mehr ins Enge zusammen, um unsern Lesern einen Begriff von diesen zwar redlichen, doch seltsamen und unzulänglichen Bemühungen zu geben.

Theoretische Grundsätze

"Die Farben manifestieren und formieren sich durchs Licht. Das Licht, welches von leuchtenden Körpern ausfließt oder das von dunklen Körpern zurückstrahlt, enthält die nämlichen Farben und produziert ebendieselben Phänomene. Die Lebhaftigkeit des Lichts ist ebenso zerstörend für die Farben als die Tiefe des Schattens. Bei einem Mittellicht erscheinen und bilden sich die Farben."

"Primitive Farben gibt es zwei: Rot und Grün. Blau und Gelb sind keine primitiven Farben. Schwarz ist eine positive Farbe, sie entsteht aus Rot und Grün. Weiß ist eine positive Farbe und entsteht durch die äußerste Trennung der primitiven Farben, Rot und Grün."

Erfahrungen, die den Verfasser auf seine Theorie geleitet

"Der Anlass, Rot und Grün als primitive Farben anzunehmen und zu sehen, gab sich mir durch einen Zufall im Dezember 1788, zu Lamego. Ich kam in ein Zimmer und sah an der Wand grüne und rote Reflexe. Als ich das Licht suchte, welches dieselben hervorbrachte, fand ich, dass es von der Sonne kam, die durch das Fenster drang und auf die entgegengesetzte Wand und das grüne Tuch fiel, mit welchem ein Tisch bedeckt war. Dazwischen stand ein Stuhl, mit dessen Schatten die farbigen Reflexe von Rot und Grün zusammentrafen."

"Ich zog den Stuhl weg, dass kein Körper dazwischen stehen möchte, und sogleich verschwanden die Farben. Ich stellte mein spanisches Rohr, das ich in der Hand hatte, dazwischen, und sogleich bildeten sich dieselben Farben, und ich bemerkte, dass die rote Farbe mit der Zurückstrahlung des grünen Tuchs korrespondierte und die grüne mit dem Teile der Wand, auf welchen die Sonne fiel."

"Ich nahm das Tuch vom Tische, so dass die Sonne bloß auf die Wand fiel, und auch da verschwanden die Farben, und aus den dazwischen liegenden Körpern resultierte nur ein dunkler Schatten. Ich machte, dass die Sonne bloß auf das Tuch fiel, ohne auf die Wand zu fallen, und ebenfalls verschwanden die Farben, und aus den zwischenliegenden Körpern resultierte der dunkle Schatten, den das von der Wand reflektierende Licht hervorbrachte."

"Indem ich diese Experimente anstellte, beobachtete ich dass die Farben lebhafter erscheinen, wenn das Zimmer dunkel und die Reflexe stärker waren als das natürliche Licht und dass sie sogar endlich verschwanden, wenn das natürliche Licht, welches man durch Fenster oder Türe eingehen ließ, die Reflexe an Stärke übertraf."

"Bei der Wiederholung der Versuche stellte ich mich so, dass ein Teil der Sonne auf die weiße Wand fiel und ein anderer auf einen Teil meiner scharlachroten Malteseruniform, und indem ich die Reflexe der Wand beobachtete, sah ich sie nochmals rot und grün, so dass die grüne Farbe mit dem roten Reflex und die rote mit dem Lichte an der Wand korrespondierte."

"So oft ich diese Observationen machte, so oft ergaben sich die nämlichen Resultate. Es ergibt sich also, dass das Licht der Sonne eine achromatische Flüssigkeit ist, mit der Eigenschaft wie das Wasser, sich mit allen Farben färben zu können und dass in dieser Flüssigkeit einige farbige und sehr feine Teilchen schwimmen, welche, das Licht verschiedentlich färbend, durch Refraktion, Reflexion und Inflexion alle diejenigen Farben bilden, die wir auf den natürlichen Körpern und in dem gefärbten Lichte erblicken."

"Das Licht, als Element angesehen, ist kein einfacher Körper, sondern aus unter sich verschiedenen Prinzipien zusammengesetzt. Eine achromatische, höchst feine durchsichtige Flüssigkeit bildet seine Basis, und eine farbige, heterogene, dunkle Materie schwimmt beständig in dieser Flüssigkeit."

"Wenn nicht in dem Lichte eine achromatische Flüssigkeit existierte, so würde die Intensität der Farben des Lichts in jeder seiner Arten immer dieselbe sein; zum Beispiel das Rote würde immer dieselbe Stärke behalten, ohne sich zum Hellern diluieren oder zum Dunkleren konzentrieren zu können. Nun aber zeigt die Erfahrung, dass die Farben des Lichts sich konzentrieren und diluieren, ohne ihre Natur zu verändern; also folgt, dass in demselben Lichte eine achromatische Materie existieren muss, die dergleichen Modifikationen hervorzubringen vermögend ist."

"So muss auch die farbige Materie des Lichts nicht homogen sein: denn wäre sie bloß von einer Natur, zum Beispiel rot, so würde man in allen Körpern nichts mehr sehen als diese Farbe, hell oder dunkel, nach dem Grade der Intensität oder der Verdünnung des Lichts. Nun aber sieht man in den Körpern eine erstaunliche Mannigfaltigkeit verschiedener Farben, nicht nur der Intensität, sondern auch der Qualität nach; folglich ist die farbige Materie, welche in der achromatischen Flüssigkeit schwimmt, nicht homogen, sondern von verschiedenen Beschaffenheiten."

"Durch eine Reihe neuer und entschiedener Experimente, die von mir über das Licht gemacht worden, ist es hinlänglich bewiesen, dass es eine farbige Materie von zweierlei Art gebe: eine, die vermögend ist, in uns ein Gefühl der roten Farbe zu erwecken, und eine an-

dere, die ein Gefühl der grünen Farbe hervorbringen kann. Alle die andern Farben, die man im Lichte sieht, sind aus diesen beiden zusammengesetzt und sind anzusehen als bloße Resultate ihrer wechselseitigen Verbindung mit der achromatischen Materie zu einem Zustand von größerer oder kleinerer Dichtigkeit. Denn das Licht hat eine Kraft, sich zu konzentrieren, dass es einen Glanz und eine unerträgliche Stärke für das Gesichtsorgan erhält; und zugleich die Fähigkeit, sich so sehr zu verdünnen, dass es demselben Organ nicht mehr merklich ist und die Gegenstände nicht mehr sichtbar macht."
"Endlich ist die farbige Materie des Lichts von Natur dunkel, weil sie, indem sie sich vermittelst schicklicher Vorrichtungen verbindet, entweder den freien Durchgang der achromatischen Strahlen verhindert oder uns die Oberfläche der Gegenstände verdeckt, über welche sich diese farbige Materie verbreitet."

Versuche

Seine Vorrichtung ist nicht ungeschickt, farbige Schatten hervorzubringen. Er bereitet hohle Röhren, bespannt das eine Ende mit leichten seidenen Zeugen, teils weißen, teils von verschiedenen Farben. Diese bringt er in dem Laden einer Camera obscura dergestalt an, dass er auf eine entgegengestellte Tafel entweder sein achromatisches oder seine verschieden gefärbten Lichter hereinbringen kann. Dazwischen stellt er irgendeinen Körper, um einen einfachen oder Doppelschatten hervorzubringen. Da er seine seidenen Überzüge Objektive nennt, so wollen wir der Kürze wegen diesen Ausdruck beibehalten.
Ein weißes Objektiv gibt farbloses Licht und schwarzen Schatten.
Zwei weiße Objektive geben farbloses Licht und farblose Halbschatten.
Ein rotes und ein weißes Objektiv geben ein helles Licht und roten Schein, den er Reflex nennt, sodann rote und grüne Halbschatten.
Ein grünes und ein weißes Objektiv geben ein schwaches grünes Licht und sodann grüne und rote Halbschatten.
Ein rotes und ein grünes Objektiv geben ein verdunkeltes Licht, ohne einige Farbe, sodann rote und grüne Halbschatten.
So weit ist alles in der Ordnung. Nun verbindet er aber mit dem roten und grünen Objektiv noch ein weißes und will dadurch auf mancherlei Art Blau, Gelb, sowie Orange und Violett erhalten haben.
Nun fährt er fort, ein Objektiv von Orangefarbe und ein weißes zusammenzustellen. Er erhält ein schwaches Orange- Licht, sodann orange und blaue Schatten. Ein weißes und blaues Objektiv geben ihm ein schwachblaues Licht und blaue und gelbe Schatten. (Soll wohl rotgelbe heißen.) Ein gelbes und weißes Objektiv geben ihm ein hellgelbes Licht und gelbe und violette Schatten. Ein violettes und weißes Objektiv zusammen geben ihm nunmehr violette und grünliche Schatten.
Dieses Violett tat hier, wie man sieht, die Wirkung vom reinen Rot; der Verfasser glaubt aber hier wieder an dem Anfange zu sein, wo er ausgegangen ist. Anstatt jedoch die richtigen Erfahrungen, die ihm die Natur von dem Gegensatz der Farben darbot, zu beachten und weiter zu verfolgen, hielt er die geforderten Scheinfarben für reale, wirklich aus dem Licht hervorgelockte Farben, und getäuscht durch jenen mittleren Versuch, bei welchem ein nicht beachteter Nebenumstand, den wir jedoch zu entwickeln noch nicht Gelegenheit gehabt, eintreten mochte, bestand er auf seinem ersten wunderlichen Aperçu in Lamego, Rot und Grün, vielleicht seiner Malteseruniform und dem Teppich zu Ehren, als die einzigen Urfarben anzusprechen.
Seine Bemühungen sind redlich, seine Aufmerksamkeit genau und anhaltend. Er wird die dunkle Eigenschaft der Farbe gewahr, die Notwendigkeit eines farblosen Lichts zur Erscheinung der Farbe, und führt die sämtlichen Paare der sich fordernden Farben ganz richtig durch; nur übereilt er sich im Urteil und kommt so wenig als H. F. T. auf das Aperçu, dass die zweite Farbe eine physiologische sei.
Das letzte der oben benannten Werke, sehr schön auf 32 Seiten in klein Quart gedruckt, verdiente wohl ganz übersetzt und mit der ihm beigefügten Kupfertafel begleitet zu werden,

indem nur zweihundert Exemplare davon existieren, und alle aufrichtigen Versuche, zu dem Wahren zu gelangen, schätzbar und selbst die Missgriffe belehrend sind.

Robert Waring Darwin

On the Ocular Spectra of Light and Colours. Abgedruckt in den Philosophischen Transaktionen, Volum. 76. pag. 313, datiert vom November 1785. Nochmals abgedruckt in Erasmus Darwins Zoonomie.
Dieser Aufsatz von den Augengespenstern ist ohne Zweifel der ausführlichste unter allen, die erschienen sind, ob ihm gleich die oben angezeigte Schrift des Pater Scherffer an die Seite gestellt werden dürfte. Nach der Inhaltsanzeige folgt eine kurze Einleitung, welche eine Einteilung dieser Gespenster und einige Literarnotizen enthält. Die Überschriften und Summarien seiner Kapitel sind folgende:
1. Tätigkeit der Netzhaut beim Sehen.
2. Von Gespenstern aus Mangel von Empfindlichkeit.
Die Retina wird nicht so leicht durch geringere Reizung in Tätigkeit gesetzt, wenn sie kurz vorher eine stärkere erlitten.
3. Von Gespenstern aus Übermaß von Empfindlichkeit.
Die Retina wird leichter zur Tätigkeit erregt durch einen größern Reiz, wenn sie kurz vorbereinen geringern erfahren.
4. Von direkten Augengespenstern.
Eine Reizung über das natürliche Maß erregt die Retina zu einer krampfhaften Tätigkeit, welche in wenig Sekunden aufhört.
5. Ein Reiz, stärker als der letzterwähnte, erregt die Retina zu krampfhafter Tätigkeit, welche wechselweise sich verliert und wiederkehrt.
6. Von umgekehrten Augengespenstern.
Die Netzhaut, nachdem sie zur Tätigkeit durch einen Reiz aufgeregt worden, welcher abermals etwas größer ist als der letzterwähnte, fällt in eine entgegengesetzte krampfhafte Tätigkeit.
7. Die Netzhaut, nachdem sie zur Tätigkeit durch einen Reiz erregt worden, welcher abermals größer ist als der letzterwähnte, fällt in verschiedene aufeinander folgende krampfhafte Tätigkeiten.
8. Die Netzhaut, nachdem sie zur Tätigkeit durch einen Reiz erregt worden, der einigermaßen größer ist als der letzterwähnte, fällt in eine fixe krampfhafte Tätigkeit, welche mehrere Tage anhält.
9. Ein Reiz, größer als der vorhergehende, bringt eine temporäre Paralyse in dem Gesichtsorgan hervor.
10. Vermischte Bemerkungen. Hier bringt der Verfasser solche Beobachtungen an, welche aus einem ganz natürlichen Grunde zu den vorhergehenden nicht passen.
a) Von direkten und umgekehrten Gespenstern, die zu gleicher Zeit existieren. Von wechselseitigen direkten Gespenstern. Von einer Verbindung direkter und umgekehrter Gespenster. von einem gespensterhaften Hofe. Regeln, die Farben der Gespenster vorauszusagen.
b) Veränderlichkeit und Lebhaftigkeit der Gespenster durch fremdes Licht bewirkt.
c) Veränderlichkeit der Gespenster in Absicht auf Zahl, Gestalt und Nachlassen.
d) Veränderlichkeit der Gespenster in Absicht auf Glanz. Die Sichtbarkeit der Zirkulation des Blutes im Auge.
e) Veränderlichkeit der Gespenster in Absicht auf Deutlichkeit und Größe, mit einer neuen Art, die Gegenstände zu vergrößern.
f) Schluss.

Jedem, der diese Summarien und Rubriken mit einiger Aufmerksamkeit betrachtet, wird in die Augen fallen, was an dem Vortrag des Verfassers zu tadeln sei. Waring Darwin, wie sein

Bluts- oder Namensvetter, Erasmus Darwin, begehen, bei allem Verdienst einer heitern und sorgfältigen Beobachtung, den Fehler, dass sie als Ärzte alle Erscheinungen mehr pathologisch als physiologisch nehmen. Waring erkennt in seinem ersten Artikel, dass wohl alles Sehen von der Tätigkeit der Netzhaut abhängen möchte, und nimmt nun nicht etwa den naturgemäßen Weg, die Gesetze, wonach ein solches gesundes Organ wirkt und gegenwirkt, auszumitteln und zu bezeichnen, sondern er führt sie unter der künstlichen ärztlichen Form auf, wie sie sich gegen schwächere und stärkere Reize verhalten; welches in diesem Falle von geringer Bedeutung, ja in der Erfahrung, wie man aus seinen Rubriken wohl sehen kann, gar nicht zu bestimmen ist.

Wir haben den Gehalt dieser Abhandlung, sowie der übrigen uns bekannt gewordenen, gesondert und an der Natur selbst, zum Nachteil unsrer eigenen Augen, wiederholt geprüft und in unsrer Abteilung von physiologischen, nicht weniger in dem Anhang von pathologischen Farben die allgemeinen Umrisse zu ziehen gesucht, in welchen sich alles einschließt, die beste Ordnung auszufinden getrachtet, nach welcher sich die Phänomene darstellen und einsehen lassen.

Anstatt also den Darwinischen Aufsatz Artikel vor Artikel durchzugehen, anstatt Beifall und Missfallen im einzelnen zu bezeigen, ersuchen wir unsere Leser, die es besonders interessieren könnte, diese Abhandlung mit unserer erstgemeldeten Abteilung des Entwurfs zusammenzuhalten und sich durch eigene Ansicht von dem dort Geleisteten zu überzeugen. Wir haben bei Rezension des Darwinischen Aufsatzes den Ausdruck Augengespenst mit Fleiß gewählt und beibehalten teils weil man dasjenige, was erscheint, ohne Körperlichkeit zu haben, dem gewöhnlichen Sprachgebrauch nach ein Gespenst nennt, teils weil dieses Wort, durch Bezeichnung der prismatischen Erscheinung, das Bürgerrecht in der Farbenlehre sich hergebracht und erworben. Das Wort Augentäuschungen, welches der sonst so verdienstvolle Übersetzer der Darwinischen Zoonomie dafür gebraucht hat, wünschten wir ein für allemal verbannt. Das Auge täuscht sich nicht; es handelt gesetzlich und macht dadurch dasjenige zur Realität, was man zwar dem Worte, aber nicht dem Wesen nach ein Gespenst zu nennen berechtigt ist.

Wir fügen die obengemeldeten literarischen Notizen hinzu, die wir teils dem Verfasser, teils dem Übersetzer schuldig sind.

Doktor Jurin in Smiths Optik, zu Ende. Aepinus in den Petersburger neuen Commentarien Vol. X. Béguelin in den Berliner Memoiren Vol. II. 1771. D'Arcy, Geschichte der Akademie der Wissenschaften 1765. De la Hire, Buffon, Memoiren der franz. Akademie 1743. Christ. Ernst Wünsch, Visus phaenomena quaedam. Lips. 1776. 4. Joh. Eichel, Experimenta circa sensum videndi, in Collectaneis societatis medicae Havniensis. Vol. I. 1774. 8.

Anton Raphael Mengs

Lezioni pratiche di pittura, in seinen Werken, herausgekommen zu Parma 1780 in Quart. Den Grund der Harmonie, welche wir bei einem Gemälde empfinden, setzte Mengs in das Helldunkel, so wie er denn auch dem allgemeinen Ton die vorzüglichste Wirkung zuschrieb. Die Farben waren ihm dagegen nur einzelne Töne, womit man die Oberflächen der Körper spezifizierte, welche sich dem Helldunkel und dem allgemeinen Ton subordinieren sollten, ohne eben gerade für sich und unter sich einen Anspruch an Übereinstimmung und Ganzheit zu machen.

Er bemerkte jedoch, dass eine Farbe, wenn sie in ihrer völligen Lebhaftigkeit gebraucht werde, durch eine andere gewissermaßen aufgewogen werden müsse, um erträglich zu sein. Und so fand sein offner Sinn und guter Geschmack die einfachen Gesetze der Farbenharmonie, ohne jedoch ihren physiologischen Grund einzusehen.

"Bei dem Gebrauch der Farben ist es nötig, ihr Gleichgewicht zu beobachten, wenn wir die Art und Weise finden wollen, sie mit Anmut anzuwenden, und gut zu begleiten. Eigentlich gibt es nur drei Farben, Gelb, Rot und Blau. Diese darf man nie an und für sich in einem

Werke gebrauchen; doch wenn man ja eine davon, und zwar rein, anwenden wollte, so suche man die Art und Weise, eine andere, aus zweien gemischt, an die Seite zu setzen: zum Exempel das reine Gelb begleite man mit Violett, weil dieses aus Rot und Blau besteht. Hat man ein reines Rot angewendet, so füge man aus derselben Ursache das Grüne hinzu, das ein Gemisch von Blau und Gelb ist. Besonders ist die Vereinigung des Gelben und Roten' wodurch die dritte Mischung entsteht, schwer mit Vorteil anzuwenden, weil diese Farbe zu lebhaft ist, deswegen man das Blau zu seiner Begleitung hinzufügen muss." Man sehe, was wir hierüber im naturgemäßen Zusammenhange am gehörigen Orte vorgetragen haben (E. 803 ff.).

Jeremias Friedrich Gülich

Vollständiges Färbe- und Bleichbuch etc. etc. Sechs Bände. Ulm, 1779 bis 1793. Dieser Mann, welcher zu Sindelfingen bei Stuttgart ansässig und zuletzt im Badenischen angestellt war, dessen Lebensgang wohl mehr verdiente bekannt zu sein, war in seinem Handwerk, in seiner Halbkunst, wie man es nennen will, soviel wir ihn beurteilen können, wohl zu Hause. Alle Erfordernisse bei der Färberei, sowohl insofern sie vorbereitend als ausführend und vollendend gedacht werden, lagen ihm zur Hand, sowie die verschiedensten Anwendungen, welche man von Farben technisch auf alle Arten von Zeugen und Stoffen nach und nach ersonnen hat.

Bei der großen Breite, bei dem genauen Detail seiner Kenntnisse, sah er sich nach einem Leitfaden um, an welchem er sich durch das Labyrinth der Natur- und Kunsterscheinungen durchwinden könnte. Da er aber weder gelehrte noch philosophische noch literarische Bildung hatte, so wurde es seinem übrigens tüchtigen Charakter sehr schwer, wo nicht unmöglich, sich überall zurechtzufinden.

Er sah wohl ein, dass bei allem Verfahren des Färbers nur sehr einfache Maximen zum Grunde lagen, die sich aber unter einem Wust von einzelnen Rezepten und zufälligen Behandlungen verbargen und kaum gefasst werden konnten.

Dass mit einer klugen Anwendung von Säuren und Alkalien viel, ja beinah alles getan sei, ward ihm klar, und bei dem Drange zum Allgemeinen, den er in sich fühlte, wollte er dem Material seines Geschäfts und dessen Anwendung nicht allein, sondern zugleich der ganzen Natur einen ebenso einfachen Gegensatz zum Grunde legen. Deshalb wurden ihm Feuer und Wasser die zwei Hauptelemente. Jenem gesellte et die Säuren, diesem die Alkalien zu. In jenem wollte er zugleich die hochrote, in diesem die blaue Farbe finden, und hiermit war seine Theorie abgeschlossen; das übrige sollte sich hieraus entwickeln und ergeben. Da die eminentesten und beständigsten Farben aus den Metallen hervorzubringen waren, so schenkte er auch diesen vorzügliche Aufmerksamkeit und eine be sondere Ehrfurcht. Dem Feuer, den Säuren, dem Hochroten soll Gold und Eisen dem Wasser, den Alkalien, dem Blauen soll vorzüglich Kupfer antworten und gemäß sein; und überall, wo man diese Farben Ende, soll etwas, wo nicht gerade wirklich Metallisches, doch dem Metallischen nahe Verwandtes und Analoges angetroffen werden.

Man sieht leicht, dass diese Vorstellungsart sehr beschränkt ist und bei der Anwendung oft genug unbequem werden muss. Weil jedoch seine Erfahrung sehr sicher und stet, seine Kunstbehandlung meisterhaft ist, so kommen bei dieser seltsamen Terminologie Verhältnisse zur Sprache, an die man sonst nicht gedacht hätte, und er muss die Phänomene selbst recht deutlich machen, damit sie vielseitig werden und er ihnen durch seine wunderliche Theorie etwas abgewinnen kann. Uns wenigstens hat es geschienen, dass eine Umarbeitung dieses Buchs, nach einer freiern theoretischen Ansicht, von mannigfaltigem Nutzen sein müsste.

Da, wie der Titel seines Buches ausweist, die erste Sorge des Färbers, die Farblosigkeit und Reinigkeit der Stoffe, auf welche er wirken will, ihm niemals aus den Augen gekommen; da er die Mittel sorgfältig an gibt, wie solchen Stoffen alle Farbe und Unreinigkeit zu entziehen:

so muss ihm freilich der Newtonische siebenfarbige Schmutz, so wie bei seiner einfachern Ansicht, die siebenfache Gesellschaft der Grundfarben höchst zuwider sein; deswegen er sich auch gegen die Newtonische Lehre sehr verdrießlich und un freundlich gebärdet. Mit den Chemikern seiner Zeit, Meyer, Justi und andern, verträgt er sich mehr oder weniger. Das aci dum pingue des ersten ist ihm nicht ganz zuwider; mit dem zweiten steht er in mancherlei Differenz. So ist er auch in dem, was zu seiner Zeit über die Färbekunst geschrieben worden und was man sonst über die Farbenlehre geäußert, nicht unbekannt. Soviel sei genug, das Andenken eines Mannes auf zufrischen, der ein laborioses und ernstes Leben geführt und dem es nicht allein darum zu tun war, für sich und die Seinigen zu wirken und zu schaffen, sondern der auch dasjenige, was er erfahren, und wie er sichs zurecht gelegt, andern zu Nutz und Bequemlichkeit emsig mitteilen wollte.

Eduard Hussey Delaval

Versuch und Bemerkungen über die Ursache der dauerhaften Farben undurchsichtiger Körper. Über setzt und herausgegeben von Crell. Berlin und Stettin 1788.
Der eigentliche Gehalt dieser Schrift, ob er gleich in der Farbenlehre von großer Bedeutung ist, lässt sich doch mit wenigen Worten aussprechen. Des Verfassers Hauptaugenmerk ruht auf dem skieron, auf der dunklen Eigenschaft der Farbe, wohin wir auch wiederholt gedeutet haben.
Er behandelt vorzüglich färbende Stoffe aus dem Mineralreiche, sodann auch aus dem vegetabilischen und animalischen; er zeigt, dass diese Stoffe in ihrem feinsten und konzentriertesten Zustande keine Farbe bei auffallendem Lichte sehen lassen, sondern vielmehr schwarz erscheinen.
Auch in Feuchtigkeiten aufgelöste reine Farbestoffe sowie farbige Gläser zeigen, wenn ein dunkler Grund hinter ihnen liegt, keine Farbe, sondern nur, wenn ein heller hinter ihnen befindlich ist. Alsdann aber lassen sie ihre farbige Eigenschaft ebenso gut als bei durch fallendem Lichte sehen.
Was sich auch vielleicht gegen des Verfassers Verfahrungsart bei seinen Versuchen einwenden lässt, so bleibt doch das Resultat derselben für denjenigen, der sie nachzuahmen und zu vermannigfaltigen weiß, unverrückt stehen, in welchem sich das ganze Fundament der Färberei und Malerei ausdrückt.
Des Verfassers Vortrag hingegen ist keiner von den glücklichsten. Seine Überzeugung trifft mit der Newtonischen nicht zusammen, und doch kann er sich von dieser nicht losmachen, so wenig als von der Terminologie, wodurch sie sich ausspricht. Man sieht ferner durch seine Deduktion wohl den Faden durch, an welchen er sich hält, allein er verschlingt ihn selbst und macht dadurch den Leser verworren.
Da er vorzüglich in dem chemischen Felde arbeitet, so steht ihm freilich die Vorstellungsart seiner Zeit und die damalige Terminologie entgegen, wo das Phlogiston so wunderbar Widersprechendes wirken sollte. Die Kenntnis der verschiedenen Luftarten ist auf dem Wege; aber der Verfasser entbehrt noch die großen Vorzüge der neuern französischen Chemie und ihres Sprachgebrauchs, wodurch wir denn freilich gegenwärtig viel weiter reichen. Es gehört daher eine Überzeugung von seinem Hauptgrundsatze und ein guter Wille dazu, um das Echte und Verdienstliche seiner Arbeit auszuziehen und anzuerkennen.
Wir haben ihn seit langen Jahren geschätzt und daher auch schon (E. 572 ff.) seine Überzeugung, verbunden mit der unsern, aufgeführt.
Bei den Pflanzen gerät es ihm am besten. Er entzieht ihnen das Färbende und es bleibt eine weiße Struktur übrig. Dieses ausgezogene Färbende verflüstert sich immer mehr beim Verdichten, manifestiert seine schattenhafte Natur, nähert sich dem Schwarzen, Ununterscheidbaren, und kann wieder einer andern weißen Fläche mitgeteilt und in seiner vorigen Spezifikation und Herrlichkeit dargestellt werden. Im Tierreich ist es schon schwieriger. Im Mineralreiche fin den sich noch mehr Hindernisse, wenn man den Grundsatz durchführen will. Je-

doch beharrt er fest bei demselben und wendet ihn, wo er empirisch anwendbar ist, glücklich an.

In der Vorrede sind zwei kurze Aufsätze, die je doch dem Verfasser nicht besonders günstig sind, vom Herausgeber eingeschaltet, der eine von Klügel, der andere von Lichtenberg. In dem ersten finden wir einen gemütlichen und redlichen, in dem zweiten einen geistreichen und gewandten Skeptizismus. Wir mögen hierbei eine Bemerkung äußern, welche wohl verdiente, gesperrt gedruckt zu werden: dass nämlich auf eine solche Weise, wie von beiden Männern hier geschehen, alle Erfahrungswissenschaft vernichtet werden könne: denn weil nichts, was uns in der Erfahrung erscheint, absolut angesprochen und ausgesprochen werden kann, sondern immer noch eine limitierende Bedingung mit sich führt, so dass wir Schwarz nicht Schwarz, Weiß nicht Weiß nennen dürften, in sofern es in der Erfahrung vor uns steht: so hat auch jeder Versuch, er sei, wie er wolle, und zeige, was er wolle, gleichsam einen heimlichen Feind bei sich, der dasjenige, was der Versuch apotiori ausspricht, begrenzt und unsicher macht. Dies ist die Ursache, warum man im Lehren, ja sogar im Unterrichten, nicht weit kommt; bloß der Handelnde, der Künstler entscheidet, der das Rechte ergreift und fruchtbar zu machen weiß.

Der Delavalischen Überzeugung, die wir kennen, wird die Lehre von Newtons Lamellen an die Seite gesetzt, und freilich sind sie sehr verwandt. Bei New ton kommt auch die Farbe nicht von der Oberfläche, sondern das Licht muss durch eine Lamelle des Körpers eindringen und dekomponiert zurückkehren. Bei Delaval ist die Farbe dieser Lamelle spezifiziert und wird nicht anders gesehen, als wenn hinter ihr ein heller, weißer Grund sich befindet, von dem das Licht alsdann gleichfalls spezifisch gefärbt zurückkehrt.

Merkwürdig ist besonders in dem Lichtenbergischen Aufsatz, wie man der Newtonischen Lehre durch chemische Hilfstruppen in jener Zeit wieder beigestanden. Man hatte eine latente Wärme ausgemittelt, warum sollte es nicht auch ein latentes Licht geben? und warum sollten die nach der Theorie dem Licht angehörigen farbigen Lichter nicht auch der Reihe nach Versteckens spielen, und wenn es den gelben beliebte hervorzugucken, warum sollten die übrigen nicht neckisch im Hinterhalte lauschen können?

Zwei merkwürdige, unserer Überzeugung günstige Stellen aus gedachtem Aufsatz jedoch, wovon wir die eine schon früher angeführt (E. 584), mögen hier Platz nehmen: "Ich bemerke hier im Vorbeigehen, dass vielleicht die Lehre von den Farben eben deswegen bisher so viele Schwierigkeiten hatte, weil alles auf einem Wege, zum Beispiel Brechung, erklärt werden sollte." Wir haben oft genug wiederholt, dass alles auf den Weg ankommt, auf welchem man zu einer Wissenschaft gelangt. Newton ging von einem Phänomen der Brechung aus, von einem abgeleiteten Komplizierten. Dadurch ward Brechung das Hauptaugenmerk, das Hauptkunstwort, und was bei einem einzelnen Falle vorging, die Grundregel, das Grundgesetz fürs Allgemeine. Hatte man hier mehrere, ja unzählige Grundfarben angenommen, so bedurften die, welche von der Malerei und Färberei herkamen, nur drei Farben; noch mehr Aufpassende und Sondernde gar nur zwei, und so veränderte sich alles nach den verschiedenen Ansichten.

Carvalho und der Franzose H. F. T. fanden die farbigen Schatten höchst bedeutend und legten den ganzen Grund der Farbenlehre dahin. Aber alle diese Phänomene, sie mögen Namen haben, wie sie wollen, haben ein gleiches Recht, Grundphänomene zu sein. Die von uns aufgeführten physiologischen, physischen, chemischen Farben sind alle gleich befugt, die Aufmerksamkeit der Beobachtenden und Theoretisierenden anzusprechen. Die Natur allein hat den wahren republikanischen Sinn, da der Mensch sich gleich zur Aristokratie und Monarchie hinneigt, und diese seine Eigenheit überall, besonders auch theoretisierend, stattfinden lässt.

"Auch scheint es mir aus andern Gründen wahrscheinlich, dass unser Organ, um eine Farbe zu empfinden, etwas von allem Licht (weißes) zugleich mit empfangen müsse." Was hier Lichtenberg im Vorbeigehen äußert, ist denn das etwas anderes, als was Delaval behauptet? nur dass dieser das Helle hinter das Dunkle bringt und die Spezifikation des Dunklen dadurch erscheinen macht, und dass jener das Helle unter das Dunkle mischt, wel-

ches ja auch nichts weiter ist als dass eins mit und durch das andre erscheint. Ob ich ein durch sichtiges Blau über Gelb lasiere oder ob ich Gelb und Blau vermische, ist in gewissem Sinne einerlei: denn auf beide Weise wird ein Grün hervorgebracht. Jene Behandlungsart aber steht viel höher, wie wir wohl nicht weiter auszuführen brauchen.
Übrigens wird Delavals Vortrag, besonders indem er auf die trüben Mittel gelangt, unsicher und unscheinbar. Erkehrt zu der Newtonischen Lehre zu rück, ohne sie doch in ihrer ganzen Reinheit beizubehalten; dadurch entsteht bei ihm, wie bei so vielen andern, ein unglückliches eklektisches Schwanken. Denn man muss sich zu Newton ganz bekennen oder ihm ganz entsagen.

Johann Leonhard Hoffmann

Versuch einer Geschichte der malerischen Harmonie überhaupt und der Farbenharmonie insbesondere, mit Erläuterungen aus der Tonkunst und vielen praktischen Anmerkungen, Halle 1786.
Dieser Mann, dessen Andenken fast gänzlich verschwunden ist, lebte um gedachtes Jahr in Leipzig als privatisierender Gelehrter, war als guter Physiker und rechtlicher Mann geschätzt, ohne sich jedoch einer ärmlichen Existenz entwinden zu können. Er nahm beträchtlichen Anteil an physikalischen, technologischen, ökonomischen Journalen und anderen Schriften dieses Inhalts. Mehr ist uns von ihm nicht bekannt geworden.
Seine obgemeldete Schrift zeigt ihn uns als einen durch Studien wohl gebildeten Mann. Kenntnis der Sprachen, des Altertums, der Kunstgeschichte und recht treue Teilnahme an der Kunst selbst ist überall sichtbar. Ohne selbst Künstler zu sein, scheint er sich mit der Malerei, besonders aber mit dem Malen, als ein guter Beobachter und Aufmerker beschäftigt zu haben, indem er die Erfordernisse der Kunst und Technik recht wohl einsieht und penetriert.
Da er jedoch in allem dem, was von dem Maler verlangt wird und was er leistet, kein eigentliches Fundament finden kann, so sucht er durch Vergleichung mit der Tonkunst eine theoretische Ansicht zu begründen und die malerischen und musikalischen Phänomene, sowie die Behandlungsweise der beiden Künste, miteinander zu parallelisieren.
Eine solche, von Aristoteles schon angeregte, durch die Natur der Erscheinungen selbst begünstigte, von mehreren versuchte Vergleichung kann uns eigentlich nur dadurch unterhalten, dass wir mit gewissen schwankenden Ähnlichkeiten spielen, und indem wir das eine fallen lassen, das andere ergreifen und immer so fortfahren, uns geistreich hin- und widerschaukeln.
Auf dem empirischen Wege, wie wir schon früher bemerkt (E. 748 ff.), werden sich beide Künste niemals vergleichen lassen, so wenig als zwei Maßstäbe von verschiedenen Längen und Einteilungen neben einander gehalten. Wenn auch irgendwo einmal ein Einschnitt passt, so treffen die übrigen nicht zusammen; rückt man nach, um jenen eben einander zu bringen, so verschieben sich die ersten wieder, und so wird man auf eine höhere Berechnungsart notwendig getrieben.
Wir können dies nicht anschaulicher machen, als wenn wir diejenigen Erscheinungen und Begriffe, die er parallelisiert, nebeneinander stellen.

Licht	Laut
Dunkelheit	Schweigen
Schatten	
Lichtstrahlen	Schallstrahlen
Farbe	Ton
Farbenkörper	Instrument
Ganze Farben	Ganze Töne
Gemischte Farben	Halbe Töne

Gebrochene Farbe	Abweichung des Tons
Helle	Höhe
Dunkel	Tiefe
Farbenreihe	Oktave
Wiederholte Farbenreihe	Mehrere Oktaven
Helldunkel	Unisono
Himmlische Farben	Hohe Töne
Irdische (braune) Farben	Kontra- Töne
Herrschender Ton	Solostimme
Licht und Halbschatten	Prime und Sekundstimme
Indigo	Violoncell
Ultramarin	Viole und Violine
Grün	Menschenkehle
Gelb	Klarinette
Hochrot	Trompete
Rosenrot	Oboe
Kermesrot	Querflöte
Purpur	Waldhorn
Violett	Fagott
Zurichtung der Palette	Stimmung der Instrumente
Traktement	Applikatur
Bunte lavierte Zeichnung	Klavierkonzert
Impastiertes Gemälde	Symphonie

Bei dieser Art von strengem Nebeneinandersetzen, welches im Buche teils wirklich ausgesprochen, teils durch Kontext und Stil nur herbeigeführt und eingeleitet ist, sieht jedermann das Gezwungene, Willkürliche und Unpassende zweier großen in sich selbst ab geschlossenen Naturerscheinungen, insofern sie teilweise miteinander verglichen werden sollen. Es ist zu verwundern, dass der Verfasser, der sich sehr lebhaft gegen das Farbenklavier erklärt und das selbe für unausführbar und unnütz hält, ein solches Vergnügen fand, sich aus Verschlingung der beiden Künste gleichsam selbst ein Labyrinth zu erschaffen. Dieses wird denn in seinen letzten Kapiteln recht kraus, indem er den motus rectus und contrarius, Intervalle, Konsonanzen und Dissonanzen, den modus major und minor, Akkord und Disharmonie, aneinandergereihte Oktaven und was noch alles sonst der Musik eigen ist, auch in der Farbenlehre und der sie anwendenden Malerkunst finden will.

Er muss freilich, als ein im Grunde scharfsinniger Mann, sich zuletzt daran stoßen, dass die Malerei eine simultane Harmonie, die Musik eine sukzessive fordere. Er findet natürlich die Intervalle der Farben nicht so bestimm- und messbar wie die der Töne. Da er seine Farbenskala nicht in ihr selbst abschließt, sondern sie, statt in einem Zirkel, in einer Reihe vorstellt, um sie an eine hellere Oktave wieder anschließen zu können, so weiß er nicht, welche er zur ersten und welche zur letzten machen und wie er dieses Anschließen am natürlichsten bewirken soll. Ihm steht entgegen, dass er von einem gewissen Gelb auf geradem Wege durch Rot und Blau hindurch niemals zu einem helleren Gelb gelangen kann, und er muss fühlen, dass es ein unendlicher Unterschied ist zwischen der Operation, wodurch man eine Farbe verdünnt, und zwischen der, wodurch man zu einem höheren Tone vorschreitet. Ebenso traurig ist es anzusehen, wenn er glaubt, man könne jede Farbe durch gewisse Modifikationen in den Minor setzen, wie man es mit den Tönen vermag, weil die einzelnen Töne sich gegen den ganzen musikalischen Umfang viel gleichgültiger verhalten als die einzelnen Farben gegen den Umkreis, in welchem sie aufgestellt sind: denn die Farben machen in diesem Kreise selbst das majus und minus, sie machen selbst diesen entschiedenen Gegen-

satz, welcher sichtbar und empfindbar ist und der nicht aufzuheben geht, ohne dass man das Ganze zerstört.
Die Töne hingegen sind, wie gesagt, gleichgültiger Natur, sie stehen jedoch unter dem geheimen Gesetz eines gleichfalls entschiedenen Gegensatzes, der aber nicht an sich, wie bei der Farbe, notwendig und un veränderlich empfindbar wird, sondern, nach Belieben des Künstlers, an einem jeden Tone und seiner von ihm herfließenden Folge hörbar und empfindbar gemacht werden kann.
Es ist uns angenehm, indem wir gegen das Ende zu eilen, nochmals Gelegenheit gefunden zu haben, uns über diesen wichtigen Punkt zu erklären, auf welchen schon im Laufe unseres Vortrags auf mehr als eine Weise hingedeutet worden.
Das Büchelchen selbst verdient eine Stelle in der Sammlung eines jeden Natur- und Kunstfreundes, sowohl damit das Andenken eines braven, beinah völlig vergessenen Mannes erhalten, als damit die Schwierigkeit, ja Unmöglichkeit einer solchen Unternehmung einem jeden deutlicher gemacht werde. Geistreiche Personen werden an den künstlichen, aber redlich gemeinten und, so weit es nur gehen wollte ernstlich durchgeführten Bemühungen des Verfassers Unterhaltung und Vergnügen finden.

Robert Blair

Experiments and Observations on the unequal Refrangibility of Light, in den Transaktionen der Königlichen Sozietät zu Edinburgh, Vol. 3, 1794.
Das Phänomen der Achromasie war nun allgemein bekannt und besonders durch die einfachen prismati schen Versuche außer allem Zweifel gesetzt worden; doch stand der Anwendung dieses Naturgesetzes auf Objektivgläser manches im Wege, sowohl von der chemischen als von der mechanischen Seite, indem es seine Schwierigkeiten hat, ein innerlich vollkommen reines Flintglas zu bereiten und genau zusammenpassende Gläser zu schleifen. Besonders aber stellten sich manche Hindernisse ein, wenn man die Weite der Objektivgläser über einen gewissen Grad vermehren wollte.
Dass nicht allein feste, sondern auch allerlei flüssige Mittel die Farbenerscheinung zu erhöhen imstan de seien, war bekannt. Doktor Blair beschäftigte sich mit diesen letzten, um so mehr, als er wollte gefunden haben, dass bei der gewöhnlichen Art, durch Verbindung von Flint- und Crownglas, die Achromasie nicht vollkommen werden könne.
Er hatte dabei die Newtonische Vorstellungsart auf seiner Seite: denn wenn man sich das Spektrum als eine fertige, in allen ihren einzelnen Teilen ungleich gebrochene Strahlenreihe denkt, so lässt sich wohl hoffen, dass ein entgegengesetztes Mittel allenfalls einen Teil derselben, aber nicht alle aufheben und ver bessern könne. Dieses war schon früher zur Sprache gekommen und Dr. Blaits Versuche, sowie die daraus gezogenen Folgerungen, wurden von den Newtonianern mit Gunst aufgenommen.
Wir wollen ihn erst selbst hören und sodann dasjenige, was wir dabei zu erinnern im Fall sind, nachbringen.

Versuche des Dr. Blair über die chromatische Kraft verschiedener Flüssigkeiten und Auflösungen

"Verschiedene Auflösungen von Metallen und Halbmetallen in verschiedenen Gestalten fanden sich immer chromatischer als Crownglas. Die Auflösungen einiger Salze in Wasser, zum Beispiel des rohen Ammoniaksalzes, vermehren die Erscheinung sehr. Die Salzsäure hat auch diese Kraft, und je konzentrierter sie ist, desto stärker wirkt sie. Ich fand daher, dass diejenigen Flüssigkeiten die allerhöchste chromatische Kraft haben, in welchen die Salzsäure und die Metalle verbunden sind. Die chemische Präparation, genannt Causticum antimoniale oder Butyrum Antimonii, besitzt in ihrem konzentriertesten Zustande, wenn sie eben genug Feuchtigkeit an sich gezogen hat, um flüssig zu sein, diese Kraft in einem erstaunlichen Grade, so dass drei Keile Crownglas nötig sind, um die Farbe aufzuheben, die durch

einen entgegen gesetzten Keil von gleichem Winkel hervorgebracht worden. Die große Menge des in dieser Solution enthaltenen Halbmetalls und der konzentrierte Zustand der Salzsäure scheinen diesen kaum glaublichen Effekt hervorzubringen."
"Ätzendes sublimiertes Quecksilber, mit einer Auflösung von rohem Ammoniaksalz in Wasser, ist an Stärke die nächste Auflösung. Man kann sie so stark machen, dass der Winkel eines Prismas von Crownglas, welches ihre Farbenerscheinung aufwiegen soll, doppelt so groß sein muss. Hier sind auch offenbar das Quecksilber und die Salzsäure an der Erscheinung Ursache: denn weder das Wasser noch das flüchtige Laugensalz, als die übrigen Teile der Zusammensetzung, zeigen, wenn man sie einzeln untersucht, eine solche Wirkung."
"Die wesentlichen Öle folgen zunächst. Diejenigen, welche man aus harzigen Mineralien erhält, wirken am stärksten: als aus natürlichem Bergöl, Steinkohle und Ambra. Ihr Verhältnis zu dem Crownglas ist ungefähr wie zwei zu drei. Das wesentliche Öl des Sassafras wirkt nicht viel geringer. Wesentliches Zitronenöl, ganz echt, verhält sich wie drei zu vier, Terpentinöl wie sechs zu sieben, und im wesentlichen Rosmarinöl ist die Kraft noch etwas geringer."
"Ausgepresste Öle unterscheiden sich nicht sonderlich vom Crownglas, so auch rektifizierte Geister, und der Äther des Salpeters und Vitriols."

Vorlesung des Dr. Blair

I. "Die ungleiche Refrangibilität des Lichts, wie sie Isaak Newton entdeckt und umständlich erörtert hat, steht nur insofern unwidersprochen gegründet, als die Refraktion an der Grenze irgendeines Mediums und eines leeren Raumes vorgeht. Alsdann sind die Strahlen von verschiedenen Farben ungleich gebrochen, die rotmachenden Strahlen sind die am wenigsten, die violettmachenden die am meisten brechbaren Strahlen."
II. "Die Entdeckung von demjenigen, was man die verschieden zerstreuende Kraft in den verschieden brechenden Medien nannte, zeigt, dass die Newtonischen Theoreme nicht allgemein sind, wenn er schließt: dass der Unterschied der Brechung zwischen den meist und geringst brechbaren Strahlen immer in einem gegebenen Verhältnisse zu der Refraktion der mittelst refrangiblen stehe. Man zweifelt nicht, dass dieser Satz wahr sei, bezüglich auf die Mittel, an welchen Erfahrungen gemacht sind; aber es finden sich manche Ausnahmen desselben."
III. "Denn die Erfahrungen des Herrn Dollond beweisen, dass der Unterschied der Brechung zwischen den roten und violetten Strahlen, im Verhältnis zu der Refraktion des ganzen Strahlenpinsels, größer ist in gewissen Glasarten als im Wasser, und größer im Flintglas als im Crownglas."
IV. "Die erste Reihe der obenerwähnten Versuche zeigt, dass die Eigenschaft, die farbigen Strahlen in einem höheren Grade als Crownglas zu zerstreuen, nicht auf wenige Mittel begrenzt ist, sondern einer großen Mannigfaltigkeit von Flüssigkeiten angehört, und einigen derselben in ganz außerordentlichem Grade. Metallauflösungen, wesentliche Öle, mineralische Säuren, mit Ausnahme der vitriolischen, sind in diesem Betracht höchst merkwürdig."
V. "Einige Folgerungen, die sich aus Verbindung solcher Mittel, welche eine verschiedene zerstreuende Kraft haben, ergeben und bisher noch nicht genug be achtet worden, lassen sich auf diese Weise erklären. Obgleich die größere Refrangibilität der violetten vor den roten Strahlen, wenn das Licht aus irgendeinem Mittel in einen leeren Raum geht, als ein Gesetz der Natur betrachtet werden kann, so sind es doch gewisse Eigenschaften der Mittel, von denen es abhängt, welche von diesen Strahlen, beim Übergang des Lichtes aus einem Mittel ins andere, die meist refrangiblen sein sollen, oder inwiefern irgendein Unterschied in ihrer Brechbarkeit stattfinde."
VI. "Die Anwendung von Huyghens Demonstrationen auf die Verbesserung jener Abweichung, die sich von der sphärischen Figur der Linsen herschreibt, sie mögen fest oder flüssig sein, kann als der nächste Schritt, die Theorie der Ferngläser zu verbessern, an gesehen werden."

VII. "Sodann bei Versuchen, welche mit Objektiv gläsern von sehr weiter Ordnung gemacht, und in welchen beide Abweichungen, insofern es die Grundsätze erlauben, verbessert worden, findet sich, dass die Far benabweichung durch die gemeine Verbindung zweier Mittel von verschiedener Dispersivkraft nicht voll kommen zu verbessern sei. Die homogenen grünen Strahlen sind alsdann die meist refrangierten, zunächst bei diesen Blau und Gelb vereinigt, dann Indi go und Orange vereinigt, dann Violett und Rot vereinigt, welche am wenigsten refrangiert sind."

VIII. "Wenn diese Farbenhervorbringung beständig und die Länge des sekundären Spektrums dieselbe wäre, in allen Verbindungen der Mittel, wo die ganze Brechung des Pinsels gleich ist, so würde die vollkommene Verbesserung jener Abweichung, die aus der Verschiedenheit der Refrangibilität entsteht, unmöglich sein und als ein unübersteigliches Hindernis der Verbesserung dioptrischer Instrumente entgegenstehen."

IX. "Der Zweck meiner Experimente war daher, zu untersuchen, ob die Natur solche durchsichtige Mittel gewähre, welche dem Grade nach, in welchem sie die Strahlen des prismatischen Spektrums zerstreuen, verschieden wären, zugleich aber die mancherlei Reihen der Strahlen in derselben Proportion auseinander hielten. Denn wenn sich solche Mittel fänden, so würde das obengemeldete sekundäre Spektrum verschwinden, und die Abweichung, welche durch die verschiedene Refrangibilität entsteht, könnte aufgehoben wer den. Der Erfolg dieser Untersuchung war nicht glücklich in Betracht ihres Hauptgegenstandes. In jeder Verbindung, die man versuchte, bemerkte man dieselbe Art von nicht beseitigter Farbe, und man schloss daraus, dass es keine direkte Methode gebe, die Aberration wegzuschaffen."

X. "Aber es zeigt sich in dem Verlauf der Versuche, dass die Breite des sekundären Spektrums geringer war in einigen Verbindungen als in anderen, und da eröffnete sich ein in direkter Weg, jene Verbesserung zu finden, indem man nämlich eine zusammen gesetzte hohle Linse von Materialien, welche die meiste Farbe hervorbringen, mit einer zusammen gesetzten konvexen Linse von Materialien, welche die wenigste Farbe hervorbringen, verband und nun beobachtete, auf was weise man dies durch drei Mittel bewirken könnte, ob es gleich schien, dass ihrer viere nötig wären."

XI. "Indem man sich nun nach Mitteln umsah, welche zu jenem Zweck am geschicktesten sein möchten, so entdeckte man eine wunderbare und merkwürdige Eigenschaft in der Salzsäure. In allen Mitteln, deren Zerstreuungskräfte man bisher untersucht hatte, waren die grünen Strahlen, welche sonst die mittlern refrangiblen im Crownglas sind, unter den weniger refrangiblen, und daher verursachten sie jene nicht beseitigte Farbe, welche vorher beschrieben worden. In der Salzsäure hingegen machen dieselben Strahlen einen Teil der mehr refrangiblen, und in Gefolge davon ist die Ordnung der Farben in dem sekundären Spektrum, welches durch eine Verbindung von Crownglas mit dieser Flüssigkeit hervorgebracht war, umgekehrt, indem das homogene Grün das wenigst refrangible und das verbundene Rot und Violett das meist refrangible war."

XII. "Diese merkwürdige Eigenschaft, die man in der Salzsäure gefunden, führt zu dem vollkommensten Erfolg, dem großen Mangel der optischen Instrumente abzuhelfen, nämlich der Zerstreuung oder Abweichung der Strahlen, welche sich von ihrer ungleichen Refrangibilität herschrieb und wodurch es bisher unmöglich ward, sie alle zusammen auf einen Punkt zu bringen, sowohl bei einfachen als bei entgegengesetzten Brechungen. Eine Flüssigkeit, in welcher Teile der Salzsäure mit metallischen in gehörigem Verhältnis stehen, trennt die äußersten Strahlen des Spektrums weit mehr als Crownglas, bricht aber alle Reihen der Strahlen genau in demselben Verhältnis, wie dies Glas tut; und daher können die Strahlen aller Farben, welche durch die Brechung des Glases divergent geworden, wieder parallel werden, entweder durch eine folgende Refraktion auf der Grenze des Glases und gedachter Flüssigkeit, oder indem die brechende Dichtigkeit derselben geschwächt wird. Die Brechung, welche an der Grenze derselben und des Glases stattfindet, kann so regelmäßig, als wäre es Reflexion, gemacht werden, indessen die Mängel, welche von unvermeidlicher Unvollkommenheit des Schleifens entspringen müssen, hier viel weniger anstößig sind als bei der Re-

flexion, und die Masse Licht, welche durch gleiche Öffnung der Teleskope durchfällt, viel größer ist."

XIII. "Dieses sind die Vorteile, welche unsere Entdeckung anbietet. In der Ausführung musste man beim ersten Angreifen der Sache mancherlei Schwierigkeiten erwarten und deren manche überwinden, ehe die Erfahrungen vollständig wirken konnten. Denn zur Genauigkeit der Beobachtungen gehört, dass die Objektivgläser sehr sorgfältig gearbeitet werden, indem die Phänomene viel auffallender sind, wenn die vergrößernden Kräfte wachsen. Die Mathematiker haben sich viel Mühe zu geringem Zwecke gegeben, indem sie die Radien der Sphären ausrechneten, welche zu achromatischen Teleskopen nötig sind: denn siebe dachten nicht, dass Objektivgläser viel zartere Prüfmittel sind für die optischen Eigenschaften brechender Medien als die groben Versuche durch Pris men und dass die Resultate ihrer Demonstrationen nicht über die Genauigkeit der Beobachtungen hin ausgehen, wohl aber dahinter zurückbleiben können."

XIV. "Ich schließe diesen Vortrag, der schon länger geworden, als ich mir vorsetzte, indem ich die verschiedenen Fälle ungleicher Brechbarkeit des Lichts erzähle, damit ihre Mannigfaltigkeit auf einmal deutlich eingesehen werde.« XV. »Bei der Brechung, welche an der Grenze eines jeden bekannten Mittels und eines leeren Raums stattfindet, sind die verschiedenfarbigen Strahlen ungleich brechbar, die rotmachenden am wenigsten, die violettmachenden am meisten. Dieser Unterschied der Brechbarkeit der roten und violetten Strahlen ist je doch nicht derselbige in allen Mitteln. Solche Mittel, in weichen der Unterschied am größten ist und welche daher die verschiedenfarbigen Strahlen am meisten trennen oder zerstreuen, hat man durch den Ausdruck dispersive unterschieden, und diejenigen, welche die Strahlen am wenigsten voneinander trennen, sind in dispersive genannt worden. Diese Mittel sind also da durch voneinander unterschieden, und mehr noch durch einen andern, höchst wesentlichen Umstand."

XVI. "Es zeigt sich durch Versuche, welche man auf indispersive Mittel gemacht hat, dass das mittlere refrangible Licht immer dasselbe und zwar von grüner Farbe ist."

XVII. "Hingegen in der weitläuftigen Klasse dispersiver Mittel, wozu Flintglas, metallische Auflösungen und wesentliche Öle gehören, macht das grüne Licht nicht die mittlere refrangible Reihe, sondern bildet eine von den weniger refrangiblen Reihen, indem man solches im prismatischen Spektrum näher am tiefen Rot als an dem äußersten Violett findet."

XVIII. "In einer andern Klasse dispersiver Mittel, welche die Salz- und Salpetersäure enthält, wird das selbe grüne Licht eines der mehr refrangiblen, indem es sich näher am letzten Violett als am tiefsten Rot zeigt."

XIX. "Dieses sind die Verschiedenheiten in der Brechbarkeit des Lichtes, wenn die Refraktion an der Grenze eines leeren Raumes stattfindet, und die Phänomene werden nicht merklich unterschieden sein, wenn die Brechungen an der Grenze des dichten Mittels und der Luft geschehen. Aber wenn Licht aus einem dichten Mittel ins andere übergeht, sind die Fälle der ungleichen Refrangibilität viel verwickelter."

XX. "Bei Refraktionen, welche auf der Grenze von Mitteln geschehen, welche nur an Stärke und nicht an Eigenschaft verschieden sind, als Wasser und Crownglas, oder an der Grenze von verschieden dispersiven Flüssigkeiten, welche mehr oder weniger verdünnt sind, wird der Unterschied der Refrangibilität derselbe sein, der oben an der Grenze dichter Mittel und der Luft bemerkt worden, nur dass die Refraktion geringer ist."

XXI. "An der Grenze eines indispersiven und eines dünnern Mittels, das zu irgendeiner Klasse der dispersiven gehört, können die roten und violetten Strahlen gleich refrangibel gemacht werden. Wenn die dispersive Gewalt des dünneren Mittels sich vermehrt, so werden die violetten Strahlen die wenigst refrangiblen und die roten die meist refrangiblen. Wenn die mittle re refraktive Dichtigkeit zweier Mittel gleich ist, so werden die roten und violetten Strahlen in entgegen gesetzten Richtungen gebrochen, die einen zu, die andern von dem Perpendikel."

XXII. "Dieses begegnet den roten und violetten Strahlen, welche Art von dispersiven Mitteln man auch brauche, aber die Refrangibilität der mittleren Strahlenordnung und besonders der

grünen Strahlen wird verschieden sein, wenn die Klasse der dispersiven Mittel verändert wird."

XXIII. "So in dem ersten Fall, wenn rote und violette Strahlen gleich refrangibel gemacht worden, wer den die grünen Strahlen als die meist refrangiblen her austreten, sobald man die erste Klasse der dispersiven Mittel gebraucht, und als die wenigst refrangiblen, sobald die zweite Klasse angewendet wird. So in den zwei andern Fällen, wo das Violette das am wenigsten und das Rote das am meisten refrangible wird, und wo diese beiden in entgegengesetzten Direktionen gebrochen werden; alsdann werden die grünen Strahlen zu den roten gelangen, wenn die erste Klasse der dispersiven Mittel gebraucht wird, und werden sich zu den violetten gesellen, wenn man die zweite Klasse braucht."

XXIV. "Nur noch ein anderer Fall ungleicher Refraktion bleibt übrig zu bemerken, und das ist der, wenn Licht gebrochen wird an der Grenze von Mitteln, die zu den zwei verschiedenen Klassen dispersiver Flüssigkeiten gehören. Bei dem Übergang zum Beispiel von einem wesentlichen Öl oder einer metallischen Solution in die Salzsäuren lässt sich die refrak tive Dichtigkeit dieser Flüssigkeiten so zurichten, dass die roten und violetten Strahlen keine Refraktion er dulden, wenn sie aus einer Flüssigkeit in die andere gehen, wie schief auch ihre Inzidenz sein möge. Aber die grünen Strahlen werden alsdann eine merkliche Brechung erleiden, und diese Brechung wird sich vom Perpendikel wegbewegen, wenn das Licht aus der Salzsäure in das wesentliche Öl übergeht, und gegen den Perpendikel, wenn es von dem wesentlichen Öl in die Salzsäure übergeht. Die andern Reihen der Strah len erleiden ähnliche Brechungen, welche am größesten sind bei denen, die dem Grün am nächsten kommen, und abnehmen, wie sie sich dem tiefen Roten an der einen Seite und dem letzten Violetten an der andern nähern, wo Refraktion vollkommen auf hört."

Bemerkungen über das Vorhergehende

Wir können voraussetzen, dass unsere Leser die Lehre von der Achromasie überhaupt, teils wie wir solche in unserm Entwurf, teils im historischen Teile vorgetragen, genugsam gegenwärtig haben. Was die Blairischen Bemühungen betrifft, so findet sich über dieselben ein Aufsatz in den Gilbertischen Annalen der Physik (sechster Band, S. 129 ff.); auch kommen in dem Reichsanzeiger (1794, N. 152 und 1795, N. 4 und 14.) einige Notizen vor, welche zur Erläuterung der Sache dienen. Wir haben den Autor selbst reden lassen, und seine einzelnen Paragraphen nummeriert, um einige Bemerkungen darauf beziehen zu können. Die Blairischen Versuche sind mit Prismen und Objektivgläsern gemacht, aber beide Arten sind nicht deutlich voneinander abgesondert, noch ist die Beschreibung so gefasst, dass man wissen könnte, wann die eine oder die andere Weise zu versuchen eintritt. Er nennt die prismatischen Versuche grob. Wir finden dies eine des Naturforschers unwürdige Art sich aus zudrücken. Sie sind wie alle ähnlichen einfachen Versuche keineswegs grob, sondern rein zu nennen. Die reine Mathematik ist nicht grob, verglichen mit der angewandten, ja sie ist vielmehr zarter und zuverlässiger.

Das größte Übel jedoch, das den Blairischen Versuchen beiwohnt, ist, dass sie nach der Newtonischen Theorie beschrieben sind. Versuche, nach einer falschen Terminologie ausgesprochen, sind, wenn man sie nicht wiederholen kann, sehr schwer durch eine Konjekturalkritik auf den rechten Fuß zu stellen. Wir fanden uns nicht in dem Fall die Blairischen Versuche zu wiederholen; doch werden wir möglichst suchen, ihnen auf die Spur zu kommen.

zu VII.

Es sollen Versuche mit achromatischen Objektivgläsern von sehr weiter Öffnung gemacht wor den sein; was für Versuche aber, ist nicht deutlich. Man kann durch solche Objektivgläser das Sonnen licht fallen lassen, um zu sehen, ob es bei seinem Zusammenziehen oder Ausdehnen Farben zeige; man kann schwarze und weiße kleine Scheiben auf entgegengesetzten Gründen dadurch betrachten, ob sich Ränder an ihnen zeigen oder nicht. Wir nehmen an, dass er den Versuch auf die erste Weise angestellt; nun sagt er, in diesen Objektivgläsern wären die beiden Abweichungen gewissermaßen verbessert gewesen. Dies heißt

doch wohl von Seiten der Form und von Seiten der Farbe. Ist dieses letztere auch nur einiger maßen geschehen, wie können denn die wunderlichen Farbenerscheinungen noch übrig bleiben, von denen der Schluss des Paragraphen spricht?
Wir finden uns bei Betrachtung dieser Stelle in nicht geringer Verlegenheit. Homogene grüne Strahlen, die wir nach unsrer Lehre gar nicht kennen, sollen die meist refrangierten sein. Das müsste also doch wohl heißen: sie kommen zuerst im Fokus an. Hier wäre also irgend etwas Grünes gesehen worden. Wie soll man nun aber das folgende verstehen? wo immer je zwei und zwei farbige Strahlen vereinigt sein sollen. Hat man sie gesehen oder nicht gesehen? Im ersten Fall müssten sie jedesmal aneinander grenzen und doppelfarbige Kreise bilden. Oder hat man sie nicht gesehen, und heißt das vereinigt hier, nach der unglückseligen Newtonischen Theorie, wieder zu Weiß verbunden, wie erkennt man denn, dass sie da waren, und wie erfährt man, wo sie geblieben sind?
Wir dachten uns aus dieser Verwirrung allenfalls durch eine doppelte Vermutung zu helfen. Bei achromatischen Fernröhren kommt manchmal der Fall vor, dass die Konvex- und Konkavlinse so genau passen, dass sie sich unmittelbar berühren und drücken, wo durch die lebhaftesten epoptischen Farben entstehen. Trat vielleicht bei jenem Objektiv dieser Umstand ein, und Blair ließ das Sonnenlicht hindurchfallen so konnten solche Farbenkreise entstehen, wie er sie bezeichnet, aber von einer ganz andern Seite. Sie gehören unter eine ganz andre Rubrik, als wohin er sie zieht. Noch ein anderer Umstand konnte stattfinden, dass nämlich das zu diesem Objektiv angewandte Crownglas nicht vollkommen rein war und sich also mit Refraktion verbundene paroptische Farbenkreise zeigten; doch bleibt es uns unmöglich, etwas Gewisses hierüber festzusetzen.

zu XI.

Die Versuche, von denen hier die Rede ist, müssen mit Prismen gemacht worden sein. Er hält sich besonders bei dem Grünen des prismatischen Spektrums auf, welches, wie bekannt, ursprünglich darin gar nicht existiert. Die Redensart, dass grüne Strahlen die mittleren brechbaren sein sollen, ist grundfalsch. Wir haben es tausendmal wiederholt: die Mitte des Gespenstes ist zuerst weiß.
Man nehme unsere fünfte Tafel zur Hand. Wo Gelb und Blau sich berühren, entsteht das Grün und erscheint einen Augenblick ungefähr in der Mitte des Spektrums. Wie aber bei Anwendung eines jeden Mittels, es sei von welcher Art es wolle, das Violette wächst, so gehört Grün freilich mehr dem untern als dem obern Teile zu.
Weil nun sogenannte mehr dispersive Mittel einen längern violetten Schweif bilden, so bleibt das Grün, obgleich immer an seiner Stelle, doch weiter unten, und nun rechnet es der Verfasser gar zu den minder refrangiblen Strahlen. Es steckt aber eigentlich nur in der Enge des hellen Bildes, und der violette Saum geht weit darüber hinaus. Hiermit wären wir also im Reinen.
Dass es aber stark dispersive Mittel geben soll, durch welche das Grün mehr nach oben gerückt wird oder nach jener Terminologie zu den mehr refrangiblen Reihen gehört, scheint ganz unmöglich, weil die Säume ins helle Bild hinein stärker wachsen müssten als aus dem Hellen hinaus; welches sich nicht denken lässt, da beide Randerscheinungen sich jederzeit völlig auf gleiche Weise ausdehnen.
Was hingegen Dr. Blair gesehen haben mag, glauben wir indes durch eine Vermutung auslegen zu können. Er bedient sich zu diesen Versuchen seiner hohlen Prismen. Diese sind aus Messing und Glas zusammengesetzt. Wahrscheinlich haben Salz- und Salpetersäure etwas von dem Messing aufgelöst und einen Grünspan in sich aufgenommen. Durch dieses nun mehr grün gefärbte Mittel wurde das Grün des Spektrums erhöht und der violette Teil desselben deprimiert. Ja es ist möglich, dass der äußerste zarte Teil des Saums völlig aufgehoben worden. Auf diese Weise rückt freilich das Grün scheinbar weit genug hinauf, wie man sich dies Resultat schon durch jedes grüne Glas vergegenwärtigen kann.

zu XXIII und XXIV.

Durch diese beiden Paragraphen wird jene Vermutung noch bestärkt: denn hier kommen Versuche vor, durch welche, nach aufgehobenen Randstrahlen, die grünen mittleren Strahlen in ihrem Wert geblieben sein sollen. Was kann das anders heißen, als dass zuletzt ein grünes Bild noch übrig blieb? Aber wie kann dieses entstehen, wenn die Reihen der entgegengesetzten Enden aufgehoben sind, da es bloß aus diesen zusammengesetzt ist? Schwerlich kann es etwas anders sein und heißen, als dass ein an seinen Rändern wirklich achromatisiertes, durch ein grünes Mittel aber grün gefärbtes gebrochnes Bild noch übrig geblieben.
So viel von unsern Vermutungen, denen wir noch manches hinzufügen könnten. Allein es ist eine traurige Aufgabe, mit Worten gegen Worte zu streiten; und die Versuche anzustellen, um der Sache genau auf die Spur zu kommen, mangelt uns gegenwärtig Zeit und Gelegenheit. Sie verdient wegen Erweiterung der theoretischen Ansicht vielleicht künftig noch eine nähere Prüfung. Denn, was das Praktische betrifft, so sieht man leicht, dass diesen aus Glas und salinischen Flüssigkeiten zusammengesetzten sogenannten aplanatischen Gläsern in der Ausführung noch mehr Hindernisse entgegenstanden, als jenen aus zwei Glasarten verbundenen achromatischen. Auch scheint das Unternehmen nicht weiter geführt worden zu sein. Ob wir hierüber nähere Nachricht erhalten können, muss die Zeit lehren.

Uns sei indessen vergönnt, da wir uns dem Schlusse unserer Arbeit immer mehr nähern, eine allgemeine, hierher wohl passende Anmerkung beizubringen. In physischen sowohl als andern Erfahrungswissenschaften kann der Mensch nicht unterlassen, ins Minutiose zu gehen, teils weil es etwas Reizendes hat, ein Phänomen ins unendlich Kleine zu verfolgen, teils weil wir im Praktischen, wenn einmal etwas geleistet ist, das Vollkommnere zu suchen immer aufgefordert werden. Beides kann seinen Nutzen haben; aber der daraus entspringende Schaden ist nicht weniger merklich. Durch jenes erstgenannte Bemühen wird ein unendlicher Wissenswust aufgehäuft und das Würdige mit dem Unwürdigen, das Werte mit dem Unwerten durcheinander gerüttelt und eins mit dem andern der Aufmerksamkeit entzogen.
Was die praktischen Forderungen betrifft, so mögen unnütze Bemühungen noch eher hingehen, denn es springt zuletzt doch manchmal etwas Unerwartetes hervor. Aber der, dem es Ernst um die Sache ist, bedenke doch ja, dass der Mensch in einen Mittelzustand gesetzt ist und dass ihm nur erlaubt ist, das Mittlere zu erkennen und zu ergreifen. Der Natur, um ganz zunächst bei der Materie zu bleiben, von der wir eben handeln, war es selbst nicht möglich, das Auge ganz achromatisch zu machen. Es ist achromatisch nur insofern, als wir frei, gerade vor uns hin sehen. Bücken wir den Kopf nieder, oder heben ihn in die Höhe, und blicken in dieser gezwungenen Stellung nach irgendeinem entschiedenen hellen oder dunklen Bilde, nach einem zu diesen Erfahrungen immer bereiten Fensterkreuz, so werden wir mit bloßen Augen die prismatischen Säume gewahr. Wie sollte es also der Kunst gelingen, die Natur in einem solchen Grade zu meistern, da man ja nicht mit abstrakten sondern mit konkreten Kräften und Körpern zu tun hat und es sich mit dem Höchsten, der Idee, ebenso verhält, dass man sie keineswegs ins Enge noch ins gleiche bringen kann.
Keineswegs werde jedoch, wie schon gesagt, der Forscher und Techniker abgeschreckt, ins Feinere und Genauere zu gehen, nur tue er es mit Bewusstsein, um nicht Zeit und Fähigkeiten zu vertändeln und zu verschwenden.

Konfession des Verfassers

Da uns, wenn wir an irgendeinem Geschehenen teilnehmen, nichts willkommenst sein kann, als dass Personen welche mitgewirkt, uns die besondern Umstände offenbaren mögen, wie dieses oder jenes Ereignis seinen Ursprung genommen, und dies sowohl von der politischen als wissenschaftlichen Geschichte gilt; auch in beiden nichts so klein geachtet werden mag, das nicht irgendeinem Nachkommen den einmal bedeutend sein könnte: so habe ich nicht

unterlassen wollen, nachdem ich dem Lebensgange so mancher andern nachgespürt, gleichfalls aufzuzeichnen, wie ich zu diesen physischen und besonders chromatischen Untersuchungen gelangt bin; welches um so mehr erwartet werden darf, weil eine solche Beschäftigung schon manchem als meinem übrigen Lebensgange fremd erschienen ist. Die Menge mag wohl jemanden irgendein Talent zugestehen, worin er sich tätig bewiesen und wobei das Glück sich ihm nicht abhold gezeigt; will er aber in ein andres Fach übergehen und seine Künste vervielfältigen, so scheint es, als wenn er die Rechte verletze, die er einmal der öffentlichen Meinung über sich eingeräumt, und es werden daher seine Bemühungen in einer neuen Region selten freundlich und gefällig aufgenommen. Hierin kann die Menge wohl einigermaßen recht haben: denn es hat jedes einzelne Beginnen so viele Schwierigkeiten, dass es einen ganzen Menschen, ja mehrere zusammen braucht, um zu einem erwünschten Ziele zu gelangen. Allein dagegen hat man wieder zu bedenken, dass die Tätigkeiten, in einem höhern Sinne, nicht vereinzelt anzusehen sind, sondern dass sie einander wechselweise zu Hülfe kommen und dass der Mensch, wie mit andern also auch mit sich selbst, öfters in ein Bündnis zu treten und daher sich in mehrere Tüchtigkeiten zu teilen und in mehreren Tugenden zu üben hat.

Wie es mir hierin im ganzen ergangen, würde nur durch eine umständliche Erzählung mitgeteilt werden können, und so mag das Gegenwärtige als ein einzelnes Kapitel jenes größern Bekenntnisses angesehen werden, welches abzulegen mir vielleicht noch Zeit und Mut übrig bleibt.

Indem sich meine Zeitgenossen gleich bei dem ersten Erscheinen meiner dichterischen Versuche freundlich genug gegen mich erwiesen, und mir, wenn sie gleich sonst mancherlei auszusetzen fanden, wenigstens ein poetisches Talent mit Geneigtheit zuerkannten, so hatte ich selbst gegen die Dichtkunst ein eignes wundersames Verhältnis, das bloß praktisch war, indem ich einen Gegenstand, der mich ergriff, ein Muster, das mich aufregte, einen Vorgänger, der mich anzog, so lange in meinem innern Sinn trug und hegte, bis daraus etwas entstanden war, das als mein angesehen werden mochte und das ich, nachdem ich es jahrelang im stillen ausgebildet, endlich auf einmal, gleichsam aus dem Stegreife und gewissermaßen instinktartig, auf das Papier fixierte. Daher denn die Lebhaftigkeit und Wirksamkeit meiner Produktionen sich ableiten mag.

Da mir aber sowohl in Absicht auf die Konzeption eines würdigen Gegenstandes als auf die Komposition und Ausbildung der einzelnen Teile, sowie was die Technik des rhythmischen und prosaischen Stils betraf, nichts Brauchbares, weder von den Lehrstühlen noch aus den Büchern entgegenkam, indem ich manches Falsche zwar zu verabscheuen, das Rechte aber nicht zu erkennen wusste und deshalb selbst wieder auf falsche Wege geriet, so suchte ich mir außerhalb der Dichtkunst eine Stelle, auf welcher ich zu irgendeiner Vergleichung gelangen und dasjenige, was mich in der Nähe verwirrte, aus einer gewissen Entfernung übersehen und beurteilen könnte.

Diesen Zweck zu erreichen, konnte ich mich nirgends besser hinwenden als zur bildenden Kunst. Ich hatte dazu mehrfachen Anlass: denn ich hatte so oft von der Verwandtschaft der Künste gehört, welche man auch in einer gewissen Verbindung zu behandeln anfing. Ich war in einsamen Stunden früherer Zeit auf die Natur aufmerksam geworden, wie sie sich als Landschaft zeigt, und hatte, da ich von Kindheit auf in den Werkstätten der Maler aus- und einging, Versuche gemacht, das, was mir in der Wirklichkeit er schien, so gut es sich schicken wollte, in ein Bild zu verwandlen; ja ich fühlte hiezu, wozu ich eigentlich keine Anlage hatte, einen weit größern Trieb als zu demjenigen, was mir von Natur leicht und bequem war. So gewiss ist es, dass die falschen Tendenzen den Menschen öfters mit größerer Leidenschaft entzünden als die wahrhaften, und dass er demjenigen weit eifriger nachstrebt, was ihm misslingen muss, als was ihm gelingen könnte.

Je weniger also mir eine natürliche Anlage zur bildenden Kunst geworden war, desto mehr sah ich mich nach Gesetzen und Regeln um; ja ich achtete weit mehr auf das Technische der Malerei als auf das Technische der Dichtkunst: wie man denn durch Verstand und Einsicht dasjenige auszufüllen sucht, was die Natur Lückenhaftes an uns gelassen hat.

Je mehr ich nun durch Anschauung der Kunstwerke, insofern sie mir im nördlichen Deutschland vor die Augen kamen, durch Unterredung mit Kennern und Reisenden, durch Lesen solcher Schriften, welche ein lange pedantisch vergrabenes Altertum einem geistigern Anschauen entgegenzuheben versprachen, an Einsicht gewissermaßen zunahm, desto mehr fühlte ich das Bodenlose meiner Kenntnisse und sah immer mehr ein, dass nur von einer Reise nach Italien etwas Befriedigendes zu hohen sein möchte.

Als ich endlich nach manchem Zaudern über die Alpen gelangt war, so empfand ich gar bald, bei dem Zudrang so vieler unendlichen Gegenstände, dass ich nicht gekommen sei, um Lücken auszufüllen und mich zu bereichern, sondern dass ich von Grund aus anfangen müsse, alles bisher Gewähnte wegzuwerfen und das Wahre in seinen einfachsten Elementen aufzusuchen. Zum Glück konnte ich mich an einigen von der Poesie herüber gebrachten, mir durch inneres Ge fühl und langen Gebrauch bewährten Maximen fest halten, so dass es mir zwar schwer, aber nicht unmöglich ward, durch ununterbrochnes Anschauen der Natur und Kunst, durch lebendiges, wirksames Gespräch mit mehr oder weniger einsichtigen Kennern, durch stetes Leben mit mehr oder weniger praktischen oder denkenden Künstlern, nach und nach mir die Kunst überhaupt einzuteilen, ohne sie zu zerstückeln, und ihre verschiedenen, lebendig ineinander greifen den Elemente gewahr zu werden.

Freilich nur gewahr zu werden und festzuhalten, ihre tausendfältigen Anwendungen und Ramifikationen aber einer künftigen Lebenszeit aufzusparen. Auch ging es mir, wie jedem, der reisend oder lebend mit Ernst gehandelt, dass ich in dem Augenblicke des Scheidens erst einigermaßen mich wert fühlte, herein zutreten. Mich trösteten die mannigfaltigen und un entwickelten Schätze, die ich mir gesammlet; ich er freute mich an der Art, wie ich sah, dass Poesie und bildende Kunst wechselseitig aufeinander einwirken könnten. Manches war mir im einzelnen deutlich, manches im ganzen Zusammenhange klar. Von einem einzigen Punkte wusste ich mir nicht die mindeste Rechenschaft zu geben: es war das Kolorit. Mehrere Gemälde waren in meiner Gegenwart erfunden, komponiert, die Teile der Stellung und Form nach sorgfältig durchstudiert worden, und über alles dieses konnten mir die Künstler, konnte ich mir und ihnen Rechenschaft, ja sogar manchmal Rat erteilen. Kam es aber an die Färbung, so schien alles dem Zu fall überlassen zu sein, dem Zufall der durch einen gewissen Geschmack, einen Geschmack der durch Gewohnheit, eine Gewohnheit die durch Vorurteil, ein Vorurteil das durch Eigenheiten des Künstlers, des Kenners, des Liebhabers bestimmt wurde. Bei den Lebendigen war kein Trost, ebenso wenig bei den Ab geschiedenen, keiner in den Lehrbüchern, keiner in den Kunstwerken. Denn wie bescheiden sich über diesen Punkt zum Beispiel Lairesse ausdrückt, kann Verwunderung erregen. Und wie wenig sich irgendeine Maxime aus der Färbung, welche neuere Künstler in ihren Gemälden angebracht, abstrahieren lasse, zeigt die Geschichte des Kolorits, verfasst von einem Freunde, der schon damals mit mir zu suchen und zu unter suchen geneigt war, und bis jetzt diesem gemeinsam eingeschlagenen Weg auf die löblichste Weise treu geblieben.

Je weniger mir nun bei allen Bemühungen etwas erfreulich Belehrendes entgegenschien, desto mehr brachte ich diesen mir so wichtigen Punkt überall wiederholt, lebhaft und dringend zur Sprache, dergestalt, dass ich dadurch selbst Wohlwollenden fast lästig und verdrießlich fiel. Aber ich konnte nur bemerken, dass die lebenden Künstler bloß aus schwanken den Überlieferungen und einem gewissen Impuls handelten, dass Helldunkel, Kolorit, Harmonie der Farben immer in einem wunderlichen Kreise sich durcheinander drehten. Keins entwickelte sich aus dem andern, keins griff notwendig ein in das andere. Was man ausübte, sprach man als technischen Kunstgriff, nicht als Grundsatz aus. Ich hörte zwar von kalten und war men Farben, von Farben, die einander heben, und was dergleichen mehr war; allein bei jeder Ausführung konnte ich bemerken, dass man in einem sehr engen Kreise wandelte, ohne doch denselben überschauen oder beherrschen zu können.

Das Sulzerische Wörterbuch wurde um Rat gefragt, aber auch da fand sich wenig Heil. Ich dachte selbst über die Sache nach, und um das Gespräch zu beleben, um eine oft durchgedroschene Materie wieder bedeutend zumachen, unterhielt ich mich und die Freunde mit Paradoxen. Ich hatte die Ohnmacht des Blauen sehr deutlich empfunden und seine unmit-

telbare Verwandtschaft mit dem Schwarzen bemerkt nun gefiel es mir zu behaupten: das Blaue sei keine Farbe, und ich freute mich eines allgemeinen Widerspruchs. Nur Angelika, deren Freundschaft und Freundlichkeit mir schon öfters in solchen Fällen entgegengekommen war - sie hatte zum Beispiel auf mein Ersuchen erst ein Bild, nach Art älterer Florentiner, Grau in Grau gemalt und es bei völlig entschiedenem und fertigen Helldunkel mit durchscheinender Farbe überzogen, wodurch eine sehr erfreuliche Wirkung hervorgebracht wurde, ob man es gleich von einem auf die gewöhnliche Weise gemalten Bilde nicht unterscheiden konnte - Angelika gab mir Beifall und versprach, eine kleine Landschaft ohne Blau zu malen. Sie hielt Wort und es entsprang ein sehr hübsches harmonisches Bild, etwa in der Art, wie ein Akyanobleps die Welt sehen würde, wobei ich jedoch nicht leugnen will, dass sie ein Schwarz anwendete, welches nach dem Blauen hinzog. Wahrscheinlich findet sich dieses Bild in den Händen irgendeines Liebhabers, für den es durch diese Anekdote noch mehr Wert erhält.

Dass hierdurch nichts ausgemacht wurde, ja vielmehr die Sache in einen geselligen Scherz ablief, war ganz natürlich. Indessen versäumte ich nicht, die Herrlichkeit der atmosphärischen Farben zu betrachten, wobei sich die entschiedenste Stufenfolge der Luftperspektive, die Bläue der Ferne sowie naher Schatten, auffallend bemerken ließ. Beim Sciroccohimmel, bei den purpurnen Sonnenuntergängen waren die schönsten meergrünen Schatten zu sehen, denen ich um so mehr Aufmerksamkeit schenkte, als ich schon in der ersten Jugend bei frühem Studieren, wenn der Tag gegen das angezündete Licht heran wuchs, diesem Phänomen meine Bewunderung nicht entziehen konnte. Doch wurden alle diese Beobachtungen nur gelegentlich angestellt, durch so viel andres mannigfaltiges Interesse zerstreut und verdrängt, so dass ich meine Rückreise unternahm und zu Hause, bei manchem Zudrang fremdartiger Dinge, die Kunst und alle Betrachtung derselben fast gänzlich aus dem Auge verlor.

Sobald ich nach langer Unterbrechung endlich Muße fand, den eingeschlagenen Weg weiter zu verfolgen, trat mir in Absicht auf Kolorit dasjenige entgegen, was mir schon in Italien nicht verborgen bleiben konnte. Ich hatte nämlich zuletzt eingesehen, dass man den Farben, als physischen Erscheinungen, erst von der Seite der Natur beikommen müsse, wenn man in Absicht auf Kunst etwas über sie gewinnen wolle. Wie alle Welt war ich überzeugt, dass die sämtlichen Farben im Licht enthalten seien; nie war es mir anders gesagt worden, und niemals hatte ich die geringste Ursache gefunden, daran zu zweifeln, weil ich bei der Sache nicht weiter interessiert war. Auf der Akademie hatte ich mir Physik wie ein anderer vortragen und die Experimente vorzeigen lassen. Winkler in Leipzig, einer der ersten, der sich um Elektrizität verdient machte, behandelte diese Abteilung sehr umständlich und mit Liebe, so dass mir die sämtlichen Versuche mit ihren Bedingungen fast noch jetzt durchaus gegenwärtig sind. Die Gestelle waren sämtlich blau an gestrichen; man brauchte ausschließlich blaue Seidenfäden zum Anknüpfen und Aufhängen der Teile des Apparats: welches mir auch immer wieder, wenn ich über blaue Farbe dachten einfiel. Dagegen erinnere ich mich nicht, die Experimente, wodurch die Newtonische Theorie bewiesen werden soll, jemals gesehen zu haben; wie sie denn gewöhnlich in der Experimentalphysik auf gelegentlichen Sonnenschein verschoben und außer Ordnung des laufenden Vortrags gezeigt werden.

Als ich mich nun von Seiten der Physik den Farben zu nähern gedachte, las ich in irgendeinem Kompendium das hergebrachte Kapitel, und weil ich aus der Lehre, wie sie dastand, nichts für meinen Zweck entwickeln konnte, so nahm ich mir vor, die Phänomene wenigstens selbst zu sehen, zu welchen Hofrat Büttner, der von Göttingen nach Jena gezogen war, den nötigen Apparat mitgebracht und mir ihn nach seiner freundlich mitteilenden Weise sogleich angeboten hatte. Es fehlte nur also noch an einer dunklen Kammer, die durch einen wohlverschlossenen Fensterladen bewirkt werden sollte; es fehlte nur noch am Foramen exiguum, das ich mit aller Gewissenhaftigkeit, nach dem angegebenen Maß, in ein Blech einzubohren im Begriff stand. Die Hindernisse jedoch, wodurch ich abgehalten ward, die Versuche nach der Vorschrift, nach der bisherigen Methode anzustellen, waren Ursache,

dass ich von einer ganz andern Seite zu den Phänomenen gelangte und dieselben durch eine umgekehrte Methode ergriff, die ich noch umständlich zu erzählen gedenke.

Eben zu dieser Zeit kam ich in den Fall, meine Wohnung zu verändern. Auch dabei hatte ich meinen frühern Vorsatz vor Augen. In meinem neuen Quartier traf ich ein langes, schmales Zimmer mit einem Fenster gegen Südwest; was hätte mir erwünschter sein können! Indessen fand sich bei meiner neuen Einrichtung so viel zu tun, so manche Hindernisse traten ein, und die dunkle Kammer kam nicht zustande. Die Prismen standen eingepackt, wie sie gekommen waren, in einem Kasten unter dem Tische, und ohne die Ungeduld des jenaischen Besitzers hätten sie noch lange da stehen können.

Hofrat Büttner, der alles, was er von Büchern und Instrumenten besaß, gern mitteilte, verlangte jedoch, wie es einem vorsichtigen Eigentümer geziemt, dass man die geborgten Sachen nicht allzu lange behalten, dass man sie zeitig zurückgeben und lieber einmal wieder aufs neue borgen solle. Er war in solchen Dingen unvergessen und ließ es, wenn eine gewisse Zeit verflossen war, an Erinnerungen nicht fehlen. Mit solchen wollte er mich zwar nicht unmittelbar angehen; allein durch einen Freund erhielt ich Nachricht von Jena: der gute Mann sei ungeduldig, ja empfindlich, dass ihm der mitgeteilte Apparat nicht wieder zugesendet werde. Ich ließ dringend um einige Frist bitten, die ich auch erhielt, aber auch nicht besser anwendete: denn ich war von ganz anderem Interesse festgehalten. Die Farbe, sowie die bildende Kunst überhaupt, hatte wenig teil an meiner Aufmerksamkeit, ob ich gleich ungefähr in dieser Epoche, bei Gelegenheit der Saussurischen Reisen auf den Montblanc und des dabei gebrauchten Kyanometers, die Phänomene der Himmelsbläue, der blauen Schatten und so weiter zusammenschrieb, um mich und andre zu überzeugen, dass das Blaue nur dem Grade nach von dem Schwarzen und dem Finstern verschieden sei.

So verstrich abermals eine geraume Zeit, die leichte Vorrichtung des Fensterladens und der kleinen Öffnung ward vernachlässigt, als ich von meinem jenaischen Freunde einen dringenden Brief erhielt, der mich aufs lebhafteste bat, die Prismen zurückzusenden, und wenn es auch nur wäre, dass der Besitzer sich von ihrem Dasein überzeugte, dass er sie einige Zeit wieder in Verwahrung hätte; ich sollte sie alsdann zu längerem Gebrauch wieder zurück erhalten. Die Absendung aber möchte ich ja mit dem zurückkehrenden Boten bewerkstelligen. Da ich mich mit diesen Untersuchungen sobald nicht abzugeben hoffte, entschloss ich mich, das gerechte Verlangen sogleich zu erfüllen. Schon hatte ich den Kasten hervorgenommen, um ihn dem Boten zu übergeben, als mir einfiel, ich wolle doch noch geschwind durch ein Prisma sehen, was ich seit meiner frühsten Jugend nicht getan hatte. Ich erinnerte mich wohl, dass alles bunt erschien, auf welche Weise jedoch, war mir nicht mehr gegenwärtig. Eben befand ich mich in einem völlig geweißten Zimmer; ich erwartete, als ich das Prisma vor die Augen nahm, eingedenk der Newtonischen Theorie, die ganze weiße Wand nach verschiedenen Stufen gefärbt, das von da ins Auge zurückkehrende Licht in so viel farbige Lichter zersplittert zu sehen.

Aber wie verwundert war ich, als die durchs Prisma angeschaute weiße Wand nach wie vor weiß blieb, dass nur da, wo ein Dunkles dran stieß, sich eine mehr oder weniger entschiedene Farbe zeigte, dass zuletzt die Fensterstäbe am allerlebhaftesten farbig erschienen, indessen am lichtgrauen Himmel draußen keine Spur von Färbung zu sehen war. Es bedurfte keiner langen Überlegung, so erkannte ich, dass eine Grenze notwendig sei, um Farben hervorzubringen, und ich sprach wie durch einen Instinkt sogleich vor mich laut aus, dass die Newtonische Lehre falsch sei. Nun war an keine Zurücksendung der Prismen mehr zu denken. Durch mancherlei Überredungen und Gefälligkeiten suchte ich den Eigentümer zu beruhigen, welches mir auch gelang. Ich vereinfachte nunmehr die mir in Zimmern und im Freien durchs Prisma vorkommen den zufälligen Phänomene und erhob sie, indem ich mich bloß schwarzer und weißer Tafeln bediente, zu bequemen Versuchen.

Die beiden sich immer einander entgegengesetzten Ränder, die Verbreiterung derselben, das Übereinandergreifen über einen hellen Streif und das dadurch entstehende Grün, wie die Entstehung des Roten beim Übereinandergreifen über einen dunklen Streif, alles entwickelte sich vor mir nach und nach. Auf einen schwarzen Grund hatte ich eine weiße Scheibe

gebracht, welche in einer gewissen Entfernung durchs Prisma angesehen, das bekannte Spektrum vorstellte und vollkommen den Newtonischen Hauptversuch in der Camera obscura vertrat. Eine schwarze Scheibe auf hellem Grund machte aber auch ein farbiges und gewissermaßen noch prächtigeres Gespenst. Wenn sich dort das Licht in so vielerlei Farben auflöst, sagte ich zu mit selbst: so müsste ja hier auch die Finsternis als in Farben aufgelöst angesehen werden.

Der Apparat meiner Tafeln war sorgfältig und reinlich zusammengeschafft, vereinfacht soviel wie möglich und so ein gerichtet, dass man die sämtlichen Phänomene in einer gewissen Ordnung dabei betrachten konnte. Ich wusste mir im stillen nicht wenig mit meiner Entdeckung, denn sie schien sich an manches bis her von mir Erfahrne und Geglaubte anzuschließen. Der Gegensatz von warmen und kalten Farben der Maler zeigte sich hier in abgesonderten blauen und gelben Rändern. Das Blaue erschien gleichsam als Schleier des Schwarzen, wie sich das Gelbe als ein Schleier des Weißen bewies. Ein Helles musste über das Dunkle, ein Dunkles über das Helle geführt wer den, wenn die Erscheinung eintreten sollte: denn keine perpendikulare Grenze war gefärbt. Das alles schloss sich an dasjenige an, was ich in der Kunst von Licht und Schatten und in der Natur von apparenten Farben gehört und gesehen hatte. Doch stand alles dieses mir ohne Zusammenhang vor der Seele und keineswegs so entschieden, wie ich es hier ausspreche.

Da ich in solchen Dingen gar keine Erfahrung hatte und mir kein Weg bekannt war, auf dem ich hätte sicher fortwandeln können, so ersuchte ich einen benachbarten Physiker, die Resultate dieser Vorrichtungen zu prüfen. Ich hatte ihn vorher bemerken lassen, dass sie mir Zweifel in Absicht auf die Newtonische Theorie erregt hätten, und hoffte sicher, dass der erste Blick auch in ihm die Überzeugung, von der ich ergriffen war, aufregen würde. Allein wie verwundert war ich, als er zwar die Erscheinungen in der Ordnung, wie sie ihm vorgeführt wurden, mit Gefälligkeit und Beifall aufnahm, aber zugleich versicherte, dass diese Phänomene bekannt und aus der Newtonischen Theorie vollkommen erklärt seien. Diese Farbenge hörten keineswegs der Grenze, sondern dem Licht ganz allein an; die Grenze sei nur Gelegenheit, dass in dem einen Fall die weniger refrangiblen, im andern die mehr refrangiblen Strahlen zum Vorschein kämen. Das Weiße in der Mitte sei aber noch ein zusammen gesetztes, durch Brechung nicht separiertes Licht, das aus einer ganz eigenen Vereinigung farbiger, aber stufenweise übereinandergeschobener Lichter entspringe; welches alles bei Newton selbst und in den nach seinem Sinn verfassten Büchern umständlich zu lesen sei. Ich mochte dagegen nun einwenden, was ich wollte, dass nämlich das Violette nicht refrangibler sei als das Gelbe, sondern nur, wie dieses in das Helle, so jenes in das Dunkle hineinstrahle; ich mochte anführen, dass bei wachsender Breite der Säume das Weiße so wenig als das Schwarze in Farben zerlegt, sondern in dem einen Falle nur durch einzusammengesetztes Grün, in dem andern durch ein zusammengesetztes Rot zugedeckt werde; kurz, ich mochte mich mit meinen Versuchen und Überzeugungen gebärden, wie ich wollte: immer vernahm ich nur das erste Credo und musste mir sagen lassen, dass die Versuche in der dunklen Kammer weit mehr geeignet seien, die wahre Ansicht der Phänomene zu verschaffen.

Ich war nunmehr auf mich selbst zurückgewiesen; doch konnte ich es nicht ganz lassen und setzte noch einige Male an, aber mit ebenso wenig Glück, und ich wurde in nichts gefördert. Man sah die Phänomene gern; die Ununterrichteten amüsierten sich damit, die Unterrichteten sprachen von Brechung und Brechbarkeit und glaubten sich dadurch von aller weitern Prüfung loszuzählen. Nachdem ich nun diese in der Folge von mir subjektiv genannten Versuche ins Unendliche, ja Unnötige vervielfältigte, Weiß, Schwarz, Grau, Bunt in allen Verhältnissen an- und übereinander auf Tafeln gebracht hatte, wobei immer nur das erste simple Phänomen, bloß anders bedingt, er schien, so setzte ich nun auch die Prismen in die Sonne und richtete die Camera obscura mit schwarz ausgeschlagenen Wänden so genau und finster als möglich ein. Das Foramen exiguum selbst wurde sorgfältig angebracht. Allein diese beschränkten Taschenspieler- Bedingungen hatten keine Gewalt mehr über mich. Alles, was die subjektiven Versuche mir leisteten, wollte ich auch durch die objektiven darstel-

len. Die Kleinheit der Prismen stand mir im Wege. Ich ließ ein größeres aus Spiegelscheiben zusammen setzen, durch welches ich nun, vermittelst vorgeschobener ausgeschnittener Pappen, alles dasjenige her vorzubringen suchte, was auf meinen Tafeln gesehen wurde, wenn man sie durchs Prisma betrachtete.

Die Sache lag mir am Herzen, sie beschäftigte mich; aber ich fand mich in einem neuen unabsehlichen Felde, welches zu durchmessen ich mich nicht geeignet fühlte. Ich sah mich überall nach Teilnehmern um; ich hätte gern meinen Apparat, meine Bemerkungen, meine Vermutungen, meine Überzeugungen einem andern übergeben, wenn ich nur irgend hätte hoffen können, sie fruchtbar zu sehen.

All mein dringendes Mitteilen war vergebens. Die Folgen der französischen Revolution hatten alle Ge müter aufgeregt und in jedem Privatmann den Regierungsdünkel erweckt. Die Physiker, verbunden mit den Chemikern, waren mit den Gasarten und mit dem Galvanismus beschäftigt. Überall fand ich Unglauben an meinen Beruf zu dieser Sache; überall eine Art von Abneigung gegen meine Bemühungen, die sich, je ge lehrter und kenntnisreicher die Männer waren, immer mehr als unfreundlicher Widerwille zu äußern pflegte.

Höchst undankbar würde ich hingegen sein, wenn ich hier nicht diejenigen nennen wollte, die mich durch Neigung und Zutrauen förderten. Der Herzog von Weimar, dem ich von jeher alle Bedingungen eines tätigen und frohen Lebens schuldig geworden, vergönnte mir auch diesmal den Raum, die Muße, die Bequemlichkeit zu diesem neuen Vorhaben. Der Her zog Ernst von Gotha eröffnete mir sein physikalisches Kabinett, wodurch ich die Versuche zu vermannigfaltigen und ins Größere zu führen instand gesetzt wurde. Der Prinz August von Gotha verehrte mir aus England verschriebene köstliche, sowohl einfache als zusammengesetzte, achromatische Prismen. Der Fürst Primas, damals in Erfurt, schenkte meinen ersten und allen folgenden Versuchen eine ununterbrochene Aufmerksamkeit, ja er begnadigte einen umständlichen Aufsatz mit durchgehenden Randbemerkungen von eigner Hand, den ich noch als eine höchst schätzbare Erinnerung unter meinen Papieren verwahre. Unter den Gelehrten, die mir von ihrer Seite Bei stand leisteten, zähle ich Anatomen, Chemiker, Literatoren, Philosophen wie Loder, Sömmering, Göttling, Wolf, Forster, Schelling; hingegen keinen Physiker.

Mit Lichtenberg korrespondierte ich eine Zeitlang und sendete ihm ein paar auf Gestellen bewegliche Schirme, woran die sämtlichen subjektiven Erscheinungen auf eine bequeme Weise dargestellt werden konnten, ingleichen einige Aufsätze, freilich noch roh und ungeschlacht genug. Eine Zeitlang antwortete er mir; als ich aber zuletzt dringender ward und das ekelhafte Newtonische Weiß mit Gewalt verfolgte, brach er ab über diese Dinge zu schreiben und zu antworten; ja er hatte nicht einmal die Freundlichkeit, ungeachtet eines so guten Verhältnisses, meiner Bei träge in der letzten Ausgabe seines Erxlebens zu er wähnen. So war ich denn wieder auf meinen eigenen Weg gewiesen.

Ein entschiedenes Aperçu ist wie eine inokulierte Krankheit anzusehen: man wird sie nicht los, bis sie durchgekämpft ist. Schon längst hatte ich angefangen, über die Sache nachzulesen. Die Nachbeterei der Kompendien war mir bald zuwider und ihre beschränkte Einförmigkeit gar zu auffallend. Ich ging nun an die Newtonische Optik, auf die sich doch zu letzt jedermann bezog, und freute mich, das Kaptiose, Falsche seines ersten Experiments mir schon durch meine Tafeln anschaulich gemacht zu haben und mir das ganze Rätsel bequem auflösen zu können. Nach dem ich diese Vorposten glücklich überwältigt, drang ich tiefer in das Buch, wiederholte die Experimente, entwickelte und ordnete sie und fand sehr bald, dass der ganze Fehler darauf beruhe, dass ein kompliziertes Phänomen zum Grunde gelegt und das Einfachere aus dem Zusammengesetzten erklärt werden sollte. Manche Zeit und manche Sorgfalt jedoch bedurfte es, um die Irrgänge alle zu durchwandern, in welche Newton seine Nachfolger zu verwirren beliebt hat. Hierzu waren mir die Lectiones opticae höchst behilflich, indem diese einfacher, mit mehr Aufrichtigkeit und eigener Überzeugung des Verfassers geschrieben sind. Die Resultate dieser Bemühungen enthält mein polemischer Teil.

Wenn ich nun auf diese Weise das Grundlose der Newtonischen Lehre, besonders nach genauer Ein sicht in das Phänomen der Achromasie, vollkommen erkannte, so half mir zu einem neuen theoretischen Weg jenes erste Gewahrwerden, dass ein entschiede nes Auseinandertreten, Gegensetzen, Verteilen, Differenzieren, oder wie man es nennen wollte, beiden prismatischen Farbenerscheinungen statthabe, welches ich mir kurz und gut unter der Formel der Polarität zusammenfasste, von der ich überzeugt war, dass sie auch bei den übrigen Farben- Phänomenen durch geführt werden könne.
Was mir inzwischen als Privatmann nicht gelingen mochte: bei irgend jemand Teilnahme zu erregen, der sich zu meinen Untersuchungen gesellt, meine Überzeugungen aufgenommen und darnach fortgearbeitet hätte, - das wollte ich nun als Autor versuchen; ich wollte die Frage an das größere Publikum bringen. Ich stellte daher die notwendigsten Bilder zusammen, die man bei den subjektiven Versuchen zum Grunde legen musste. Sie waren schwarz und weiß, damit sie als Apparat dienen, damit sie jedermann sogleich durchs Prisma beschauen könnte. Andere waren bunt, um zu zeigen, wie diese schwarzen und weißen Bilder durchs Prisma verändert würden. Die Nähe einer Kartenfabrik veranlasste mich, das Format von Spielkarten zu wählen, und indem ich Versuche beschrieb und gleich die Gelegenheit, sie anzustellen, gab, glaubte ich das Erforderliche getan zu haben, um in irgendeinem Geiste das Aperçu hervorzurufen, das in dem meinigen so lebendig gewirkt hatte.
Allein ich kannte damals, ob ich gleich alt genug war, die Beschränktheit der wissenschaftlichen Gilden noch nicht, diesen Handwerkssinn, der wohl etwas er halten und fortpflanzen, aber nichts fördern kann, und es waren drei Punkte, die für mich schädlich wirkten. Erstlich hatte ich mein kleines Heft: Beiträge zur Optik, betitelt. Hätte ich Chromatik gesagt, so wäre es unverfänglicher gewesen; denn da die Optik zum größten Teil mathematisch ist, so konnte und wollte niemand begreifen, wie einer, der keine Ansprüche an Messkunst machte, in der Optik wirken könne. Zwei tens hatte ich, zwar nur ganz leise, angedeutet, dass ich die Newtonische Theorie nicht zulänglich hielte, die vorgetragenen Phänomene zu erklären. Hierdurch regte ich die ganze Schule gegen mich auf, und nun verwunderte man sich erst höchlich, wie jemand, ohne höhere Einsicht in die Mathematik, wagen könne, Newton zu widersprechen. Denn dass eine Physik un abhängig von der Mathematik existiere, davon schien man keinen Begriff mehr zu haben. Die uralte Wahrheit, dass der Mathematiker, sobald er in das Feld der Erfahrung tritt, so gut wie jeder andere dem Irrtum unterworfen sei, wollte niemand in diesem Falleaner kennen. In gelehrten Zeitungen, Journalen, Wörterbüchern und Kompendien sah man stolz mitleidig auf mich herab, und keiner von der Gilde trug Bedenken, den Unsinn nochmals abdrucken zu lassen, den man nun fast hundert Jahre als Glaubensbekenntnis wiederholte. Mit mehr oder weniger dünkelhafter Selbstgefälligkeit betrugen sich Gren in Halle, die Gothaischen gelehrten Zeitungen, die Allgemeine Jenaische Literaturzeitung, Gehler und besonders Fischer, in ihren physikalischen Wörterbüchern. Die Göttingischen gelehrten Anzeigen, ihrer Aufschrift getreu, zeigten meine Bemühungen auf eine Weise an, um sie sogleich auf ewig vergessen zu machen.
Ich gab, ohne mich hierdurch weiter rühren zu lassen, das zweite Stück meiner Beiträge heraus, welches die subjektiven Versuche mit bunten Papieren enthält, die mir um so wichtiger waren, als dadurch für jeden, der nur einigermaßen in die Sache hätte sehen wollen, der erste Versuch der Newtonischen Optik vollkommen enthüllt und dem Baum die Axt an die Wurzel gelegt wurde. Ich fügte die Abbildung des großes Wasserprismas hinzu, die ich auch wieder unter die Tafeln des gegenwärtigen Werkes aufgenommen habe. Es geschah damals, weil ich zu den objektiven Versuchen übergehen und die Natur aus der dunklen Kammer und von den winzigen Prismen zu befreien dachte.
Da ich in dem Wahn stand, denen, die sich mit Naturwissenschaften abgeben, sei es um die Phänomene zu tun, so gesellte ich, wie zum ersten Stücke meiner Beiträge ein Paket Karten, so zum zweiten eine Foliotafel, auf welcher alle Fälle von hellen, dunkeln und farbigen Flächen und Bildern dergestalt angebracht waren, dass man sie nur vor sich hinstellen, durch ein Prisma betrachten durfte, um alles, wovon in dem Hefte die Rede war, sogleich gewahr zu werden. Al lein diese Vorsorge war gerade der Sache hinderlich und der dritte

Fehler, den ich beging. Denn diese Tafel, viel mehr noch als die Karten, war unbequem zu packen und zu versenden, so dass selbst einige aufmerksam gewordne Liebhaber sich beklagten, die Beiträge nebst dem Apparat durch den Buchhandel nicht erhalten zu können.

Ich selbst war zu andern Lebensweisen, Sorgen und Zerstreuungen hingerissen. Feldzüge, Reisen, Aufenthalt an fremden Orten nahmen mir den größten Teil mehrerer Jahre weg; dennoch hielten mich die einmal angefangenen Betrachtungen, das einmal übernommene Geschäft, denn zum Geschäft war diese Beschäftigung geworden, auch selbst in den bewegtesten und zerstreutesten Momenten fest; ja ich fand Gelegenheit, in der freien Welt Phänomene zu bemerken, die meine Einsicht vermehrten und meine Ansicht er weiterten. Nachdem ich lange genug in der Breite der Phänomene herumgetastet und mancherlei Versuche gemacht hatte, sie zu schematisieren und zu ordnen, fand ich mich am meisten gefördert, als ich die Gesetzmäßigkeit der physiologischen Erscheinungen, die Bedeutsamkeit der durch trübe Mittel hervorgebrachten, und endlich die versatile Beständigkeit der chemischen Wirkungen und Gegenwirkungen erkennen lernte. Hiernach bestimmte sich die Einteilung, der ich, weil ich sie als die beste befunden, stets treu geblieben. Nun ließ sich ohne Methode die Menge von Erfahrungen weder sondern noch verbinden; es wurden daher theoretische Erklärungsarten rege, und ich machte meinen Weg durch manche hypothetische Irrtümer und Einseitigkeiten. Doch ließ ich den überall sich wieder zeigenden Gegensatz, die einmal ausgesprochne Polarität nicht fahren, und zwar um so weniger, als ich mich durch solche Grundsätze imstand fühlte, die Farbenlehre an manches Benachbarte anzuschließen und mit manchem Entfernten in Reihe zu stellen. Auf diese Weise ist der gegenwärtige Entwurf einer Farbenlehre entstanden.

Nichts war natürlicher, als dass ich aufsuchte, was uns über diese Materie in Schriften überliefert worden, und es von den ältesten Zeiten bis zu den unsrigen nach und nach auszog und sammelte. Durch eigene Aufmerksamkeit, durch guten Willen und Teilnahme mancher Freunde kamen mir auch die seltnern Bücher in die Hände; doch nirgends bin ich auf einmal soviel gefördert worden als in Göttingen durch den mit großer Liberalität und tätiger Beihülfe gestatteten Gebrauch der unschätzbaren Büchersammlung. So häufte sich allmählich eine große Masse von Abschriften und Exzerpten, aus denen die Materialien zur Geschichte der Farbenlehre redigiert worden und wovon noch manches zu weiterer Bearbeitung zurückliegt.

Und so war ich, ohne es beinahe selbst bemerkt zu haben, in ein fremdes Feld gelangt, indem ich von der Poesie zur bildenden Kunst, von dieser zur Naturforschung überging, und dasjenige, was nur Hilfsmittel sein sollte, mich nun mehr als Zweck anreizte. Aber als ich lange genug in diesen fremden Regionen ver weilt hatte, fand ich den glücklichen Rückweg zur Kunst durch die physiologischen Farben und durch die sittliche und ästhetische Wirkung derselben überhaupt.

Ein Freund, Heinrich Meyer, dem ich schon früher in Rom manche Belehrung schuldig geworden, unter ließ nicht, nach seiner Rückkehr, zu dem einmal vor gesetzten Zweck, den er selbst wohl ins Auge gefasst hatte, mitzuwirken. Nach angestellten Erfahrungen, nach entwickelten Grundsätzen machte er manchen Versuch gefärbter Zeichnungen, um dasjenige mehr ins Licht zu setzen und wenigstens für uns selbst gewisser zu machen, was gegen das Ende meines Entwurfs über Farbengebung mitgeteilt wird. In den Propyläen versäumten wir nicht, auf manches hinzudeuten, und wer das dort Gesagte mit dem nunmehr umständlicher Ausgeführten vergleichen will, dem wird der innige Zusammenhang nicht entgehen.

Höchst bedeutend aber ward für das ganze Unter nehmen die fortgesetzte Bemühung des gedachten Freundes, der sowohl bei wiederholter Reise nach Italien, als auch sonst bei anhaltender Betrachtung von Gemälden die Geschichte des Kolorits zum vorzüglichen Augenmerk behielt und dieselbige entwarf, wie wir sie in zwei Abteilungen unsern Lesern vorgelegt haben: die ältere, welche hypothetisch genannt wird, weil sie, ohne genugsame Beispiele, mehr aus der Natur des Menschen und der Kunst als aus der Erfahrung zu entwickeln war; die neuere, welche auf Dokumenten beruht, die noch von jedermann betrachtet und beurteilt werden können.

Indem ich mich nun auf diese Weise dem Ende meines auf richtigen Bekenntnisses nähere, so werde ich durch einen Vorwurf angehalten, den ich mir mache, dass ich unter jenen vortrefflichen Männern, die mich geistig gefördert, meinen unersetzlichen Schiller nicht genannt habe. Dort aber empfand ich eine Art von Scheu, dem besonderen Denkmal, welches ich unserer Freundschaft schuldig bin, durch ein voreiliges Gedenken Abbruch zu tun. Nun will ich aber doch, in Betrachtung menschlicher Zufälligkeiten, aufs kürzeste bekennen, wie er an meinem Bestreben lebhaften Anteil genommen, sich mit den Phänomenen bekannt zu machen gesucht, ja sogar mit einigen Vorrichtungen umgeben, um sich an denselben vergnüglich zu belehren. Durch die große Natürlichkeit seines Genies ergriff er nicht nur schnell die Hauptpunkte, worauf es ankam; sondern wenn ich manchmal auf meinem beschaulichen Wege zögerte, nötigte er mich durch seine reflektierende Kraft, vorwärtszueilen, und riss mich gleichsam an das Ziel, wohin ich strebte. Und so wünsche ich nur, dass mir das Besondere dieser Verhältnisse, die mich noch in der Erinnerung glücklich machen, bald auszusprechen vergönnt sein möge.

Aber alle diese Fortschritte wären durch die ungeheuren Ereignisse dieser letzten Jahre noch kurz vor dem Ziel aufgehalten und eine öffentliche Mitteilung unmöglich geworden, hätte nicht unsere verehrteste Herzogin, mitten unter dem Drang und Sturm gewaltsamer Umgebungen, auch mich in meinem Kreise nicht allein gesichert und beruhigt, sondern zugleich aufs höchste aufgemuntert, indem sie einer Experimentaldarstellung der sämtlichen, sich nach meiner Einsicht nunmehr glücklich aneinanderschließenden Naturerscheinungen beizuwohnen und eine aufmerksame Versammlung durch ihre Gegenwart zu konzentrieren und zu beleben geruhte. Hierdurch allein wurde ich in den Stand gesetzt, alles Äußere zu vergessen und mir dasjenige lebhaft zu vergegenwärtigen, was bald einem größeren Publikum mitgeteilt werden sollte. Und so sei denn auch hier am Schlusse, wie schon am Anfange geschehen, die durch ihren Einfluss glücklich vollbrachte Arbeit dieser nicht genug zu verehrenden Fürstin dankbar gewidmet.

Statt des versprochenen supplementaren Teils

Wirkung farbiger Beleuchtung

Ob wir uns schon aus oben erwähnten Ursachen enthalten, desjenigen umständlich zu gedenken, was seit den letzten zwanzig Jahren in unserm Fache vorgekommen, so dürfen wir doch den bedeutendsten Punkt nicht übergehen, welchen Herschel besonders wieder in Anregung gebracht. Wir meinen die Wirkung farbiger Beleuchtung auf Leuchtsteine, Metalloxyde und Pflanzen; ein Kapitel, das in unserm Entwurfe nur skizziert, in der Chemie immer von größerer Bedeutung werden muss. Wir können unsre Pflicht hierin nicht besser erfüllen, als wenn wir einen ausführlichen Aufsatz von Herrn Doktor Seebeck zu Jena einrücken, der von dem scharfen und treuen Beobachtungsgeiste des Verfassers sowie von dessen unvergleichlicher Gabe zu experimentieren ein schönes Zeugnis ablegt und bei Freunden der Wissenschaft den Wunsch erregen wird, der Verfasser möge sich immer in dem Falle befinden, seinem natürlichen und beurkundeten Forscher- Berufe zu folgen.

Wirkung farbiger Beleuchtung auf verschiedene Arten von Leuchtsteinen

Zu diesen Versuchen bediente ich mich folgender künstlicher Leuchtsteine oder Phosphoren.

1) Barytphosphoren, nach Marggrafs bekannter Angabe bereitet. Die vollkommensten von diesen leuchteten, nachdem sie dem Sonnen- oder auch bloß dem Tageslichte ausgesetzt worden, gelbrot, wie schwach glühende Kohlen.

2) Phosphoren aus künstlichem schwefelsaurem Strontian, ganz auf dieselbe Weise, wie die vorigen, mit Gummi Traganth im freien Feuer des Windofens präpariert. Diese leuchteten meergrün, einige Stücke schwach bläulich.
3) Nach Cantons Vorschrift aus gebrannten Austerschalen zubereitete Kalkphosphoren, welche größtenteils hellgelb leuchteten. Einige von diesen gaben reines Rosenrot, andere ein blasses Violett.
Der Glanz und die Lebhaftigkeit der Farbe der Phosphoren steht mit der Intensität des exzitierenden Lichtes in direktem Verhältnis; je schwächer dieses ist, desto schwächer und blässer phosphoreszieren jene im Dunkeln; ja in sehr schwachem Lichte, z. B. im Mondlichte, werden sie fast ganz farblos, weißlich leuchtend.
Diese Phosphoren wurden nach der Reihe den verschiedenen prismatischen Farben ausgesetzt. Im Blau und Violett wurden alle sogleich leuchtend, doch war ihr Licht auf keine Weise verändert: die Barytphosphoren erschienen im Dunkeln gelbrot, die neuen Strontianphosphoren meergrün, usw. vollkommen so, wie sie dem reinen Sonnenlichte ausgesetzt leuchteten. Im Blauen wurden sie nur wenig schwächer leuchtend als im Violett. Hart über dem Violett, wo kaum eine Farbe zu erkennen ist, nahmen sie einen ebenso lebhaften Glanz an als im Violett. Im Grün wurden sie beträchtlich schwächer leuchtend als im Blau, im Gelben noch viel schwächer, und im Rot am schwächsten, und zwar wurden sie hier mehrenteils nur weißlich leuchtend. Auch unter dem Rot nahmen die Phosphoren häufig einen Glanz an.
So verhielten sich die Leuchtsteine und auch noch andere leuchtende Körper in den Farbengespenstern einer beträchtlichen Anzahl Glasprismen, unter denen einige höchst vollkommen waren. Im Gelb und Rot derselben wurden gute Leuchtsteine zwar leuchtend (noch bei einer 5 bis 6 Linien breiten Öffnung im Laden und in einem Abstande von 9 bis 12 Fuß vom Prisma); doch immer sehr viel schwächer als im Blau und Violett. Wenn die Öffnung im Laden noch kleiner war, etwa 2 Linien im Durchmesser betrug, so wurden mehrere Leuchtsteine in dem eben erwähnten Abstande im Rot nicht mehr leuchtend, im Blau und Violett aber wurden sie es.

Versuche mit farbigen Gläsern

Ein dickes dunkelblaues Glas, durch welches nur hell erleuchtete Gegenstände eben zu erkennen waren, wurde vor den von der Sonne beschienenen Laden der dunkeln Kammer befestigt und ein Bononischer Leuchtstein in das einfallende Licht gehalten; er wurde im Augenblick leuchtend, und zwar wie gewöhnlich gelbrot. Die übrigen Leuchtsteine verhielten sich ebenso.
Nun wurde ein gelbrotes Glas, wodurch man vollkommen alle Gegenstände erkennen konnte, in den Laden gesetzt und die Leuchtsteine in dies helle gelbrote Licht gelegt; aber keiner von allen wurde leuchtend, wie lange sie auch in diesem Lichte blieben.
Ein Leuchtstein wurde durch reines Sonnenlicht zum Phosphoreszieren gebracht und die Zeit bemerkt, welche bis zu seinem völligen Erlöschen verfloss. Dies währte etwa 10 Minuten. Er wurde hierauf nochmals in der Sonne leuchtend gemacht und dann sogleich in das durch das gelbrote Glas einfallende Licht gehalten. Er verlosch hier nicht nur völlig, sondern auch in beträchtlich kürzerer Zeit, als für sich im Dunkeln; schon nach i bis 2 Minuten konnte man keinen Schein mehr an diesem Phosphor erkennen. Je lebhafter die Sonne schien, desto schneller erfolgte das Erlöschen unter dem gelbroten Glase.
Wenn schon aus diesen Versuchen die entgegengesetzte Wirkung der gelbroten und blauen Beleuchtung unwidersprechlich hervorging, so wurde sie noch glänzender durch folgende Vorrichtung bestätigt.
Ich stellte in das durch das gelbrote Glas einfallende Sonnenlicht eine Linse von vier Zoll, und brachte in den Fokus derselben einen auf das lebhafteste glänzenden Barytphosphor; er erlosch hier sogleich, wie eine in Wasser getauchte Kohle. Selbst die empfindlichsten und

dauerndsten Leuchtsteine, z.B. die grünlichen Strontianphosphoren, wurden hier in wenigen Sekunden lichtlos. Man braucht die Leuchtsteine nicht einmal völlig in den Fokus zu bringen, auch außer demselben erlöschen sie schon nach einigen Sekunden.

Statt des gelbroten Glases wurde hierauf eine stärkere blaue Scheibe, durch welche man noch alle Gegenstände erkennen konnte, in den Laden befestigt, die nämliche Linse davor gestellt und in den Fokus derselben ein dunkler, nicht leuchtender Erdphosphor gehalten; er wurde hier sogleich glühend, und wohl so stark, als im hellsten Sonnenschein. Auch das prismatische Rot wirkt, wie schon Wilson und später Davy und Ritter bemerkt hatten, lichtschwächend auf die Phosphoren. Nach meinen Erfahrungen erlöschen sie hier gemeinhin nicht völlig, sondern kommen nur in etwas kürzerer Zeit auf den schwachen Lichtzustand zurück, den sie an dieser Stelle annehmen. Ist die Öffnung im Laden sehr klein, so werden, wie schon oben angeführt, die Phosphoren, bei einer gewissen Entfernung vom Prisma, in dem Rot desselben nicht mehr leuchtend, aber dann wirkt auch diese Beleuchtung überhaupt nicht; die Phosphoren erlöschen hier nicht schneller als für sich im Dunkeln. Im Blau und Violett dagegen werden die Leuchtsteine in dem angegebenen Abstande noch leuchtend; hieraus folgt also, dass die deprimierende Kraft des Roten und Gelben früher abnimmt als die exzitierende des Blauen und Violetten. Doch auch diese hört in einer größern Entfernung vom Prisma auf, und dort existiert nur für das Auge noch ein wirksames Farbenbild.

Wie das Licht der Sonne, so wirkt auch jedes andere Licht durch die genannten farbigen Gläser auf die Leuchtsteine, wenn es nur überhaupt Intensität genug hat, ein Leuchten in den Steinen zu erregen. Es ist bekannt, dass die Bononischen und Cantonschen Phosphoren durch den Funken der Leidner Flasche leuchtend werden. Man lässt, um dies zu bewirken, gemeiniglich den Schlag durch den Phosphor gehen. Dies ist jedoch nicht nötig; auch wenn er sich in hermetisch verschlossenen Glasröhren befindet und einen Zoll, ja noch tiefer unter den Kugeln des allgemeinen Ausladers liegt, so wird er während der Explosion der Flasche leuchtend.

Zwei Leuchtsteine von gleicher Güte wurden, einer in gelbroter, der andere in dunkelblauer Glasröhre einen Zoll unter die Kugeln des allgemeinen Ausladers gelegt und eine Flasche mittelst desselben entladen. Als der Funke überschlug, wurde der Leuchtstein in der dunkelblauen Röhre sogleich leuchtend, der in der gelbroten Glasröhre dagegen blieb dunkel.

Diese Versuche, welche ich öfters wiederholt habe, beweisen zugleich, dass die Elektrizität, indem sie die Phosphoren leuchtend macht, nur als Licht wirkt, daher denn auch lichtlose Elektrizität keinen Erdphosphor oder ähnlichen leuchtenden Körper zum Phosphoreszieren bringt. Hierüber und über das Leuchten als chemischen Prozess an einem ändern Orte mehr.

Die genannten Phosphoren und überhaupt alle Substanzen, welche im Dunkeln glühend erscheinen, nachdem sie dem Licht der Sonne oder einer ändern starken Beleuchtung ausgesetzt werden, leuchten schon in diesem Lichte selbst. Hiervon kann man sich am besten überzeugen, wenn man Erdphosphoren, welche einzelne nichtleuchtende Stellen haben, dem durch ein recht dunkelblaues oder violettes Glas einfallenden Sonnenlichte entgegenhält; die leuchtenden Stellen, besonders die gelbrot leuchtenden der Bononischen Phosphoren, sieht man nun deutlich glühen, in dem Augenblicke, wie sie ins Licht kommen (ja die empfindlichem schon in einiger Entfernung von dem vollen Lichte), die nichtleuchtenden Stellen dagegen haben die Farbe des Glases, sehen blau oder violett aus. Vor dem gelbroten Glase, wo sie bekanntlich nicht leuchtend werden, erscheinen sie ganz einfarbig. Das Leuchten im Dunkeln ist also nur ein Beharren in dem Zustande, den der fremde leuchtende Körper hervorrief, ein Nachklingen, Verklingen.

Vorstehendes will Beccaria anders gefunden haben; nach ihm wurde der Bologneser Phosphor unter allen farbigen Gläsern leuchtend, und zwar glänzte er im Dunkeln mit rotem Lichte, wenn er unter roten Gläsern, und mit blauem Lichte, wenn er unter blauen Gläsern dem Sonnenlichte war ausgesetzt worden. Woher nun diese abweichenden, ja ganz entgegenge-

setzten Resultate? - Die beste Aufklärung hierüber gibt die Geschichte dieser Entdeckung, welche auch durch ihren Zusammenhang mit dem Streit über die Newtonische Lehre interessant ist.

Zanottis stellte die ersten Versuche über die Wirkung des farbigen Lichtes auf den Bononischen Phosphor an (1728). Erwartend, dass er mit der Farbe des ihn treffenden Lichtes leuchten werde, hielt er ihn für vorzüglich geschickt, den Streit der Cartesianer und Newtonianer über die Natur des Lichts zur Entscheidung zu bringen. Algarotti ein eifriger Anhänger Newtons, wohnte diesen Versuchen bei. Sie ließen die prismatischen Farben auf ihre besten Leuchtsteine fallen, allein sie konnten, "wie auch der Strahl gefärbt war," keinen Unterschied wahrnehmen, der Stein leuchtete schwach, und "nahm keineswegs die Farbe des Lichtes an, in welches er gehalten worden," woraus Zanotti den Schluß zog, "dass der Phosphor durch sein eigentümliches Licht glänze, und dass dieses durch das von außen auffallende Licht nur belebt werde". Er fügte hinzu, "dass aus diesen Versuchen sich nichts beweisen lasse, und dass sich beide Hypothesen damit vertrügen." (Zanottis Abhandlung steht in den Comment. Bonon. Vol. VI. p. 205.)

Hiermit hatte man sich beruhigt, bis 1770 Joh. Bapt. Beccaria in Turin mit neuen Versuchen auftrat. Er verfertigte, wie erzählt wird, künstliche Leuchtsteine, welche den Stein von Bologna weit übertrafen, setzte diese unter farbigen Gläsern dem Sonnenlichte aus, und versicherte, dass seine Phosphoren unter blauem Glase blau, unter rotem Glase rot geleuchtet hätten. (Philos. Transact. LXI. p. 112.) Diese Entdeckung machte großes Aufsehen und wurde von den Newtonianern gut aufgenommen. Priestley (in seiner Geschichte der Optik S. 267) erklärte: »durch diese Versuche sei nun außer Streit gesetzt, dass der Phosphor eben dasselbe Licht, welches er empfängt, und kein anderes von sich gebe, und hierdurch sei auch bewiesen, dass das Licht aus körperlichen Teilen bestehe, weil es eingesogen, angehalten und wieder zurückgegeben werden könne." Mehrere Physiker wiederholten Beccarias Versuche, doch keinem gelangen sie. Wilson vor allen gab sich viele Mühe. Magellan verschaffte ihm von Beccaria eine sehr genaue Beschreibung der Versuche mit allen Umständen, beide wiederholten die Versuche nochmals, "aber alle ihre Unternehmungen waren umsonst," nie sahen sie die Phosphoren mit der Farbe des Glases leuchten. (Von Wilsons interessanten Versuchen findet man einen Auszug in Gehlers Sammlung zur Physik und Naturgeschichte i. Band.) Euler mischte sich auch in den Streit; er fand Wilsons Versuche seiner Lehre vom Licht günstig und behauptete, die Newtonische Theorie der Farben werde hierdurch gänzlich über den Haufen geworfen. Die Newtonianer erwiderten: Euler habe keine Ursache zu triumphieren, Beccaria verdiene ebensoviel Glauben als Wilson, und dann wären ja auch unter Wilsons Versuchen mehrere, die nach der Eulerschen Theorie ebenso wenig erklärt werden könnten. Es wurden indessen mehrere misslungene Versuche bekannt, und es blieb nun denen, die sich mit Beccaria retten wollten, nichts übrig, als zu behaupten, die Gegner hätten keine so guten Leuchtsteine oder Gläser gehabt als jener, und dies ist bis auf den heutigen Tag auch oft genug geschehen. Späterhin trat Beccaria selbst gegen sich auf und erklärte, dass er sich geirrt habe; doch hierauf wurde wenig Rücksicht genommen. Man hatte bereits neue Zeugen für seine früheren Entdeckungen, und diese sagten den mehrsten Newtonianern besser zu. Allenthalben findet man von nun an einen Brief Magellans an Priestley zitiert, der jene neue Bestätigung enthält; mit Stillschweigen wird aber gemeiniglich der Widerruf Beccarias übergangen, obwohl er in demselben Briefe ausführlich zu lesen ist. Magellan erzählt in diesem Briefe (s. Priestleys Versuche und Beobachtungen über verschiedene Gattungen der Luft III. Teil, Anhang p. 16.): "er habe (1776) bei dem Prof. Allamands in Leyden sehr schöne farbige Gläser gefunden und habe gegen diesen geäußert: "wie sehr es ihm aufgefallen sei, dass er nie imstande gewesen, Beccarias Versuche mit Erfolg zu wiederholen, welches er dem Umstand zuschreibe, dass er nicht so gute Gläser gehabt habe als Beccaria, und als er jetzt vor sich sehe." Allamand antwortete hierauf: "es sei einer von seinen Versuchen beinahe einerlei mit den Versuchen Beccarias gewesen; denn ein Stück des Bononischen Phosphors habe die Farbe des durch ein Prisma geteilten Sonnenstrahls gezeigt, dem er ihn ausgesetzt haue." Hemsterhuis, der bei den

Versuchen Allamands zugegen gewesen, soll noch hinzugefügt haben, "dass nach einiger Zeit, wenn die deutlich an dem Phosphorus gesehene Farbe zu vergehen anfing, derselbe gelblich worden sei, als wenn der Phosphorus bloß dem Sonnenlichte, ohne Teilung der farbigen Strahlen desselben, wäre ausgesetzt worden." "Überdies", sagt Magellan, "besitze ich das Original eines in Italien geschriebenen Briefes, aus dem sich ergibt, dass ein junger Herr vom ersten Range, mit zwei Kavaliers, seinen Führern, vor deren Augen dieser Versuch von dem Prof. Beccaria wiederholt worden, eben dieses Phänomen gesehen habe, und dass die Farben des Phosphorus im dunkeln Zimmer deutlich genug gewesen sind, um daraus, ohne vorhergegangene Nachricht, die richtige Farbe des Glases erraten zu können, durch welches die Sonne denselben beschienen hatte." - "Es ist mir unangenehm", fährt hierauf Magellan fort, "aus einem gedruckten Briefe des gedachten Prof. Beccaria gesehen zu haben, dass er fast die ganze Sache wieder aufgibt, indem er sich bei seinen Versuchen geirrt, und den Schatten oder die blasse Dunkelheit des Phosphorus für eine bestimmte Farbe genommen habe. Er habe sich dabei, sagt er, nach dem Herrn Zanotti, Präsidenten der Akademie zu Bologna, gerichtet; denn er selbst und andere wären nie imstande gewesen, dasselbe Phänomen zu sehen."

Und gegen dies offene und entscheidende Geständnis Beccarias, gegen so viele und sorgfältig angestellte Versuche erfahrner Physiker mochte man noch ein Zeugnis, wie das jener vornehmen Beobachter, und ein halbes, wie das von Allamand, aufführen und geltend zu machen suchen! Wäre dies wohl geschehen, wenn nicht vorgefasste Meinung und der Wunsch, einer beliebten Lehre den Sieg zu verschaffen und die Gegner auf jede Weise aus dem Felde zu schlagen, sich eingemengt hätte? - Die Aussage von Hemsterhuis ist zwar bestimmter als die von Allamand, doch ist auch sie von keinem Gewicht, da die Art, wie der Versuch und das Material, womit er angestellt worden, nicht angegeben sind. Denn auf die Beschaffenheit des Leuchtsteins kömmt auch viel an; enthielt der Barytphosphor z. B. Strontian- oder flusssaure Kalkerde, so konnte wohl ein bläulicher Schein gesehen werden, wenn er ins blaue Licht gehalten wurde. An Leuchtsteinen, die aus einer Mischung der genannten Erden bestehen, lässt sich wirklich etwas Ähnliches zeigen, doch nicht allein im blauen, sondern auch im Tageslichte, weil jene Erden bläulich und grünlich leuchtende Phosphoren geben. An Phosphoren, die nur mit einer Farbe leuchten, wird man nie etwas der Art wahrnehmen.

Wo der von Magellan angeführte gedruckte Brief Beccarias steht, habe ich nicht finden können.

Einer Täuschung habe ich noch zu erwähnen, die bei den Versuchen mit Prismen und farbigen Gläsern vorkommen kann. Die Phosphoren können wirklich bisweilen in einer ganz entgegengesetzten, als ihrer gewöhnlichen Farbe, leuchtend erscheinen. Dies ist dann der Fall, wenn das Auge des Beobachtenden von irgendeiner lebhaften Farbe affiziert war. So sah ich Bononische Steine, welche im prismatischen Rot weißlich leuchtend werden, im Dunkeln mit grünlichem Lichte glänzen, wenn ich auch nur flüchtig vorher (ja selbst eine Minute und länger vorher) in das Rot gesehen hatte. Wenn ich dies vermieden hatte, so erschienen sie weiß oder höchst blassgelb. Eine ähnliche Veränderung der Farbe bemerkte ich auch einmal an den rosenroten Kalkphosphoren, als ich diese vor ein violettes, von der Sonne erhelltes Glas hielt; sie leuchteten mir nun im Dunkeln rotgelb. Mein Gehilfe dagegen, welcher sich ganz im Dunkeln befunden hatte, versicherte das schönste rosenrote Licht zu sehen. Als sich meine Augen von dem vorigen Eindrucke erholt hatten, erschienen auch mir diese Phosphoren im Dunkeln rosenrot, so wie sie nun meinem Gehilfen, welcher in das violette Licht gesehen hatte, gelbrot schienen. Durch Violett wird, nach bekannten physiologischen Gesetzen (Bd.I, S. 78 ff.) Gelb im Auge hervorgerufen, so wie durch Rot Grün, durch Orange Blau, und umgekehrt; und auf diese Weise entsteht im gegenwärtigen Fall, wie in mehreren ändern eine Täuschung, vor der man sich zu hüten hat.

Von der chemischen Aktion des Lichts und der farbigen Beleuchtung

Es ist eine der wichtigsten Entdeckungen der neuern Zeit, dass mit der äußerlichen längst bekannten Veränderung der Körper im Sonnenlichte häufig auch eine innere, eine Änderung

in den chemischen Bestandteilen verbunden sei. Scheele erwies zuerst, in seiner Abhandlung von Luft und Feuer, dass die Metallkalke im Lichte "phlogistisiert", oder wie wir uns jetzt ausdrücken, desoxydiert werden. Senebier, Priestley, Berthollet, Miß Fulham, Rumford, Ritter und andere bestätigten diese Entdeckung und vermehrten sie mit mancher neuen. Eine der empfindlichsten Substanzen gegen die Aktion des Sonnenlichtes ist das salzsaure Silber oder Hornsilber; es ist bekanntlich frisch gefällt weiß und wird im Lichte sehr bald grau und endlich schwarz, wobei es den größten Teil, wo nicht alle seine Säure verliert. Schon Scheele bemerkte, dass die prismatischen Farben ungleich auf dasselbe wirkten, "dass die Schwärzung im Violett schneller erfolge als in den ändern Farben" (a.a.O. § 66). Senebier bestätigte diese Erfahrung, und führt in seiner Abhandlung über den Einfluss des Sonnenlichts 3. Teil S. 97 an: "dass das Hornsilber sich im violetten Strahl in 15 Sekunden, im blauen in 23 Sekunden, im grünen in 35 Sekunden, im gelben in 5,5 Minuten, im pomeranzenfarbenen in 12 Minuten und im roten in 20 Minuten gefärbt habe"; auch sagt er, "dass er nie vermögend gewesen sei, die Farbe in den drei letzten prismatischen Farben so stark zu machen, als die vom violetten Strahl hervorgebrachte war. Ritter (s. Gilb, Annalen der Physik B. VII S. 527 und B. XII S. 409) will auch noch außerhalb dem Violett »sogenannte unsichtbare Strahlen entdeckt haben, welche das Hornsilber noch stärker reduzierten, als das violette Licht selbst"; ferner, »dass die Reduktion an dem Orte des Maximums außer dem Violett nach dem Blau hin abnehme und mehr hinter dem Grün aufhöre; und dass sie im Orange und Rot in wahre Oxydation des bereits Reduzierten übergehe.

Schon Senebiers Versuche zeigten deutlich eine Hemmung der Wirkung auf der Seite des Gelben und Roten, sowohl der Zeit als dem Grade nach; doch fand nach ihm hier noch eine Reduktion statt, wo Ritter eine Oxydation fand. Neue Versuche waren also nötig. Hier sind die Resultate von den meinigen.

Als ich das Spektrum eines fehlerfreien Prismas, welches die Lage hatte, in welcher der Einfallswinkel an der vordem Fläche dem Brechungswinkel an der hintern Fläche gleich ist, bei einer Öffnung von etwa fünf bis sechs Linien im Laden, in einem Abstande, wo eben Gelb und Blau zusammentreten, auf weißes noch feuchtes und auf Papier gestrichenes Hornsilber fallen ließ und 15 bis 20 Minuten, durch eine schickliche Vorrichtung, in unveränderter Stellung erhielt, so fand ich das Hornsilber folgendermaßen verändert. Im Violett war es rötlich braun (bald mehr violett, bald mehr blau) geworden, und auch noch über die vorher bezeichnete Grenze des Violett hinaus erstreckte sich diese Färbung, doch war sie nicht stärker als im Violett; im Blauen des Spektrums war das Hornsilber rein blau geworden, und diese Farbe erstreckte sich abnehmend und heller werdend bis ins Grün; im Gelben fand ich das Hornsilber mehrenteils unverändert, bisweilen kam es mir etwas gelblicher vor als vorher; im Rot dagegen, und mehrenteils noch etwas über das Rot hinaus, hatte es meist rosenrote oder hortensienrote Farbe angenommen. Bei einigen Prismen fiel diese Rötung ganz außerhalb dem Rot des Spektrums, es waren dies solche, bei welchen auch die stärkste Erwärmung außer dem Rot statt hatte.

Das prismatische Farbenbild hat jenseits des Violett und jenseits des Rot noch einen mehr oder minder hellen farblosen Schein; in diesem veränderte sich das Hornsilber folgendermaßen: Über dem oben beschriebenen braunen Streifen - der im Violett und hart darüber entstanden war -, hatte sich das Hornsilber mehrere Zoll hinauf, allmählich heller werdend, bläulichgrau gefärbt, jenseits des roten Streifens aber, der soeben beschrieben worden, war es noch eine beträchtliche Strecke hinab schwach rötlich geworden.

Wenn am Lichte grau gewordenes, noch feuchtes Hornsilber ebenso lange der Einwirkung des prismatischen Sonnenbildes ausgesetzt wird, so verändert es sich im Violett und Blau, wie vorhin; im Roten und Gelben dagegen wird man das Hornsilber heller finden, als es vorher war, zwar nur wenig heller, doch deutlich und unverkennbar. Eine Rötung in oder hart unter dem prismatischen Rot wird man auch hier gewahr werden.

Wurde das Spektrum in einem größern Abstande, etwa 12 bis 15 Fuß vom Prisma, aufgefangen, so blieb das weiße Hornsilber im Gelben und Roten weiß, das schon graue blieb so grau als vorher, zumal wenn auch die Öffnung im Laden etwas verengert wurde; im Blau und

Violett dagegen schwärzte es sich, obwohl schwächer als näher am Prisma. In einem noch beträchtlichem Abstande hört auch endlich die reduzierende Kraft des blauen und violetten Lichtes auf. Eine gleiche Abnahme der Aktion der prismatischen Farben bemerkten wir bereits an den Leuchtsteinen, und zwar früher am Gelb und Rot als am Blau und Violett. Lässt man Violett und Rot von zwei Prismen zusammentreten, so erhält man bekanntlich ein Pfirsichblütrot. In diesem wird das Hornsilber auch gerötet, und zwar wird es oft sehr schön karmesinrot.

Wenn man das prismatische Spektrum so nahe am Prisma auffängt, dass nur die Ränder gefärbt, die Mitte aber weiß erscheint, so bemerkt man hart unter dem Blau noch einen gelbrötlichen blassen Streifen; dieser rötet zwar das Hornsilber nicht, aber er wirkt doch hemmend auf die vom Weißen herrührende Reduktion oder Schwärzung, wie Ritter schon vor mir bemerkt hat.

Noch kann man am Prisma ein Rot hervorbringen, nämlich wenn man eine Leiste mitten über das Prisma befestigt; es erscheint dann in dem nahe aufgefangenen weißen Felde des Spektrums mitten Gelb, Pfirsichblütrot und Blau; diese aber wirken auf das Hornsilber nicht, oder doch nur so schwach, dass es kaum zu bemerken ist; ich konnte wenigstens in verschiedenen Abständen vom Prisma keine recht deutliche Wirkung von diesen Farben erkennen.

Versuche mit farbigen Gläsern

Das salzsaure Silber wurde unter den violetten, blauen und blaugrünen Gläsern wie am Sonnen- oder Tageslichte grau, und zwar nach der Verschiedenheit der Gläser auch verschieden nuanciert, bei der einen mehr ins Bläuliche, bei der ändern mehr ins Rötliche ziehend, oft auch fast schwarz. Unter gelben und gelbgrünen Gläsern dagegen veränderte sich das Hornsilber wenig; selbst unter nur sehr schwach gefärbten Gläsern blieb es im Tageslicht lange weiß, nur die Wirkung des Sonnenlichtes konnten diese nicht aufheben, aber sie schwächten sie doch bedeutend. Unter tiefern orangefarbigen Gläsern veränderte sich das Hornsilber noch weniger, und erst nachdem es mehrere Wochen gehörig benetzt, dem Sonnenlichte unter diesen ausgesetzt war, färbte es sich schwach und zwar rötlich. Hornsilber, welches so tief als möglich geschwärzt war, wurde unter dem gelbroten Glase im Sonnenlichte sehr bald heller, nach sechs Stunden war seine Farbe schmutzig gelb oder rötlich.

Alle die Farben, welche wir das weiße salzsaure Silber im prismatischen Spektrum haben annehmen sehen, kommen auch an dem, welches dem gemeinen Tageslichte ausgesetzt ist, vor; in einem sehr schwachen Lichte wird es gelblich, in einem lebhafteren läuft es blassrot an, doch verfliegt diese Farbe sehr schnell, das Hornsilber wird gleich darauf grau und braun in verschiedenen Schattierungen und endlich schwarz. In diesem letzten Zustande ist es fast gänzlich seiner Säure beraubt; die gelbe und rote Farbe des Hornsilbers scheinen die niedrigsten, Blau und Violett höhere Stufen der Entsäuerung desselben zu bezeichnen. Dies zugegeben, so folgt aus den eben erzählten Beobachtungen, dass zwar im prismatischen Rot und noch über dasselbe hinaus eine Entsäuerung stattfindet, dass aber auch hier Gelb und Rot hemmend wirken, und dass die Entsäuerung durch gelbrote Beleuchtung auf eine niedrigere Stufe derselben zurückgeführt werden kann.

Von den verschiedenen Versuchen, welche ich mit reinen Metalloxyden angestellt habe, will ich hier einen ausheben, welcher über das, was ihnen allen im Lichte begegnet, keinen Zweifel weiter übrig lassen wird.

Rotes Quecksilberoxyd wurde in drei verschiedenen Gläsern, in einem dunkelblauen, einem gelbroten und in einem weißen Glase, unter destilliertem Wasser der Einwirkung der Sonne und des Tageslichts mehrere Monate hindurch ausgesetzt. An dem Quecksilberoxyd im weißen Glase erfolgte unter beständiger Gasentbindung eine vollkommene Desoxydation, es verwandelte sich in graues unvollkommnes Oxyd, und ein Teil wurde selbst zu reinem regulinischen Quecksilber hergestellt, welches nach einiger Zeit zu einer nicht unbeträchtli-

chen Kugel zusammenlief. Das Oxyd im dunkelblauen Glase hatte dieselbe Veränderung erlitten, es hatte sich zum Teil reduziert, zum Teil war es unvollkommenes Oxyd geworden. Das Quecksilberoxyd im gelbroten Glase dagegen war fast unverändert, nur ein wenig heller schien es mir nach sechs Monaten geworden zu sein.

Die blaue Beleuchtung wirkt überhaupt auf alle Substanzen, welche im Licht eine Veränderung erleiden, wie das reine Sonnen- oder Tageslicht, die rote Beleuchtung dagegen verhält sich immer entgegengesetzt, häufig bloß wie gänzliche Abwesenheit des Lichtes. So wird, um noch einige Beispiele anzuführen, die farblose Salpetersäure unter blauen und violetten Gläsern gelb, wie im reinen Sonnenlichte, unter dem gelbroten bleibt sie weiß; Bestuscheffs Nerventinktur wird im Sonnenlichte weiß, unter dem blauen Glase gleichfalls, unter dem gelbroten aber bleibt sie gelb usw.

Wir haben oben bei den Versuchen mit den Leuchtsteinen bemerkt, dass die Aktion, welche einmal durch das Licht hervorgerufen worden, auch im Dunkeln noch fortwährt; dasselbe lässt sich auch an den Substanzen nachweisen, welche im Licht entschieden eine chemische Veränderung erleiden. Schon an jedem Hornsilberpräparat kann man es sehen, doch noch vollkommener am Goldsalze. Von einer Auflösung des salzsauren Goldsalzes streiche man etwas auf zwei Streifen Papier; das eine, A, werde sogleich an einem ganz dunklen Orte aufgehoben, das andere, B, aber einige Minuten ins Sonnen- oder Tageslicht gelegt, und bleibe darin nur solange, bis sich eine schwache Veränderung der Farbe zeigt, bis es etwas grau wird, und nun werde es zu dem Präparat A getan und alles Licht so vollkommen als möglich abgehalten. Nach einer halben Stunde vergleiche man die Präparate; B wird beträchtlich tiefer gefärbt sein, als man es hineingelegt hatte, A dagegen findet man unverändert. B färbt sich von Stunde zu Stunde tiefer und wird endlich violett, wie Goldsalz, das längere Zeit im Lichte gelegen hatte, während A noch unverändert rein goldgelb erscheint.

Wirkung der farbigen Beleuchtung auf die Pflanzen

Die wichtigsten Versuche hierüber verdanken wir Senebier und Tessier. Nach Senebier (s. dessen Abhandlung über den Einfluss des Sonnenlichtes i. Teil S. 29.4) erreichten die Pflanzen unter gelber Beleuchtung eine größere Höhe als unter der violetten; die Blätter der Pflanzen unter dem gelben Glase kamen grün zum Vorschein und vergilbten hernach, die unter dem roten blieben grün, wie sie hervorkamen; in der violetten Beleuchtung nahm die grüne Farbe der Blätter mit dem Alter zu, sie wurde dunkler.

Nach den Versuchen von Tessier (v. Mem. de l'Academ. des Sc. de Paris. 1783. p. 133) blieben die Pflanzen unter dunkelblauem Glase am grünsten, unter dunkelgelbem hingegen wurden sie bleich.

Die blaue Beleuchtung wirkt also auf die Pflanzen vollkommen wie das reine Sonnenlicht, die dunkelgelbe Beleuchtung dagegen wie die Finsternis; denn auch in dieser werden die Pflanzen bleich, schießen stärker; genug, sie zeigen sich mehr oder weniger etioliert.

Johann Wolfgang Goethe

ZUR FARBENLEHRE

(1810)

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5

Entwurf einer Farbenlehre **8**

Didaktischer Teil **8**
Einleitung 8

Erste Abteilung - Physiologische Farben **12**
I. Licht und Finsternis zum Auge 12
II. Schwarze und weiße Bilder zum Auge 13
III. Graue Flächen und Bilder 17
IV. Blendendes farbloses Bild 17
V. Farbige Bilder 19
VI. Farbige Schatten 22
VII. Schwachwirkende Lichter 25
VIII. Subjektive Höfe 26
Anhang: Pathologische Farben 28

Zweite Abteilung - Physische Farben **33**
IX. Dioptrische Farben 34
X. Dioptrische Farben der ersten Klasse 34
XI. Dioptrische Farben der zweiten Klasse, Refraktion 39

subjektive Versuche **41**
XII. Refraktion ohne Farbenerscheinung 41
XIII. Bedingungen der Farbenerscheinung 42
XIV. Bedingungen unter welchen die Farbenerscheinung zunimmt 43
XV. Ableitung der angezeigten Phänomene 45
XVI. Abnahme der farbigen Erscheinung 49
XVII. Graue Bilder durch Brechung verrückt 50
XVIII. Farbige Bilder durch Brechung verrückt 51
XIX. Achromasie und Hyperchromasie 55
XX. Vorzüge der subjektiven Versuche 57

Die objektiven Versuche **58**
XXI. Refraktion ohne Farbenerscheinung 59
XXII. Bedingungen der Farbenerscheinung 59
XXIII. Bedingungen des Zunehmens der Erscheinung 61
XIV. Ableitung der angezeigten Phänomene 63
XXV. Abnahme der farbigen Erscheinung 64
XXVI. Graue Bilder 64
XXVII. Farbige Bilder 65
XXVIII. Achromasie und Hyperchromasie 65
XXIX. Verbindung objektiver und subjektiver Versuche 66
XXX. Übergang 67
XXXI. Katoptrische Farben 69
XXXII. Paroptische Farben 72
XXXIII. Epoptische Farben 77

Dritte Abteilung - Chemische Farben **87**
XXXIV. Chemischer Gegensatz 87
XXXV. Ableitung des Weißen 88
XXXVI. Ableitung des Schwarzen 88
XXXVII. Erregung der Farbe 89
XXXVIII. Steigerung 91
XXXIX. Kulmination 92
XL. Balancieren 93
XLI. Durchwandern des Kreises 93
XLII. Umkehrung 94
XLIII. Fixation 94
XLIV. Mischung 95
XLV. Mischung 96
XLVI. Mitteilung 98
XLVII. Mitteilung 100
XLVIII. Entziehung 100
XLIX. Nomenklatur 102
L. Mineralien 104
LI. Pflanzen 104
LII. Würmer, Insekten, Fische 106
LIII. Vögel 109
LIV. Säugetiere und Menschen 110
LV. Physische und chemische Wirkungen farbiger Beleuchtung 112
LVI. Chemische Wirkung 113

Vierte Abteilung - Allgemeine Ansichten nach Innen **115**
Wie energisch die Farbe sei 115
Wie entschieden die Farbe sei 115
Mischung der beiden Seiten 116
Steigerung ins Rote 116
Verbindung der gesteigerten Enden 117
Vollständigkeit der mannigfaltigen Erscheinung 117
Übereinstimmung der vollständigen Erscheinung 117
Wie leicht die Farbe von einer Seite auf die andre zu wenden 118
Wie leicht die Farbe verschwindet 118
Wie fest die Farbe bleibt 118

Fünfte Abteilung: Nachbarliche Verhältnisse **120**
Verhältnis zur Philosophie 120
Verhältnis zur Mathematik 121
Verhältnis zur Technik des Färbers 122
Verhältnis zur Physiologie und Pathologie 123
Verhältnis zur Naturgeschichte 123
Verhältnis zur allgemeinen Physik 123
Verhältnis zur Tonlehre 125
Schlussbetrachtung über Sprache und Terminologie 126

Sechste Abteilung: Sinnlich - sittliche Wirkung der Farbe **128**
Gelb 129
Rotgelb 130
Gelbrot 130
Blau 130
Rotblau 131
Blaurot 132
Rot (Purpur) 132
Grün 133
Totalität und Harmonie 133
Charakteristische Zusammenstellungen 135
Gelb und Blau 135
Gelb und Purpur 135
Blau und Purpur 136
Gelbrot und Blaurot 136
Charakterlose Zusammenstellungen 136
Bezug der Zusammenstellungen zu Hell und Dunkel 137
Historische Betrachtungen 137
Ästhetische Wirkung 139
Helldunkel 139
Streben zur Farbe 141
Haltung 141
Kolorit 142
Kolorit des Orts 142
Kolorit der Gegenstände 142
Charakteristisches Kolorit 143
Harmonisches Kolorit 144
Echter Ton 144
Falscher Ton 144
Schwaches Kolorit 145
Das Bunte 145
Furcht vor dem Theoretischen 145
Letzter Zweck 146
Gründe 146
Pigmente 147
Allegorischer, symbolischer, mystischer Gebrauch der Farbe 148
Zugabe 149
Schlusswort 152

Vorwort

Ob man nicht, indem von den Farben gesprochen werden soll, vor allen Dingen des Lichtes zu erwähnen habe, ist eine ganz natürliche Frage, auf die wir jedoch nur kurz und aufrichtig erwidern: es scheine bedenklich, da bisher schon so viel und mancherlei von dem Lichte gesagt worden, das Gesagte zu wiederholen oder das oft Wiederholte zu vermehren.
Denn eigentlich unternehmen wir umsonst, das Wesen eines Dinges auszudrücken. Wirkungen werden wir gewahr, und eine vollständige Geschichte dieser Wirkungen umfasste wohl allenfalls das Wesen jenes Dinges. Vergebens bemühen wir uns, den Charakter eines Menschen zu schildern; man stelle dagegen seine Handlungen, seine Taten zusammen, und ein Bild des Charakters wird uns entgegentreten.
Die Farben sind Taten des Lichts, Taten und Leiden. In diesem Sinne können wir von denselben Aufschlüsse über das Licht erwarten. Farben und Licht stehen zwar untereinander in dem genausten Verhältnis, aber wir müssen uns beide als der ganzen Natur angehörig denken: denn sie ist es ganz, die sich dadurch dem Sinne des Auges besonders offenbaren will.
Ebenso entdeckt sich die ganze Natur einem anderen Sinne. Man schließe das Auge, man öffne, man schärfe das Ohr, und vom leisesten Hauch bis zum wildesten Geräusch, vom einfachsten Klang bis zur höchsten Zusammenstimmung, von dem heftigsten leidenschaftlichen Schrei bis zum sanftesten Worte der Vernunft ist es nur die Natur, die spricht, ihr Dasein, ihre Kraft, ihr Leben und ihre Verhältnisse offenbart, so dass ein Blinder, dem das unendlich Sichtbare versagt ist, im Hörbaren ein unendlich Lebendiges fassen kann.
So spricht die Natur hinabwärts zu andern Sinnen, zu bekannten, verkannten, unbekannten Sinnen; so spricht sie mit sich selbst und zu uns durch tausend Erscheinungen. Dem Aufmerksamen ist sie nirgends tot noch stumm; ja dem starren Erdkörper hat sie einen Vertrauten zugegeben, ein Metall, an dessen kleinsten Teilen wir dasjenige, was in der ganzen Masse vorgeht, gewahr werden sollten.
So mannigfaltig, so verwickelt und unverständlich uns oft diese Sprache scheinen mag, so bleiben doch ihre Elemente immer dieselbigen. Mit leisem Gewicht und Gegengewicht wägt sich die Natur hin und her, und so entsteht ein Hüben und Drüben, ein Oben und Unten, ein Zuvor und Hernach, wodurch alle die Erscheinungen bedingt werden, die uns im Raum und in der Zeit entgegentreten.
Diese allgemeinen Bewegungen und Bestimmungen werden wir auf die verschiedenste Weise gewahr, bald als ein einfaches Abstoßen und Anziehen, bald als ein aufblickendes und verschwindendes Licht, als Bewegung der Luft, als Erschütterung des Körpers, als Säurung und Entsäurung, jedoch immer als verbindend oder trennend, das Dasein bewegend und irgendeine Art von Leben befördernd.
Indem man aber jenes Gewicht und Gegengewicht von ungleicher Wirkung zu finden glaubt, so hat man auch dieses Verhältnis zu bezeichnen versucht. Man hat ein Mehr und Weniger, ein Wirken ein Widerstreben, ein Tun ein Leiden, ein Vordringendes ein Zurückhaltendes, ein Heftiges ein Mäßigendes, ein Männliches ein Weibliches überall bemerkt und genannt; und so entsteht eine Sprache, eine Symbolik, die man auf ähnliche Fälle als Gleichnis, als nahverwandten Ausdruck, als unmittelbar passendes Wort anwenden und benutzen mag.
Diese universellen Bezeichnungen, diese Natursprache auch auf die Farbenlehre anzuwenden, diese Sprache durch die Farbenlehre, durch die Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinungen zu bereichern, zu erweitern und so die Mitteilung höherer Anschauungen unter den Freunden der Natur zu erleichtern, war die Hauptabsicht des gegenwärtigen Werkes.
Die Arbeit selbst zerlegt sich in drei Teile. Der erste gibt den Entwurf einer Farbenlehre. In demselben sind die unzähligen Fälle der Erscheinungen unter gewisse Hauptphänomene zusammengefasst, welche nach einer Ordnung aufgeführt werden, die zu rechtfertigen der Einleitung überlassen bleibt. Hier aber ist zu bemerken, dass, ob man sich gleich überall an die Erfahrungen gehalten, sie überall zum Grunde gelegt, doch die theoretische Ansicht nicht verschwiegen werden konnte, welche den Anlass zu jener Aufstellung und Anordnung gegeben.

Ist es doch eine höchst wunderliche Forderung, die wohl manchmal gemacht, aber auch selbst von denen, die sie machen, nicht erfüllt wird: Erfahrungen solle man ohne irgend ein theoretisches Band vortragen, und dem Leser, dem Schüler überlassen, sich selbst nach Belieben irgendeine Überzeugung zu bilden. Denn das bloße Anblicken einer Sache kann uns nicht fördern. Jedes Ansehen geht über in ein Betrachten, jedes Betrachten in ein Sinnen, jedes Sinnen in ein Verknüpfen, und so kann man sagen, dass wir schon bei jedem aufmerksamen Blick in die Welt theoretisieren. Dieses aber mit Bewusstsein, mit Selbstkenntnis, mit Freiheit, und um uns eines gewagten Wortes zu bedienen, mit Ironie zu tun und vorzunehmen, eine solche Gewandtheit ist nötig, wenn die Abstraktion, vor der wir uns fürchten, unschädlich und das Erfahrungsresultat, das wir hoffen, recht lebendig und nützlich werden soll.

Im zweiten Teil beschäftigen wir uns mit Enthüllung der Newtonischen Theorie, welche einer freien Ansicht der Farbenerscheinungen bisher mit Gewalt und Ansehen entgegengestanden; wir bestreiten eine Hypothese, die, ob sie gleich nicht mehr brauchbar gefunden wird, doch noch immer eine herkömmliche Achtung unter den Menschen behält. Ihr eigentliches Verhältnis muss deutlich werden, die alten Irrtümer sind wegzuräumen, wenn die Farbenlehre nicht, wie bisher, hinter so manchem anderen besser bearbeiteten Teile der Naturlehre zurückbleiben soll.

Da aber der zweite Teil unsres Werkes seinem Inhalte nach trocken, der Ausführung nach vielleicht zu heftig und leidenschaftlich scheinen möchte, so erlaube man uns hier ein heiteres Gleichnis, um jenen ernsteren Stoff vorzubereiten und jene lebhafte Behandlung einigermaßen zu entschuldigen.

Wir vergleichen die Newtonische Farbentheorie mit einer alten Burg, welche von dem Erbauer anfangs mit jugendlicher Übereilung angelegt, nach dem Bedürfnis der Zeit und Umstände jedoch nach und nach von ihm erweitert und ausgestattet, nicht weniger bei Anlass von Fehden und Feindseligkeiten immer mehr befestigt und gesichert worden.

So verfuhren auch seine Nachfolger und Erben. Man war genötigt, das Gebäude zu vergrößern, hier daneben, hier daran, dort hinaus zu bauen, genötigt durch die Vermehrung innerer Bedürfnisse, durch die Zudringlichkeit äußerer Widersacher und durch manche Zufälligkeiten.

Alle diese fremdartigen Teile und Zutaten mussten wieder in Verbindung gebracht werden durch die seltsamsten Galerien, Hallen und Gänge. Alle Beschädigungen, es sei von Feindeshand oder durch die Gewalt der Zeit, wurden gleich wieder hergestellt. Man zog, wie es nötig ward, tiefere Gräben, erhöhte die Mauern, und ließ es nicht an Türmen, Erkern und Schießscharten fehlen. Diese Sorgfalt, diese Bemühungen brachten ein Vorurteil von dem hohen Werte der Festung hervor und erhielten's, obgleich Bau- und Befestigungskunst die Zeit über sehr gestiegen waren und man sich in andern Fällen viel bessere Wohnungen und Waffenplätze einzurichten gelernt hatte. Vorzüglich aber hielt man die alte Burg in Ehren, weil sie niemals eingenommen worden, weil sie so manchen Angriff abgeschlagen, manche Befehdung vereitelt und sich immer als Jungfrau gehalten hatte. Dieser Name, dieser Ruf dauert noch bis jetzt. Niemanden fällt es auf, dass der alte Bau unbewohnbar geworden. Immer wird von seiner vortrefflichen Dauer, von seiner köstlichen Einrichtung gesprochen. Pilger wallfahrten dahin, flüchtige Abrisse zeigt man in allen Schulen herum und empfiehlt sie der empfänglichen Jugend zur Verehrung, indessen das Gebäude bereits leersteht, nur von einigen Invaliden bewacht, die sich ganz ernsthaft für gerüstet halten.

Es ist also hier die Rede nicht von einer langwierigen Belagerung oder einer zweifelhaften Fehde. Wir finden vielmehr jenes achte Wunder der Welt schon als ein verlassenes, Einsturz drohendes Altertum und beginnen sogleich von Giebel und Dach herab es ohne weitere Umstände abzutragen, damit die Sonne doch endlich einmal in das alte Ratten- und Eulennest hineinscheine und dem Auge des verwunderten Wanderers offenbare jene labyrinthisch unzusammenhängende Bauart, das enge Notdürftige, das zufällig Aufgedrungene, das absichtlich Gekünstelte, das kümmerlich Geflickte. Ein solcher Einblick ist aber alsdann nur

möglich, wenn eine Mauer nach der andern, ein Gewölbe nach dem andern fällt und der Schutt, soviel sich tun lässt, auf der Stelle hinweggeräumt wird.
Dieses zu leisten und womöglich den Platz zu ebnen, die gewonnenen Materialien aber so zu ordnen, dass sie bei einem neuen Gebäude wieder benutzt werden können, ist die beschwerliche Pflicht, die wir uns in diesem zweiten Teile auferlegt haben. Gelingt es uns nun, mit froher Anwendung möglichster Kraft und Geschickes, jene Bastille zu schleifen und einen freien Raum zu gewinnen, so ist keineswegs die Absicht, ihn etwa sogleich wieder mit einem neuen Gebäude zu überbauen und zu belästigen; wir wollen uns vielmehr desselben bedienen, um eine schöne Reihe mannigfaltiger Gestalten vorzuführen.

Entwurf einer Farbenlehre
Didaktischer Teil

Si vera nostra sunt aut falsa, erunt talia, licet nostra pervitam defendimus. Post fata nostra pueri qui nunc ludunt nostri judices erunt

Einleitung

Die Lust zum Wissen wird bei dem Menschen zuerst dadurch angeregt, dass er bedeutende Phänomene gewahr wird, die seine Aufmerksamkeit an sich ziehen. Damit nun diese dauernd bleibe, so muss sich eine innigere Teilnahme finden, die uns nach und nach mit den Gegenständen bekannter macht. Alsdann bemerken wir erst eine große Mannigfaltigkeit, die uns als Menge entgegendringt. Wir sind genötigt zu sondern, zu unterscheiden und wieder zusammenzustellen, wodurch zuletzt eine Ordnung entsteht, die sich mit mehr oder weniger Zufriedenheit übersehen lässt.
Dieses in irgend einem Fache nur einigermaßen zu leisten, wird eine anhaltende strenge Beschäftigung nötig. Deswegen finden wir, dass die Menschen lieber durch eine allgemeine theoretische Ansicht, durch irgendeine Erklärungsart die Phänomene beiseite bringen, anstatt sich die Mühe zu geben, das Einzelne kennen zu lernen und ein Ganzes zu erbauen.
Der Versuch, die Farbenerscheinungen auf- und zusammenzustellen ist nur zweimal gemacht worden, das erstemal von Theophrast, sodann von Boyle. Dem gegenwärtigen wird man die dritte Stelle nicht streitig machen.
Das nähere Verhältnis erzählt uns die Geschichte. Hier sagen wir nur so viel, dass in dem verflossenen Jahrhundert an eine solche Zusammenstellung keineswegs gedacht werden konnte, weil Newton seiner Hypothese einen verwickelten und abgeleiteten Versuch zum Grund gelegt hatte, auf welchen man die übrigen zudringenden Erscheinungen, wenn man sie nicht verschweigen und beseitigen konnte, künstlich bezog und sie in ängstlichen Verhältnissen umherstellte, wie etwa ein Astronom verfahren müsste, der aus Grille den Mond in die Mitte unseres Systems setzen möchte. Er wäre genötigt, die Erde, die Sonne mit allen übrigen Planeten um den subalternen Körper herum zu bewegen und durch künstliche Berechnungen und Vorstellungsweisen das Irrige seines ersten Annehmens zu verstecken und zu beschönigen.
Schreiten wir nun in Erinnerung dessen, was wir oben vorwortlich beigebracht, weitet vor. Dort setzten wir das Licht als anerkannt voraus, hier tun wir ein Gleiches mit dem Auge. Wir sagten: die ganze Natur offenbare sich durch die Farbe dem Sinne des Auges. Nunmehr behaupten wir, wenn es auch einigermaßen sonderbar klingen mag, dass das Auge keine Form sehe, indem Hell, Dunkel und Farbe zusammen allein dasjenige ausmachen, was den Gegenstand vom Gegenstand, die Teile des Gegenstandes voneinander fürs Auge unterscheidet. Und so erbauen wir aus diesen dreien die sichtbare Welt und machen dadurch zugleich die Malerei möglich, welche auf der Tafel eine weit vollkommner sichtbare Welt, als die wirkliche sein kann, hervorzubringen vermag.
Das Auge hat sein Dasein dem Licht zu danken. Aus gleichgültigen tierischen Hilfsorganen ruft sich das Licht ein Organ hervor, das seinesgleichen werde; und so bildet sich das Auge am Lichte fürs Licht, damit das innere Licht dem äußeren entgegentrete.
Hierbei erinnern wir uns der alten ionischen Schule, welche mit so großer Bedeutsamkeit immer wiederholte: nur von Gleichem werde Gleiches erkannt, wie auch der Worte eines alten Mystikers, die wir in deutschen Reimen folgendermaßen ausdrücken möchten:

Wär' nicht das Auge sonnenhaft,
Wie könnten wir das Licht erblicken?
Lebt' nicht in uns des Gottes eigne Kraft,
Wie könnt' uns Göttliches entzücken?

Jene unmittelbare Verwandtschaft des Lichtes und des Auges wird niemand leugnen, aber sich beide zugleich als eins und dasselbe zu denken, hat mehr Schwierigkeit. Indessen wird es fasslicher, wenn man behauptet, im Auge wohne ein ruhendes Licht, das bei der mindesten Veranlassung von innen oder von außen erregt werde. Wir können in der Finsternis durch Forderungen der Einbildungskraft uns die hellsten Bilder hervorrufen. Im Traume erscheinen uns die Gegenstände wie am vollen Tage. Im wachenden Zustande wird uns die leiseste äußere Lichteinwirkung bemerkbar, ja wenn das Organ einen mechanischen Anstoß erleidet, so springen Licht und Farben hervor.
Vielleicht aber machen hier diejenigen, welche nach einer gewissen Ordnung zu verfahren pflegen, bemerklich, dass wir ja noch nicht einmal entschieden erklärt, was denn Farbe sei? Dieser Frage möchten wir gar gern hier abermals ausweichen und uns auf unsere Ausführung berufen, wo wir umständlich gezeigt, wie sie erscheine. Denn es bleibt uns auch hier nichts übrig, als zu wiederholen, die Farbe sei die gesetzmäßige Natur in bezug auf den Sinn des Auges. Auch hier müssen wir annehmen, dass jemand diesen Sinn habe, dass jemand die Einwirkung der Natur auf diesen Sinn kenne: denn mit dem Blinden lässt sich nicht von der Farbe reden.
Damit wir aber nicht gar zu ängstlich eine Erklärung zu vermeiden scheinen, so möchten wir das Erstgesagte folgendermaßen umschreiben. Die Farbe sei ein elementares Naturphänomen für den Sinn des Auges, das sich, wie die übrigen alle, durch Trennung und Gegensatz, durch Mischung und Vereinigung, durch Erhöhung und Neutralisation, durch Mitteilung und Verteilung und so weiter manifestiert und unter diesen allgemeinen Naturformeln am besten angeschaut und begriffen werden kann.
Diese Art, sich die Sache vorzustellen, können wir niemand aufdringen. Wer sie bequem findet, wie wir, wird sie gern in sich aufnehmen. Ebenso wenig haben wir Lust, sie künftig durch Kampf und Streit zu verteidigen. Denn es hatte von jeher etwas Gefährliches, von der Farbe zu handeln, dergestalt dass einer unserer Vorgänger gelegentlich gar zu äußern wagt: Hält man dem Stier ein rotes Tuch vor, so wird er wütend, aber der Philosoph, wenn man nur überhaupt von Farbe spricht, fängt an zu rasen.
Sollen wir jedoch nunmehr von unserem Vortrag, auf den wir uns berufen, einige Rechenschaft geben, so müssen wir vor allen Dingen anzeigen, wie wir die verschiedenen Bedingungen, unter welchen die Farbe sich zeigen mag, gesondert. Wir fanden dreierlei Erscheinungsweisen, dreierlei Arten von Farben, oder wenn man lieber will, dreierlei Ansichten derselben, deren Unterschied sich aussprechen lässt.
Wir betrachteten also die Farben zuerst, insofern sie dem Auge angehören und auf einer Wirkung und Gegenwirkung desselben beruhen; ferner zogen sie unsere Aufmerksamkeit an sich, indem wir sie an farblosen Mitteln oder durch deren Beihülfe gewahrten; zuletzt aber wurden sie uns merkwürdig, indem wir sie als den Gegenständen angehörig denken konnten. Die ersten nannten wir physiologische, die zweiten physische, die dritten chemische Farben. Jene sind unaufhaltsam flüchtig, die andern vorübergehend, aber allenfalls verweilend, die letzten festzuhalten bis zur spätesten Dauer.
Indem wir sie nun in solcher naturgemäßen Ordnung, zum Behuf eines didaktischen Vortrags, möglichst sonderten und auseinander hielten, gelang es uns zugleich, sie in einer stetigen Reihe darzustellen, die flüchtigen mit den verweilenden und diese wieder mit den dauernden zu verknüpfen, und so die erst sorgfältig gezogenen Abteilungen für ein höheres Anschauen wieder aufzuheben.
Hierauf haben wir in einer vierten Abteilung unserer Arbeit, was bis dahin von den Farben unter mannigfaltigen besonderen Bedingungen bemerkt worden, im allgemeinen ausgesprochen und dadurch eigentlich den Abriss einer künftigen Farbenlehre entworfen. Gegenwärtig

sagen wir nur so viel voraus, dass zur Erzeugung der Farbe Licht und Finsternis, Helles und Dunkles, oder, wenn man sich einer allgemeineren Formel bedienen will, Licht und Nichtlicht gefordert werde. Zunächst am Licht entsteht uns eine Farbe, die wir Gelb nennen, eine andere zunächst an der Finsternis, die wir mit dem Worte Blau bezeichnen. Diese beiden, wenn wir sie in ihrem reinsten Zustand dergestalt vermischen, dass sie sich völlig das Gleichgewicht halten, bringen eine dritte hervor, welche wir Grün heißen. Jene beiden ersten Farben können aber auch jede an sich selbst eine neue Erscheinung hervorbringen, indem sie sich verdichten oder verdunkeln. Sie erhalten ein rötliches Ansehen, welches sich bis auf einen so hohen Grad steigern kann, dass man das ursprüngliche Blau und Gelb kaum darin mehr erkennen mag. Doch lässt sich das höchste und reine Rot, vorzüglich in physischen Fällen, dadurch hervorbringen, dass man die beiden Enden des Gelbroten und Blauroten vereinigt. Dieses ist die lebendige Ansicht der Farbenerscheinung und -erzeugung. Man kann aber auch zu dem spezifiziert fertigen Blauen und Gelben ein fertiges Rot annehmen und rückwärts durch Mischung hervorbringen, was wir vorwärts durch Intensiveren bewirkt haben. Mit diesen drei oder sechs Farben, welche sich bequem in einen Kreis einschließen lassen, hat die Elementare Farbenlehre allein zu tun. Alle übrigen ins Unendliche gehenden Abänderungen gehören mehr in das Angewandte, gehören zur Technik des Malers, des Färbers, überhaupt ins Leben.

Sollen wir sodann noch eine allgemeine Eigenschaft aussprechen, so sind die Farben durchaus als Halblichter, als Halbschatten anzusehen, weshalb sie denn auch, wenn sie zusammengemischt ihre spezifischen Eigenschaften wechselseitig aufheben, ein Schattiges, ein Graues hervorbringen.

In unserer fünften Abteilung sollten sodann jene nachbarlichen Verhältnisse dargestellt werden, in welchen unsere Farbenlehre mit dem übrigen Wissen, Tun und Treiben zu stehen wünschte. So wichtig diese Abteilung ist, so mag sie vielleicht gerade eben deswegen nicht zum besten gelungen sein. Doch wenn man bedenkt, dass eigentlich nachbarliche Verhältnisse sich nicht eher aussprechen lassen, als bis sie sich gemacht haben, so kann man sich über das Misslingen eines solchen ersten Versuches wohl trösten. Denn freilich ist erst abzuwarten, wie diejenigen, denen wir zu dienen suchten, denen wir etwas Gefälliges und Nützliches zu erzeigen dachten, das von uns möglichst Geleistete aufnehmen werden, ob sie sich es zueignen, ob sie es benutzen und weiter führen, oder ob sie es ablehnen, wegdrängen und notdürftig für sich bestehen lassen. Indessen dürfen wir sagen, was wir glauben und was wir hoffen.

Vom Philosophen glauben wir Dank zu verdienen, dass wir gesucht die Phänomene bis zu ihren Urquellen zu verfolgen, bis dorthin, wo sie bloß erscheinen und sind und wo sich nichts weiter an ihnen erklären lässt. Ferner wird ihm willkommen sein, dass wir die Erscheinungen in eine leicht übersehbare Ordnung gestellt, wenn er diese Ordnung selbst auch nicht ganz billigen sollte.

Den Arzt, besonders denjenigen, der das Organ des Auges zu beobachten, es zu erhalten, dessen Mängeln abzuhelfen und dessen Übel zu heilen berufen ist, glauben wir uns vorzüglich zum Freunde zu machen. In der Abteilung von den physiologischen Farben, in dem Anhange, der die pathologischen andeutet, findet er sich ganz zu Hause. Und wir werden gewiss durch die Bemühungen jener Männer, die zu unserer Zeit dieses Fach mit Glück behandeln, jene erste, bisher vernachlässigte und man kann wohl sagen wichtigste Abteilung der Farbenlehre ausführlich bearbeitet sehen.

Am freundlichsten sollte der Physiker uns entgegenkommen, da wir ihm die Bequemlichkeit verschaffen, die Lehre von den Farben in der Reihe aller übrigen elementaren Erscheinungen vorzutragen und sich dabei einer übereinstimmenden Sprache, ja fast derselbigen Worte und Zeichen wie unter den übrigen Rubriken zu bedienen. Freilich machen wir ihm, insofern er Lehrer ist, etwas mehr Mühe: denn das Kapitel von den Farben lässt sich künftig nicht wie bisher mit wenig Paragraphen und Versuchen abtun; auch wird sich der Schüler nicht leicht so frugal, als man ihn sonst bedienen mögen, ohne Murren abspeisen lassen. Dagegen findet sich späterhin ein anderer Vorteil. Denn wenn die Newtonische Lehre leicht

zu lernen war, so zeigten sich bei ihrer Anwendung unüberwindliche Schwierigkeiten. Unsere Lehre ist vielleicht schwerer zu fassen, aber alsdann ist auch alles getan: denn sie führt ihre Anwendung mit sich.

Der Chemiker, welcher auf die Farben als Kriterien achtet, um die geheimern Eigenschaften körperlicher Wesen tu entdecken, hat bisher bei Benennung und Bezeichnung der Farben manches Hindernis gefunden; ja man ist nach einer näheren und feineren Betrachtung bewogen worden, die Farbe als ein unsicheres und trügliches Kennzeichen bei chemischen Operationen anzusehen. Doch hoffen wir sie durch unsere Darstellung und durch die vorgeschlagene Nomenklatur wieder zu Ehren zu bringen und die Überzeugung zu erwecken, dass ein Werdendes, Wachsendes, ein Bewegliches, der Umwendung Fähiges nicht betrüglich sei, vielmehr geschickt, die zartesten Wirkungen der Natur zu offenbaren.

Blicken wir jedoch weiter umher, so wandelt uns eine Furcht an, dem Mathematiker zu missfallen. Durch eine sonderbare Verknüpfung von Umständen ist die Farbenlehre in das Reich, vor den Gerichtsstuhl des Mathematikers gezogen worden, wohin sie nicht gehört. Dies geschah wegen ihrer Verwandtschaft mit den übrigen Gesetzen des Sehens, welche der Mathematiker zu behandeln eigentlich berufen war. Es geschah ferner dadurch, dass ein großer Mathematiker die Farbenlehre bearbeitete, und da er sich als Physiker geirrt hatte, die ganze Kraft seines Talents aufbot, um diesem Irrtum Konsistenz zu verschaffen. Wird beides eingesehen, so muss jedes Missverständnis bald gehoben sein, und der Mathematiker wird gern, besonders die physische Abteilung der Farbenlehre, mit bearbeiten helfen.

Dem Techniker, dem Färber hingegen muss unsre Arbeit durchaus willkommen sein. Denn gerade diejenigen, welche über die Phänomene der Färberei nachdachten, waren am wenigsten durch die bisherige Theorie befriedigt. Sie waren die ersten, welche die Unzulänglichkeit der Newtonischen Lehre gewahr wurden. Denn es ist ein großer Unterschied, von welcher Seite man sich einem Wissen, einer Wissenschaft nähert, durch welche Pforte man herein kommt. Der echte Praktiker, der Fabrikant, dem sich die Phänomene täglich mit Gewalt aufdringen, welcher Nutzen oder Schaden von der Ausübung seiner Überzeugungen empfindet, dem Geld- und Zeitverlust nicht gleichgültig ist, der vorwärts will, von anderen Geleistetes erreichen, übertreffen soll, er empfindet viel geschwinder das Hohle, das Falsche einer Theorie als der Gelehrte, dem zuletzt die hergebrachten Worte für bare Münze gelten, als der Mathematiker, dessen Formel immer noch richtig bleibt, wenn auch die Unterlage nicht zu ihr passt, auf die sie angewendet worden. Und so werden auch wir, da wir von der Seite der Malerei, von der Seite ästhetischer Färbung der Oberflächen, in die Farbenlehre hereingekommen für den Maler das Dankenswerteste geleistet haben, wenn wir in der sechsten Abteilung die sinnlichen und sittlichen Wirkungen der Farbe zu bestimmen gesucht und sie dadurch dem Kunstgebrauch annähern wollen. Ist auch hierbei, wie durchaus, manches nur Skizze geblieben, so soll ja alles Theoretische eigentlich nur die Grundzüge andeuten, auf welchen sich hernach die Tat lebendig ergehen und zu gesetzlichem Hervorbringen gelangen mag.

Erste Abteilung - Physiologische Farben

Diese Farben, welche wir billig obenan setzen, weil sie dem Subjekt, weil sie dem Auge, teils völlig, teils größtens zugehören, diese Farben, welche das Fundament der ganzen Lehre machen und uns die chromatische Harmonie, worüber so viel gestritten wird, offenbaren, wurden bisher als außerwesentlich, zufällig, als Täuschung und Gebrechen betrachtet. Die Erscheinungen derselben sind von frühern Zeiten her bekannt, aber weil man ihre Flüchtigkeit nicht haschen konnte, so verbannte man sie in das Reich der schädlichen Gespenster und bezeichnete sie in diesem Sinne gar verschiedentlich.

2.
Also heißen sie colores adventicii nach Boyle, imaginarii und phantastici nach Rizzetti, nach Buffon couleurs accidentelles, nach Scherffer Scheinfarben; Augentäuschungen und Gesichtsbetrug nach mehreren, nach Hamberger vitia fugitiva, nach Darwin ocular spectra.

3.
Wir haben sie physiologische genannt, weil sie dem gesunden Auge angehören, weil wir sie als die notwendigen Bedingungen des Sehens betrachten, auf dessen lebendiges Wechselwirken in sich selbst und nach außen sie hindeuten.

4.
Wir fügen ihnen sogleich die pathologischen hinzu, welche, wie jeder abnorme Zustand auf den gesetzlichen, so auch hier auf die physiologischen Farben eine vollkommenere Einsicht verbreiten.

I. Licht und Finsternis zum Auge

5.
Die Retina befindet sich, je nachdem Licht oder Finsternis auf sie wirken, in zwei verschiedenen Zuständen, die einander völlig entgegenstehen.

6.
Wenn wir die Augen innerhalb eines ganz finstern Raums offen halten, so wird uns ein gewisser Mangel empfindbar. Das Organ ist sich selbst überlassen, es zieht sich in sich selbst zurück, ihm fehlt jene reizende befriedigende Berührung, durch die es mit der äußern Welt verbunden und zum Ganzen wird.

7.
Wenden wir das Auge gegen eine stark beleuchtete weiße Fläche, so wird es geblendet und für eine Zeit lang unfähig, mäßig beleuchtete Gegenstände zu unterscheiden.

8.
Jeder dieser äußersten Zustände nimmt auf die angegebene Weise die ganze Netzhaut ein, und insofern werden wir nur einen derselben auf einmal gewahr. Dort (6) fanden wir das Or-

gan in der höchsten Abspannung und Empfänglichkeit, hier (7) in der äußersten Überspannung und Unempfindlichkeit.

9.
Gehen wir schnell aus einem dieser Zustände in den andern über, wenn auch nicht von einer äußersten Grenze zur andern, sondern etwa nur aus dem Hellen ins Dämmernde, so ist der Unterschied bedeutend und wir können bemerken, dass die Zustände eine Zeitlang dauern.

10.
Wer aus der Tageshelle in einen dämmrigen Ort übergeht, unterscheidet nichts in der ersten Zeit, nach und nach stellen sich die Augen zur Empfänglichkeit wieder her, starke früher als schwache, jene schon in einer Minute, wenn diese sieben bis acht Minuten brauchen.

11.
Bei wissenschaftlichen Beobachtungen kann die Unempfänglichkeit des Auges für schwache Lichteindrücke, wenn man aus dem Hellen ins Dunkle geht, zu sonderbaren Irrtümern Gelegenheit geben. So glaubte ein Beobachter, dessen Auge sich langsam herstellte, eine ganze Zeit, das faule Holz leuchte nicht um Mittag, selbst in der dunkeln Kammer. Er sah nämlich das schwache Leuchten nicht, weil er aus dem hellen Sonnenschein in die dunkle Kammer zu gehen pflegte und erst später einmal so lange darin verweilte, bis sich das Auge wieder hergestellt hatte.
Ebenso mag es dem Doktor Wall mit dem elektrischen Scheine des Bernsteins gegangen sein, den er bei Tage, selbst im dunkeln Zimmer, kaum gewahr werden konnte. Das Nichtsehen der Sterne bei Tage, das Bessersehen der Gemälde durch eine doppelte Röhre ist auch hierher zu rechnen.

12.
Wer einen völlig dunkeln Ort mit einem, den die Sonnt bescheint, verwechselt, wird geblendet. Wer aus der Dämmerung ins nicht blendende Helle kommt, bemerkt alle Gegenstände frischer und besser; daher ein ausgeruhtes Auge durchaus für mäßige Erscheinungen empfänglicher ist.
Bei Gefangenen, welche lange im Finstern gesessen, ist die Empfänglichkeit der Retina so groß, dass sie im Finstern (wahrscheinlich in einem wenig erhellten Dunkel) schon Gegenstände unterscheiden.

13.
Die Netzhaut befindet sich bei dem, was wir sehen heißen, zu gleicher Zeit in verschiedenen, ja in entgegengesetzten Zuständen. Das höchste nicht blendende Helle wirkt neben dem völlig Dunkeln. Zugleich werden wir alle Mittelstufen des Helldunkeln und alle Farbenbestimmungen gewahr.

14.
Wir wollen gedachte Elemente der sichtbaren Welt nach und nach betrachten und bemerken, wie sich das Organ gegen dieselben verhalte, und zu diesem Zweck die einfachsten Bilder vornehmen.

II. Schwarze und weiße Bilder zum Auge

15.
Wie sich die Netzhaut gegen Hell und Dunkel überhaupt verhält, so verhält sie sich auch gegen dunkle und helle einzelne Gegenstände. Wenn Licht und Finsternis ihr im ganzen

verschiedene Stimmungen geben, so werden schwarze und weiße Bilder, die zu gleicher Zeit ins Auge fallen, diejenigen Zustände nebeneinander bewirken, welche durch Licht und Finsternis in einer Folge hervorgebracht wurden.

16.
Ein dunkler Gegenstand erscheint kleiner, als ein heller von derselben Größe. Man sehe zugleich eine weiße Rundung auf schwarzem, eine schwarze auf weißem Grunde, welche nach einerlei Zirkelschlag ausgeschnitten sind, in einiger Entfernung an, und wir werden die letztere etwa um ein Fünftel kleiner, als die erste halten.
Man mache das schwarze Bild um soviel größer, und sie werden gleich erscheinen.

17.
So bemerkte Tycho de Brahe, dass der Mond in der Konjunktion (der finstere) um den fünften Teil kleiner erscheine als in der Opposition (der volle helle). Die erste Mondsichel scheint einer größeren Scheibe anzugehören als der an sie grenzenden dunkeln, die man zur Zeit des Neulichtes manchmal unterscheiden kann. Schwarze Kleider machen die Personen viel schmäler aussehen als helle. Hinter einem Rand gesehene Lichter machen in den Rand einen scheinbaren Einschnitt. Ein Lineal, hinter welchem ein Kerzenlicht hervorblickt, hat für uns eine Scharte. Die auf- und untergehende Sonne scheint einen Einschnitt in den Horizont zu machen.

18.
Das Schwarze, als Repräsentant der Finsternis, lässt das Organ im Zustande der Ruhe, das Weiße, als Stellvertreter des Lichts, versetzt es in Tätigkeit. Man schlösse vielleicht aus gedachtem Phänomen (16), dass die ruhige Netzhaut, wenn sie sich selbst überlassen ist, in sich selbst zusammen gezogen sei und einen kleinern Raum einnehme als in dem Zustande der Tätigkeit, in den sie durch den Reiz des Lichtes versetzt wird.
Kepler sagt daher sehr schön: certum est vel in retina causa picturae, vel in spiritibus causa impressionis exsistere dilatationem lucidorum. Paralip. in Vitellionem, p. 220*. Pater Scherffer hat eine ähnliche Mutmaßung.

19.
Wie dem auch sei, beide Zustände, zu welchen das Organ durch ein solches Bild bestimmt wird, bestehen auf demselben örtlich, und dauern eine Zeitlang fort, wenn auch schon der äußere Anlass entfernt ist. Im gemeinen Leben bemerken wir es kaum: denn selten kommen Bilder vor, die sehr stark voneinander abstechen. Wir vermeiden diejenigen anzusehen, die uns blenden. Wir blicken von einem Gegenstand auf den andern, die Sukzession der Bilder scheint uns rein, wir werden nicht gewahr, dass sich von dem vorhergehenden etwas ins nachfolgende hinüberschleicht.

20.
Wer auf ein Fensterkreuz, das einen dämmernden Himmel zum Hintergrunde hat, morgens beim Erwachen, wenn das Auge besonders empfänglich ist, scharf hinblickt und sodann die Augen schließt oder gegen einen ganz dunkeln Ort hinsieht, wird ein schwarzes Kreuz auf hellem Grunde noch eine Weile vor sich sehen.

21.
Jedes Bild nimmt seinen bestimmten Platz auf der Netzhaut ein, und zwar einen größeren oder kleinern, nach dem Maße, in welchem es nahe oder fern gesehen wird. Schließen wir das Auge sogleich, wenn wir in die Sonne gesehen haben, so werden wir uns wundern, wie klein das zurückgebliebene Bild erscheint

22.
Kehren wir dagegen das geöffnete Auge nach einer Wand und betrachten das uns vorschwebende Gespenst in bezug auf andre Gegenstände, so werden wir es immer größer erblicken, je weiter von uns es durch irgendeine Fläche aufgefangen wird. Dieses Phänomen erklärt sich wohl aus dem perspektivischen Gesetz, dass uns der kleine nähere Gegenstand den größeren entfernten zudeckt.

23.
Nach Beschaffenheit der Augen ist die Dauer dieses Eindrucks verschieden. Sie verhält sich wie die Herstellung der Netzhaut bei dem Übergang aus dem Hellen ins Dunkle (10) und kann also nach Minuten und Sekunden abgemessen werden, und zwar viel genauer, als es bisher durch eine geschwungene brennende Lunte, die dem hinblickenden Auge als ein Zirkel erscheint, geschehen konnte.

24.
Besonders auch kommt die Energie in Betracht, womit eine Lichtwirkung das Auge trifft. Am längsten bleibt das Bild der Sonne, andre mehr oder weniger leuchtende Körper lassen ihre Spur länger oder kürzer zurück.

25.
Diese Bilder verschwinden nach und nach, und zwar indem sie sowohl an Deutlichkeit als an Größe verlieren.

26.
Sie nehmen von der Peripherie herein ab, und man glaubt bemerkt zu haben, dass bei viereckten Bildern sich nach und nach die Ecken abstumpfen, und zuletzt ein immer kleineres rundes Bild vorschwebt.

27.
Ein solches Bild, dessen Eindruck nicht mehr bemerklich ist, lässt sich auf der Retina gleichsam wieder beleben, wenn wir die Augen öffnen und schließen und mit Erregung und Schonung abwechseln.

28.
Dass Bilder sich bei Augenkrankheiten vierzehn bis siebzehn Minuten, ja länger auf der Retina erhielten, deutet auf äußerste Schwäche des Organs, auf dessen Unfähigkeit, sich wieder herzustellen, so wie das Vorschweben leidenschaftlich geliebter oder verhasster Gegenstände aus dem Sinnlichen ins Geistige deutet.

29.
Blickt man, indessen der Eindruck obgedachten Fensterbildes noch dauert, nach einer hellgrauen Fläche, so erscheint das Kreuz hell und der Scheibenraum dunkel. In jenem Falle (20) blieb der Zustand sich selbst gleich, so dass auch der Eindruck identisch verharren konnte; hier aber wird eine Umkehrung bewirkt, die unsere Aufmerksamkeit aufregt und von der uns die Beobachter mehrere Fälle überliefert haben.

30.
Die Gelehrten, welche auf den Cordilleras ihre Beobachtungen anstellten, sahen um den Schatten ihrer Köpfe, der auf Wolken fiel, einen hellen Schein. Dieser Fall gehört wohl hierher: denn indem sie das dunkle Bild des Schattens fixierten und sich zugleich von der Stelle bewegten, so schien ihnen das geforderte helle Bild um das dunkle zu schweben. Man betrachte ein schwarzes Rund auf einer hellgrauen Fläche, so wird man bald, wenn man die

Richtung des Blicks im geringsten verändert, einen hellen Schein um das dunkle Rund schweben sehen.
Auch mir ist ein Ähnliches begegnet. Indem ich nämlich auf dem Felde sitzend mit einem Manne sprach, der, in einiger Entfernung vor mir stehend, einen grauen Himmel zum Hintergrund hatte, so erschien mir, nachdem ich ihn lange scharf und unverwandt angesehen, als ich den Blick ein wenig gewendet, sein Kopf von einem blendenden Schein umgeben. Wahrscheinlich gehört hierher auch das Phänomen, dass Personen, die bei Aufgang der Sonne an feuchten Wiesen hergehen, einen Schein um ihr Haupt erblicken, der zugleich farbig sein mag, weil sich von den Phänomenen der Refraktion etwas einmischt. So hat man auch um die Schatten der Luftballone, welche auf Wolken fielen, helle und einigermaßen gefärbte Kreise bemerken wollen.
Pater Beccaria stellte einige Versuche an über die Wetterelektrizität, wobei er den papiernen Drachen in die Höhe steigen ließ. Es zeigte sich um diese Maschine ein kleines glänzendes Wölkchen von abwechselnder Größe, ja auch um einen Teil der Schnur. Es verschwand zuweilen, und wenn der Drache sich schneller bewegte, schien es auf dem vorigen Platze einige Augenblicke hin und wieder zu schweben. Diese Erscheinung, welche die damaligen Beobachter nicht erklären konnten, war das im Auge zurückgebliebene, gegen den hellen Himmel in ein helles verwandelte Bild des dunkeln Drachen.
Bei optischen, besonders chromatischen Versuchen, wo man oft mit blendenden Lichtern, sie seien farblos oder farbig, zu tun hat, muss man sich sehr vorsehen, dass nicht das zurückgebliebene Spektrum einer vorhergehenden Beobachtung sich mit in eine folgende Beobachtung mische und dieselbe verwirrt und unrein mache.

31.
Diese Erscheinungen hat man sich folgendermaßen zu erklären gesucht. Der Ort der Retina, auf welchen das Bild des dunklen Kreuzes fiel, ist als ausgeruht und empfänglich anzusehen. Auf ihn wirkt die mäßig erhellte Fläche lebhafter als auf die übrigen Teile der Netzhaut, welche durch die Fensterscheiben das Licht empfingen, und nachdem sie durch einen so viel stärkern Reiz in Tätigkeit gesetzt worden, die graue Fläche nur als dunkel gewahr werden.

32.
Diese Erklärungsart scheint für den gegenwärtigen Fall ziemlich hinreichend; in Betrachtung künftiger Erscheinungen aber sind wir genötigt, das Phänomen aus höhern Quellen abzuleiten.

33.
Das Auge eines Wachenden äußert seine Lebendigkeit besonders darin, dass es durchaus in seinen Zuständen abzuwechseln verlangt, die sich am einfachsten vom Dunkeln zum Hellen und umgekehrt bewegen. Das Auge kann und mag nicht einen Moment in einem besondern, in einem durch das Objekt spezifizierten Zustande identisch verharren. Es ist vielmehr zu einer Art von Opposition genötigt, die, indem sie das Extrem dem Extreme, das Mittlere dem Mittleren entgegensetzt, sogleich das Entgegengesetzte verbindet und in der Sukzession sowohl als in der Gleichzeitigkeit und Gleichörtlichkeit nach einem Ganzen strebt.

34.
Vielleicht entsteht das außerordentliche Behagen, das wir bei dem wohlbehandelten Helldunkel farbloser Gemälde und ähnlicher Kunstwerke empfinden, vorzüglich aus dem gleichzeitigen Gewahrwerden eines Ganzen, das von dem Organ sonst nur in einer Folge mehr gesucht, als hervorgebracht wird, und wie es auch gelingen möge, niemals festgehalten werden kann.

III. Graue Flächen und Bilder

35.
Ein großer Teil chromatischer Versuche verlangt ein mäßiges Licht. Dieses können wir sogleich durch mehr oder minder graue Flächen bewirken, und wir haben uns daher mit dem Grauen zeitig bekannt zu machen, wobei wir kaum zu bemerken brauchen, dass in manchen Fällen eine im Schatten oder in der Dämmerung stehende weiße Fläche für eine graue gelten kann.

36.
Da eine graue Fläche zwischen Hell und Dunkel innen steht, so lässt sich das, was wir oben (29) als Phänomen vorgetragen, zum bequemen Versuch erheben.

37.
Man halte ein schwarzes Bild vor eine graue Fläche und sehe unverwandt, indem es weggenommen wird, auf denselben Fleck; der Raum, den es einnahm, erscheint um vieles heller. Man halte auf eben diese Art ein weißes Bild hin, und der Raum wird nachher dunkler als die übrige Fläche erscheinen. Man verwende das Auge auf der Tafel hin und wieder, so werden in beiden Fällen die Bilder sich gleichfalls hin und her bewegen.

38.
Ein graues Bild auf schwarzem Grunde erscheint viel heller als dasselbe Bild auf weißem. Stellt man beide Fälle nebeneinander, so kann man sich kaum überzeugen, dass beide Bilder aus einem Topf gefärbt seien. Wir glauben hier abermals die große Regsamkeit der Netzhaut zu bemerken und den stillen Widerspruch, den jedes Lebendige zu äußern gedrungen ist, wenn ihm irgendein bestimmter Zustand dargeboten wird. So setzt das Einatmen schon das Ausatmen voraus und umgekehrt; so jede Systole ihre Diastole. Es ist die ewige Formel des Lebens, die sich auch hier äußert. Wie dem Auge das Dunkle geboten wird, so fordert es das Helle; es fordert Dunkel, wenn man ihm Hell entgegenbringt, und zeigt eben dadurch seine Lebendigkeit, sein Recht, das Objekt zu fassen, indem es etwas, das dem Objekt entgegengesetzt ist, aus sich selbst hervorbringt.

IV. Blendendes farbloses Bild

39.
Wenn man ein blendendes völlig farbloses Bild ansieht, so macht solches einen starken dauernden Eindruck, und das Abklingen desselben ist von einer Farbenerscheinung begleitet.

40.
In einem Zimmer, das möglichst verdunkelt worden, habe man im Laden eine runde Öffnung, etwa drei Zoll im Durchmesser, die man nach Belieben auf- und zudecken kann; durch selbige lasse man die Sonne auf ein weißes Papier scheinen und sehe in einiger Entfernung starr das erleuchtete Rund an; man schließe darauf die Öffnung und blicke nach dem dunkelsten Orte des Zimmers, so wird man eine runde Erscheinung vor sich schweben sehen. Die Mitte des Kreises wird man hell, farblos, einigermaßen gelb sehen, der Rand aber wird sogleich purpurfarben erscheinen.
Es dauert eine Zeitlang, bis diese Purpurfarbe von außen herein den ganzen Kreis zudeckt, und endlich den hellen Mittelpunkt völlig vertreibt. Kaum erscheint aber das ganze Rund purpurfarben, so fängt der Rand an blau zu werden, das Blaue verdrängt nach und nach hereinwärts den Purpur. Ist die Erscheinung vollkommen blau, so wird der Rand dunkel und

unfärbig. Es währet lange, bis der unfärbige Rand völlig das Blaue vertreibt und der ganze Raum unfärbig wird. Das Bild nimmt sodann nach und nach ab, und zwar dergestalt, dass es zugleich schwächer und kleiner wird. Hier sehen wir abermals, wie sich die Netzhaut durch eine Sukzession von Schwingungen gegen den gewaltsamen äußern Eindruck nach und nach wieder herstellt (25, 26)

41.
Die Verhältnisse des Zeitmaßes dieser Erscheinung habe ich an meinem Auge, bei mehreren Versuchen übereinstimmend, folgendermaßen gefunden.
Auf das blendende Bild hatte ich fünf Sekunden gesehen, darauf den Schieber geschlossen; da erblickt' ich das farbige Scheinbild schwebend, und nach dreizehn Sekunden erschien es ganz purpurfarben. Nun vergingen wieder neunundzwanzig Sekunden, bis das Ganze blau erschien, und achtundvierzig, bis es mir farblos vorschwebte. Durch Schließen und Öffnen des Auges belebte ich das Bild immer wieder (27), so dass es sich erst nach Verlauf von sieben Minuten ganz verlor.
Künftige Beobachter werden diese Zeiten kürzer oder länger finden, je nachdem sie stärkere oder schwächere Augen haben (23). Sehr merkwürdig aber wäre es, wenn man dem ungeachtet durchaus ein gewisses Zahlenverhältnis dabei entdecken könnte.

42.
Aber dieses sonderbare Phänomen erregt nicht so bald unsre Aufmerksamkeit, als wir schon eine neue Modifikation desselben gewahr werden.
Haben wir, wie oben gedacht, den Lichteindruck im Auge aufgenommen und sehen in einem mäßig erleuchteten Zimmer auf einen hellgrauen Gegenstand, so schwebt abermals ein Phänomen vor uns, aber ein dunkles, das sich nach und nach von außen mit einem grünen Rande einfasst, welcher ebenso wie vorher der purpurne Rand sich über das ganze Rund hineinwärts verbreitet. Ist dieses geschehen, so sieht man nunmehr ein schmutziges Gelb, das, wie in dem vorigen Versuche das Blau, die Scheibe ausfüllt und zuletzt von einer Unfarbe verschlungen wird.

43.
Diese beiden Versuche lassen sich kombinieren, wenn man in einem mäßig hellen Zimmer eine schwarze und weiße Tafel nebeneinander hinsetzt und, solange das Auge den Lichteindruck behält, bald auf die weiße, bald auf die schwarze Tafel scharf hinblickt. Man wird alsdann im Anfange bald ein purpurnes, bald ein grünes Phänomen und so weiter das übrige gewahr werden. Ja, wenn man sich geübt hat, so lassen sich, indem man das schwebende Phänomen dahin bringt, wo die zwei Tafeln aneinander stoßen, die beiden entgegengesetzten Farben zugleich erblicken; welches um so bequemer geschehen kann, als die Tafeln entfernter stehen, indem das Spektrum alsdann größer erscheint.

44.
Ich befand mich gegen Abend in einer Eisenschmiede, als eben die glühende Masse unter den Hammer gebracht wurde. Ich hatte scharf darauf gesehen, wendete mich um und blickte zufällig in einen offenstehenden Kohlenschoppen. Ein ungeheures purpurfarbnes Bild schwebte nun vor meinen Augen, und als ich den Blick von der dunkeln Öffnung weg nach dem hellen Bretterverschlag wendete, so erschien mir das Phänomen halb grün, halb purpurfarben, je nachdem es einen dunkleren oder hellern Grund hinter sich hatte. Auf das Abklingen dieser Erscheinung merkte ich damals nicht.

45.
Wie das Abklingen eines umschriebenen Glanzbildes verhält sich auch das Abklingen einer totalen Blendung der Retina. Die Purpurfarbe, welche die vom Schnee Geblendeten erblicken, gehört hierher, sowie die ungemein schöne grüne Farbe dunkler Gegenstände, nach-

dem man auf ein weißes Papier in der Sonne lange hingesehen. Wie es sich näher damit verhalte, werden diejenigen künftig untersuchen, deren jugendliche Augen, um der Wissenschaft willen, noch etwas auszustehen fähig sind.

46.
Hierher gehören gleichfalls die schwarzen Buchstaben, die im Abendlichte rot erscheinen. Vielleicht gehört auch die Geschichte hierher, dass sich Blutstropfen auf dem Tische zeigten, an den sich Heinrich der Vierte von Frankreich mit dem Herzog von Guise, um Würfel zu spielen, gesetzt hatte.

V. Farbige Bilder

47.
Wir wurden die physiologischen Farben zuerst beim Abklingen farbloser blendender Bilder, sowie auch bei abklingenden allgemeinen farblosen Blendungen gewahr. Nun finden wir analoge Erscheinungen, wenn dem Auge eine schon spezifizierte Farbe geboten wird, wobei uns alles, was wir bisher erfahren haben, immer gegenwärtig bleiben muss.

48.
Wie von den farblosen Bildern, so bleibt auch von den farbigen der Eindruck im Auge, nur dass uns die zur Opposition aufgeforderte und durch den Gegensatz eine Totalität hervorbringende Lebendigkeit der Netzhaut anschaulicher wird.

49.
Man halte ein kleines Stück lebhaft farbigen Papiers oder seidnen Zeuges vor eine mäßig erleuchtete weiße Tafel, schaue unverwandt auf die kleine farbige Fläche und hebe sie, ohne das Auge zu verrücken, nach einiger Zeit hinweg, so wird das Spektrum einer andern Farbe auf der weißen Tafel zu sehen sein. Man kann auch das farbige Papier an seinem Orte lassen und mit dem Auge auf einen andern Fleck der weißen Tafel hinblicken, so wird jene farbige Erscheinung sich auch dort sehen lassen: denn sie entspringt aus einem Bilde, das nunmehr dem Auge angehört.

50.
Um in der Kürze zu bemerken, welche Farben denn eigentlich durch diesen Gegensatz hervorgerufen werden, bediene man sich des illuminierten Farbenkreises unserer Tafeln, der überhaupt naturgemäß eingerichtet ist und auch hier seine guten Dienste leistet, indem die in demselben diametral einander entgegengesetzten Farben diejenigen sind, welche sich im Auge wechselweise fordern. So fordert Gelb das Violette, Orange das Blaue, Purpur das Grüne, und umgekehrt. So fordern sich alle Abstufungen wechselweise, die einfachere Farbe fordert die zusammengesetztere, und umgekehrt

51.
Öfter, als wir denken, kommen uns die hierher gehörigen Fälle im gemeinen Leben vor, ja der Aufmerksame sieht diese Erscheinungen überall, da sie hingegen von dem ununterrichteten Teil der Menschen, wie von unsern Vorfahren, als flüchtige Fehler angesehen werden, ja manchmal gar, als wären es Vorbedeutungen von Augenkrankheiten, sorgliches Nachdenken erregen. Einige bedeutende Fälle mögen hier Platz nehmen.

52.
Als ich gegen Abend in ein Wirtshaus eintrat und ein wohlgewachsenes Mädchen mit blendendweißem Gesicht, schwarzen Haaren und einem scharlachroten Mieder zu mir ins Zim-

mer trat, blickte ich sie, die in einiger Entfernung vor mir stand, in der Halbdämmerung scharf an. Indem sie sich nun darauf hinwegbewegte, sah ich auf der mir entgegenstehenden weißen Wand ein schwarzes Gesicht, mit einem hellen Schein umgeben, und die übrige Bekleidung der völlig deutlichen Figur erschien von einem schönen Meergrün.

53.

Unter dem optischen Apparat befinden sich Brustbilder von Farben und Schattierungen, denen entgegengesetzt, welche die Natur zeigt, und man will, wenn man sie eine Zeitlang angeschaut, die Scheingestalt alsdann ziemlich natürlich gesehen haben. Die Sache ist an sich selbst richtig und der Erfahrung gemäß: denn in obigem Falle hätte mir eine Mohrin mit weißer Binde ein weißes Gesicht schwarz umgeben hervorgebracht; nur will es bei jenen gewöhnlich klein gemalten Bildern nicht jedermann glücken, die Teile der Scheinfigur gewahr zu werden.

54.

Ein Phänomen, das schon früher bei den Naturforschern Aufmerksamkeit erregt, lässt sich, wie ich überzeugt bin, auch aus diesen Erscheinungen ableiten.

Man erzählt, dass gewisse Blumen im Sommer bei Abendzeit gleichsam blitzen, phosphoreszieren oder ein augenblickliches Licht ausströmen. Einige Beobachter geben diese Erfahrungen genauer an.

Dieses Phänomen selbst zu sehen hatte ich mich oft bemüht, ja sogar, um es hervorzubringen, künstliche Versuche angestellt.

Am 19. Juni 1799, als ich zu später Abendzeit bei der in eine klare Nacht übergehenden Dämmerung mit einem Freunde im Garten auf- und abging, bemerkten wir sehr deutlich an den Blumen des orientalischen Mohns, die vor allen andern eine sehr mächtig rote Farbe haben, etwas Flammenähnliches, das sich in ihrer Nähe zeigte. Wir stellten uns vor die Stauden hin, sahen aufmerksam darauf, konnten aber nichts weiter bemerken, bis uns endlich, bei abermaligem Hin- und Widergehen, gelang, indem wir seitwärts darauf blickten, die Erscheinung so oft zu wiederholen, als uns beliebte. Es zeigte sich, dass es ein physiologisches Farbenphänomen, und der scheinbare Blitz eigentlich das Scheinbild der Blume in der geforderten blaugrünen Farbe sei.

Wenn man eine Blume gerade ansieht, so kommt die Erscheinung nicht hervor; doch müsste es auch geschehen, sobald man mit dem Blick wankte. Schielt man aber mit dem Augenwinkel hin, so entsteht eine momentane Doppelerscheinung, bei welcher das Scheinbild gleich neben und an dem wahren Bilde erblickt wird.

Die Dämmerung ist Ursache, dass das Auge völlig ausgeruht und empfänglich ist, und die Farbe des Mohns ist mächtig genug, bei einer Sommerdämmerung der längsten Tage, noch vollkommen zu wirken und ein gefordertes Bild hervorzurufen. Ich bin überzeugt, dass man diese Erscheinung zum Versuche erheben und den gleichen Effekt durch Papierblumen hervorbringen könnte.

Will man indessen sich auf die Erfahrung in der Naturvorbereiten, so gewöhne man sich, indem man durch den Garten geht, die farbigen Blumen scharf anzusehen und sogleich auf den Sandweg hinzublicken; man wird diesen alsdann mit Flecken der entgegengesetzten Farbe bestreut sehen. Diese Erfahrung glückt bei bedecktem Himmel, aber auch selbst beim hellsten Sonnenschein, der, indem er die Farbe der Blume erhöht, sie fähig macht die geforderte Farbe mächtig genug hervorzubringen, dass sie selbst bei einem blendenden Lichte noch bemerkt werden kann. So bringen die Päonien schön grüne, die Kalendeln lebhaft blaue Spektra hervor.

55.

So wie bei den Versuchen mit farbigen Bildern auf einzelnen Teilen der Retina ein Farbenwechsel gesetzmäßig entsteht, so geschieht dasselbe, wenn die ganze Netzhaut von einer Farbe affiziert wird. Hievon können wir uns überzeugen, wenn wir farbige Glasscheiben vors

Auge nehmen. Man blicke eine Zeitlang durch eine blaue Scheibe, so wird die Welt nachher dem befreiten Auge wie von der Sonne er leuchtet erscheinen, wenn auch gleich der Tag grau und die Gegend herbstlich farblos wäre. Ebenso sehen wir, indem wir eine grüne Brille weglegen, die Gegenstände mit einem rötlichen Schein überglänzt. Ich sollte daher glauben, dass es nicht wohlgetan sei, zu Schonung der Augen sich grüner Gläser, oder grünen Papiers zu bedienen, weil jede Farbspezifikation dem Auge Gewalt antut und das Organ zur Opposition nötigt.

56.
Haben wir bisher die entgegengesetzten Farben sich einander sukzessiv auf der Retina fordern sehen, so bleibt uns noch übrig zu erfahren, dass diese gesetzliche Forderung auch simultan bestehen könne. Malt sich auf einem Teile der Netzhaut ein farbiges Bild, so findet sich der übrige Teil sogleich in einer Disposition, die bemerkten korrespondierenden Farben hervorzubringen. Setzt man obige Versuche fort und blickt zum Beispiel vor einer weißen Fläche auf ein gelbes Stück Papier, so ist der übrige Teil des Auges schon disponiert, auf gedachter farbloser Fläche das Violette hervorzubringen. Allein das wenige Gelbe ist nicht mächtig genug, jene Wirkung deutlich zu leisten. Bringt man aber auf eine gelbe Wand weiße Papiere, so wird man sie mit einem violetten Ton überzogen sehen.

57.
Ob man gleich mit allen Farben diese Versuche anstellen kann, so sind doch besonders dazu Grün und Purpur zu empfehlen, weil diese Farben einander auffallend hervorrufen. Auch im Leben begegnen uns diese Fälle häufig. Blickt ein grünes Papier durch gestreiften oder geblümten Musselin hindurch, so werden die Streifen oder Blumen rötlich erscheinen. Durch grüne Schaltern ein graues Haus gesehen, erscheint gleichfalls rötlich. Die Purpurfarbe an dem bewegten Meer ist auch eine geforderte Farbe. Der beleuchtete Teil der Wellen erscheint grün in seiner eigenen Farbe, und der beschattete in der entgegengesetzten purpurnen. Die verschiedene Richtung der Wellen gegen das Auge bringt eben die Wirkung hervor. Durch eine Öffnung roter oder grüner Vorhänge erscheinen die Gegenstände draußen mit der geforderten Farbe. Übrigens werden sich diese Erscheinungen dem Aufmerksamen überall, ja bis zur Unbequemlichkeit zeigen.

58.
Haben wir das Simultane dieser Wirkungen bisher in den direkten Fällen kennen gelernt, so können wir solche auch in den umgekehrten bemerken. Nimmt man ein sehr lebhaft orange gefärbtes Stückchen Papier vor die weiße Fläche, so wird man, wenn man es scharf ansieht, das auf der übrigen Fläche geforderte Blau schwerlich gewahr werden. Nimmt man aber das orange Papier weg und erscheint an dessen Platz das blaue Scheinbild, so wird sich in dem Augenblick, da dieses völlig wirksam ist, die übrige Fläche, wie in einer Art von Wetterleuchten, mit einem rötlich gelben Schein überziehen und wird dem Beobachter die produktive Forderung dieser Gesetzlichkeit zum lebhaften Anschauen bringen.

59.
Wie die geforderten Farben, da wo sie nicht sind, neben und nach der fordernden leicht erscheinen, so werden sie erhöht, da wo sie sind. In einem Hofe, der mit grauen Kalksteinen gepflastert und mit Gras durchwachsen war, erschien das Gras von einer unendlich schönen Grüne, als Abendwolken einen rötlichen kaum bemerklichen Schein auf das Pflaster warfen. Im umgekehrten Falle sieht derjenige, der bei einer mittleren Helle des Himmels auf Wiesen wandelt und nichts als Grün vor sich sieht, öfters die Baumstämme und Wege mit einem rötlichen Scheine leuchten. Bei Landschaftsmalern, besonders denjenigen, die mit Aquarellfarben arbeiten, kommt dieser Ton öfters vor. Wahrscheinlich sehen sie ihn in der Natur, ahmen ihn unbewusst nach und ihre Arbeit wird als unnatürlich getadelt.

60.
Diese Phänomene sind von der größten Wichtigkeit, indem sie uns auf die Gesetze des Sehens hindeuten und zu künftiger Betrachtung der Farben eine notwendige Vorbereitung sind. Das Auge verlangt dabei ganz eigentlich Totalität und schließt in sich selbst den Farbenkreis ab. In dem vom Gelben geforderten Violetten liegt das Rote und Blaue; im Orange das Gelbe und Rote, dem das Blaue entspricht; das Grüne vereinigt Blau und Gelb und fordert das Rote, und so in allen Abstufungen der verschiedensten Mischungen. Dass man in diesem Falle genötigt werde, drei Hauptfarben anzunehmen, ist schon früher von den Beobachtern bemerkt worden.

61.
Wenn in der Totalität die Elemente, woraus sie zusammenwächst, noch bemerklich sind, nennen wir sie billig Harmonie, und wie die Lehre von der Harmonie der Farben sich aus diesen Phänomenen herleite, wie nur durch diese Eigenschaften die Farbe fähig sei, zu ästhetischem Gebrauch angewendet zu werden, muss sich in der Folge zeigen, wenn wir den ganzen Kreis der Beobachtungen durchlaufen haben und auf den Punkt, wovon wir ausgegangen sind, zurückkehren.

VI. Farbige Schatten

62.
Ehe wir jedoch weiter schreiten, haben wir noch höchst merkwürdige Fälle dieser lebendig geforderten, nebeneinander bestehenden Farben zu beobachten, und zwar indem wir unsre Aufmerksamkeit auf die farbigen Schatten richten. Um zu diesen überzugehen, wenden wir uns vorerst zur Betrachtung der farblosen Schatten.

63.
Ein Schatten von der Sonne auf eine weiße Fläche geworfen gibt uns keine Empfindung von Farbe, solange die Sonne in ihrer völligen Kraft wirkt. Er scheint schwarz oder, wenn ein Gegenlicht hinzu dringen kann, schwächer, halberhellt, grau.

64.
Zu den farbigen Schatten gehören zwei Bedingungen, erstlich, dass das wirksame Licht auf irgend eine Art die weiße Fläche färbe, zweitens, dass ein Gegenlicht den geworfenen Schatten auf einen gewissen Grad erleuchte.

65.
Man setze bei der Dämmerung auf ein weißes Papier eine niedrig brennende Kerze; zwischen sie und das abnehmende Tageslicht stelle man einen Bleistift aufrecht, so dass der Schatten, welchen die Kerze wirft, von dem schwachen Tageslicht erhellt, aber nicht aufgehoben werden kann, und der Schatten wird von dem schönsten Blau erscheinen.

66.
Dass dieser Schatten blau sei, bemerkt man alsobald; aber man überzeugt sich nur durch Aufmerksamkeit, dass das weiße Papier als eine rötlich gelbe Fläche wirkt, durch welchen Schein jene blaue Farbe im Auge gefordert wird.

67.
Bei allen farbigen Schatten daher muss man auf der Fläche, auf welche er geworfen wird, eine erregte Farbe vermuten, welche sich auch bei aufmerksamerer Betrachtung wohl erkennen lässt. Doch überzeuge man sich vorher durch folgenden Versuch.

68.
Man nehme zu Nachtzeit zwei brennende Kerzen und stelle sie gegeneinander auf eine weiße Fläche; man halte einen dünnen Stab zwischen beiden aufrecht, so dass zwei Schatten entstehen; man nehme dringen kann, schwächer, halberhellt, grau. ein farbiges Glas und halte es vor das eine Licht, also dass die weiße Fläche gefärbt erscheine, und in demselben Augenblick wird der von dem nunmehr färbenden Lichte geworfene, und von dem farblosen Lichte beleuchtete Schatten die geforderte Farbe anzeigen.

69.
Es tritt hier eine wichtige Betrachtung ein, auf die wir noch öfters zurückkommen werden. Die Farbe selbst ist ein Schattiges (skieron); deswegen Kircher vollkommen recht hat, sie Lumen opacatum zu nennen; und wie sie mit dem Schatten verwandt ist, so verbindet sie sich auch gern mit ihm, sie erscheint uns gern in ihm und durch ihn, sobald der Anlass nur gegeben ist; und so müssen wir bei Gelegenheit der farbigen Schatten zugleich eines Phänomens erwähnen, dessen Ableitung und Entwickelung erst später vorgenommen werden kann.

70.
Man wähle in der Dämmerung den Zeitpunkt, wo das einfallende Himmelslicht noch einen Schatten zu werfen imstande ist, der von dem Kerzenlichte nicht ganz aufgehoben werden kann, so dass vielmehr ein doppelter fällt, einmal vom Kerzenlicht gegen das Himmelslicht und sodann vom Himmelslicht gegen das Kerzenlicht. Wenn der erstere blau ist, so wird der letztere hochgelb erscheinen. Dieses hohe Gelb ist aber eigentlich nur der über das ganze Papier von dem Kerzenlicht verbreitete gelbrötliche Schein, der im Schatten sichtbar wird.

71.
Hievon kann man sich bei dem obigen Versuche mit zwei Kerzen und farbigen Gläsern am besten überzeugen, so wie die unglaubliche Leichtigkeit, womit der Schatten eine Farbe annimmt, bei der nähern Betrachtung der Widerscheine und sonst mehrmals zur Sprache kommt.

72.
Und so wäre denn auch die Erscheinung der farbigen Schatten, welche den Beobachtern bisher so viel zu schaffen gemacht, bequem abgeleitet. Ein jeder, der künftighin farbige Schatten bemerkt, beobachte nur, mit welcher Farbe die helle Fläche, worauf sie erscheinen, etwa tingiert sein möchte. Ja man kann die Farbe des Schattens als ein Chromatoskop der beleuchteten Flächen ansehen, indem man die der Farbe des Schattens entgegenstehende Farbe auf der Fläche vermuten und bei näherer Aufmerksamkeit in jedem Falle gewahr werden kann.

73.
Wegen dieser nunmehr bequem abzuleitenden farbigen Schatten hat man sich bisher viel gequält und sie, weil sie meistenteils unter freiem Himmel beobachtet wurden und vorzüglich blau erschienen, einer gewissen heimlich blauen und blau färbenden Eigenschaft der Luft zugeschrieben. Man kann sich aber bei jenem Versuche mit dem Kerzenlicht im Zimmer überzeugen, dass keine Art von blauem Schein oder Widerschein dazu nötig ist, indem man den Versuch an einem grauen trüben Tag, ja hinter zugezogenen weißen Vorhängen anstellen kann, in einem Zimmer, wo sich auch nicht das mindeste Blaue befindet, und der blaue Schatten wird sich nur um desto schöner zeigen.

74.
Saussure sagt in der Beschreibung seiner Reise auf den Montblanc: »Eine zweite nicht uninteressante Bemerkung betrifft die Farben der Schatten, die wir trotz der genausten Beobachtung nie dunkelblau fanden, ob es gleich in der Ebene häufig der Fall gewesen war. Wir sahen sie im Gegenteil von neunundfünfzigmal einmal gelblich, sechsmal blassbläulich, achtzehnmal farbenlos oder schwarz, und vierunddreißigmal blassviolett.
Wenn also einige Physiker annehmen, dass diese Farben mehr von zufälligen in der Luft zerstreuten, den Schatten ihre eigentümlichen Nuancen mitteilenden Dünsten herrühren, nicht aber durch eine bestimmte Luft- oder reflektierte Himmelsfarbe verursacht werden, so scheinen jene Beobachtungen ihrer Meinung günstig zu sein.
Die von de Saussure angezeigten Erfahrungen werden wir nun bequem einrangieren können.
Auf der großen Höhe war der Himmel meistenteils rein von Dünsten. Die Sonne wirkte in ihrer ganzen Kraft auf den weißen Schnee, so dass er dem Auge völlig weiß erschien, und sie sahen bei dieser Gelegenheit die Schatten völlig farbenlos. War die Luft mit wenigen Dünsten geschwängert und entstand dadurch ein gelblicher Ton des Schnees, so folgten violette Schatten, und zwar waren diese die meisten. Auch sahen sie bläuliche Schatten, jedoch seltener; und dass die blauen und violetten nur blass waren, kam von der hellen und heiteren Umgebung, wodurch die Schattenstärke gemindert wurde. Nur einmal sahen sie den Schatten gelblich, welches, wie wir oben (70) gesehen haben, ein Schatten ist, der von einem farblosen Gegenlichte geworfen und von dem färbenden Hauptlichte erleuchtet worden.

75.
Auf einer Harzreise im Winter stieg ich gegen Abend vom Brocken herunter, die weiten Flächen auf- und abwärts waren beschneit, die Heide von Schnee bedeckt, alle zerstreut stehenden Bäume und vorragenden Klippen, auch alle Baum- und Felsenmassen völlig bereift, die Sonne senkte sich eben gegen die Oderteiche hinunter.
Waren den Tag über, bei dem gelblichen Ton des Schnees, schon leise violette Schatten bemerklich gewesen, so musste man sie nun für hochblau ansprechen, als ein gesteigertes Gelb von den beleuchteten Teilen widerschien.
Als aber die Sonne sich endlich ihrem Niedergang näherte und ihr durch die stärkeren Dünste höchst gemäßigter Strahl die ganze mich umgebende Welt mit der schönsten Purpurfarbe überzog, da verwandelte sich die Schattenfarbe in ein Grün, das nach seiner Klarheit einem Meergrün, nach seiner Schönheit einem Smaragdgrün verglichen werden konnte. Die Erscheinung ward immer lebhafter, man glaubte sich in einer Feenwelt zu befinden, denn alles hatte sich in die zwei lebhaften und so schön übereinstimmenden Farben gekleidet, bis endlich mit dem Sonnenuntergang die Prachterscheinung sich in eine graue Dämmerung, und nach und nach in eine mond- und stern- helle Nacht verlor.

76.
Einer der schönsten Fälle farbiger Schatten kann bei dem Vollmonde beobachtet werden. Der Kerzen- und Mondenschein lassen sich völlig ins Gleichgewicht bringen. Beide Schatten können gleich stark und deutlich dargestellt werden, so dass beide Farben sich vollkommen balancieren. Man setzt die Tafel dem Scheine des Vollmondes entgegen, das Kerzenlicht ein wenig an die Seite, in gehöriger Entfernung, vor die Tafel hält man einen undurchsichtigen Körper; alsdann entsteht ein doppelter Schatten, und zwar wird derjenige, den der Mond wirft und das Kerzenlicht bescheint, gewaltig rotgelb, und umgekehrt der, den das Licht wirft und der Mond bescheint, vom schönsten Blau gesehen werden. Wo beide Schatten zusammentreffen und sich zu einem vereinigen, ist er schwarz. Der gelbe Schatten lässt sich vielleicht auf keine Weise auffallender darstellen. Die unmittelbare Nähe des blauen, der dazwischentretende schwarze Schatten machen die Erscheinung desto angenehmer. Ja, wenn der Blick lange auf der Tafel verweilt, so wird das geforderte Blau das fordernde Gelb wieder

gegenseitig fordernd steigern und ins Gelbrote treiben, welches denn wieder seinen Gegensatz, eine Art von Meergrün, hervorbringt.

77.
Hier ist der Ort zu bemerken, dass es wahrscheinlich eines Zeitmomentes bedarf, um die geforderte Farbe hervorzubringen. Die Retina muss von der fordernden Farbe erst recht affiziert sein, ehe die geforderte lebhaft bemerklich wird.

78.
Wenn Taucher sich unter dem Meere befinden und das Sonnenlicht in ihre Glocke scheint, so ist alles Beleuchtete, was sie umgibt, purpurfarbig (wovon künftig die Ursache anzugeben ist); die Schatten dagegen sehen grün aus. Eben dasselbe Phänomen, was ich auf einem hohen Berge gewahr wurde(75), bemerken sie in der Tiefe des Meers, und so ist die Natur mit sich selbst durchaus übereinstimmend.

79.
Einige Erfahrungen und Versuche, welche sich zwischen die Kapitel von farbigen Bildern und von farbigen Schatten gleichsam einschieben, werden hier nachgebracht.
Man habe an einem Winterabende einen weißen Papierladen inwendig vor dem Fenster eines Zimmers; in diesem Laden sei eine Öffnung, wodurch man den Schnee eines etwa benachbarten Daches sehen könne; es sei draußen noch einigermaßen dämmrig und ein Licht komme in das Zimmer; so wird der Schnee durch die Öffnung vollkommen blau erscheinen, weil nämlich das Papier durch das Kerzenlicht gelb gefärbt wird. Der Schnee, welchen man durch die Öffnung sieht, tritt hier an die Stelle eines durch ein Gegenlicht erhellten Schattens, oder, wenn man will, eines grauen Bildes auf gelber Fläche.

80.
Ein andrer sehr interessanter Versuch mache den Schluss.
Nimmt man eine Tafel grünen Glases von einiger Stärke und lässt darin die Fensterstäbe sich spiegeln, so wird man sie doppelt sehen, und zwar wird das Bild, das von der untern Fläche des Glases kommt, grün sein, das Bild hingegen, das sich von der obern Fläche herleitet und eigentlich farblos sein sollte, wird purpurfarben erscheinen.
An einem Gefäß, dessen Boden spiegelartig ist, welches man mit Wasser füllen kann, lässt sich der Versuch sehr artig anstellen, indem man bei reinem Wasser erst die farblosen Bilder zeigen und durch Färbung desselben sodann die farbigen Bilder produzieren kann.

VII. Schwachwirkende Lichter

81.
Das energische Licht erscheint rein weiß, und diesen Eindruck macht es auch im höchsten Grade der Blendung. Das nicht in seiner ganzen Gewalt wirkende Licht kann auch noch unter verschiedenen Bedingungen farblos bleiben. Mehrere Naturforscher und Mathematiker haben die Stufen desselben zu messen gesucht. Lambert, Bouguer, Rumford.

82.
Jedoch findet sich bei schwächer wirkenden Lichtern bald eine Farbenerscheinung, indem sie sich wie abklingende Bilder verhalten (39).

83.
Irgendein Licht wirkt schwächer, entweder wenn seine Energie, es geschehe wie es wolle, gemindert wird, oder wenn das Auge in eine Disposition gerät, die Wirkung nicht genugsam

erfahren zu können. Jene Erscheinungen, welche objektiv genannt werden können, finden ihren Platz bei den physischen Farben. Wir erwähnen hier nur des Übergangs vom Weißglühen bis zum Rotglühen des erhitzten Eisens. Nicht weniger bemerken wir, dass Kerzen, auch bei Nachtzeit, nach Maßgabe wie man sie vom Auge entfernt, röter scheinen.

84.
Der Kerzenschein bei Nacht wirkt in der Nähe als ein gelbes Licht; wir können es an der Wirkung bemerken, welche auf die übrigen Farben hervorgebracht wird. Ein Blassgelb ist bei Nacht wenig von dem Weißen zu unterscheiden; das Blaue nähert sich dem Grünen und ein Rosenfarb dem Orangen.

85.
Der Schein des Kerzenlichts bei der Dämmerung wirkt lebhaft als ein gelbes Licht, welches die blauen Schatten am besten beweisen, die bei dieser Gelegenheit im Auge hervorgerufen werden.

86.
Die Retina kann durch ein starkes Licht dergestalt gereizt werden, dass sie schwächere Lichter nicht erkennen kann (11). Erkennt sie solche, so erscheinen sie farbig; daher sieht ein Kerzenlicht bei Tage rötlich aus, es verhält sich wie ein abklingendes; ja ein Kerzenlicht, das man bei Nacht länger und schärfer ansieht, erscheint immer röter.

87.
Es gibt schwach wirkende Lichter, welche dem ungeachtet eine weiße, höchstens hellgelbliche Erscheinung auf der Retina machen, wie der Mond in seiner vollen Klarheit. Das faule Holz hat sogar eine Art von bläulichem Schein. Dieses alles wird künftig wieder zur Sprache kommen.

88.
Wenn man nahe an eine weiße oder grauliche Wand nachts ein Licht stellt, so wird sie von diesem Mittelpunkt aus auf eine ziemliche Weite erleuchtet sein. Betrachtet man den daher entstehenden Kreis aus einiger Ferne, so erscheint uns der Rand der erleuchteten Fläche mit einem gelben, nach außen rotgelben Kreise umgeben, und wir werden aufmerksam gemacht, dass das Licht, wenn es scheinend oder widerscheinend nicht in seiner größten Energie auf uns wirkt, unserm Auge den Eindruck vom Gelben, Rötlichen, und zuletzt sogar vom Roten gebe. Hier finden wir den Übergang zu den Höfen, die wir um leuchtende Punkte auf eine oder die andre Weise zu sehen pflegen.

VIII. Subjektive Höfe

89.
Man kann die Höfe in subjektive und objektive einteilen. Die letzten werden unter den physischen Farben abgehandelt, nur die ersten gehören hierher. Sie unterscheiden sich von den objektiven darin, dass sie verschwinden, wenn man den leuchtenden Gegenstand, der sie auf der Netzhaut hervorbringt, zudeckt.

90.
Wir haben oben den Eindruck des leuchtenden Bildes auf die Retina gesehen und wie es sich auf derselben vergrößert; aber damit ist die Wirkung noch nicht vollendet. Es wirkt nicht allein als Bild, sondern auch als Energie über sich hinaus; es verbreitet sich vom Mittelpunkte aus nach der Peripherie.

91.
Dass ein solcher Nimbus um das leuchtende Bild in unserm Auge bewirket werde, kann man am besten in der dunkeln Kammer sehen, wenn man gegen eine mäßig große Öffnung im Fensterladen hinblickt. Hier ist das helle Bild von einem runden Nebelschein umgeben. Einen solchen Nebelschein sah ich mit einem gelben und gelbroten Kreise umgeben, als ich mehrere Nächte in einem Schlafwagen zubrachte und morgens bei dämmerndem Tageslichte die Augen aufschlug.

92.
Die Höfe erscheinen am lebhaftesten, wenn das Auge ausgeruht und empfänglich ist. Nicht weniger vor einem dunklen Hintergrund. Beides ist die Ursache, dass wir sie so stark sehen, wenn wir nachts aufwachen und uns ein Licht entgegengebracht wird. Diese Bedingungen fanden sich auch zusammen, als Descartes im Schiff sitzend geschlafen hatte und so lebhafte farbige Scheine um das Licht bemerkte.

93.
Ein Licht muss mäßig leuchten, nicht blenden, wenn es einen Hof im Auge erregen soll, wenigstens würden die Höfe eines blendenden Lichtes nicht bemerkt werden können. Wir sehen einen solchen Glanzhof um die Sonne, welche von einer Wasserfläche ins Auge fällt.

94.
Genau beobachtet ist ein solcher Hof an seinem Rande mit einem gelben Saume eingefasst. Aber auch hier ist jene energische Wirkung noch nicht geendigt, sondern sie scheint sich in abwechselnden Kreisen weiter fort zu bewegen.

95.
Es gibt viele Fälle, die auf eine kreisartige Wirkung der Retina deuten, es sei nun, dass sie durch die runde Form des Auges selbst und seiner verschiedenen Teile, oder sonst hervorgebracht werde.

96.
Wenn man das Auge von dem innern Augenwinkel her nur ein wenig drückt, so entstehen dunklere oder hellere Kreise. Man kann bei Nachtzeit manchmal auch ohne Druck eine Sukzession solcher Kreise gewahr werden, von denen sich einer aus dem andern entwickelt, einer vom andern verschlungen wird.

97.
Wir haben schon einen gelben Rand um den von einem nah gestellten Licht erleuchteten weißen Raum gesehen. Dies wäre eine Art von objektivem Hof (88).

98.
Die subjektiven Höfe können wir uns als den Konflikt des Lichtes mit einem lebendigen Raume denken. Aus dem Konflikt des Bewegenden mit dem Bewegten entsteht eine undulierende Bewegung. Man kann das Gleichnis von den Ringen im Wasser hernehmen. Der hineingeworfene Stein treibt das Wasser nach allen Seiten, die Wirkung erreicht eine höchste Stufe, sie klingt ab und gelangt, im Gegensatz, zur Tiefe. Die Wirkung geht fort, kulminiert aufs neue, und so wiederholen sich die Kreise. Erinnert man sich der konzentrischen Ringe, die in einem mit Wasser gefüllten Trinkglase entstehen, wenn man versucht, einen Ton durch Reiben des Randes hervorzubringen, gedenkt man der intermittierenden Schwingungen beim Abklingen der Glocken, so nähert man sich wohl in der Vorstellung demjenigen, was auf der Retina vorgehen mag, wenn sie von einem leuchtenden Gegenstand getroffen

wird, nur dass sie als lebendig schon eine gewisse kreisartige Disposition in ihrer Organisation hat.

99.
Die um das leuchtende Bild sich zeigende helle Kreisfläche ist gelb mit Rot geendigt. Darauf folgt ein grünlicher Kreis, der mit einem roten Rande geschlossen ist. Dies scheint das gewöhnliche Phänomen zu sein bei einer gewissen Größe des leuchtenden Körpers. Diese Höfe werden größer, je weiter man sich von dem leuchtenden Bilde entfernt.

100.
Die Höfe können aber auch im Auge unendlich klein und vielfach erscheinen, wenn der erste Anstoß klein und mächtig ist. Der Versuch macht sich am besten mit einer auf der Erde liegenden, von der Sonne beschienenen Goldflinter. In diesen Fällen erscheinen die Höfe in bunten Strahlen. Jene farbige Erscheinung, welche die Sonne im Auge macht, indem sie durch Baumblätter dringt, scheint auch hierher zu gehören.

Anhang: Pathologische Farben

101.
Die physiologischen Farben kennen wir nunmehr hinreichend, um sie von den pathologischen zu unterscheiden. Wir wissen, welche Erscheinungen dem gesunden Auge zugehören und nötig sind, damit sich das Organ vollkommen lebendig und tätig erzeige.

102.
Die krankhaften Phänomene deuten gleichfalls auf organische und physische Gesetze: denn wenn ein besonderes lebendiges Wesen von derjenigen Regel abweicht, durch die es gebildet ist, so strebt es ins allgemeine Leben hin, immer auf einem gesetzlichen Wege, und macht uns auf seiner ganzen Bahn jene Maximen anschaulich, aus welchen die Welt entsprungen ist und durch welche sie zusammengehalten wird.

103.
Wir sprechen hier zuerst von einem sehr merkwürdigen Zustande, in welchem sich die Augen mancher Personen befinden. Indem er eine Abweichung von der gewöhnlichen Art, die Farben zu sehen, anzeigt, so gehört er wohl zu den krankhaften; da er aber regelmäßig ist, öfter vorkommt, sich auf mehrere Familienglieder erstreckt und sich wahrscheinlich nicht heilen lässt, so stellen wir ihn billig auf die Grenze.

104.
Ich kannte zwei Subjekte, die damit behaftet waren, nicht über zwanzig Jahr alt; beide hatten blau- graue Augen, ein scharfes Gesicht in der Nähe und Ferne, bei Tages- und Kerzenlicht, und ihre Art, die Farben zu sehen, war in der Hauptsache völlig übereinstimmend.

105.
Mit uns treffen sie zusammen, dass sie Weiß, Schwarz und Grau nach unsrer Weise benennen; Weiß sahen sie beide ohne Beimischung. Der eine wollte bei Schwarz etwas Bräunliches und bei Grau etwas Rötliches bemerken. Überhaupt scheinen sie die Abstufung von Hell und Dunkel sehr zart zu empfinden.

106.
Mit uns scheinen sie Gelb, Rotgelb und Gelb- rot zu sehen; bei dem letzten sagen sie, sie sähen das Gelbe gleichsam über dem Rot schweben, wie lasiert. Karmin in der Mitte einer Untertasse dicht aufgetrocknet nannten sie rot.

107.
Nun aber tritt eine auffallende Differenz ein. Man streiche mit einem genetzten Pinsel den Karmin leicht über die weiße Schale, so werden sie diese entstehende helle Farbe der Farbe des Himmels vergleichen und solche blau nennen. Zeigt man ihnen daneben eine Rose, so nennen sie diese auch blau, und können bei allen Proben, die man anstellt, das Hellblau nicht von dem Rosenfarb unterscheiden. Sie verwechseln Rosenfarb, Blau und Violett durchaus; nur durch kleine Schattierungen des Helleren, Dunkleren, Lebhafteren, Schwächeren scheinen sich diese Farben für sie voneinander abzusondern.

108.
Ferner können sie Grün von einem Dunkelorange, besonders aber von einem Rotbraun nicht unterscheiden.

109.
Wenn man die Unterhaltung mit ihnen dem Zufall überlässt und sie bloß über vorliegende Gegenstände befragt, so gerät man in die größte Verwirrung und fürchtet wahnsinnig zu werden. Mit einiger Methode hingegen kommt man dem Gesetz dieser Gesetzwidrigkeit schon um vieles näher.

110.
Sie haben, wie man aus dem Obigen sehen kann, weniger Farben als wir, daher denn die Verwechselung von verschiedenen Farben entsteht. Sie nennen den Himmel rosenfarb und die Rose blau, oder umgekehrt. Nun fragt sich: sehen sie beides blau, oder beides rosenfarb? sehen sie das Grün orange, oder das Orange grün?

111.
Diese seltsamen Rätsel scheinen sich zu lösen, wenn man annimmt, dass sie kein Blau, sondern an dessen Statt einen diluierten Purpur, ein Rosenfarb, ein helles reines Rot sehen. Symbolisch kann man sich diese Lösung einstweilen folgendermaßen vorstellen.

112.
Nehmen wir aus unserm Farbenkreise das Blaue heraus, so fehlt uns Blau, Violett und Grün. Das reine Rot verbreitet sich an der Stelle der beiden ersten, und wenn es wieder das Gelbe berührt, bringt es anstatt des Grünen abermals ein Orange hervor.

113.
Indem wir uns von dieser Erklärungsart überzeugt halten, haben wir diese merkwürdige Abweichung vom gewöhnlichen Sehen Akyanoblepsie genannt, und zu besserer Einsicht mehrere Figuren gezeichnet und illuminiert, bei deren Erklärung wir künftig das Weitre beizubringen gedenken. Auch findet man daselbst eine Landschaft, gefärbt nach der Weise, wie diese Menschen wahrscheinlich die Natur sehen, den Himmel rosenfarb und alles Grüne in Tönen vom Gelben bis zum Braunroten, ungefähr wie es uns im Herbst erscheint.

114.
Wir sprechen nunmehr von krankhaften sowohl als allen widernatürlichen, außernatürlichen, seltenen Affektionen der Retina, wobei, ohne äußres Licht, das Auge zu einer Lichterscheinung disponiert werden kann, und behalten uns vor, des galvanischen Lichtes künftig zu erwähnen.

115.
Bei einem Schlag aufs Auge scheinen Funken umher zu sprühen. Ferner, wenn man in gewissen körperlichen Dispositionen, besonders bei erhitztem Blute und reger Empfindlichkeit,

das Auge erst sachte, dann immer stärker drückt, so kann man ein blendendes unerträgliches Licht erregen.

116.
Operierte Starkranke, wenn sie Schmerz und Hitze im Auge haben, sehen häufig feurige Blitze und Funken, welche zuweilen acht bis vierzehn Tage bleiben, oder doch so lange, bis Schmerz und Hitze weicht.

117.
Ein Kranker, wenn er Ohrenschmerz bekam, sah jederzeit Lichtfunken und Kugeln im Auge, solange der Schmerz dauerte.

118.
Wurmkranke haben oft sonderbare Erscheinungen im Auge, bald Feuerfunken, bald Lichtgespenster, bald schreckhafte Figuren, die sie nicht entfernen können. Bald sehen sie doppelt.

119.
Hypochondristen sehen häufig schwarze Figuren als Fäden, Haare, Spinnen, Fliegen, Wespen. Diese Erscheinungen zeigen sich auch bei anfangendem schwarzen Star. Manche sehen halbdurchsichtige kleine Röhren, wie Flügel von Insekten, Wasserbläschen von verschiedener Größe, welche beim Heben des Auges niedersinken, zuweilen gerade so in Verbindung hängen wie Froschlaich, und bald als völlige Sphären, bald als Linsen bemerkt werden.

120.
Wie dort das Licht ohne äußeres Licht, so entspringen auch diese Bilder ohne äußre Bilder. Sie sind teils vorübergehend, teils lebenslänglich dauernd. Hierbei tritt auch manchmal eine Farbe ein: denn Hypochondristen sehen auch häufig gelbrote schmale Bänder im Auge, oft heftiger und häufiger am Morgen, oder bei leerem Magen.

121.
Dass der Eindruck irgendeines Bildes im Auge einige Zeit verharre, kennen wir als ein physiologisches Phänomen (23), die allzu lange Dauer eines solchen Eindrucks hingegen kann als krankhaft angesehen werden.

122.
Je schwächer das Auge ist, desto länger bleibt das Bild in demselben. Die Retina stellt sich nicht so bald wieder her, und man kann die Wirkung als eine Art von Paralyse ansehen (28).

123.
Von blendenden Bildern ist es nicht zu verwundern. Wenn man in die Sonne sieht, so kann man das Bild mehrere Tage mit sich herumtragen. Boyle erzählt einen Fall von zehn Jahren.

124.
Das gleiche findet auch verhältnismäßig von Bildern, welche nicht blendend sind, statt. Büsch erzählt von sich selbst, dass ihm ein Kupferstich vollkommen mit allen seinen Teilen bei siebzehn Minuten im Auge geblieben.

125.
Mehrere Personen, welche zu Krampf und Vollblütigkeit geneigt waren, behielten das Bild eines hochroten Kattuns mit weißen Muscheln viele Minuten lang im Auge und sahen es wie einen Flor vor allem schweben. Nur nach langem Reiben des Auges verlor sich's.

126.
Scherffer bemerkt, dass die Purpurfarbe eines abklingenden starken Lichteindrucks einige Stunden dauern könne.

127.
Wie wir durch Druck auf den Augapfel eine Lichterscheinung auf der Retina hervorbringen können, so entsteht bei schwachem Druck eine rote Farbe und wird gleichsam ein abklingendes Licht hervorgebracht.

128.
Viele Kranke, wenn sie erwachen, sehen alles in der Farbe des Morgenrots, wie durch einen roten Flor; auch wenn sie am Abend lesen, und zwischendurch einnicken und wieder aufwachen, pflegt es zu geschehen. Dieses bleibt minutenlang und vergeht allenfalls, wenn das Auge etwas gerieben wird. Dabei sind zuweilen rote Sterne und Kugeln. Dieses Rotsehen dauert auch wohl eine lange Zeit.

129.
Die Luftfahrer, besonders Zambeccari und seine Gefährten, wollen in ihrer höchsten Erhebung den Mond blutrot gesehen haben. Da sie sich über die irdischen Dünste emporgeschwungen hatten, durch welche wir den Mond und die Sonne wohl in einer solchen Farbe sehen, so lässt sich vermuten, dass diese Erscheinung zu den pathologischen Farben gehöre. Es mögen nämlich die Sinne durch den ungewohnten Zustand dergestalt affiziert sein, dass der ganze Körper und besonders auch die Retina in eine Art von Unrührbarkeit und Unreizbarkeit verfällt. Es ist daher nicht unmöglich, dass der Mond als ein höchst abgestumpftes Licht wirke, und also das Gefühl der roten Farbe hervorbringe. Den Hamburger Luftfahrern erschien auch die Sonne blutrot.
Wenn die Luftfahrenden zusammen sprechen und sich kaum hören, sollte nicht auch dieses der Unreizbarkeit der Nerven ebenso gut als der Dünne der Luft zugeschrieben werden können?

130.
Die Gegenstände werden von Kranken auch manchmal vielfärbig gesehen. Boyle erzählt von einer Dame, dass sie nach einem Sturze, wobei ein Auge gequetscht worden, die Gegenstände, besonders aber die weißen, lebhaft bis zum Unerträglichen schimmern gesehen.

131.
Die Ärzte nennen Chrupsie, wenn in typischen Krankheiten, besonders der Augen, die Patienten an den Rändern der Bilder, wo Hell und Dunkel aneinander grenzen, farbige Umgebungen zu sehen versichern. Wahrscheinlich entsteht in den Liquoren eine Veränderung, wodurch ihre Achromasie aufgehoben wird.

132.
Beim grauen Star lässt eine starkgetrübte Kristallinse den Kranken einen roten Schein sehen. In einem solchen Falle, der durch Elektrizität behandelt wurde, veränderte sich der rote Schein nach und nach in einen gelben, zuletzt in einen weißen, und der Kranke fing an, wieder Gegenstände gewahr zu werden; woraus man schließen konnte, dass der trübe Zustand der Linse sich nach und nach der Durchsichtigkeit nähere. Diese Erscheinung wird sich, sobald wir mit den physischen Farben nähere Bekanntschaft gemacht, bequem ableiten lassen.

133.
Kann man nun annehmen, dass ein gelbsüchtiger Kranker durch einen wirklich gelbgefärbten Liquor hindurchsehe, so werden wir schon in die Abteilung der chemischen Farben verwiesen, und wir sehen leicht ein, dass wir das Kapitel von den pathologischen Farben nur dann erst vollkommen ausarbeiten können, wenn wir uns mit der Farbenlehre in ihrem ganzen Umfang bekannt gemacht; deshalb sei es an dem Gegenwärtigen genug, bis wir später das Angedeutete weiter ausführen können.

134.
Nur möchte hier zum Schlusse noch einiger besondern Dispositionen des Auges vorläufig zu erwähnen sein.
Es gibt Maler, welche, anstatt dass sie die natürliche Farbe wiedergeben sollten, einen allgemeinen Ton, einen warmen oder kalten über das Bild verbreiten. So zeigt sich auch bei manchen eine Vorliebe für gewisse Farben, bei andern ein Ungefühl für Harmonie.

135.
Endlich ist noch bemerkenswert, dass wilde Nationen, ungebildete Menschen, Kinder eine große Vorliebe für lebhafte Farben empfinden, dass Tiere bei gewissen Farben in Zorn geraten, dass gebildete Menschen in Kleidung und sonstiger Umgebung die lebhaften Farben vermeiden und sie durchgängig von sich zu entfernen suchen.

Zweite Abteilung - Physische Farben

Physische Farben nennen wir diejenigen, zu deren Hervorbringung gewisse materielle Mittel nötig sind, welche aber selbst keine Farbe haben und teils durchsichtig, teils trüb und durchscheinend, teils völlig undurchsichtig sein können. Dergleichen Farben werden also in unserm Auge durch solche äussere bestimmte Anlässe erzeugt, oder, wenn sie schon auf irgend eine Weise ausser uns erzeugt sind, in unser Auge zurückgeworfen. Ob wir nun schon hierdurch denselben eine Art von Objektivität zuschreiben, so bleibt doch das Vorübergehende, Nichtfestzuhaltende meistens ihr Kennzeichen.

137.
Sie heissen daher auch bei den früheren Naturforschern Colores apparentes, fluxi, fugitivi, phantastici, falsi, variantes. Zugleich werden sie speciosi und emphatici, wegen ihrer auffallenden Herrlichkeit, genannt. Sie schliessen sich unmittelbar an die physiologischen an, und scheinen nur um einen geringen Grad mehr Realität zu haben. Denn wenn bei jenen vorzüglich das Auge wirksam war und wir die Phänomene derselben nur in uns, nicht aber ausser uns darzustellen vermochten, so tritt nun hier der Fall ein, dass zwar Farben im Auge durch farblose Gegenstände erregt werden, dass wir aber auch eine farblose Fläche an die Stelle unserer Retina setzen und auf derselben die Erscheinung ausser uns gewahr werden können, wobei uns jedoch alle Erfahrungen auf das bestimmteste überzeugen, dass hier nicht von fertigen, sondern von werdenden und wechselnden Farben die Rede sei.

138.
Wir sehen uns deshalb bei diesen physischen Farben durchaus imstande, einem subjektiven Phänomen ein objektives an die Seite zu setzen und öfters, durch die Verbindung beider, mit Glück tiefer in die Natur der Erscheinung einzudringen.

139.
Bei den Erfahrungen also, wobei wir die physischen Farben gewahr werden, wird das Auge nicht für sich als wirkend, das Licht niemals in unmittelbarem Bezuge auf das Auge betrachtet, sondern wir richten unsere Aufmerksamkeit besonders darauf, wie durch Mittel, und zwar farblose Mittel, verschiedene Bedingungen entstehen.

140.
Das Licht kann auf dreierlei Weise unter diesen Umständen bedingt werden. Erstlich, wenn es von der Oberfläche eines Mittels zurückstrahlt, da denn die katoptrischen Versuche zur Sprache kommen. Zweitens, wenn es an dem Rande eines Mittels herstrahlt. Die dabei eintretenden Erscheinungen wurden ehemals perioptische genannt, wir nennen sie paroptische. Drittens, wenn es durch einen durchscheinenden oder durchsichtigen Körper durchgeht, welches die dioptrischen Versuche sind. Eine vierte Art physischer Farben haben wir epoptische genannt, indem sich die Erscheinung, ohne vorgängige Mitteilung (baphê), auf einer farblosen Oberfläche der Körper unter verschiedenen Bedingungen sehen lässt.

141.
Beurteilen wir diese Rubriken in bezug auf die von uns beliebten Hauptabteilungen, nach welchen wir die Farben in physiologischer, physischer und chemischer Rücksicht betrachten, so finden wir, dass die katoptrischen Farben sich nahe an die physiologischen anschließen, die paroptischen sich schon etwas mehr ablösen und gewissermaßen selbständig werden,

die dioptrischen sich ganz eigentlich physisch erweisen und eine entschieden objektive Seite haben; die epoptischen, obgleich in ihren Anfängen auch nur apparent, machen den Übergang zu den chemischen Farben.

142.
Wenn wir also unsern Vortrag stetig nach Anleitung der Natur fortführen wollten, so dürften wir nur in der jetzt eben bezeichneten Ordnung auch fernerhin verfahren; weil aber bei didaktischen Vorträgen es nicht sowohl darauf ankommt, dasjenige, wovon die Rede ist, aneinander zu knüpfen, vielmehr solches wohl auseinander zu sondern, damit erst zuletzt, wenn alles Einzelne vor die Seele gebracht ist, eine große Einheit das Besondere verschlinge: so wollen wir uns gleich zu den dioptrischen Farben wenden, um den Leser alsbald in die Mitte der physischen Farben zu versetzen und ihm ihre Eigenschaften auffallender zu machen.

IX. Dioptrische Farben

143.
Man nennt dioptrische Farben diejenigen, zu deren Entstehung ein farbloses Mittel gefordert wird, dergestalt dass Licht und Finsternis hindurchwirken, entweder aufs Auge, oder auf entgegenstehende Flächen. Es wird also gefordert, dass das Mittel durchsichtig oder wenigstens bis auf einen gewissen Grad durchscheinend sei.

144.
Nach diesen Bedingungen teilen wir die dioptrischen Erscheinungen in zwei Klassen und setzen in die erste diejenigen, welche bei durchscheinenden trüben Mitteln entstehen, in die zweite aber solche, die sich alsdann zeigen, wenn das Mittel in dem höchst möglichen Grade durchsichtig ist.

X. Dioptrische Farben der ersten Klasse

145.
Der Raum, den wir uns leer denken, hätte durchaus für uns die Eigenschaft der Durchsichtigkeit. Wenn sich nun derselbe dergestalt füllt, dass unser Auge die Ausfüllung nicht gewahr wird, so entsteht ein materielles, mehr oder weniger körperliches, durchsichtiges Mittel, das luft- und gasartig, flüssig oder auch fest sein kann.

146.
Die reine durchscheinende Trübe leitet sich aus dem Durchsichtigen her. Sie kann sich uns also auch auf gedachte dreifache Weise darstellen.

147.
Die vollendete Trübe ist das Weiße, die gleichgültigste, hellste, erste undurchsichtige Raumerfüllung.

148.
Das Durchsichtige selbst, empirisch betrachtet, ist schon der erste Grad des Trüben. Die ferneren Grade des Trüben bis zum undurchsichtigen Weißen sind unendlich.

149.
Auf welcher Stufe wir auch das Trübe vor seiner Undurchsichtigkeit festhalten, gewährt es uns, wenn wir es in Verhältnis zum Hellen und Dunkeln setzen, einfache und bedeutende Phänomene.

150.
Das höchstenergische Licht, wie das der Sonne, des Phosphors in Lebensluft verbrennend, ist blendend und farblos. So kommt auch das Licht der Fixsterne meistens farblos zu uns. Dieses Licht aber durch ein auch nur wenig trübes Mittel gesehen, erscheint uns gelb. Nimmt die Trübe eines solchen Mittels zu, oder wird seine Tiefe vermehrt, so sehen wir das Licht nach und nach eine gelbrote Farbe annehmen, die sich endlich bis zum Rubinroten steigert.

151.
Wird hingegen durch ein trübes, von einem darauffallenden Lichte erleuchtetes Mittel die Finsternis gesehen, so erscheint uns eine blaue Farbe, welche immer heller und blässer wird, je mehr sich die Trübe des Mittels vermehrt, hingegen immer dunkler und satter sich zeigt, je durchsichtiger das Trübe werden kann, ja bei dem mindesten Grad der reinsten Trübe als das schönste Violett dem Auge fühlbar wird.

152.
Wenn diese Wirkung auf die beschriebene Weise in unserm Auge vorgeht und also subjektiv genannt werden kann, so haben wir uns auch durch objektive Erscheinungen von derselben noch mehr zu vergewissern. Denn ein so gemäßigtes und getrübtes Licht wirft auch auf die Gegenstände einen gelben, gelbroten oder purpurnen Schein; und ob sich gleich die Wirkung der Finsternis durch das Trübe nicht ebenso mächtig äußert, so zeigt sich doch der blaue Himmel in der Camera obscura ganz deutlich auf dem weißen Papier neben jeder andern körperlichen Farbe.

153.
Wenn wir die Fälle durchgehen, unter welchen uns dieses wichtige Grundphänomen erscheint, so erwähnen wir billig zuerst der atmosphärischen Farben, deren meiste hierher geordnet werden können.

154.
Die Sonne, durch einen gewissen Grad von Dünsten gesehen, zeigt sich mit einer gelblichen Scheibe. Oft ist die Mitte noch blendend gelb, wenn sich die Ränder schon rot zeigen. Beim Heerrauch (wie 1794 auch im Norden der Fall war), und noch mehr bei der Disposition der Atmosphäre, wenn in südlichen Gegenden der Scirocco herrscht, erscheint die Sonne rubinrot mit allen sie im letzten Falle gewöhnlich umgebenden Wolken, die alsdann jene Farbe im Widerschein zurückwerfen. Morgen- und Abendröte entsteht aus derselben Ursache. Die Sonne wird durch eine Röte verkündigt, indem sie durch eine größere Masse von Dünsten zu uns strahlt. Je weiter sie herauf kommt, desto heller und gelber wird der Schein.

155.
Wird die Finsternis des unendlichen Raums durch atmosphärische vom Tageslicht erleuchtete Dünste hindurch angesehen, so erscheint die blaue Farbe. Auf hohen Gebirgen sieht man am Tage den Himmel königsblau, weil nur wenig feine Dünste vor dem unendlichen finstern Raum schweben; sobald man in die Täler herabsteigt, wird das Blaue heller, bis es endlich, in gewissen Regionen und bei zunehmenden Dünsten, ganz in ein Weißblau übergeht.

156.
Ebenso scheinen uns auch die Berge blau: denn indem wir sie in einer solchen Ferne erblicken, dass wir die Lokalfarben nicht mehr sehen, und kein Licht von ihrer Oberfläche mehr auf unser Auge wirkt, so gelten sie als ein reiner finsterer Gegenstand, der nun durch die dazwischen tretenden trüben Dünsteblau erscheint.

157.
Auch sprechen wir die Schattenteile näherer Gegenstände für blau an, wenn die Luft mit feinen Dünsten gesättigt ist.

158.
Die Eisberge hingegen erscheinen in großer Entfernung noch immer weiß und eher gelblich, weil sie immer noch als hell durch den Dunstkreis auf unser Auge wirken.

159.
Die blaue Erscheinung an dem untern Teil des Kerzenlichtes gehört auch hierher. Man halte die Flamme vor einen weißen Grund, und man wird nichts Blaues sehen; welche Farbe hingegen sogleich erscheinen wird, wenn man die Flamme gegen einen schwarzen Grund hält. Dieses Phänomen erscheint am lebhaftesten bei einem angezündeten Löffel Weingeist. Wir können also den untern Teil der Flamme für einen Dunst ansprechen, welcher, obgleich unendlich fein, doch vor der dunklen Fläche sichtbar wird: er ist so fein, dass man bequem durch ihn lesen kann, dahingegen die Spitze der Flamme, welche uns die Gegenstände verdeckt, als ein selbstleuchtender Körper anzusehen ist.

160.
Übrigens ist der Rauch gleichfalls als ein trübes Mittel anzusehen, das uns vor einem hellen Grunde gelb oder rötlich, vor einem dunklen aber blau erscheint.

161.
Wenden wir uns nun zu den flüssigen Mitteln, so finden wir, dass ein jedes Wasser, auf eine zarte Weise getrübt, denselben Effekt hervorbringe.

162.
Die Infusion des nephritischen Holzes (der Guilandina Linnaei), welche früher so großes Aufsehen machte, ist nur ein trüber Liquor, der im dunklen hölzernen Becher blau aussehen, in einem durchsichtigen Glase aber gegen die Sonne gehalten eine gelbe Erscheinung hervorbringen muss.

163.
Einige Tropfen wohlriechender Wasser, eines Weingeistfirnisses, mancher metallischen Solutionen können das Wasser zu solchen Versuchen in allen Graden trübe machen. Seifenspiritus tut fast die beste Wirkung.

164.
Der Grund des Meeres erscheint den Tauchern bei hellem Sonnenschein purpurfarb, wobei das Meerwasser als ein trübes und tiefes Mittel wirkt. Sie bemerken bei dieser Gelegenheit die Schatten grün, welches die geforderte Farbe ist (78).

165.
Unter den festen Mitteln begegnet uns in der Natur zuerst der Opal, dessen Farben wenigstens zum Teil daraus zu erklären sind, dass er eigentlich ein trübes Mittel sei, wodurch bald helle, bald dunkle Unterlagen sichtbar werden.

166.
Zu allen Versuchen aber ist das Opalglas (vitrum astroides, girasole) der erwünschteste Körper. Es wird auf verschiedene Weise verfertigt und seine Trübe durch Metallkalke hervorgebracht. Auch trübt man das Glas dadurch, dass man gepülverte und kalzinierte Knochen mit ihm zusammenschmelzt, deswegen man es auch Beinglas nennt; doch geht dieses gar zu leicht ins Undurchsichtige über.

167.
Man kann dieses Glas zu Versuchen auf vielerlei Weise zurichten: denn entweder man macht es nur wenig trüb, da man denn durch mehrere Schichten übereinander das Licht vom hellsten Gelb bis zum tiefsten Purpur führen kann; oder man kann auch stark getrübtes Glas in dünnern und stärkeren Scheiben anwenden. Auf beide Arten lassen sich die Versuche anstellen; besonders darf man aber, um die hohe blaue Farbe zu sehen, das Glas weder allzutrüb noch allzustark nehmen. Denn da es natürlich ist, dass das Finstere nur schwach durch die Trübe hindurch wirke, so geht die Trübe, wenn sie zu dicht wird, gar schnell in das Weiße hinüber.

168.
Fensterscheiben durch die Stellen, an welchen sie blind geworden sind, werfen einen gelben Schein auf die Gegenstände, und eben diese Stellen sehen blau aus, wenn wir durch sie nach einem dunklen Gegenstande blicken.

169.
Das angerauchte Glas gehört auch hierher und ist gleichfalls als ein trübes Mittel anzusehen. Es zeigt uns die Sonne mehr oder weniger rubinrot; und ob man gleich diese Erscheinung der schwarz-braunen Farbe des Rußes zuschreiben könnte, so kann man sich doch überzeugen, dass hier ein trübes Mittel wirke, wenn man ein solches mäßig angerauchtes Glas, auf der vordern Seite durch die Sonne erleuchtet, vor einen dunklen Gegenstand hält, da wir denn einen blaulichen Schein gewahr werden.

170.
Mit Pergamentblättern lässt sich in der dunkeln Kammer ein auffallender Versuch anstellen. Wenn man vor die Öffnung des eben von der Sonne beschienenen Fensterladens ein Stock Pergament befestigt, so wird es weißlich erscheinen; fügt man ein zweites hinzu, so entsteht eine gelbliche Farbe, die immer zunimmt und endlich bis ins Rote übergeht, je mehr man Blätter nach und nach hinzufügt.

171.
Einer solchen Wirkung der getrübten Kristallinse beim grauen Star ist schon oben gedacht (132).

172.
Sind wir nun auf diesem Wege schon bis zu der Wirkung eines kaum noch durchscheinenden Trüben gelangt, so bleibt uns noch übrig, einer wunderbaren Erscheinung augenblicklicher Trübe zu gedenken.
Das Porträt eines angesehenen Theologen war von einem Künstler, welcher praktisch besonders gut mit der Farbe umzugehen wusste, vor mehreren Jahren, gemalt worden. Der hochwürdige Mann stand in einem glänzenden Samtrocke da, welcher fast mehr als das Gesicht die Augen der Anschauer auf sich zog und Bewunderung erregte. Indessen hatte das Bild nach und nach durch Lichterdampf und Staub von seiner ersten Lebhaftigkeit vieles verloren. Man übergab es daher einem Maler, der es reinigen und mit einem neuen Firnis überziehen sollte. Dieser fängt nun sorgfältig an, zuerst das Bild mit einem feuchten Schwamm abzuwaschen; kaum aber hat er es einigemal überfahren und den stärksten

Schmutz weggewischt, als zu seinem Erstaunen der schwarze Samtrock sich plötzlich in einen hellblauen Plüschrock verwandelt, wodurch der geistliche Herr ein sehr weltliches, obgleich altmodisches Ansehn gewinnt. Der Maler getraut sich nicht weiter zu waschen, begreift nicht, wie ein Hellblau zum Grunde des tiefsten Schwarzen liegen, noch weniger wie er eine Lasur so schnell könne weggescheuert haben, welche ein solches Blau, wie er vor sich sah, in Schwarz zu verwandeln imstande gewesen wäre. Genug, er fühlte sich sehr bestürzt, das Bild auf diesen Grad verdorben zu haben: es war nichts Geistliches mehr daran zu sehen, als nur die vielgelockte runde Perücke, wobei der Tausch eines verschossenen Plüschrocks gegen einen trefflichen neuen Samtrock durchaus unerwünscht blieb. Das Übel schien indessen unheilbar, und unser guter Künstler lehnte mißmutig das Bild gegen die Wand und legte sich nicht ohne Sorgen zu Bette.
Wie erfreut aber war er den andern Morgen, als er das Gemälde wieder vornahm und den schwarzen Samtrock in völligem Glanze wieder erblickte. Er konnte sich nicht enthalten, den Rock an einem Ende abermals zu benetzen, da denn die blaue Farbe wieder erschien und nach einiger Zeit verschwand. Als ich Nachricht von diesem Phänomen erhielt, begab ich mich sogleich zu dem Wunderbilde. Es ward in meiner Gegenwart mit einem feuchten Schwamme überfahren, und die Veränderung zeigte sich sehr schnell. Ich sah einen zwar etwas verschossenen, aber völlig hellblauen Plüschrock, auf welchem an dem Ärmel einige braune Striche die Falten andeuteten. Ich erklärte mir dieses Phänomen aus der Lehre von den trüben Mitteln. Der Künstler mochte seine schon gemalte schwarze Farbe, um sie recht tief zu machen, mit einem besondern Firnis lasieren, welcher beim Waschen einige Feuchtigkeit in sich sog und dadurch trübe ward, wodurch das unterliegende Schwarz sogleich als Blau erschien. Vielleicht kommen diejenigen, welche viel mit Firnissen umgehen, durch Zufall oder Nachdenken auf den Weg, diese sonderbare Erscheinung den Freunden der Naturforschung als Experiment darzustellen. Mir hat es nach mancherlei Proben nicht gelingen wollen.

173.
Haben wir nun die herrlichsten Fälle atmosphärischer Erscheinungen, sowie andre geringere, aber doch immer genugsam bedeutende, aus der Haupterfahrung mit trüben Mitteln hergeleitet, so zweifeln wir nicht, dass aufmerksame Naturfreunde immer weiter gehen und sich üben werden, die im Leben mannigfaltig vorkommenden Erscheinungen auf eben diesem Wege abzuleiten und zu erklären; so wie wir hoffen können, dass die Naturforscher sich nach einem hinlänglichen Apparat umsehen werden, um so bedeutende Erfahrungen den Wissbegierigen vor Augen zu bringen.

174.
Ja wir möchten jene im allgemeinen ausgesprochene Haupterscheinung ein Grund- und Urphänomen nennen, und es sei uns erlaubt, hier, was wir darunter verstehen, sogleich beizubringen.

175.
Das, was wir in der Erfahrung gewahr werden, sind meistens nur Fälle, welche sich mit einiger Aufmerksamkeit unter allgemeine empirische Rubriken bringen lassen. Diese subordinieren sich abermals unter wissenschaftliche Rubriken, welche weiter hinaufdeuten, wobei uns gewisse unerläßliche Bedingungen des Erscheinenden näher bekannt werden. Von nun an fügt sich alles nach und nach unter höhere Regeln und Gesetze, die sich aber nicht durch Worte und Hypothesen dem Verstande, sondern gleichfalls durch Phänomene dem Anschauen offenbaren. Wir nennen sie Urphänomene, weil nichts in der Erscheinung über ihnen liegt, sie aber dagegen völlig geeignet sind, dass man stufenweise, wie wir vorhin hinaufgestiegen, von ihnen herab bis zu dem gemeinsten Falle der täglichen Erfahrung niedersteigen kann. Ein solches Urphänomen ist dasjenige, das wir bisher dargestellt haben. Wir sehen auf der einen Seite das Licht, das Helle, auf der andern die Finsternis, das Dunk-

le, wir bringen die Trübe zwischen beide, und aus diesen Gegensätzen, mit Hülfe gedachter Vermittlung, entwickeln sich, gleichfalls in einem Gegensatz, die Farben, deuten aber alsbald durch einen Wechselbezug unmittelbar auf ein Gemeinsames wieder zurück.

176.
In diesem Sinne halten wir den in der Naturforschung begangenen Fehler für sehr groß, dass man ein abgeleitetes Phänomen an die obere Stelle, das Urphänomen an die niedere Stelle setzte, ja sogar das abgeleitete Phänomen wieder auf den Kopf stellte und an ihm das Zusammengesetzte für ein Einfaches, das Einfache für ein Zusammengesetztes gelten ließ; durch welches Hinterstzuvörderst die wunderlichsten Verwicklungen und Verwirrungen in die Naturlehre gekommen sind, an welchen sie noch leidet.

177.
Wäre denn aber auch ein solches Urphänomen gefunden, so bleibt immer noch das Übel, dass man es nicht als ein solches anerkennen will, dass wir hinter ihm und über ihm noch etwas Weiteres aufsuchen, da wir doch hier die Grenze des Schauens eingestehen sollten. Der Naturforscher lasse die Urphänomene in ihrer ewigen Ruhe und Herrlichkeit dastehen, der Philosoph nehme sie in seine Region auf, und er wird finden, dass ihm nicht in einzelnen Fällen, allgemeinen Rubriken, Meinungen und Hypothesen, sondern im Grund- und Urphänomen ein würdiger Stoff zu weiterer Behandlung und Bearbeitung überliefert werde.

XI. Dioptrische Farben der zweiten Klasse, Refraktion

178.
Die dioptrischen Farben der beiden Klassen schließen sich genau aneinander an, wie sich bei einiger Betrachtung sogleich finden läßt. Die der ersten Klasse erschienen in dem Felde der trüben Mittel, die der zweiten sollen uns nun in durchsichtigen Mitteln erscheinen. Da aber jedes empirisch Durchsichtige an sich schon als trüb angesehen werden kann, wie uns jede vermehrte Masse eines durchsichtig genannten Mittels zeigt, so ist die nahe Verwandtschaft beider Arten genugsam einleuchtend.

179.
Doch wir abstrahieren vorerst, indem wir uns zu den durchsichtigen Mitteln wenden, von aller ihnen einigermaßen beiwohnenden Trübe, und richten unsre ganze Aufmerksamkeit auf das hier eintretende Phänomen, das unter dem Kunstnamen der Refraktion bekannt ist.

180.
Wir haben schon bei Gelegenheit der physiologischen Farben dasjenige, was man sonst Augentäuschungen zu nennen pflegte, als Tätigkeiten des gesunden und richtig wirkenden Auges gerettet (2) und wir kommen hier abermals in den Fall, zu Ehren unserer Sinne und zu Bestätigung ihrer Zuverlässigkeit einiges auszuführen.

181.
In der ganzen sinnlichen Welt kommt alles überhaupt auf das Verhältnis der Gegenstände untereinander an, vorzüglich aber auf das Verhältnis des bedeutendsten irdischen Gegenstandes, des Menschen, zu den übrigen. Hierdurch trennt sich die Welt in zwei Teile, und der Mensch stellt sich als ein Subjekt dem Objekt entgegen. Hier ist es, wo sich der Praktiker in der Erfahrung, der Denker in der Spekulation abmüdet und einen Kampf zu bestehen aufgefordert ist, der durch keinen Frieden und durch keine Entscheidung geschlossen werden kann.

182.
Immer bleibt es aber auch hier die Hauptsache, dass die Beziehungen wahrhaft eingesehen werden. Da nun unsre Sinne, insofern sie gesund sind, die äußern Beziehungen am wahrhaftesten aussprechen, so können wir uns überzeugen, dass sie überall, wo sie dem Wirklichen zu widersprechen scheinen, das wahre Verhältnis desto sichrer bezeichnen. So erscheint uns das Entfernte kleiner, und eben dadurch werden wir die Entfernung gewahr. An farblosen Gegenständen brachten wir durch farblose Mittel farbige Erscheinungen hervor und wurden zugleich auf die Grade des Trüben solcher Mittel aufmerksam.

183.
Ebenso werden unserm Auge die verschiedenen Grade der Dichtigkeit durchsichtiger Mittel, ja sogar noch andre physische und chemische Eigenschaften derselben, bei Gelegenheit der Refraktion, bekannt, und fordern uns auf, andre Prüfungen anzustellen, um in die von einer Seite schon eröffneten Geheimnisse auf physischem und chemischem Wege völlig einzudringen.

184.
Gegenstände durch mehr oder weniger dichte Mittel gesehen, erscheinen uns nicht an der Stelle, an der sie sich, nach den Gesetzen der Perspektive, befinden sollten. Hierauf beruhen die dioptrischen Erscheinungen der zweiten Klasse.

185.
Diejenigen Gesetze des Sehens, welche sich durch mathematische Formeln ausdrücken lassen, haben zum Grunde, dass, so wie das Licht sich in gerader Linie bewegt, auch eine gerade Linie zwischen dem sehenden Organ und dem gesehenen Gegenstand müsse zu ziehen sein. Kommt also der Fall, dass das Licht zu uns in einer gebogenen oder gebrochenen Linie anlangt, dass wir die Gegenstände in einer gebogenen oder gebrochenen Linie sehen, so werden wir alsbald erinnert, dass die dazwischen liegenden Mittel sich verdichtet, dass sie diese oder jene fremde Natur angenommen haben.

186.
Diese Abweichung vom Gesetz des geradlinigen Sehens wird im allgemeinen die Refraktion genannt, und ob wir gleich voraussetzen können, dass unsre Leser damit bekannt sind, so wollen wir sie doch kürzlich von ihrer objektiven und subjektiven Seite hier nochmals darstellen.

187.
Man lasse in ein leeres kubisches Gefäß das Sonnenlicht schräg in der Diagonale hineinscheinen, dergestalt dass nur die dem Licht entgegengesetzte Wand, nicht aber der Boden erleuchtet sei; man gieße sodann Wasser in dieses Gefäß, und der Bezug des Lichtes zu demselben wird sogleich verändert sein. Das Licht zieht sich gegen die Seite, wo es herkommt, zurück, und ein Teil des Bodens wird gleichfalls erleuchtet. An dem Punkte, wo nunmehr das Licht in das dichtere Mittel tritt, weicht es von seiner geradlinigen Richtung ab und scheint gebrochen, deswegen man auch dieses Phänomen die Brechung genannt hat. So viel von dem objektiven Versuche.

188.
Zu der subjektiven Erfahrung gelangen wir aber folgendermaßen. Man setze das Auge an die Stelle der Sonne; das Auge schaue gleichfalls in der Diagonale über die eine Wand, so dass es die ihm entgegenstehende jenseitige innre Wandfläche vollkommen, nichts aber vom Boden sehen könne. Man gieße Wasser in das Gefäß, und das Auge wird nun einen Teil des Bodens gleichfalls erblicken, und zwar geschieht es auf eine Weise, dass wir glauben, wir sehen noch immer in gerader Linie: denn der Boden scheint uns heraufgeho-

ben, daher wir das subjektive Phänomen mit dem Namen der Hebung bezeichnen. Einiges, was noch besonders merkwürdig hiebei ist, wird künftig vorgetragen werden.

189.
Sprechen wir dieses Phänomen nunmehr im allgemeinen aus, so können wir, was wir oben angedeutet, hier wiederholen: dass nämlich der Bezug der Gegenstände verändert, verrückt werde.

190.
Da wir aber bei unserer gegenwärtigen Darstellung die objektiven Erscheinungen von den subjektiven zu trennen gemeint sind, so sprechen wir das Phänomen vorerst subjektiv aus und sagen: es zeige sich eine Verrückung des Gesehenen oder des zu Sehenden.

191.
Es kann nun aber das unbegrenzt Gesehene verrückt werden, ohne dass uns die Wirkung bemerklich wird. Verrückt sich hingegen das begrenzt Gesehene, so haben wir Merkzeichen, dass eine Verrückung geschieht. Wollen wir uns also von einer solchen Veränderung des Bezuges unterrichten, so werden wir uns vorzüglich an die Verrückung des begrenzt Gesehenen, an die Verrückung des Bildes zu halten haben.

192.
Diese Wirkung überhaupt kann aber geschehen durch parallele Mittel: denn jedes parallele Mittel verrückt den Gegenstand und bringt ihn sogar im Perpendikel dem Auge entgegen. Merklicher aber wird dieses Verrücken durch nicht parallele Mittel.

193.
Diese können eine völlig sphärische Gestalt haben, auch als konvexe oder als konkave Linsen angewandt werden. Wir bedienen uns derselben gleichfalls bei unsern Erfahrungen. Weil sie aber nicht allein das Bild von der Stelle verrücken, sondern dasselbe auch auf mancherlei Weise verändern, so gebrauchen wir lieber solche Mittel, deren Flächen zwar nicht parallel gegeneinander, aber doch sämtlich eben sind, nämlich Prismen, die einen Triangel zur Base haben, die man zwar auch als Teile einer Linse betrachten kann, die aber zu unsern Erfahrungen deshalb besonders tauglich sind, weil sie das Bild sehr stark von der Stelle verrücken, ohne jedoch an seiner Gestalt eine bedeutende Veränderung hervorzubringen.

194.
Nunmehr, um unsre Erfahrungen mit möglichster Genauigkeit anzustellen und alle Verwechslung abzulehnen, halten wir uns zuerst an

subjektive Versuche

bei welchen nämlich der Gegenstand durch ein brechendes Mittel von dem Beobachter gesehen wird. Sobald wir diese der Reihe nach abgehandelt, sollen die objektiven Versuche in gleicher Ordnung folgen.

XII. Refraktion ohne Farbenerscheinung

195.
Die Refraktion kann ihre Wirkung äußern, ohne dass man eine Farbenerscheinung gewahr werde. So sehr auch durch Refraktion das unbegrenzt Gesehene, eine farblose oder ein-

fach gefärbte Fläche ver rückt werde, so entsteht innerhalb derselben doch keine Farbe. Man kann sich hievon auf mancherlei Weise überzeugen.

196.
Man setze einen gläsernen Kubus auf irgend eine Fläche und schaue im Perpendikel oder im Winkel darauf, so wird die reine Fläche dem Auge völlig entgegengehoben, aber es zeigt sich keine Farbe. Wenn man durchs Prisma einen rein grauen oder blauen Himmel, eine rein weiße oder farbige Wand betrachtet, so wird der Teil der Fläche, den wir eben ins Auge gefasst haben, völlig von seiner Stelle gerückt sein, ohne dass wir deshalb die mindeste Farbenerscheinung darauf bemerken.

XIII. Bedingungen der Farbenerscheinung

197.
Haben wir bei den vorigen Versuchen und Beobachtungen alle reinen Flächen, groß oder klein, farblos gefunden, so bemerken wir an den Rändern, da wo sich eine solche Fläche gegen einen hellern oder dunkleren Gegenstand abschneidet, eine farbige Erscheinung.

198.
Durch Verbindung von Rand und Fläche entstehen Bilder. Wir sprechen daher die Haupterfahrung dergestalt aus: es müssen Bilder verrückt werden, wenn eine Farbenerscheinung sich zeigen soll.

199.
Wir nehmen das einfachste Bild vor uns, ein helles Rund auf dunklem Grunde A. An diesem findet eine Verrückung statt, wenn wir seine Ränder von dem Mittelpunkte aus scheinbar nach außen dehnen, indem wir es vergrößern. Dieses geschieht durch jedes konvexe Glas, und wir erblicken in diesem Falle einen blauen Rand B.

200.
Den Umkreis eben desselben Bildes können wir nach dem Mittelpunkte zu scheinbar hineinbewegen, indem wir das Rund zusammenziehen; da als dann die Ränder gelb erscheinen C. Dieses geschieht durch ein konkaves Glas, das aber nicht, wie die gewöhnlichen Lorgnetten, dünn geschliffen sein darf, sondern einige Masse haben muss. Damit man aber diesen Versuch auf einmal mit dem konvexen Glas machen könne, so bringe man in das helle Rund auf schwarzem Grunde eine kleinere schwarze Scheibe. Denn vergrößert man durch ein konvexes Glas die schwarze Scheibe auf weißem Grund, so geschieht dieselbe Operation, als wenn man ein weißes Rund verkleinerte: denn wir führen den schwarzen Rand nach dem weißen zu; und wir erblicken also den gelblichen Farbenrand zugleich mit dem blauen D.

201.
Diese beiden Erscheinungen, die blaue und gelbe, zeigen sich an und über dem Weißen. Sie nehmen, insofern sie über das Schwarze reichen, einen rötlichen Schein an.

202.
Und hiermit sind die Grundphänomene aller Farbenerscheinung bei Gelegenheit der Refraktion ausgesprochen, welche denn freilich auf mancherlei Weise wiederholt, variiert, erhöht, verringert, verbunden, verwickelt, verwirrt, zuletzt aber immer wieder auf ihre ursprüngliche Einfalt zurückgeführt werden können.

203.
Untersuchen wir nun die Operation, welche wir vorgenommen, so finden wir, dass wir in dem einen Falle den hellen Rand gegen die dunkle, in dem andern den dunkeln Rand gegen die helle Fläche scheinbar geführt, eins durch das andre verdrängt, eins über das andre weggeschoben haben. Wir wollen nunmehr sämtliche Erfahrungen schrittweise zu entwickeln suchen.

204.
Rückt man die helle Scheibe, wie es besonders durch Prismen geschehen kann, im ganzen von ihrer Stelle, so wird sie in der Richtung gefärbt, in der sie scheinbar bewegt wird, und zwar nach jenen Gesetzen. Man betrachte durch ein Prisma die in a befindliche Scheibe dergestalt, dass sie nach b verrückt erscheine, so wird der obere Rand, nach dem Gesetz der Figur B, blau und blaurot erscheinen, der untere, nach dem Gesetz der Scheibe C, gelb und gelbrot. Denn im ersten Fall wird das helle Bild in den dunklen Rand hinüber-, und in dem andern der dunkle Rand über das helle Bild gleichsam hineingeführt. Ein Gleiches gilt, wenn man die Scheibe von a nach c, von a nach d, und so im ganzen Kreise scheinbar herumführt.

205.
Wie sich nun die einfache Wirkung verhält, so verhält sich auch die zusammengesetzte. Man sehe durch das horizontale Prisma a b nach einer hinter demselben in einiger Entfernung befindlichen weißen Scheibe in e, so wird die Scheibe nach f erhoben und nach dem obigen Gesetz gefärbt sein. Man hebe dies Prisma weg und schaue durch ein vertikales c d nach eben dem Bilde, so wird es in h erscheinen, und nach eben demselben Gesetze gefärbt. Man bringe nun beide Prismen übereinander, so erscheint die Scheibe, nach einem allgemeinen Naturgesetz, in der Diagonale verrückt und gefärbt, wie es die Richtung e g mit sich bringt.

206.
Geben wir auf diese entgegengesetzten Farbenränder der Scheibe wohl acht, so finden wir, dass sie nur in der Richtung ihrer scheinbaren Bewegung entstehen. Ein rundes Bild lässt uns über dieses Verhältnis einigermaßen ungewiss; ein viereckes hingegen belehrt uns klärlich darüber.

207.
Das viereckte Bild a, in der Richtung a b oder a d verrückt, zeigt uns an den Seiten, die mit der Richtung parallel gehen, keine Farben; in der Richtung a c hingegen, da sich das Quadrat in seiner eignen Diagonale bewegt, erscheinen alle Grenzen des Bildes gefärbt.

208.
Hier bestätigt sich also jener Ausspruch (203f.), ein Bild müsse dergestalt verrückt werden, dass seine helle Grenze über die dunkle, die dunkle Grenze aber über die helle, das Bild über seine Begrenzung, die Begrenzung über das Bild scheinbar hingeführt werde. Bewegen sich aber die geradlinigen Grenzen eines Bildes durch Refraktion immerfort, dass sie nur nebeneinander, nicht aber übereinander ihren Weg zurücklegen, so entstehen keine Farben, und wenn sie auch bis ins Unendliche fortgeführt würden.

XIV. Bedingungen unter welchen die Farbenerscheinung zunimmt

209.
Wir haben in dem vorigen gesehen, dass alle Farbenerscheinung bei Gelegenheit der Refraktion darauf beruht, dass der Rand eines Bildes gegen das Bild selbst oder über den

Grund gerückt, dass das Bild gleichsam über sich selbst oder über den Grund hin geführt werde. Und nun zeigt sich auch, bei vermehrter Verrückung des Bildes, die Farbenerscheinung in einem breitern Maße, und zwar bei subjektiven Versuchen, bei denen wir immer noch verweilen, unter folgenden Bedingungen.

210.
Erstlich, wenn das Auge gegen parallele Mittel eine schiefere Richtung annimmt. Zweitens, wenn das Mittel aufhört, parallel zu sein, und einen mehr oder weniger spitzen Winkel bildet. Drittens durch das verstärkte Maß des Mittels; es sei nun, dass parallele Mittel am Volumen zunehmen, oder die Grade des spitzen Winkels verstärkt werden, doch so, dass sie keinen rechten Winkel erreichen. Viertens durch Entfernung des mit brechenden Mitteln bewaffneten Auges von dem zu verrückenden Bilde. Fünftens durch eine chemische Eigenschaft, welche dem Glase mitgeteilt, auch in demselben erhöht werden kann.

211.
Die größte Verrückung des Bildes, ohne dass desselben Gestalt bedeutend verändert werde, bringen wir durch Prismen hervor, und dies ist die Ursache, warum durch so gestaltete Gläser die Farbenerscheinung höchst mächtig werden kann. Wir wollen uns jedoch bei dem Gebrauch derselben von jenen glänzenden Erscheinungen nicht blenden lassen, vielmehr die oben festgesetzten einfachen Anfänge ruhig im Sinne behalten.

212.
Diejenige Farbe, welche bei Verrückung eines Bildes vorausgeht, ist immer die breitere, und wir nennen sie einen Saum; diejenige Farbe, welche an der Grenze zurückbleibt, ist die schmälere, und wir nennen sie einen Rand.

213.
Bewegen wir eine dunkle Grenze gegen das Helle, so geht der gelbe breitere Saum voran, und der schmälere gelbrote Rand folgt mit der Grenze. Rücken wir eine helle Grenze gegen das Dunkle, so geht der breitere violette Saum voraus und der schmälere blaue Rand folgt.

214.
Ist das Bild groß, so bleibt dessen Mitte ungefärbt. Sie ist als eine unbegrenzte Fläche anzusehen, die verrückt, aber nicht verändert wird. Ist es aber so schmal, dass unter obgedachten vier Bedingungen der gelbe Saum den blauen Rand erreichen kann, so wird die Mitte völlig durch Farben zugedeckt. Man mache diesen Versuch mit einem weißen Streifen auf schwarzem Grunde; über einem solchen werden sich die bei den Extreme bald vereinigen und das Grün erzeugen. Man erblickt alsdann folgende Reihe von Farben:

Gelbrot
Gelb
Grün
Blau
Blaurot

215.
Bringt man auf weiß Papier einen schwarzen Streifen, so wird sich der violette Saum darüber hin breiten und den gelbroten Rand erreichen. Hier wird das dazwischen liegende Schwarz, so wie vorher das dazwischen liegende Weiß, aufgehoben und an seiner Stelle ein prächtig reines Rot erscheinen, das wir oft mit dem Namen Purpur bezeichnet haben. Nunmehr ist die Farbenfolge nachstehende:

Blau
Blaurot
Purpur
Gelbrot
Gelb

216.
Nach und nach können in dem ersten Falle (214) Gelb und Blau dergestalt übereinander greifen, dass diese beiden Farben sich völlig zu Grün verbin den und das farbige Bild folgendermaßen erscheint:

Gelbrot
Grün
Blaurot

Im zweiten Falle (215) sieht man unter ähnlichen Umständen nur:

Blau
Purpur
Gelb

Welche Erscheinung am schönsten sich an Fensterstäben zeigt, die einen grauen Himmel zum Hintergrunde haben.

217.
Bei allem diesem lassen wir niemals aus dem Sinne, dass diese Erscheinung nie als eine fertige, voll endete, sondern immer als eine werdende, zunehmende und in manchem Sinn bestimmbare Erscheinung anzusehen sei. Deswegen sie auch bei Negation obiger fünf Bedingungen (210) wieder nach und nach abnimmt und zuletzt völlig verschwindet.

XV. Ableitung der angezeigten Phänomene

218.
Ehe wir nun weiter gehen, haben wir die erst gedachten ziemlich einfachen Phänomene aus dem Vorhergehenden abzuleiten, oder wenn man will, zu erklären, damit eine deutliche Einsicht in die folgen den, mehr zusammengesetzten Erscheinungen dem Liebhaber der Natur werden könne.

219.
Vor allen Dingen erinnern wir uns, dass wir im Reiche der Bilder wandeln. Beim Sehen überhaupt ist das begrenzt Gesehene immer das, worauf wir vorzüglich merken; und in dem gegenwärtigen Falle, da wir von Farbenerscheinung bei Gelegenheit der Refraktion sprechen, kommt nur das begrenzt Gesehene, kommt nur das Bild in Betrachtung.

220.
Wir können aber die Bilder überhaupt zu unsern chromatischen Darstellungen in primäre und sekundäre Bilder einteilen. Die Ausdrücke selbst bezeichnen, was wir darunter verstehen, und Nachfolgendes wird unsern Sinn noch deutlicher machen.

221.
Man kann die primären Bilder ansehen, erstlich als ursprüngliche, als Bilder, die von dem anwesenden Gegenstande in unserm Auge erregt werden, und die uns von seinem wirklichen Dasein versichern. Diesen kann man die sekundären Bilder entgegensetzen, als abgeleitete Bilder, die, wenn der Gegenstand weggenommen ist, im Auge zurückbleiben, jene Schein- und Gegenbilder, welche wir in der Lehre von physiologischen Farben umständlich abgehandelt haben.

222.
Man kann die primären Bilder zweitens auch als direkte Bilder ansehen, welche wie jene ursprünglichen unmittelbar von dem Gegenstande zu unserm Auge gelangen. Diesen kann man die sekundären als indirekte Bilder entgegensetzen, welche erst von einer spiegelnden Fläche aus der zweiten Hand uns überliefert werden. Es sind dieses die katoptrischen Bilder, welche auch in gewissen Fällen zu Doppelbildern werden können.

223.
Wenn nämlich der spiegelnde Körper durch sichtig ist und zwei hintereinander liegende parallele Flächen hat, so kann von jeder Fläche ein Bild ins Auge kommen, und so entstehen Doppelbilder, insofern das obere Bild das untere nicht ganz deckt, welches auf mehr als eine Weise der Fall ist. Man halte eine Spielkarte nahe vor einen Spiegel. Man wird alsdann zuerst das starke lebhafte Bild der Karte erscheinen sehen; allein den Rand des ganzen sowohl als jedes einzelnen darauf befindlichen Bildes mit einem Saume verbrämt, welcher der Anfang des zweiten Bildes ist. Diese Wirkung ist bei verschiedenen Spiegeln, nach Verschiedenheit der Stärke des Glases und nach vorgekommenen Zufälligkeiten beim Schleifen, gleichfalls verschieden. Tritt man mit einer weißen Weste auf schwarzen Unterkleidern vor manchen Spiegel, so erscheint der Saum sehr stark, wobei man auch sehr deutlich die Doppelbilder der Metallknöpfe auf dunklem Tuche erkennen kann.

224.
Wer sich mit andern, von uns früher angedeuteten Versuchen (80) schon bekannt gemacht hat, der wird sich auch hier eher zurecht finden. Die Fensterstäbe, von Glastafeln zurückgeworfen, zeigen sich doppelt und lassen sich bei mehrerer Stärke der Tafel und vergrößertem Zurückwerfungswinkel gegen das Auge völlig trennen. So zeigt auch ein Gefäß voll Wasser mit flachem spiegelndem Boden die ihm vorgehaltnen Gegenstände doppelt, und nach Verhältnis mehr oder weniger voneinander getrennt; wobei zu bemerken ist, dass da, wo beide Bilder einander decken, eigentlich das vollkommen lebhafte Bild entsteht, wo es aber auseinander tritt und doppelt wird, sich nun mehr schwache, durchscheinende und gespensterhafte Bilder zeigen.

225.
Will man wissen, welches das untere und welches das obere Bild sei, so nehme man gefärbte Mittel, da denn ein helles Bild, das von der untern Fläche zurückgeworfen wird, die Farbe des Mittels, das aber von der obern zurückgeworfen wird, die geforderte Farbe hat. Umgekehrt ist es mit dunklen Bildern; weswegen man auch hier schwarze und weiße Tafeln sehr wohl brauchen kann. Wie leicht die Doppelbilder sich Farbe mitteilen lassen, Farbe hervorrufen, wird auch hier wieder auffallend sein.

226.
Drittens kann man die primären Bilder auch als Hauptbilder ansehen und ihnen die sekundären als Nebenbilder gleichsam anfügen. Ein solches Nebenbild ist eine Art von Doppelbild, nur dass es sich von dem Hauptbilde nicht trennen lässt, ob es sich gleich immer von demselben zu entfernen strebt. Von solchen ist nun bei den prismatischen Erscheinungen die Rede.

227.
Das unbegrenzt durch Refraktion Gesehene zeigt keine Farbenerscheinung (195). Das Gesehene muss begrenzt sein. Es wird daher ein Bild gefordert; dieses Bild wird durch Refraktion verrückt, aber nicht vollkommen, nicht rein, nicht scharf verrückt, sondern unvollkommen, dergestalt, dass ein Nebenbild entstehet.

228.
Bei einer jeden Erscheinung der Natur, besonders aber bei einer bedeutenden, auffallenden, muss man nicht stehen bleiben, man muss sich nicht an sie heften, nicht an ihr kleben, sie nicht isoliert betrachten, sondern in der ganzen Natur umhersehen, wo sich etwas Ähnliches, etwas Verwandtes zeigt: denn nur durch Zusammenstellen des Verwandten entsteht nach und nach eine Totalität, die sich selbst ausspricht und keiner weitern Erklärung bedarf.

229.
Wir erinnern uns also hier, dass bei gewissen Fällen Refraktion unleugbare Doppelbilder hervorbringt, wie es bei dem sogenannten Isländischen Kristalle der Fall ist. Dergleichen Doppelbilder entstehen aber auch bei Refraktion durch große Bergkristalle und sonst; Phänomene, die noch nicht genugsam beobachtet sind.

230.
Da nun aber in gedachtem Falle (227) nicht von Doppel-, sondern von Nebenbildern die Rede ist, so gedenken wir einer von uns schon dargelegten, aber noch nicht vollkommen ausgeführten Erscheinung. Man erinnere sich jener frühern Erfahrung, dass ein helles Bild mit einem dunklen Grunde, ein dunkles mit einem hellen Grunde schon in Absicht auf unsre Retina in einer Art von Konflikt stehe (16). Das Helle erscheint in diesem Falle größer, das Dunkle kleiner.

231.
Bei genauer Beobachtung dieses Phänomens lässt sich bemerken, dass die Bilder nicht scharf vom Grunde abgeschnitten, sondern mit einer Art von grauem, einigermaßen gefärbtem Rande, mit einem Nebenbild erscheinen. Bringen nun Bilder schon in dem nackten Auge solche Wirkungen hervor, was wird erst geschehen, wenn ein dichtes Mittel dazwischen tritt. Nicht das allein, was uns im höchsten Sinne lebendig erscheint, übt Wirkungen aus und erleidet sie; sondern auch alles, was nur irgendeinen Bezug aufeinander hat, ist wirksam aufeinander, und zwar oft in sehr hohem Maße.

232.
Es entstehet also, wenn die Refraktion auf ein Bild wirkt, an dem Hauptbilde ein Nebenbild, und zwar scheint es, dass das wahre Bild einigermaßen zurückbleibe und sich dem Verrücken gleichsam widersetze. Ein Nebenbild aber in der Richtung, wie das Bild durch Refraktion über sich selbst und über den Grund hin bewegt wird, eilt vor, und zwar schmäler oder breiter, wie oben schon ausgeführt worden (212-216).

233.
Auch haben wir bemerkt (224), dass Doppelbilder als halbierte Bilder, als eine Art von durchsichtigem Gespenst erscheinen, so wie sich die Doppelschatten jedesmal als Halbschatten zeigen müssen. Diese nehmen die Farbe leicht an und bringen sie schnell hervor (69). Jene gleichfalls (80). Und eben der Fall tritt auch bei den Nebenbildern ein, welche zwar von dem Hauptbilde nicht ab-, aber auch als halbierte Bilder aus demselben hervortreten und daher so schnell, so leicht und so energisch gefärbt erscheinen können.

234.
Dass nun die prismatische Farbenerscheinung ein Nebenbild sei, davon kann man sich auf mehr als eine Weise überzeugen. Es entsteht genau nach der Form des Hauptbildes. Dieses sei nun gerade oder im Bogen begrenzt, gezackt oder wellenförmig, durchaus hält sich das Nebenbild genau an den Umriss des Hauptbildes.

235.
Aber nicht allein die Form des wahren Bildes, sondern auch andre Bestimmungen desselben teilen sich dem Nebenbilde mit. Schneidet sich das Hauptbild scharf vom Grunde ab, wie Weiß auf Schwarz, so erscheint das farbige Nebenbild gleichfalls in seiner höchsten Energie. Es ist lebhaft, deutlich und gewaltig. Am allermächtigsten aber ist es, wenn ein leuchtendes Bild sich auf einem dunkeln Grunde zeigt, wozu man verschiedene Vorrichtungen machen kann.

236.
Stuft sich aber das Hauptbild schwach von dem Grunde ab, wie sich graue Bilder gegen Schwarz und Weiß oder gar gegeneinander verhalten, so ist auch das Nebenbild schwach und kann bei einer geringen Differenz von Tinten beinahe unmerklich werden.

237.
So ist es ferner höchst merkwürdig, was an farbigen Bildern auf hellem, dunklem oder farbigem Grunde beobachtet wird. Hier entsteht ein Zusammentritt der Farbe des Nebenbildes mit der realen Farbe des Hauptbildes, und es erscheint daher eine zusammengesetzte, entweder durch Übereinstimmung begünstigte oder durch Widerwärtigkeit verkümmerte Farbe.

238.
Überhaupt aber ist das Kennzeichen des Doppel- und Nebenbildes die Halbdurchsichtigkeit. Man denke sich daher innerhalb eines durchsichtigen Mittels, dessen innere Anlage nur halbdurchsichtig, nur durchscheinend zu werden schon oben ausgeführt ist (148), man denke sich innerhalb desselben ein halbdurchsichtiges Scheinbild, so wird man dieses sogleich für ein trübes Bild ansprechen.

239.
Und so lassen sich die Farben bei Gelegenheit der Refraktion aus der Lehre von den trüben Mitteln gar bequem ableiten. Denn wo der voreilende Saum des trüben Nebenbildes sich vom Dunklen über das Helle zieht, erscheint das Gelbe; umgekehrt wo eine helle Grenze über die dunkle Umgebung hinaustritt, erscheint das Blaue (150, 151).

240.
Die voreilende Farbe ist immer die breitere. So greift die gelbe über das Licht mit einem breiten Saume; da wo sie aber an das Dunkle grenzt, entsteht, nach der Lehre der Steigerung und Beschattung, das Gelbrote als ein schmälerer Rand.

241.
An der entgegengesetzten Seite hält sich das gedrängte Blau an der Grenze, der vorstehende Saum aber, als ein leichtes Trübes über das Schwarze verbreitet, lässt uns die violette Farbe sehen, nach eben denselben Bedingungen, welche oben bei der Lehre von den trüben Mitteln angegeben worden und welche sich künftig in mehreren andern Fällen gleichmäßig wirksam zeigen werden.

242.
Da eine Ableitung wie die gegenwärtige sich eigentlich vor dem Anschauen des Forschers legitimieren muss, so verlangen wir von jedem, dass er sich nicht auf eine flüchtige, sondern

gründliche Weise mit dem bisher Vorgeführten bekannt mache. Hier werden nicht willkürliche Zeichen, Buchstaben und was man sonst belieben möchte, statt der Erscheinungen hingestellt; hier werden nicht Redensarten überliefert, die man hundertmal wiederholen kann, ohne etwas dabei zu denken, noch jemanden etwas dadurch denken zu machen; sondern es ist von Erscheinungen die Rede, die man vor den Augen des Leibes und des Geistes gegenwärtig haben muss, um ihre Abkunft, ihre Herleitung sich und andern mit Klarheit entwickeln zu können.

XVI. Abnahme der farbigen Erscheinung

243.
Da man jene vorschreitenden fünf Bedingungen (210), unter welchen die Farbenerscheinung zunimmt, nur rückgängig annehmen darf, um die Abnahme des Phänomens leicht einzusehen und zu bewirken, so wäre nur noch dasjenige, was dabei das Auge gewahr wird, kürzlich zu beschreiben und durchzuführen.

244.
Auf dem höchsten Punkte wechselseitiger Deckung der entgegengesetzten Ränder erscheinen die Farben folgendermaßen (216):

Gelbrot	Blau
Grün	Purpur
Blaurot	Gelb

245.
Bei minderer Deckung zeigt sich das Phänomen folgendermaßen (214, 215):

Gelbrot	Blau
Gelb	Blaurot
Grün	Purpur
Blau	Gelbrot
Blaurot	Gelb

Hier erscheinen also die Bilder noch völlig gefärbt, aber diese Reihen sind nicht als ursprüngliche, stetig sich auseinander entwickelnde stufen- und skalenartige Reihen anzusehen; sie können und müssen vielmehr in ihre Elemente zerlegt werden, wobei man denn ihre Natur und Eigenschaft besser kennen lernt.

246.
Diese Elemente aber sind (199, 200, 201):

Gelbrot	Blau
Gelb	Blaurot
Weißes	Schwarzes
Blau	Gelbrot
Blaurot	Gelb

Hier tritt nun das Hauptbild, das bisher ganz zugedeckt und gleichsam verloren gewesen, in der Mitte der Erscheinung wieder hervor, behauptet sein Recht und lässt uns die sekundäre Natur der Nebenbilder, die sich als Ränder und Säume zeigen, völlig erkennen.

247.
Es hängt von uns ab, diese Ränder und Säume so schmal werden zu lassen, als es uns beliebt, ja noch Refraktion übrig zu behalten, ohne dass uns deswegen eine Farbe an der Grenze erschiene. Dieses nunmehr genugsam entwickelte farbige Phänomen lassen wir denn nicht als ein ursprüngliches gelten, sondern wir haben es auf ein früheres und einfacheres zurückgeführt und solches aus dem Urphänomen des Lichtes und der Finsternis durch die Trübe vermittelt, in Verbindung mit der Lehre von den sekundären Bildern abgeleitet, und so gerüstet werden wir die Erscheinungen, welche graue und farbige Bilder durch Brechung verrückt hervorbringen, zuletzt umständlich vortragen und damit den Abschnitt subjektiver Erscheinungen völlig abschließen.

XVII. Graue Bilder durch Brechung verrückt

248.
Wir haben bisher nur schwarze und weiße Bilder auf entgegengesetztem Grunde durchs Prisma betrachtet, weil sich an denselben die farbigen Ränder und Säume am deutlichsten ausnehmen. Gegenwärtig wiederholen wir jene Versuche mit grauen Bildern und finden abermals die bekannten Wirkungen.

249.
Nannten wir das Schwarze den Repräsentanten der Finsternis, das Weiße den Stellvertreter des Lichts (18), so können wir sagen, dass das Graue den Halbschatten repräsentiere, welcher mehr oder weniger an Licht und Finsternis teilnimmt und also zwischen beiden inne steht (36). Zu unserm gegenwärtigen Zwecke rufen wir folgende Phänomene ins Gedächtnis.

250.
Graue Bilder erscheinen heller auf schwarzem als auf weißem Grunde (33) und erscheinen in solchen Fällen, als ein Helles auf dem Schwarzen, größer; als ein Dunkles auf dem Weißen, kleiner (16).

251.
Je dunkler das Grau ist, desto mehr erscheint es als ein schwaches Bild auf Schwarz, als ein starkes Bild auf Weiß, und umgekehrt; daher gibt Dunkelgrau auf Schwarz nur schwache, dasselbe auf Weiß starke, Hellgrau auf Weiß schwache, auf Schwarz starke Nebenbilder.

252.
Grau auf Schwarz wird uns durchs Prisma jene Phänomene zeigen, die wir bisher mit Weiß auf Schwarz hervorgebracht haben; die Ränder werden nach eben der Regel gefärbt, die Säume zeigen sich nur schwächer. Bringen wir Grau auf Weiß, so erblicken wir eben die Ränder und Säume, welche hervorgebracht wurden, wenn wir Schwarz auf Weiß durchs Prisma betrachteten.

253.
Verschiedene Schattierungen von Grau, stufenweise aneinander gesetzt, werden, je nachdem man das Dunklere oben- oder untenhin bringt, entweder nur Blau und Violett oder nur Rot und Gelb an den Rändern zeigen.

254.
Eine Reihe grauer Schattierungen, horizontal aneinander gestellt, wird, wie sie oben oder unten an eine schwarze oder weiße Fläche stößt, nach den bekannten Regeln gefärbt.

255.
Auf der zu diesem Abschnitt bestimmten, von jedem Naturfreund für seinen Apparat zu vergrößernden Tafel kann man diese Phänomene durchs Prisma mit einem Blicke gewahr werden.

256.
Höchst wichtig aber ist die Beobachtung und Betrachtung eines grauen Bildes, welches zwischen einer schwarzen und einer weißen Fläche dergestalt angebracht ist, dass die Teilungslinie vertikal durch das Bild durchgeht.

257.
An diesem grauen Bilde werden die Farben nach der bekannten Regel, aber nach dem verschiedenen Verhältnisse des Hellen zum Dunklen, auf einer Linie entgegengesetzt erscheinen. Denn indem das Graue zum Schwarzen sich als hell zeigt, so hat es oben das Rote und Gelbe, unten das Blaue und Violette. Indem es sich zum Weißen als dunkel verhält, so sieht man oben den blauen und violetten, unten hingegen den roten und gelben Rand. Diese Beobachtung wird für die nächste Abteilung höchst wichtig.

XVIII. Farbige Bilder durch Brechung verrückt

258.
Eine farbige große Fläche zeigt innerhalb ihrer selbst, so wenig als eine schwarze, weiße oder graue, irgendeine prismatische Farbe; es müsste denn zufällig oder vorsätzlich auf ihr Hell und Dunkel abwechseln. Es sind also auch nur Beobachtungen durchs Prisma an farbigen Flächen anzustellen, insofern sie durch einen Rand von einer andern verschieden tingierten Fläche abgesondert werden, also auch nur an farbigen Bildern.

259.
Es kommen alle Farben, welcher Art sie auch sein mögen, darin mit dem Grauen überein, dass sie dunkler als Weiß und heller als Schwarz erscheinen. Dieses Schattenhafte der Farbe (skieron) ist schon früher angedeutet worden (69) und wird uns immer bedeutender werden. Wenn wir also vorerst farbige Bilder auf schwarze und weiße Flächen bringen und sie durchs Prisma betrachten, so werden wir alles, was wir bei grauen Flächen bemerkt haben, hier abermals finden.

260.
Verrücken wir ein farbiges Bild, so entsteht, wie bei farblosen Bildern, nach eben den Gesetzen, ein Nebenbild. Dieses Nebenbild behält, was die Farbe betrifft, seine ursprüngliche Natur bei und wirkt auf der einen Seite als ein Blaues und Blaurotes, auf der entgegengesetzten als ein Gelbes und Gelbrotes. Daher muss der Fall eintreten, dass die Scheinfarbe des Randes und des Saumes mit der realen Farbe eines farbigen Bildes homogen sei; es kann aber auch im andern Falle das mit einem Pigment gefärbte Bild mit dem erscheinenden Rand und Saum sich heterogen finden. In dem ersten Falle identifiziert sich das Scheinbild mit dem wahren und scheint dasselbe zu vergrößern; dahingegen in dem zweiten Falle das wahre Bild durch das Scheinbild verunreinigt, undeutlich gemacht und verkleinert werden kann. Wir wollen die Fälle durchgehen, wo diese Wirkungen sich am sonderbarsten zeigen.

261.
Man nehme die zu diesen Versuchen vorbereitete Tafel vor sich und betrachte das rote und blaue Viereck auf schwarzem Grunde nebeneinander, nach der gewöhnlichen Weise durchs

Prisma, so werden, da beide Farben heller sind als der Grund, an beiden, sowohl oben als unten, gleiche farbige Ränder und Säume entstehen, nur werden sie dem Auge des Beobachters nicht gleich deutlich erscheinen.

262.
Das Rote ist verhältnismäßig gegen das Schwarze viel heller als das Blaue. Die Farben der Ränder werden also an dem Roten stärker als an dem Blauen erscheinen, welches hier wie ein Dunkelgraues wirkt, das wenig von dem Schwarzen unterschieden ist (251).

263.
Der obere rote Rand wird sich mit der Zinnoberfarbe des Vierecks identifizieren, und so wird das rote Viereck hinaufwärts ein wenig vergrößert erscheinen; der gelbe herabwärtsstrebende Saum aber gibt der roten Fläche nur einen höhern Glanz und wird erst bei genauerer Aufmerksamkeit bemerkbar.

264.
Dagegen ist der rote Rand und der gelbe Saum mit dem blauen Viereck heterogen; es wird also an dem Rande eine schmutzig rote und hereinwärts in das Viereck eine schmutzig grüne Farbe entstehen, und so wird beim flüchtigen Anblick das blaue Viereck von dieser Seite zu verlieren scheinen.

265.
An der untern Grenze der beiden Vierecke wird ein blauer Rand und ein violetter Saum entstehen und die entgegengesetzte Wirkung hervorbringen. Denn der blaue Rand, der mit der Zinnoberfläche heterogen ist, wird das Gelbrote beschmutzen und eine Art von Grün hervorbringen, so dass das Rote von dieser Seite verkürzt und hinaufgerückt erscheint und der violette Saum nach dem Schwarzen zu kaum bemerkt wird.

266.
Dagegen wird der blaue Scheinrand sich mit der blauen Fläche identifizieren, ihr nicht allein nichts nehmen, sondern vielmehr noch geben; und dieselbe wird also dadurch und durch den violetten benachbarten Saum, dem Anscheine nach, vergrößert und scheinbar herunter gerückt werden.

267.
Die Wirkung der homogenen und heterogenen Ränder, wie ich sie gegenwärtig genau beschrieben habe, ist so mächtig und so sonderbar, dass einem flüchtigen Beschauer beim ersten Anblicke die beiden Vierecke aus ihrer wechselseitig horizontalen Lage geschoben und im entgegengesetzten Sinne verrückt scheinen, das Rote hinaufwärts, das Blaue herabwärts. Doch niemand, der in einer gewissen Folge zu beobachten, Versuche aneinander zu knüpfen, auseinander herzuleiten versteht, wird sich von einer solchen Scheinwirkung täuschen lassen.

268.
Eine richtige Einsicht in dieses bedeutende Phänomen wird aber dadurch erleichtert, dass gewisse scharfe, ja ängstliche Bedingungen nötig sind, wenn diese Täuschung stattfinden soll. Man muss nämlich zu dem roten Viereck ein mit Zinnober oder dem besten Mennig, zu dem blauen ein mit Indigo recht satt gefärbtes Papier besorgen. Alsdann verbindet sich der blaue und rote prismatische Rand, da wo er homogen ist, unmerklich mit dem Bilde, da wo er heterogen ist, beschmutzt er die Farbe des Vierecks, ohne eine sehr deutliche Mittelfarbe hervorzubringen. Das Rot des Vierecks darf nicht zu sehr ins Gelbe fallen, sonst wird oben der dunkelrote Scheinrand zu sehr bemerklich; es muss aber von der andern Seite genug vom Gelben haben, sonst wird die Veränderung durch den gelben Saum zu deutlich. Das

Blaue darf nicht hell sein, sonst wird der rote Rand sichtbar, und der gelbe Saum bringt zu offenbar ein Grün hervor, und man kann den untern violetten Saum nicht mehr für die verrückte Gestalt eines hellblauen Vierecks ansehen oder ausgeben.

269.
Von allem diesem wird künftig umständlicher die Rede sein, wenn wir vom Apparate zu dieser Abteilung handeln werden. Jeder Naturforscher bereite sich die Tafeln selbst, um dieses Taschenspielerstückchen hervorbringen zu können und sich dabei zu überzeugen, dass die farbigen Ränder selbst in diesem Falle einer geschärften Aufmerksamkeit nicht entgehen können.

270.
Indessen sind andere mannigfaltige Zusammenstellungen, wie sie unsre Tafel zeigt, völlig geeignet, allen Zweifel über diesen Punkt jedem Aufmerksamen zu benehmen.

271.
Man betrachte dagegen ein weißes, neben dem blauen stehendes Viereck auf schwarzem Grunde, so werden an dem weißen, welches hier an der Stelle des roten steht, die entgegengesetzten Ränder in ihrer höchsten Energie sich zeigen. Es erstreckt sich an demselben der rote Rand fast noch mehr als oben am roten selbst über die Horizontallinie des blauen hinauf; der untere blaue Rand aber ist an dem weißen in seiner ganzen Schöne sichtbar; dagegen verliert er sich in dem blauen Viereck durch Identifikation. Der violette Saum hinabwärts ist viel deutlicher an dem weißen als an dem blauen.

272.
Man vergleiche nun die mit Fleiß übereinander gestellten Paare gedachter Vierecke, das rote mit dem weißen, die beiden blauen Vierecke miteinander, das blaue mit dem roten, das blaue mit dem weißen, und man wird die Verhältnisse dieser Flächen zu ihren farbigen Rändern und Säumen deutlich einsehen.

273.
Noch auffallender erscheinen die Ränder und ihre Verhältnisse zu den farbigen Bildern, wenn man die farbigen Vierecke und das schwarze auf weißem Grunde betrachtet. Denn hier fällt jene Täuschung völlig weg, und die Wirkungen der Ränder sind so sichtbar, als wir sie nur in irgendeinem andern Falle bemerkt haben. Man betrachte zuerst das blaue und rote Viereck durchs Prisma. An beiden entsteht der blaue Rand nunmehr oben. Dieser, homogen mit dem blauen Bilde, verbindet sich demselben und scheint es in die Höhe zu heben, nur dass der hellblaue Rand oberwärts zu sehr absticht. Der violette Saum ist auch herabwärts ins Blaue deutlich genug. Eben dieser obere blaue Scheinrand ist nun mit dem roten Viereck heterogen, er ist in der Gegenwirkung begriffen und kaum sichtbar. Der violette Saum indessen bringt, verbunden mit dem Gelbroten des Bildes, eine Pfirsichblütfarbe zuwege.

274.
Wenn nun aus der angegebenen Ursache die oberen Ränder dieser Vierecke nicht horizontal erscheinen, so erscheinen die untern desto gleicher: denn indem beide Farben, die rote und die blaue, gegen das Weiße gerechnet, dunkler sind, als sie gegen das Schwarze hell waren, welches besonders von der letztern gilt, so entsteht unter beiden der rote Rand mit seinem gelben Saume sehr deutlich. Er zeigt sich unter dem gelbroten Bilde in seiner ganzen Schönheit, und unter dem dunkelblauen beinahe wie er unter dem schwarzen erschien, wie man bemerken kann, wenn man abermals die übereinandergesetzten Bilder und ihre Ränder und Säume vergleicht.

275.
Um nun diesen Versuchen die größte Mannigfaltigkeit und Deutlichkeit zu geben, sind Vierecke von verschiedenen Farben in der Mitte der Tafel dergestalt angebracht, dass die Grenze des Schwarzen und Weißen vertikal durch sie durchgeht. Man wird sie, nach jenen uns überhaupt und besonders bei farbigen Bildern genugsam bekannt gewordenen Regeln, an jedem Rand zwiefach gefärbt finden, und die Vierecke werden in sich selbst entzweigerissen und hinauf- oder herunterwärts gerückt erscheinen. Wir erinnern uns hierbei jenes grauen, gleichfalls auf der Grenzscheidung des Schwarzen und Weißen beobachteten Bildes (257).

276.
Da nun das Phänomen, das wir vorhin an einem roten und blauen Viereck auf schwarzem Grunde bis zur Täuschung gesehen haben, das Hinauf- und Hinabrücken zweier verschieden gefärbten Bilder uns hier an zwei Hälften eines und desselben Bildes von einer und derselben Farbe sichtbar wird, so werden wir dadurch abermals auf die farbigen Ränder, ihre Säume und auf die Wirkungen ihrer homogenen und heterogenen Natur hingewiesen, wie sie sich zu den Bildern verhält, an denen die Erscheinung vorgeht.
Ich überlasse den Beobachtern die mannigfaltigen Schattierungen der halb auf Schwarz, halb auf Weiß angebrachten farbigen Vierecke selbst zu vergleichen, und bemerke nur noch die widersinnige scheinbare Verzerrung, da Rot und Gelb auf Schwarz hinaufwärts, auf Weiß herunterwärts, Blau auf Schwarz herunterwärts, und auf Weiß hinaufwärts gezogen scheinen; welches doch alles dem bisher weitläuftig Abgehandelten gemäß ist.

277.
Nun stelle der Beobachter die Tafel dergestalt vor sich, dass die vorgedachten, auf der Grenze des Schwarzen und Weißen stehenden Vierecke sich vor ihm in einer horizontalen Reibe befinden, und dass zugleich der schwarze Teil oben, der weiße aber unten sei. Er betrachte durchs Prisma jene Vierecke, und er wird bemerken, dass das rote Viereck durch den Ansatz zweier roten Ränder gewinnt; er wird bei genauer Aufmerksamkeit den gelben Saum auf dem roten Bilde bemerken, und der untere gelbe Saum nach dem Weißen zu wird völlig deutlich sein.

278.
Oben an dem gelben Viereck ist der rote Rand sehr merklich, weil das Gelbe als hell gegen das Schwarz genugsam absticht. Der gelbe Saum identifiziert sich mit der gelben Fläche, nur wird solche etwas schöner dadurch; der untere Rand zeigt nur wenig Rot, weil das helle Gelb gegen das Weiße nicht genugsam absticht. Der untere gelbe Saum aber ist deutlich genug.

279.
An dem blauen Viereck hingegen ist der obere rote Rand kaum sichtbar; der gelbe Saum bringt herunterwärts ein schmutziges Grün im Bilde hervor; der untere rote Rand und der gelbe Saum zeigen sich in lebhaften Farben.

280.
Bemerkt man nun in diesen Fällen, dass das rote Bild durch einen Ansatz auf beiden Seiten zu gewinnen, das dunkelblaue von einer Seite wenigstens zu verlieren scheint, so wird man, wenn man die Pappe umkehrt, so dass der weiße Teil sich oben, der schwarze sich unten befindet, das umgekehrte Phänomen erblicken.

281.
Denn da nunmehr die homogenen Ränder und Säume an den blauen Vierecken oben und unten entstehen, so scheinen diese vergrößert, ja ein Teil der Bilder selbst schöner gefärbt,

und nur eine genaue Beobachtung wird die Ränder und Säume von der Farbe der Fläche selbst unterscheiden lehren.

282.
Das Gelbe und Rote dagegen werden in dieser Stellung der Tafel von den heterogenen Rändern eingeschränkt und die Wirkung der Lokalfarbe verkümmert. Der obere blaue Rand ist an beiden fast gar nicht sichtbar. Der violette Saum zeigt sich als ein schönes Pfirsichblüt auf dem roten, als ein sehr blasses auf dem gelben; die beiden untern Ränder sind grün; an dem roten schmutzig, lebhaft an dem gelben; den violetten Saum bemerkt man unter dem roten wenig, mehr unter dem gelben.

283.
Ein jeder Naturfreund mache sich zur Pflicht, mit allen den vorgetragenen Erscheinungen genau bekannt zu werden, und halte es nicht für lästig, ein einziges Phänomen durch so manche bedingende Umstände durchzuführen. Ja diese Erfahrungen lassen sich noch ins Unendliche durch Bilder von verschiedenen Farben, auf und zwischen verschiedenfarbigen Flächen, vervielfältigen. Unter allen Umständen aber wird jedem Aufmerksamen deutlich werden, dass farbige Vierecke nebeneinander nur deswegen durch das Prisma verschoben erscheinen, weil ein Ansatz von homogenen und heterogenen Rändern eine Täuschung hervorbringt. Diese ist man nur alsdann zu verbannen fähig, wenn man eine Reihe von Versuchen nebeneinander zu stellen und ihre Übereinstimmung darzutun genugsame Geduld hat.
Warum wir aber vorstehende Versuche mit farbigen Bildern, welche auf mehr als eine Weise vorgetragen werden konnten, gerade so und so umständlich dargestellt, wird in der Folge deutlicher werden. Gedachte Phänomene waren früher zwar nicht unbekannt, aber sehr verkannt; deswegen wir sie, zu Erleichterung eines künftigen historischen Vortrags, genau entwickeln mussten.

284.
Wir wollen nunmehr zum Schlusse den Freunden der Natur eine Vorrichtung anzeigen, durch welche diese Erscheinungen auf einmal deutlich, ja in ihrem größten Glanze, gesehen werden können. Man schneide aus einer Pappe fünf, ungefähr einen Zoll große, völlig gleiche Vierecke nebeneinander aus, genau in horizontaler Linie. Man bringe dahinter fünf farbige Gläser, in der bekannten Ordnung, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett. Man befestige diese Tafel in einer Öffnung der Camera obscura, so dass der helle Himmel durch sie gesehen wird, oder dass die Sonne darauf scheint, und man wird höchst energische Bilder vor sich haben. Man betrachte sie nun durchs Prisma und beobachte die durch jene Versuche an gemalten Bildern schon bekannten Phänomene, nämlich die teils begünstigenden, teils verkümmernden Ränder und Säume, und die dadurch bewirkte scheinbare Verrückung der spezifisch gefärbten Bilder aus der horizontalen Linie.
Das was der Beobachter hier sehen wird, folgt genugsam aus dem früher Abgeleiteten; daher wir es auch nicht einzeln abermals durchführen, um so weniger, als wir auf diese Erscheinungen zurückzukehren noch öfteren Anlass finden werden.

XIX. Achromasie und Hyperchromasie

285.
In der frühern Zeit, da man noch manches, was in der Natur regelmäßig und konstant war, für ein bloßes Abirren für zufällig hielt, gab man auf die Farben weniger acht welche bei Ge-

legenheit der Refraktion entstehen, und hielt sie für eine Erscheinung, die sich von besondern Nebenumständen herschreiben möchte.

286.
Nachdem man sich aber überzeugt hatte, dass diese Farbenerscheinung die Refraktion jederzeit begleite, so war es natürlich, dass man sie auch als innig und einzig mit der Refraktion verwandt ansah, und nicht anders glaubte, als dass das Maß der Farbenerscheinung sich nach dem Maße der Brechung richten und beide gleichen Schritt miteinander halten müssten.

287.
Wenn man also nicht gänzlich, doch einigermaßen, das Phänomen einer stärkeren oder schwächeren Brechung der verschiedenen Dichtigkeit der Mittel zuschrieb, wie denn auch reinere atmosphärische Luft, mit Dünsten angefüllte, Wasser, Glas nach ihren steigenden Dichtigkeiten die sogenannte Brechung, die Verrückung des Bildes vermehren: so musste man kaum zweifeln, dass auch in selbiger Maße die Farbenerscheinung sich steigern müsse, und man glaubte völlig gewiss zu sein, dass bei verschiedenen Mitteln, welche man im Gegensinne der Brechung zueinander brachte, sich, so lange Brechung vorhanden sei, die Farbe zeigen, sobald aber die Farbe verschwände, auch die Brechung aufgehoben sein müsse.

288.
In späterer Zeit hingegen ward entdeckt, dass dieses als gleich angenommene Verhältnis ungleich sei, dass zwei Mittel das Bild gleich weit verrücken, und doch sehr ungleiche Farbensäume hervorbringen können.

289.
Man fand, dass man zu jener physischen Eigenschaft, welcher man die Refraktion zuschrieb, noch eine chemische hinzu zu denken habe (210); wie wir solches künftig, wenn wir uns chemischen Rücksichten nähern, weiter auszuführen denken, so wie wir die nähern Umstände dieser wichtigen Entdeckung in der Geschichte der Farbenlehre aufzuzeichnen haben. Gegenwärtig sei Folgendes genug.

290.
Es zeigt sich bei Mitteln von gleicher oder wenigstens nahezu gleicher Brechungskraft der merkwürdige Umstand, dass ein Mehr und Weniger der Farbenerscheinung durch eine chemische Behandlung hervorgebracht werden kann; das Mehr wird nämlich durch Säuren, das Weniger durch Alkalien bestimmt. Bringt man unter eine gemeine Glasmasse Metalloxyde, so wird die Farbenerscheinung solcher Gläser, ohne dass die Refraktion merklich verändert werde, sehr erhöht. Dass das Mindere hingegen auf der alkalischen Seite liege, kann leicht vermutet werden.

291.
Diejenigen Glasarten, welche nach der Entdeckung zuerst angewendet worden, nennen die Engländer Flint- und Crownglas, und zwar gehört jenem ersten die stärkere, diesem zweiten die geringere Farbenerscheinung an.

292.
Zu unserer gegenwärtigen Darstellung bedienen wir uns dieser beiden Ausdrücke als Kunstwörter und nehmen an, dass in beiden die Refraktion gleich sei, das Flintglas aber die Farbenerscheinung um ein Drittel stärker als das Crownglas hervorbringe; wobei wir unserm Leser eine gewissermaßen symbolische Zeichnung zur Hand geben.

293.
Man denke sich auf einer schwarzen Tafel, welche hier, des bequemeren Vortrags wegen, in Kasen geteilt ist, zwischen den Parallellinien a b und c d fünf weiße Vierecke. Das Viereck Nr. 1 stehe vor dem nackten Auge unverrückt auf seinem Platz.

294.
Das Viereck Nr. z aber sei, durch ein vor das Auge gehaltenes Prisma von Crownglas g, um drei Kasen verrückt und zeige die Farbensäume in einer gewissen Breite; ferner sei das Viereck Nr. 3, durch ein Prisma von Flintglas h, gleichfalls um drei Kasen heruntergerückt, dergestalt dass es die farbigen Säume nunmehr um ein Drittel breiter als Nr. 2 zeige.

295.
Ferner stelle man sich vor, das Viereck Nr. 4 sei eben wie das Nr. 2 durch ein Prisma von Crownglas erst drei Kasen verrückt gewesen, dann sei es aber durch ein entgegengestelltes Prisma h von Flintglas wieder auf seinen vorigen Fleck, wo man es nun sieht, gehoben worden.

296.
Hier hebt sich nun die Refraktion zwar gegeneinander auf; allein da das Prisma h bei der Verrückung durch drei Kasen um ein Drittel breitere Farbensäume, als dem Prisma g eigen sind, hervorbringt, so muss, bei aufgehobener Refraktion, noch ein Überschuss von Farbensaum übrig bleiben, und zwar im Sinne der scheinbaren Bewegung, welche das Prisma h dem Bilde erteilt, und folglich umgekehrt, wie wir die Farben an den herabgerückten Nummern 2 und 3 erblicken. Dieses Überschießende der Farbe haben wir Hyperchromasie genannt, woraus sich denn die Achromasie unmittelbar folgern lässt.

297.
Denn gesetzt, es wäre das Viereck Nr. 5 von seinem ersten supponierten Platze, wie Nr. 2, durch ein Prisma von Crownglas g um drei Kasen herunter gerückt worden, so dürfte man nur den Winkel eines Prismas von Flintglas h verkleinern, solches im umgekehrten Sinne an das Prisma g anschließen, um das Viereck Nr. 5 zwei Kasen scheinbar hinauf zu heben; wobei die Hyperchromasie des vorigen Falles wegfiele, das Bild nicht ganz an seine erste Stelle gelangte und doch schon farblos erschiene. Man sieht auch an den fortpunktierten Linien der zusammengesetzten Prismen unter Nr. 5, dass ein wirkliches Prisma übrig bleibt, und also auch auf diesem Wege, sobald man sich die Linien krumm denkt, ein Okularglas entstehen kann; wodurch denn die achromatischen Ferngläser abgeleitet sind.

298.
Zu diesen Versuchen, wie wir sie hier vortragen, ist ein kleines aus drei verschiedenen Prismen zusammengesetztes Prisma, wie solche in England verfertigt werden, höchst geschickt. Hoffentlich werden künftig unsre inländischen Künstler mit diesem notwendigen Instrumente jeden Naturfreund versehen.

XX. Vorzüge der subjektiven Versuche
Übergang zu den objektiven

299.
Wir haben die Farbenerscheinungen, welche sich bei Gelegenheit der Refraktion sehen lassen, zuerst durch subjektive Versuche dargestellt und das Ganze in sich dergestalt abgeschlossen, dass wir auch schon jene Phänomene aus der Lehre von den trüben Mitteln und Doppelbildern ableiteten.

300.
Da bei Vorträgen, die sich auf die Natur beziehen, doch alles auf Sehen und Schauen ankommt, so sind diese Versuche um desto erwünschter, als sie sich leicht und bequem anstellen lassen. Jeder Liebhaber kann sich den Apparat, ohne große Umstände und Kosten, anschauen; ja wer mit Papparbeiten einigermaßen umzugehen weiß, einen großen Teil selbst verfertigen. Wenige Tafeln, auf welchen schwarze, weiße, graue und farbige Bilder auf hellem und dunkelm Grunde abwechseln, sind dazu hinreichend. Man stellt sie unverrückt vor sich hin, betrachtet bequem und anhaltend die Erscheinungen an dem Rande der Bilder; man entfernt sich, man nähert sich wieder und beobachtet genau den Stufengang des Phänomens.

301.
Ferner lassen sich auch durch geringe Prismen, die nicht von dem reinsten Glase sind, die Erscheinungen noch deutlich genug beobachten. Was jedoch wegen dieser Glasgerätschaften noch zu wünschen sein möchte, wird in dem Abschnitt, der den Apparat abhandelt, umständlich zu finden sein.

302.
Ein Hauptvorteil dieser Versuche ist sodann, dass man sie zu jeder Tageszeit anstellen kann, in jedem Zimmer, es sei nach einer Weltgegend gerichtet nach welcher es wolle; man braucht nicht auf Sonnenschein zu warten, der einem nordischen Beobachter überhaupt nicht reichlich gewogen ist.

Die objektiven Versuche

303.
verlangen hingegen notwendig den Sonnenschein, der, wenn er sich auch einstellt, nicht immer den wünschenswerten Bezug auf den ihm entgegengestellten Apparat haben kann. Bald steht die Sonne zu hoch, bald zu tief, und doch auch nur kurze Zeit in dem Meridian des am besten gelegenen Zimmers. Unter dem Beobachten weicht sie; man muss mit dem Apparat nachrücken, wodurch in manchen Fällen die Versuche unsicher werden. Wenn die Sonne durchs Prisma scheint, so offenbart sie alle Ungleichheiten, innere Fäden und Bläschen des Glases, wodurch die Erscheinung verwirrt, getrübt und mißfärbig gemacht wird.

304.
Doch müssen die Versuche beider Arten gleich genau bekannt sein. Sie scheinen einander entgegengesetzt und gehen immer miteinander parallel; was die einen zeigen, zeigen die andern auch, und doch hat jede Art wieder ihre Eigenheiten, wodurch gewisse Wirkungen der Natur auf mehr als eine Weise offenbar werden.

305.
Sodann gibt es bedeutende Phänomene, welche man durch Verbindung der subjektiven und objektiven Versuche hervorbringt. Nicht weniger gewähren uns die objektiven den Vorteil, dass wir sie meist durch Linearzeichnungen darstellen und die innern Verhältnisse des Phänomens auf unsern Tafeln vor Augen legen können. Wir säumen daher nicht, die objektiven Versuche sogleich dergestalt vorzutragen, dass die Phänomene mit den subjektiv vorgestellten durchaus gleichen Schritt halten; deswegen wir auch neben der Zahl eines jeden Paragraphen die Zahl der früheren in Parenthese unmittelbar anfügen. Doch setzen wir im ganzen voraus, dass der Leser sich mit den Tafeln, der Forscher mit dem Apparat bekannt ma-

che, damit die Zwillings-Phänomene, von denen die Rede ist, auf eine oder die andere Weise dem Liebhaber vor Augen seien.

XXI. Refraktion ohne Farbenerscheinung

306 (195, 196).
Dass die Refraktion ihre Wirkung äußre, ohne eine Farbenerscheinung hervorzubringen, ist bei objektiven Versuchen nicht so vollkommen als bei subjektiven darzutun. Wir haben zwar unbegrenzte Räume, nach welchen wir durchs Prisma schauen und uns überzeugen können, dass ohne Grenze keine Farbe entstehe; aber wir haben kein unbegrenzt Leuchtendes, welches wir könnten aufs Prisma wirken lassen. Unser Licht kommt uns von begrenzten Körpern, und die Sonne, welche unsre meisten objektiven prismatischen Erscheinungen hervorbringt, ist ja selbst nur ein kleines begrenzt leuchtendes Bild.

307.
Indessen können wir jede größere Öffnung, durch welche die Sonne durchscheint, jedes größere Mittel, wodurch das Sonnenlicht aufgefangen und aus seiner Richtung gebracht wird, schon insofern als unbegrenzt ansehen, indem wir bloß die Mitte der Flächen, nicht aber ihre Grenzen betrachten.

308 (197).
Man stelle ein großes Wasserprisma in die Sonne, und ein heller Raum wird sich in die Höhe gebrochen an einer entgegengesetzten Tafel zeigen und die Mitte dieses erleuchteten Raumes farblos sein. Eben dasselbe erreicht man, wenn man mit Glasprismen, welche Winkel von wenigen Graden haben, den Versuch anstellt. Ja diese Erscheinung zeigt sich selbst bei Glasprismen, deren brechender Winkel sechzig Grad ist, wenn man nur die Tafel nahe genug heran bringt.

XXII. Bedingungen der Farbenerscheinung

309 (198).
Wenn nun gedachter erleuchteter Raum zwar gebrochen, von der Stelle gerückt, aber nicht gefärbt erscheint, so sieht man jedoch an den horizontalen Grenzen desselben eine farbige Erscheinung. Dass auch hier die Farbe bloß durch Verrückung eines Bildes entstehe, ist umständlicher darzutun.
Das Leuchtende, welches hier wirkt, ist ein Begrenztes, und die Sonne wirkt hier, indem sie scheint und strahlt, als ein Bild. Man mache die Öffnung in dem Laden der Camera obscura so klein, als man kann, immer wird das ganze Bild der Sonne hereindringen. Das von ihrer Scheibe herströmende Licht wird sich in der kleinsten Öffnung kreuzen und den Winkel machen, der ihrem scheinbaren Diameter gemäß ist. Hier kommt ein Konus mit der Spitze außen an und inwendig verbreitert sich diese Spitze wieder, bringt ein durch eine Tafel aufzufassendes rundes, sich durch die Entfernung der Tafel auf immer vergrößerndes Bild hervor, welches Bild nebst allen übrigen Bildern der äußeren Landschaft auf einer weißen gegengehaltenen Fläche im dunklen Zimmer umgekehrt erscheint.

310.
Wie wenig also hier von einzelnen Sonnenstrahlen, oder Strahlenbündeln und -büscheln, von Strahlenzylindern, -stäben und wie man sich das alles vorstellen mag, die Rede sein

kann, ist auffallend. Zu Bequemlichkeit gewisser Lineardarstellungen nehme man das Sonnenlicht als parallel einfallend an; aber man wisse, dass dieses nur eine Fiktion ist, welche man sich gar wohl erlauben kann, da wo der zwischen die Fiktion und die wahre Erscheinung fallende Bruch unbedeutend ist. Man hüte sich aber, diese Fiktion wieder zum Phänomen zu machen und mit einem solchen fingierten Phänomen weiter fort zu operieren.

311.
Man vergrößre nunmehr die 0ffnung in dem Fensterladen so weit man will, man mache sie rund oder viereckt, ja man öffne den Laden ganz und lasse die Sonne durch den völligen Fensterraum in das Zimmer scheinen; der Raum, den sie erleuchtet, wird immer so viel größer sein, als der Winkel, den ihr Durchmesser macht, verlangt; und also ist auch selbst der ganze durch das größte Fenster von der Sonne erleuchtete Raum nur das Sonnenbild plus der Weite der Öffnung. Wir werden hierauf zurückzukehren künftig Gelegenheit finden.

312 (199).
Fangen wir nun das Sonnenbild durch konvexe Gläser auf, so ziehen wir es gegen den Fokus zusammen. Hier muss, nach den oben ausgeführten Regeln, ein gelber Saum und ein gelbroter Rand entstehen, wenn das Bild auf einem weißen Papiere aufgefangen wird. Weil aber dieser Versuch blendend und unbequem ist, so macht er sich am schönsten mit dem Bilde des Vollmonds. Wenn man dieses durch ein konvexes Glas zusammenzieht, so erscheint der farbige Rand in der größten Schönheit: denn der Mond sendet an sich schon ein gemäßigtes Licht, und er kann also um desto eher die Farbe, welche aus Mäßigung des Lichts entsteht, hervor bringen; wobei zugleich das Auge des Beobachters nur leise und angenehm berührt wird.

313 (200).
Wenn man ein leuchtendes Bild durch konkave Gläser auffasst, so wird es vergrößert und also ausgedehnt. Hier erscheint das Bild blau begrenzt.

314.
Beide entgegengesetzten Erscheinungen kann man durch ein konvexes Glas sowohl simultan als sukzessiv hervorbringen, und zwar simultan, wenn man auf das konvexe Glas in der Mitte eine undurchsichtige Scheibe klebt und nun das Sonnenbild auffängt. Hier wird nun sowohl das leuchtende Bild als der in ihm befindliche schwarze Kern zusammengezogen, und so müssen auch die entgegengesetzten Farberscheinungen entstehen. Ferner kann man diesen Gegensatz sukzessiv gewahr werden, wenn man das leuchtende Bild erst bis gegen den Fokus zusammenzieht; da man denn Gelb und Gelbrot gewahr wird: dann aber hinter dem Fokus dasselbe sich ausdehnen lässt; da es denn sogleich eine blaue Grenze zeigt.

315 (201).
Auch hier gilt, was bei den subjektiven Erfahrungen gesagt worden, dass das Blaue und Gelbe sich an und über dem Weißen zeige und dass beide Farben einen rötlichen Schein annehmen, insofern sie über das Schwarze reichen.

316 (202, 203).
Diese Grunderscheinungen wiederholen sich bei allen folgenden objektiven Erfahrungen, so wie sie die Grundlage der subjektiven ausmachten. Auch die Operation, welche vorgenommen wird, ist eben dieselbe; ein heller Rand wird gegen eine dunkle Fläche, eine dunkle Fläche gegen eine helle Grenze geführt. Die Grenzen müssen einen Weg machen und sich gleichsam übereinander drängen, bei diesen Versuchen wie bei jenen.

317 (204)
Lassen wir also das Sonnenbild durch eine größere oder kleinere Öffnung in die dunkle Kammer, fangen wir es durch ein Prisma auf, dessen brechender Winkel hier wie gewöhnlich unten sein mag; so kommt das leuchtende Bild nicht in gerader Linie nach dem Fußboden, sondern es wird an eine vertikal gesetzte Tafel hinaufgebrochen. Hier ist es Zeit, des Gegensatzes zu gedenken, in welchem sich die subjektive und objektive Verrückung des Bildes befindet.

318.
Sehen wir durch ein Prisma, dessen brechender Winkel sich unten befindet, nach einem in der Höhe befindlichen Bilde, so wird dieses Bild heruntergerückt, anstatt dass ein einfallendes leuchtendes Bild von demselben Prisma in die Höhe geschoben wird. Was wir hier der Kürze wegen nur historisch angeben, lässt sich aus den Regeln der Brechung und Hebung ohne Schwierigkeit ableiten.

319.
Indem nun also auf diese Weise das leuchtende Bild von seiner Stelle gerückt wird, so gehen auch die Farbensäume nach den früher ausgeführten Regeln ihren Weg. Der violette Saum geht jederzeit voraus, und also bei objektiven hinaufwärts, wenn er bei subjektiven herunterwärts geht.

320 (205).
Ebenso überzeuge sich der Beobachter von der Färbung in der Diagonale, wenn die Verrückung durch zwei Prismen in dieser Richtung geschieht, wie bei dem subjektiven Falle deutlich genug angegeben; man schaffe sich aber hiezu Prismen mit Winkeln von wenigen, etwa fünfzehn Graden.

321 (206, 207).
Dass die Färbung des Bildes auch hier nach der Richtung seiner Bewegung geschehe, wird man einsehen, wenn man eine Öffnung im Laden von mäßiger Größe viereckt macht und das leuchtende Bild durch das Wasserprisma gehen lässt, erst die Ränder in horizontaler und vertikaler Richtung, sodann in der diagonalen.

322 (208).
Wobei sich denn abermals zeigen wird, dass die Grenzen nicht nebeneinander weg, sondern übereinander geführt werden müssen.

XXIII. Bedingungen des Zunehmens der Erscheinung

323 (209).
Auch hier bringt eine vermehrte Verrückung des Bildes eine stärkere Farbenerscheinung zuwege.

324 (210).
Diese vermehrte Verrückung aber hat statt
1. durch schiefere Richtung des auffallenden leuchtenden Bildes auf parallele Mittel.
2. durch Veränderung der parallelen Form in eine mehr oder weniger spitzwinklige.
3. durch verstärktes Maß des Mittels, des parallelen oder winkelhaften, teils weil das Bild auf diesem Wege stärker verrückt wird, teils weil eine der Masse angehörige Eigenschaft mit zur Wirkung gelangt.

4. durch die Entfernung der Tafel von dem brechenden Mittel, so dass das heraustretende gefärbte Bild einen längeren Weg zurücklegt.
5. zeigt sich eine chemische Eigenschaft unter allen diesen Umständen wirksam, welche wir schon unter den Rubriken der Achromasie und Hyperchromasie näher angedeutet haben.

325 (211).
Die objektiven Versuche geben uns den Vorteil, dass wir das Werdende des Phänomens, seine sukzessive Genese außer uns darstellen und zugleich mit Linearzeichnungen deutlich machen können, welches bei subjektiven der Fall nicht ist.

326.
Wenn man das aus dem Prisma heraustretende leuchtende Bild und seine wachsende Farbenerscheinung auf einer entgegengehaltenen Tafel stufenweise beobachten und sich Durchschnitte von diesem Konus mit elliptischer Base vor Augen stellen kann, so lässt sich auch das Phänomen auf seinem ganzen Wege zum schönsten folgendermaßen sichtbar machen. Man errege nämlich in der Linie, in welcher das Bild durch den dunklen Raum geht, eine weiße feine Staubwolke, welche durch feinen recht trocknen Haarpuder am besten hervorgebracht wird. Die mehr oder weniger gefärbte Erscheinung wird nun durch die weißen Atomen aufgefangen und dem Auge in ihrer ganzen Breite und Länge dargestellt.

327.
Ebenso haben wir Linearzeichnungen bereitet und solche unter unsre Tafeln aufgenommen, wo die Erscheinung von ihrem ersten Ursprunge an dargestellt ist, und an welchen man sich deutlich machen kann, warum das leuchtende Bild durch Prismen so viel stärker als durch parallele Mittel gefärbt wird.

328 (212).
An den beiden entgegengesetzten Grenzen steht eine entgegengesetzte Erscheinung in einem spitzen Winkel auf, die sich, wie sie weiter in dem Raume vorwärts geht, nach Maßgabe dieses Winkels verbreitert. So strebt in der Richtung, in welcher das leuchtende Bild verrückt worden, ein violetter Saum in das Dunkle hinaus, ein blauer schmalerer Rand bleibt an der Grenze. Von der andern Seite strebt ein gelber Saum in das Helle hinein und ein gelbroter Rand bleibt an der Grenze.

329 (213).
Hier ist also die Bewegung des Dunklen gegen das Helle, des Hellen gegen das Dunkle wohl zu beachten.

330 (214).
Eines großen Bildes Mitte bleibt lange ungefärbt, besonders bei Mitteln von minderer Dichtigkeit und geringerem Maße, bis endlich die entgegengesetzten Säume und Ränder einander erreichen, da alsdann bei dem leuchtenden Bild in der Mitte ein Grün entsteht.

331 (215).
Wenn nun die objektiven Versuche gewöhnlich nur mit dem leuchtenden Sonnenbilde gemacht wurden, so ist ein objektiver Versuch mit einem dunklen Bilde bisher fast gar nicht vorgekommen. Wir haben hierzu aber auch eine bequeme Vorrichtung angegeben. Jenes große Wasserprisma nämlich stelle man in die Sonne und klebe auf die äußere oder innere Seite eine runde Pappenscheibe; so wird die farbige Erscheinung abermals an den Rändern vorgehen, nach jenem bekannten Gesetz entspringen, die Ränder werden erscheinen, sich in jener Masse verbreitern und in der Mitte der Purpur entstehen. Man kann neben das Rund ein Viereck in beliebiger Richtung hinzufügen und sich von dem oben mehrmals Angegebenen und Ausgesprochenen von neuem überzeugen.

332 (216).
Nimmt man von dem gedachten Prisma diese dunklen Bilder wieder hinweg, wobei jedoch die Glastafeln jedesmal sorgfältig zu reinigen sind, und hält einen schwachen Stab, etwa einen starken Bleistift, vor die Mitte des horizontalen Prisma, so wird man das völlige Übereinandergreifen des violetten Saums und des roten Randes bewirken und nur die drei Farben, die zwei äußern und die mittlere, sehen.

333.
Schneidet man eine vor das Prisma zu schiebende Pappe dergestalt aus, dass in der Mitte derselben eine horizontale längliche Öffnung gebildet wird, und lässt alsdann das Sonnenlicht hindurchfallen, so wird man die völlige Vereinigung des gelben Saumes und des blauen Randes nunmehr über das Helle bewirken und nur Gelbrot, Grün und Violett sehen; auf welche Art und Weise, ist bei Erklärung der Tafeln weiter auseinandergesetzt.

334 (217).
Die prismatische Erscheinung ist also keineswegs fertig und vollendet, indem das leuchtende Bild aus dem Prisma hervortritt. Man wird alsdann nur erst ihre Anfänge im Gegensatz gewahr; dann wächst sie, das Entgegengesetzte vereinigt sich und verschränkt sich zuletzt aufs innigste. Der von einer Tafel aufgefangene Durchschnitt dieses Phänomens ist in jeder Entfernung vom Prisma anders, so dass weder von einer stetigen Folge der Farben, noch von einem durchaus gleichen Maß derselben die Rede sein kann; weshalb der Liebhaber und Beobachter sich an die Natur und unsre naturgemäßen Tafeln wenden wird, welchen zum Überfluss eine abermalige Erklärung sowie eine genugsame Anweisung und Anleitung zu allen Versuchen hinzugefügt ist.

XIV. Ableitung der angezeigten Phänomene

335 (218).
Wenn wir diese Ableitung schon bei Gelegenheit der subjektiven Versuche umständlich vorgetragen, wenn alles, was dort gegolten hat, auch hier gilt, so bedarf es keiner weitläufigen Ausführung mehr, um zu zeigen, dass dasjenige, was in der Erscheinung völlig parallel geht, sich auch aus eben denselben Quellen ableiten lasse.

336 (219).
Dass wir auch bei objektiven Versuchen mit Bildern zu tun haben, ist oben umständlich dargetan worden. Die Sonne mag durch die kleinste Öffnung hereinscheinen, so dringt doch immer das Bild ihrer ganzen Scheibe hindurch. Man mag das größte Prisma in das freie Sonnenlicht stellen, so ist es doch immer wieder das Sonnenbild, das sich an den Rändern der brechenden Flächen selbst begrenzt und die Nebenbilder dieser Begrenzung hervorbringt. Man mag eine vielfach ausgeschnittene Pappe vor das Wasserprisma schieben, so sind es doch nur die Bilder aller Art, welche, nachdem sie durch Brechung von ihrer Stelle gerückt worden, farbige Ränder und Säume, und in denselben durchaus vollkommene Nebenbilder zeigen.

337 (235).
Haben uns bei subjektiven Versuchen stark voneinander abstechende Bilder eine höchst lebhafte Farbenerscheinung zuwege gebracht, so wird diese bei objektiven Versuchen noch viel lebhafter und herrlicher sein, weil das Sonnenbild von der höchsten Energie ist, die wir kennen, daher auch dessen Nebenbild mächtig und, ungeachtet seines sekundären getrübten und verdunkelten Zustandes, noch immer herrlich und glänzend sein muss. Die vom

Sonnenlicht durchs Prisma auf irgendeinen Gegenstand geworfenen Farben bringen ein gewaltiges Licht mit sich, indem sie das höchst energische Urlicht gleichsam im Hintergrunde haben.

338 (238).
Inwiefern wir auch diese Nebenbilder trüb nennen und sie aus der Lehre von den trüben Mitteln ableiten dürfen, wird jedem, der uns bis hierher aufmerksam gefolgt, klar sein, besonders aber dem, der sich den nötigen Apparat verschafft, um die Bestimmtheit und Lebhaftigkeit, womit trübe Mittel wirken, sich jederzeit vergegenwärtigen zu können.

XXV. Abnahme der farbigen Erscheinung

339 (243).
Haben wir uns bei Darstellung der Abnahme unserer farbigen Erscheinung in subjektiven Fällen kurz fassen können, so wird es uns erlaubt sein, hier noch kürzer zu verfahren, indem wir uns auf jene deutliche Darstellung berufen. Nur eines mag wegen seiner großen Bedeutung als ein Hauptmoment des ganzen Vortrags hier dem Leser zu besonderer Aufmerksamkeit empfohlen werden.

340 (244-247).
Der Abnahme der prismatischen Erscheinung muss erst eine Entfaltung derselben vorangehen. Aus dem gefärbten Sonnenbilde verschwinden in gehöriger Entfernung der Tafel vom Prisma zuletzt die blaue und gelbe Farbe, indem beide übereinander greifen, völlig, und man sieht nur Gelbrot, Grün und Blaurot. Nähert man die Tafel dem brechenden Mittel, so erscheinen Gelb und Blau schon wieder, und man erblickt die fünf Farben mit ihren Schattierungen. Rückt man mit der Tafel noch näher, so treten Gelb und Blau völlig auseinander, das Grüne verschwindet, und zwischen den gefärbten Rändern und Säumen zeigt sich das Bild farblos. Je näher man mit der Tafel gegen das Prisma zurückt, desto schmäler werden gedachte Ränder und Säume, bis sie endlich an und auf dem Prisma null werden.

XXVI. Graue Bilder

341 (248).
Wir haben die grauen Bilder als höchst wichtig bei subjektiven Versuchen dargestellt. Sie zeigen uns durch die Schwäche der Nebenbilder, dass eben diese Nebenbilder sich jederzeit von dem Hauptbilde herschreiben. Will man nun die objektiven Versuche auch hier parallel durchführen, so könnte dieses auf eine bequeme Weise geschehen, wenn man ein mehr oder weniger matt geschliffenes Glas vor die Öffnung hielte, durch welche das Sonnenbild hereinfällt. Es würde dadurch ein gedämpftes Bild hervorgebracht werden, welches nach der Refraktion viel mattere Farben, als das von der Sonnenscheibe unmittelbar abgeleitete, auf der Tafel zeigen würde; und so würde auch von dem höchst energischen Sonnenbilde nur ein schwaches, der Dämpfung gemäßes Nebenbild entstehen; wie denn freilich durch diesen Versuch dasjenige, was uns schon genugsam bekannt ist, nur noch aber und abermals bekräftigt wird.

XXVII. Farbige Bilder

342 (260).
Es gibt mancherlei Arten, farbige Bilder zum Behuf objektiver Versuche hervorzubringen. Erstlich kann man farbiges Glas vor die Öffnung halten, wodurch sogleich ein farbiges Bild hervorgebracht wird. Zweitens kann man das Wasserprisma mit farbigen Liquoren füllen. Drittens kann man die von einem Prisma schon hervorgebrachten emphatischen Farben durch proportionierte kleine Öffnungen eines Bleches durchlassen und also kleine Bilder zu einer zweiten Refraktion vorbereiten. Diese letzte Art ist die beschwerlichste, indem, bei dem beständigen Fortrücken der Sonne, ein solches Bild nicht fest gehalten noch in beliebiger Richtung bestätigt werden kann. Die zweite Art hat auch ihre Unbequemlichkeiten, weil nicht alle farbigen Liquoren schön hell und klar zu bereiten sind. Daher die erste um so mehr den Vorzug verdient, als die Physiker schon bisher die von dem Sonnenlicht durchs Prisma hervorgebrachten Farben, diejenigen, welche durch Liquoren und Gläser erzeugt werden, und die, welche schon auf Papier oder Tuch fixiert sind, bei der Demonstration als gleichwirkend gelten lassen.

343.
Da es nun also bloß darauf ankommt, dass das Bild gefärbt werde, so gewährt uns das schon eingeführte große Wasserprisma hierzu die beste Gelegenheit: denn indem man vor seine großen Flächen, welche das Licht ungefärbt durch lassen, eine Pappe vorschieben kann, in welche man Öffnungen von verschiedener Figur geschnitten, um unterschiedene Bilder und also auch unterschiedene Nebenbilder hervorzubringen, so darf man nur vor die Öffnungen der Pappe farbige Gläser befestigen, um zu beobachten, welche Wirkung die Refraktion im objektiven Sinne auf farbige Bilder hervorbringt.

344.
Man bediene sich nämlich jener schon beschriebenen Tafel (284) mit farbigen Gläsern, welche man genau in der Größe eingerichtet, dass sie in die Falzen des großen Wasserprismas eingeschoben werden kann. Man lasse nunmehr die Sonne hindurchscheinen, so wird man die hinaufwärts gebrochenen farbigen Bilder, jedes nach seiner Art, gesäumt und gerändert sehen, indem sich diese Säume und Ränder an einigen Bildern ganz deutlich zeigen, an andern sich mit der spezifischen Farbe des Glases vermischen, sie erhöhen oder verkümmern; und jedermann wird sich überzeugen können, dass hier abermals nur von diesem von uns subjektiv und objektiv so umständlich vorgetragenen einfachen Phänomen die Rede sei.

XXVIII. Achromasie und Hyperchromasie

345 (285-290).
Wie man die hyperchromatischen und achromatischen Versuche auch objektiv anstellen könne, da zu brauchen wir nur, nach allem, was oben weitläufig ausgeführt worden, eine kurze Anleitung zu geben, besonders da wir voraussetzen können, dass jenes erwähnte zusammengesetzte Prisma sich in den Händen des Naturfreundes befinde.

346.
Man lasse durch ein spitzwinkliges Prisma von wenigen Graden, aus Crownglas geschliffen, das Sonnenbild dergestalt durchgehen, dass es auf der entgegengesetzten Tafel in die Höhe gebrochen werde; die Ränder werden nach dem bekannten Gesetz gefärbt erscheinen, das Violette und Blaue nämlich oben und außen, das Gelbe und Gelbrote unten und innen. Da nun der brechende Winkel dieses Prismas sich unten befindet, so setze man ihm ein

andres proportioniertes von Flintglas entgegen, dessen brechender Winkel nach oben gerichtet sei. Das Sonnenbild werde dadurch wieder an seinen Platz geführt, wo es denn durch den Überschuss der farberregenden Kraft des herabführenden Prismas von Flintglas, nach dem Gesetze dieser Herabführung, wenig gefärbt sein, das Blaue und Violette unten und außen, das Gelbe und Gelbrote oben und innen zeigen wird.

347.
Man rücke nun durch ein proportioniertes Prisma von Crownglas das ganze Bild wieder um weniges in die Höhe, so wird die Hyperchromasie aufgehoben, das Sonnenbild vom Platze gerückt und doch farblos erscheinen.

348.
Mit einem aus drei Gläsern zusammengesetzten achromatischen Objektivglase kann man eben diese Versuche stufenweise machen, wenn man es sich nicht reuen lässt, solches aus der Hülse, worein es der Künstler eingenietet hat, herauszubrechen. Die beiden konvexen Gläser von Crownglas, indem sie das Bild nach dem Fokus zusammenziehen, das konkave Glas von Flintglas, indem es das Sonnenbild hinter sich ausdehnt, zeigen an dem Rande die hergebrachten Farben. Ein Konvexglas mit dem Konkavglase zusammengenommen zeigt die Farben nach dem Gesetz des letztern. Sind alle drei Gläser zusammengelegt, so mag man das Sonnenbild nach dem Fokus zusammen ziehen oder sich dasselbe hinter dem Brennpunkte ausdehnen lassen, niemals zeigen sich farbige Ränder, und die von dem Künstler intendierte Achromasie bewährt sich hier abermals.

349.
Da jedoch das Crownglas durchaus eine grünliche Farbe hat, so dass besonders bei großen und starken Objektiven etwas von einem grünlichen Schein mit unterlaufen und sich daneben die geforderte Purpurfarbe unter gewissen Umständen einstellen mag, welches uns jedoch, bei wiederholten Versuchen mit mehreren Objektiven, nicht vorgekommen, so hat man hierzu die wunderbarsten Erklärungen ersonnen und sich, da man theoretisch die Unmöglichkeit achromatischer Ferngläser zu beweisen genötigt war, gewissermaßen gefreut, eine solche radikale Verbesserung leugnen zu können, wovon jedoch nur in der Geschichte dieser Erfindungen umständlich gehandelt werden kann.

XXIX. Verbindung objektiver und subjektiver Versuche

350.
Wenn wir oben angezeigt haben, dass die objektiv und subjektiv betrachtete Refraktion im Gegensinne wirken müsse (318), So wird daraus folgen, dass wenn man die Versuche verbindet, entgegengesetzte und einander aufhebende Erscheinungen sich zeigen werden.

351.
Durch ein horizontal gestelltes Prisma werde das Sonnenbild an eine Wand hinaufgeworfen. Ist das Prisma lang genug, dass der Beobachter zugleich hindurch sehen kann, so wird er das durch die objektive Refraktion hinaufgerückte Bild wieder heruntergerückt und solches an der Stelle sehen, wo es ohne Refraktion erschienen wäre.

352.
Hierbei zeigt sich ein bedeutendes, aber gleichfalls aus der Natur der Sache herfließendes Phänomen. Da nämlich, wie schon so oft erinnert worden, das objektiv an die Wand geworfene gefärbte Sonnenbild keine fertige noch unveränderliche Erscheinung ist, so wird bei

obgedachter Operation das Bild nicht allein für das Auge heruntergezogen, sondern auch seiner Ränder und Säume völlig beraubt und in eine farblose Kreisgestalt zurückgebracht.

353.
Bedient man sich zu diesem Versuche zweier völlig gleichen Prismen, so kann man sie erst nebeneinander stellen, durch das eine das Sonnenbild durchfallen lassen, durch das andre aber hindurchsehen.

354.
Geht der Beschauer mit dem zweiten Prisma nunmehr weiter vorwärts, so zieht sich das Bild wieder hinauf und wird stufenweise nach dem Gesetz des ersten Prismas gefärbt. Tritt der Beschauer nun wieder zurück, bis er das Bild wieder auf den Nullpunkt gebracht hat, und geht sodann immer weiter von dem Bilde weg, so bewegt sich das für ihn rund und farblos gewordene Bild immer weiter herab und färbt sich im entgegengesetzten Sinne, so dass wir dasselbe Bild, wenn wir zugleich durch das Prisma hindurch und daran her sehen, nach objektiven und subjektiven Gesetzen gefärbt erblicken.

355.
Wie dieser Versuch zu vermannigfaltigen sei, ergibt sich von selbst. Ist der brechende Winkel des Prismas, wodurch das Sonnenbild objektiv in die Höhe gehoben wird größer als der des Prismas, wodurch der Beobachter blickt so muss der Beobachter viel weiter zurücktreten, um das farbige Bild an der Wand so weit herunterzuführen, dass es farblos werde, und umgekehrt.

356.
Dass man auf diesem Wege die Achromasie und Hyperchromasie gleichfalls darstellen könne, fällt in die Augen, welches wir weiter auseinanderzusetzen und auszuführen dem Liebhaber wohl selbst überlassen können, so wie wir auch andere komplizierte Versuche, wobei man Prismen und Linsen zugleich anwendet, auch die objektiven und subjektiven Erfahrungen auf mancherlei Weise durcheinander mischt, erst späterhin darlegen und auf die einfachen, uns nunmehr genugsam bekannten Phänomene zurückführen werden.

XXX. Übergang

357.
Wenn wir auf die bisherige Darstellung und Ableitung der dioptrischen Farben zurücksehen, können wir keine Reue empfinden, weder dass wir sie so umständlich abgehandelt, noch dass wir sie vor den übrigen physischen Farben, außer der von uns selbst angegebenen Ordnung, vorgetragen haben. Doch gedenken wir hier an der Stelle des Übergangs unsern Lesern und Mitarbeitern desshalb einige Rechenschaft zu geben.

358.
Sollten wir uns verantworten, dass wir die Lehre von den dioptrischen Farben, besonders der zweiten Klasse, vielleicht zu weitläuftig ausgeführt, so hätten wir folgendes zu bemerken. Der Vortrag irgendeines Gegenstandes unsres Wissens kann sich teils auf die innere Notwendigkeit der abzuhandelnden Materie, teils aber auch auf das Bedürfnis der Zeit, in welcher der Vortrag geschieht, beziehen. Bei dem unsrigen waren wir genötigt, beide Rücksichten immer vor Augen zu haben. Einmal war es die Absicht, unsre sämtlichen Erfahrungen sowie unsre Überzeugungen nach einer lange geprüften Methode vorzulegen; sodann aber mussten wir unser Augenmerk darauf richten, manche zwar bekannte aber doch verkannte, besonders auch in falschen Verknüpfungen aufgestellte Phänomene in ihrer natürlichen

Entwicklung und wahrhaft erfahrungsmäßigen Ordnung darzustellen, damit wir künftig, bei polemischer und historischer Behandlung, schon eine vollständige Vorarbeit zu leichterer Übersicht ins Mittel bringen könnten. Daher ist denn freilich eine größere Umständlichkeit nötig geworden, welche eigentlich nur dem gegenwärtigen Bedürfnis zum Opfer gebracht wird. Künftig, wenn man erst das Einfache als einfach, das Zusammengesetzte als zusammengesetzt, das Erste und Obere als ein solches, das Zweite, Abgeleitete auch als ein solches anerkennen und schauen wird, dann lässt sich dieser ganze Vortrag ins Engere zusammenziehen, welches, wenn es uns nicht selbst noch glücken sollte, wir einer heiter tätigen Mit- und Nachwelt überlassen.

359.
Was ferner die Ordnung der Kapitel überhaupt betrifft, so mag man bedenken, dass selbst verwandte Naturphänomene in keiner eigentlichen Folge oder stetigen Reihe sich aneinander schließen, sondern dass sie durch Tätigkeiten hervorgebracht werden, welche verschränkt wirken, so dass es gewissermaßen gleichgültig ist, was für eine Erscheinung man zuerst und was für eine man zuletzt betrachtet: weil es doch nur darauf ankommt, dass man sich alle möglichst vergegenwärtige, um sie zuletzt unter einem Gesichtspunkt, teils nach ihrer Natur, teils nach Menschenweise und Bequemlichkeit, zusammenzufassen.

360.
Doch kann man im gegenwärtigen besondern Falle behaupten, dass die dioptrischen Farben billig an die Spitze der physischen gestellt werden, sowohl wegen ihres auffallenden Glanzes und übrigen Bedeutsamkeit, als auch weil, um dieselben abzuleiten, manches zur Sprache kommen musste, welches uns zunächst große Erleichterung gewähren wird.

361.
Denn man hat bisher das Licht als eine Art von Abstraktum, als ein für sich bestehendes und wirkendes, gewissermaßen sich selbst bedingendes, bei geringen Anlässen aus sich selbst die Farben hervorbringendes Wesen angesehen. Von dieser Vorstellungsart jedoch die Naturfreunde abzulenken, sie aufmerksam zu machen, dass, bei prismatischen und andern Erscheinungen, nicht von einem unbegrenzten bedingenden, sondern von einem begrenzten bedingten Lichte, von einem Lichtbilde, ja von Bildern überhaupt, hellen oder dunklen, die Rede sei: dies ist die Aufgabe, welche zu lösen, das Ziel, welches zu erreichen wäre.

362.
Was bei dioptrischen Fällen, besonders der zweiten Klasse, nämlich bei Refraktionsfällen vorgeht, ist uns nunmehr genugsam bekannt und dient uns zur Einleitung ins Künftige.

363.
Die katoptrischen Fälle erinnern uns an die physiologischen, nur dass wir jenen mehr Objektivität zuschreiben und sie deshalb unter die physischen zu zählen uns berechtigt glauben. Wichtig aber ist es, dass wir hier abermals nicht ein abstraktes Licht, sondern ein Lichtbild zu beachten finden.

364.
Gehen wir zu den paroptischen über, so werden wir, wenn das Frühere gut gefasst worden, uns mit Verwunderung und Zufriedenheit abermals im Reiche der Bilder finden. Besonders wird uns der Schatten eines Körpers, als ein sekundäres, den Körper so genau begleitendes Bild, manchen Aufschluss geben.

365.
Doch greifen wir diesen fernern Darstellungen nicht vor, um, wie bisher geschehen, nach unserer Überzeugung regelmäßigen Schritt zu halten.

XXXI. Katoptrische Farben

366.
Wenn wir von katoptrischen Farben sprechen, so deuten wir damit an, dass uns Farben bekannt sind, welche bei Gelegenheit einer Spiegelung erscheinen. Wir setzen voraus, dass das Licht sowohl als die Fläche, wovon es zurückstrahlt, sich in einem völlig farblosen Zustand befinde. In diesem Sinne gehören diese Erscheinungen unter die physischen Farben. Sie entstehen bei Gelegenheit der Reflexion, wie wir oben die dioptrischen der zweiten Klasse bei Gelegenheit der Refraktion hervortreten sahen. Ohne jedoch weiter im allgemeinen zu verweilen, wenden wir uns gleich zu den besondern Fällen und zu den Bedingungen, welche nötig sind, dass gedachte Phänomene sich zeigen.

367.
Wenn man eine feine Stahlsaite vom Röllchen abnimmt, sie ihrer Elastizität gemäß verworren durcheinander laufen lässt und sie an ein Fenster in die Tageshelle legt, so wird man die Höhen der Kreise und Windungen erhellt, aber weder glänzend noch farbig sehen. Tritt die Sonne hingegen hervor, so zieht sich diese Hellung auf einen Punkt zusammen, und das Auge erblickt ein kleines glänzendes Sonnenbild, das, wenn man es nahe betrachtet, keine Farbe zeigt. Geht man aber zurück und fasst den Abglanz in einiger Entfernung mit den Augen auf, so sieht man viele kleine, auf die mannigfaltigste Weise gefärbte Sonnenbilder, und ob man gleich Grün und Purpur am meisten zu sehen glaubt, so zeigen sich doch auch, bei genauerer Aufmerksamkeit, die übrigen Farben.

368.
Nimmt man eine Lorgnette und sieht dadurch auf die Erscheinung, so sind die Farben verschwunden sowie der ausgedehntere Glanz, in dem sie erscheinen, und man erblickt nur die kleinen leuchtenden Punkte, die wiederholten Sonnenbilder. Hieraus erkennt man, dass die Erfahrung subjektiver Natur ist und dass sich die Erscheinung an jene anschließt, die wir unter dem Namen der strahlenden Höfe eingeführt haben (100).

369.
Allein wir können dieses Phänomen auch von der objektiven Seite zeigen. Man befestige unter eine mäßige Öffnung in dem Laden der Camera obscura ein weißes Papier und kalte, wenn die Sonne durch die Öffnung scheint, die verworrene Drahtsaite in das Licht, so dass sie dem Papier gegenüber steht. Das Sonnenlicht wird auf und in die Ringe der Drahtsaite fallen, sich aber nicht wie im konzentrierenden menschlichen Auge auf einem Punkte zeigen, sondern, weil das Papier auf jedem Teile seiner Fläche den Abglanz des Lichtes aufnehmen kann, in haarförmigen Streifen, welche zugleich bunt sind, sehen lassen.

370.
Dieser Versuch ist rein katoptrisch: denn da man sich nicht denken kann, dass das Licht in die Oberfläche des Stahls hineindringe und etwa darin verändert werde, so überzeugen wir uns leicht, dass hier bloß von einer reinen Spiegelung die Rede sei, die sich, insofern sie subjektiv ist, an die Lehre von den schwachwirkenden und abklingenden Lichtern anschließt, und insofern sie objektiv gemacht werden kann, auf ein außer dem Menschen Reales sogar in den leisesten Erscheinungen hindeutet.

371.
Wir haben gesehen, dass hier nicht allein ein Licht, sondern ein energisches Licht, und selbst dieses nicht im Abstrakten und Allgemeinen, sondern ein begrenztes Licht, ein Licht-

bild nötig sei, um diese Wirkung hervorzubringen. Wir werden uns hiervon bei verwandten Fällen noch mehr überzeugen.

372.
Eine polierte Silberplatte gibt in der Sonne einen blendenden Schein von sich, aber es wird bei dieser Gelegenheit keine Farbe gesehen. Ritzt man hingegen die Oberfläche leicht, so erscheinen bunte, besonders grüne und purpurne Farben, unter einem gewissen Winkel, dem Auge. Bei ziselierten und guilloschierten Metallen tritt auch dieses Phänomen auffallend hervor; doch lässt sich durchaus bemerken, dass wenn es erscheinen soll, irgendein Bild, eine Abwechselung des Dunklen und Hellen, bei der Abspiegelung mitwirken müsse, so dass ein Fensterstab, der Ast eines Baumes, ein zufälliges oder mit Vorsatz aufgestelltes Hindernis eine merkliche Wirkung hervorbringt. Auch diese Erscheinung lässt sich in der Camera obscura objektivieren.

373.
Lässt man ein poliertes Silber durch Scheidewasser dergestalt anfressen, dass das darin befindliche Kupfer aufgelöst und die Oberfläche gewissermaßen rauh werde, und lässt alsdann das Sonnenbild sich auf der Platte spiegeln, so wird es von jedem unendlich kleinen erhöhten Punkte einzeln zurückglänzen und die Oberfläche der Platte in bunten Farben erscheinen. Ebenso, wenn man ein schwarzes ungeglättetes Papier in die Sonne hält und aufmerksam darauf blickt, sieht man es in seinen kleinsten Teilen bunt in den lebhaftesten Farben glänzen.

374.
Diese sämtlichen Erfahrungen deuten auf eben dieselben Bedingungen hin. In dem ersten Falle scheint das Lichtbild von einer schmalen Linie zurück, in dem zweiten wahrscheinlich von scharfen Kanten, in dem dritten von sehr kleinen Punkten. Bei allen wird ein lebhaftes Licht und eine Begrenzung desselben verlangt. Nicht weniger wird zu diesen sämtlichen Farberscheinungen erfordert, dass sich das Auge in einer proportionierten Ferne von den reflektierenden Punkten befinde.

375.
Stellt man diese Beobachtungen unter dem Mikroskop an, so wird die Erscheinung an Kraft und Glanz unendlich wachsen: denn man sieht alsdann die kleinsten Teile der Körper, von der Sonne beschienen, in diesen Reflexionsfarben schimmern, die, mit den Refraktionsfarben verwandt, sich nun auf die höchste Stufe ihrer Herrlichkeit erheben. Man bemerkt in solchem Falle ein wurmförmig Buntes auf der Oberfläche organischer Körper, wovon das Nähere künftig vorgelegt werden soll.

376.
Übrigens sind die Farben, welche bei der Reflexion sich zeigen, vorzüglich Purpur und Grün, woraus sich vermuten lässt, dass besonders die streifige Erscheinung aus einer zarten Purpurlinie bestehe, welche an ihren beiden Seiten teils mit Blau, teils mit Gelb eingefasst ist. Treten die Linien sehr nahe zusammen, so muss der Zwischenraum grün erscheinen; ein Phänomen, das uns noch oft vorkommen wird.

377.
In der Natur begegnen uns dergleichen Farben öfters. Die Farben der Spinneweben setzen wir denen, die von Stahlsaiten widerscheinen, völlig gleich, ob sich schon daran nicht so gut als an dem Stahl die Undurchdringlichkeit beglaubigen lässt, weswegen man auch diese Farben mit zu den Refraktionserscheinungen hat ziehen wollen.

378.
Beim Perlemutter werden wir unendlich feine, nebeneinanderliegende organische Fibern und Lamellen gewahr, von welchen, wie oben beim geritzten Silber, mannigfaltige Farben, vorzüglich aber Purpur und Grün, entspringen mögen.

379.
Die changeanten Farben der Vogelfedern werden hier gleichfalls erwähnt, obgleich bei allem Organischen eine chemische Vorbereitung und eine Aneignung der Farbe an den Körper gedacht werden kann, wovon bei Gelegenheit der chemischen Farben weiter die Rede sein wird.

380.
Dass die Erscheinungen der objektiven Höfe auch in der Nähe katoptrischer Phänomene liegen, wird leicht zugegeben werden, ob wir gleich nicht leugnen, dass auch Refraktion mit im Spiele sei. Wir wollen hier nur einiges bemerken, bis wir nach völlig durchlaufenem theoretischen Kreise eine vollkommnere Anwendung des uns alsdann im allgemeinen Bekannten auf die einzelnen Naturerscheinungen zu machen imstande sein werden.

381.
Wir gedenken zuerst jenes gelben und roten Kreises an einer weißen oder graulichen Wand, den wir durch ein nah gestelltes Licht hervorgebracht (88). Das Licht, indem es von einem Körper zurückscheint, wird gemäßigt, das gemäßigte Licht erregt die Empfindung der gelben und ferner der roten Farbe.

382.
Eine solche Kerze erleuchte die Wand lebhaft in unmittelbarer Nähe. Je weiter der Schein sich verbreitet, desto schwächer wird er; allein er ist doch immer die Wirkung der Flamme, die Fortsetzung ihrer Energie, die ausgedehnte Wirkung ihres Bildes. Man könnte diese Kreise daher gar wohl Grenzbilder nennen, weil sie die Grenze der Tätigkeit ausmachen und doch auch nur ein erweitertes Bild der Flamme darstellen.

383.
Wenn der Himmel um die Sonne weiß und leuchtend ist, indem leichte Dünste die Atmosphäre erfüllen, wenn Dünste oder Wolken um den Mond schweben, so spiegelt sich der Abglanz der Scheibe in denselben. Die Höfe, die wir alsdann erblicken, sind einfach oder doppelt, kleiner oder größer, zuweilen sehr groß, oft farblos, manchmal farbig.

384.
Einen sehr schönen Hof um den Mond sah ich den 15. November 1799 bei hohem Barometerstande und dennoch wolkigem und dunstigem Himmel. Der Hof war völlig farbig, und die Kreise folgten sich wie bei subjektiven Höfen ums Licht. Dass er objektiv war, konnte ich bald einsehen, indem ich das Bild des Mondes zuhielt und der Hof dennoch vollkommen gesehen wurde.

385.
Die verschiedene Größe der Höfe scheint auf die Nähe oder Ferne des Dunstes von dem Auge des Beobachters einen Bezug zu haben.

386.
Da leicht angehauchte Fensterscheiben die Lebhaftigkeit der subjektiven Höfe vermehren und sie gewissermaßen zu objektiven machen, so ließe sich vielleicht mit einer einfachen Vorrichtung, bei recht rasch kalter Winterzeit, hiervon die nähere Bestimmung auffinden.

387.
Wie sehr wir Ursache haben, auch bei diesen Kreisen auf das Bild und dessen Wirkung zu dringen, zeigt sich bei dem Phänomen der sogenannten Nebensonnen. Dergleichen Nachbarbilder finden sich immer auf gewissen Punkten der Höfe und Kreise und stellen das wieder nur begrenzter dar, was in dem ganzen Kreise immerfort allgemeiner vorgeht. An die Erscheinung des Regenbogens wird sich dieses alles bequemer anschließen.

388.
Zum Schlusse bleibt uns nichts weiter übrig, als dass wir die Verwandtschaft der katoptrischen Farben mit den paroptischen einleiten.
Die paroptischen Farben werden wir diejenigen nennen, welche entstehen, wenn das Licht an einem undurchsichtigen farblosen Körper herstrahlt. Wie nahe sie mit den dioptrischen der zweiten Klasse verwandt sind, wird jedermann leicht einsehen, der mit uns überzeugt ist, dass die Farben der Refraktion bloß an den Rändern entstehen. Die Verwandtschaft der katoptrischen und paroptischen aber wird uns in dem folgenden Kapitel klar werden.

XXXII. Paroptische Farben

389.
Die paroptischen Farben wurden bisher perioptische genannt, weil man sich eine Wirkung des Lichts gleichsam um den Körper herum dachte, die man einer gewissen Biegbarkeit des Lichtes nach dem Körper hin und vom Körper ab zuschrieb.

390.
Auch diese Farben kann man in objektive und subjektive einteilen, weil auch sie teils außer uns, gleichsam wie auf der Fläche gemalt, teils in uns, un-mittelbar auf der Retina, erscheinen. Wir finden bei diesem Kapitel das vorteilhafteste, die objektiven zuerst zu nehmen, weil die subjektiven sich so nah an andre uns schon bekannte Erscheinungen anschließen, dass man sie kaum davon zu trennen vermag.

391.
Die paroptischen Farben werden also genannt, weil, um sie hervorzubringen, das Licht an einem Rande herstrahlen muss. Allein nicht immer, wenn das Licht an einem Rande herstrahlt, erscheinen sie; es sind dazu noch ganz besondre Nebenbedingungen nötig.

392.
Ferner ist zu bemerken, dass hier abermals das Licht keineswegs in abstracto wirke (361); sondern die Sonne scheint an einem Rande her. Das ganze von dem Sonnenbild ausströmende Licht wirkt an einer Körpergrenze vorbei und verursacht Schatten. An diesen Schatten, innerhalb derselben, werden wir künftig die Farbe gewahr werden.

393.
Vor allen Dingen aber betrachten wir die hierher gehörigen Erfahrungen in vollem Lichte. Wir setzen den Beobachter ins Freie, ehe wir ihn in die Beschränkung der dunklen Kammer führen.

394.
Wer im Sonnenschein in einem Garten oder sonst auf glatten Wegen wandelt, wird leicht bemerken, dass sein Schatten nur unten am Fuß, der die Erde betritt, scharf begrenzt erscheint, weiter hinauf, besonders um das Haupt, verfließt er sanft in die helle Fläche. Denn indem das Sonnenlicht nicht allein aus der Mitte der Sonne herströmt, sondern auch von den

beiden Enden dieses leuchtenden Gestirnes übers Kreuz wirkt, so entsteht eine objektive Parallaxe, die an beiden Seiten des Körpers einen Halbschatten hervorbringt.

395.
Wenn der Spaziergänger seine Hand erhebt, so sieht er an den Fingern deutlich das Auseinanderweichen der beiden Halbschatten nach außen, die Verschmälerung des Hauptschattens nach innen, beides Wirkungen des sich kreuzenden Lichtes.

396.
Man kann vor einer glatten Wand diese Versuche mit Stäben von verschiedener Stärke, sowie auch mit Kugeln wiederholen und vervielfältigen; immer wird man finden, dass je weiter der Körper von der Tafel entfernt wird, desto mehr verbreitet sich der schwache Doppelschatten, desto mehr verschmälert sich der starke Hauptschatten, bis dieser zuletzt ganz aufgehoben scheint, ja die Doppelschatten endlich so schwach werden, dass sie beinahe verschwinden, wie sie denn in mehrerer Entfernung unbemerklich sind.

397.
Dass dieses von dem sich kreuzenden Lichte herrühre, davon kann man sich leicht überzeugen; so wie denn auch der Schatten eines zugespitzten Körpers zwei Spitzen deutlich zeigt. Wir dürfen also niemals außer Augen lassen, dass in diesem Falle das ganze Sonnenbild wirke, Schatten hervorbringe, sie in Doppelschatten verwandle und endlich sogar aufhebe.

398.
Man nehme nunmehr, statt der festen Körper, ausgeschnittene Öffnungen von verschiedener bestimmter Größe nebeneinander und lasse das Sonnenlicht auf eine etwas entfernte Tafel hindurch fallen, so wird man finden, dass das helle Bild, welches auf der Tafel von der Sonne hervorgebracht wird, größer sei als die Öffnung; welches daher kommt, dass der eine Rand der Sonne durch die entgegengesetzte Seite der Öffnung noch hindurch scheint, wenn der andre durch sie schon verdeckt ist. Daher ist das helle Bild an seinen Rändern schwächer beleuchtet.

399.
Nimmt man viereckte Öffnungen von welcher Größe man wolle, so wird das helle Bild auf einer Tafel, die neun Fuß von den Öffnungen steht, um einen Zoll an jeder Seite größer sein als die Öffnung; welches mit dem Winkel des scheinbaren Sonnendiameters ziemlich übereinkommt.

400.
Dass eben diese Randerleuchtung nach und nach abnehme, ist ganz natürlich, weil zuletzt nur ein Minimum des Sonnenlichtes vom Sonnenrande übers Kreuz durch den Rand der Öffnung einwirken kann.

401.
Wir sehen also hier abermals, wie sehr wir Ursache haben, uns in der Erfahrung vor der Annahme von parallelen Strahlen, Strahlenbüscheln und -bündeln und dergleichen hypothetischen Wesen zu hüten (309, 310).

402.
Wir können uns vielmehr das Scheinen der Sonne oder irgendeines Lichtes als eine unendliche Abspiegelung des beschränkten Lichtbildes vorstellen; woraus sich denn wohl ableiten lässt, wie alle viereckte Öffnungen, durch welche die Sonne scheint, in gewissen Entfernungen, je nachdem sie größer oder kleiner sind, ein rundes Bild geben müssen.

403.
Obige Versuche kann man durch Öffnungen von mancherlei Form und Größe wiederholen, und es wird sich immer dasselbe in verschiedenen Abweichungen zeigen; wobei man jedoch immer bemerken wird, dass im vollen Lichte, und bei der einfachen Operation des Herscheinens der Sonne an einem Rand, keine Farbe sich sehen lasse.

404.
Wir wenden uns daher zu den Versuchen mit dem gedämpften Lichte, welches nötig ist, damit die Farbenerscheinung eintrete. Man mache eine kleine Öffnung in den Laden der dunklen Kammer, man fange das übers Kreuz eindringende Sonnenbild mit einem weißen Papiere auf, und man wird, je kleiner die Öffnung ist, ein desto matteres Licht erblicken; und zwar ganz natürlich, weil die Erleuchtung nicht von der ganzen Sonne, sondern nur von einzelnen Punkten, nur teilweise gewirkt wird.

405.
Betrachtet man dieses matte Sonnenbild genau, so findet man es gegen seine Ränder zu immer matter und mit einem gelben Saume begrenzt, der sich deutlich zeigt, am deutlichsten aber, wenn sich ein Nebel oder eine durchscheinende Wolke vor die Sonne zieht, ihr Licht mäßiget und dämpft. Sollten wir uns nicht gleich hierbei jenes Hofes an der Wand und des Scheins eines nahe davorstehenden Lichtes erinnern? (88)

406.
Betrachtet man jenes oben beschriebene Sonnenbild genauer, so sieht man, dass es mit diesem gelben Saume noch nicht abgetan ist, sondern man bemerkt noch einen zweiten blaulichen Kreis, wo nicht gar eine hofartige Wiederholung des Farbensaums. Ist das Zimmer recht dunkel, so sieht man, dass der zunächst um die Sonne erhellte Himmel gleichfalls einwirkt, man sieht den blauen Himmel, ja sogar die ganze Landschaft auf dem Papiere und überzeugt sich abermals, dass hier nur von dem Sonnenbilde die Rede sei.

407.
Nimmt man eine etwas größere, viereckte Öffnung, welche durch das Hineinstrahlen der Sonne nicht gleich rund wird, so kann man die Halbschatten von jedem Rande, das Zusammentreffen derselben in den Ecken, die Färbung derselben, nach Maßgabe obgemeldeter Erscheinung der runden Öffnung, genau bemerken.

408.
Wir haben nunmehr ein parallaktisch scheinendes Licht gedämpft, indem wir es durch kleine Öffnungen scheinen ließen, wir haben ihm aber seine parallaktische Eigenschaft nicht genommen, so dass es abermals Doppelschatten der Körper, wenn gleich mit gedämpfter Wirkung, hervorbringen kann. Diese sind nunmehr diejenigen, auf welche man bisher aufmerksam gewesen, welche in verschiedenen hellen und dunkeln, farbigen und farblosen Kreisen aufeinander folgen und vermehrte, ja gewissermaßen unzählige Höfe hervorbringen. Sie sind oft gezeichnet und in Kupfer gestochen worden, indem man Nadeln, Haare und andre schmale Körper in das gedämpfte Licht brachte, die vielfachen hofartigen Doppelschatten bemerkte und sie einer Aus- und Einbiegung des Lichtes zuschrieb, und dadurch erklären wollte, wie der Kernschatten aufgehoben und wie ein Helles an der Stelle des Dunkeln erscheinen könne.

409.
Wir aber halten vorerst daran fest, dass es abermals parallaktische Doppelschatten sind, welche mit farbigen Säumen und Höfen begrenzt erscheinen.

410.
Wenn man alles dieses nun gesehen, untersucht und sich deutlich gemacht hat, so kann man zu dem Versuche mit den Messerklingen schreiten, welches nur ein Aneinanderrücken und parallaktisches Übereinandergreifen der uns schon bekannten Halbschatten und Höfe genannt werden kann.

411.
Zuletzt hat man jene Versuche mit Haaren, Nadeln und Drähten in jenem Halblichte, das die Sonne wirkt, sowie im Halblichte, das sich vom blauen Himmel herschreibt und auf dem Papiere zeigt, anzustellen und zu betrachten; wodurch man der wahren Ansicht dieser Phänomene sich immer mehr bemeistern wird.

412.
Da nun aber bei diesen Versuchen alles darauf ankommt, dass man sich von der parallaktischen Wirkung des scheinenden Lichtes überzeuge, so kann man sich das, worauf es ankommt, durch zwei Lichter deutlicher machen, wodurch sich die zwei Schatten übereinander führen und völlig sondern lassen. Bei Tage kann es durch zwei Öffnungen am Fensterladen geschehen, bei Nacht durch zwei Kerzen; ja es gibt manche Zufälligkeiten in Gebäuden beim Auf und Zuschlagen von Läden, wo man diese Erscheinungen besser beobachten kann als bei dem sorgfältigsten Apparate. Jedoch lassen sich alle und jede zum Versuch erheben, wenn man einen Kasten einrichtet, in den man oben hineinsehen kann und dessen Türe man sachte zulehnt, nachdem man vorher ein Doppellicht einfallen lassen. Dass hierbei die von uns unter den physiologischen Farben abgehandelten farbigen Schatten sehr leicht eintreten, lässt sich erwarten.

413.
Überhaupt erinnre man sich, was wir über die Natur der Doppelschatten, Halblichter und dergleichen früher ausgeführt haben, besonders aber mache man Versuche mit verschiedenen nebeneinander gestellten Schattierungen von Grau, wo jeder Streif an seinem dunklen Nachbar hell, am hellen dunkel erscheinen wird. Bringt man abends mit drei oder mehreren Lichtern Schatten hervor, die sich stufen weise decken, so kann man dieses Phänomen sehr deutlich gewahr werden, und man wird sich überzeugen, dass hier der physiologische Fall eintritt, den wir oben weiter ausgeführt haben (38).

414.
Inwiefern nun aber alles, was von Erscheinungen die paroptischen Farben begleitet, aus der Lehre vom gemäßigten Lichte, von Halbschatten und von physiologischer Bestimmung der Retina sich ableiten lasse, oder ob wir genötigt sein werden, zu gewissen innern Eigenschaften des Lichts unsere Zuflucht zu nehmen, wie man es bisher getan, mag die Zeit lehren. Hier sei es genug, die Bedingungen angezeigt zu haben, unter welchen die paroptischen Farben entstehen, so wie wir denn auch hoffen können, dass unsre Winke auf den Zusammenhang mit dem bisherigen Vortrag von Freunden der Natur nicht unbeachtet bleiben werden.

415.
Die Verwandtschaft der paroptischen Farben mit den dioptrischen der zweiten Klasse wird sich auch jeder Denkende gern ausbilden. Hier wie dort ist von Rändern die Rede; hier wie dort von einem Lichte, das an dem Rande herscheint. Wie natürlich ist es also, dass die paroptischen Wirkungen durch die dioptrischen erhöht, verstärkt und verherrlicht werden können. Doch kann hier nur von den objektiven Refraktionsfällen die Rede sein, da das leuchtende Bild wirklich durch das Mittel durchscheint: denn diese sind eigentlich mit den paroptischen verwandt. Die subjektiven Refraktionsfälle, da wir die Bilder durchs Mittel sehen, ste-

hen aber von den paroptischen völlig ab, und sind auch schon wegen ihrer Reinheit von uns gepriesen worden.

416.
Wie die paroptischen Farben mit den katoptrischen zusammenhängen, lässt sich aus dem Gesagten schon vermuten: denn da die katoptrischen Farben nur an Ritzen, Punkten, Stahlsaiten, zarten Fäden sich zeigen, so ist es ungefähr derselbe Fall, als wenn das Licht an einem Rande herschiene. Es muss jederzeit von einem Rande zurück scheinen, damit unser Auge eine Farbe gewahr werde. Wie auch hier die Beschränkung des leuchtenden Bildes, sowie die Mäßigung des Lichtes, zu betrachten sei, ist oben schon angezeigt worden.

417.
Von den subjektiven paroptischen Farben führen wir nur noch weniges an, weil sie sich teils mit den physiologischen, teils mit den dioptrischen der zweiten Klasse in Verbindung setzen lassen, und sie größtenteils kaum hierher zu gehören scheinen, ob sie gleich, wenn man genau aufmerkt, über die ganze Lehre und ihre Verknüpfung ein erfreuliches Licht verbreiten.

418.
Wenn man ein Lineal dergestalt vor die Augen hält, dass die Flamme des Lichts über dasselbe hervorscheint, so sieht man das Lineal gleichsam eingeschnitten und schartig an der Stelle, wo das Licht hervorragt. Es scheint sich dieses aus der ausdehnenden Kraft des Lichtes auf der Retina ableiten zu lassen (18).

419.
Dasselbige Phänomen im großen zeigt sich beim Aufgang der Sonne, welche, wenn sie rein, aber nicht allzu mächtig, aufgeht, also dass man sie noch anblicken kann, jederzeit einen scharfen Einschnitt in den Horizont macht.

420.
Wenn man bei grauem Himmel gegen ein Fenster tritt, so dass das dunkle Kreuz sich gegen denselben abschneidet, wenn man die Augen alsdann auf das horizontale Holz richtet, ferner den Kopf etwas vorzubiegen, zu blinzen und aufwärts zu sehen anfängt, so wird man bald unten an dem Holze einen schönen gelbroten Saum, oben über demselben einen schönen hellblauen entdecken. Je dunkelgrauer und gleicher der Himmel, je dämmernder das Zimmer und folglich je ruhiger das Auge, desto lebhafter wird sich die Erscheinung zeigen, ob sie sich gleich einem aufmerksamen Beobachter auch bei hellem Tage darstellen wird.

421.
Man biege nunmehr den Kopf zurück und blinzle mit den Augen dergestalt, dass man den horizontalen Fensterstab unter sich sehe, so wird auch das Phänomen umgekehrt erscheinen. Man wird nämlich die obere Kante gelb und die untere blau sehen.

422.
In einer dunkeln Kammer stellen sich die Beobachtungen am besten an. Wenn man vor die Öffnung, vor welche man gewöhnlich das Sonnen-Mikroskop schraubt, ein weißes Papier heftet, wird man den untern Rand des Kreises blau, den obern gelb erblicken, selbst indem man die Augen ganz offen hat, oder sie nur insofern zublinzt, dass kein Hof sich mehr um das Weiße herum zeigt. Biegt man den Kopf zurück, so sieht man die Farben umgekehrt.

423.

Diese Phänomene scheinen daher zu entstehen, dass die Feuchtigkeiten unsres Auges eigentlich nur in der Mitte, wo das Sehen vorgeht, wirklich achromatisch sind, dass aber gegen die Peripherie zu, und in unnatürlichen Stellungen, als Auf- und Niederbiegen des Kopfes, wirklich eine chromatische Eigenschaft, besonders wenn scharf absetzende Bilder betrachtet werden, übrig bleibe. Daher diese Phänomene zu jenen gehören mögen, welche mit den dioptrischen der zweiten Klasse verwandt sind.

424.
Ähnliche Farben erscheinen, wenn man gegen schwarze und weiße Bilder durch den Nadelstich einer Karte sieht. Statt des weißen Bildes kann man auch den lichten Punkt im Bleche des Ladens der Camera obscura wählen, wenn die Vorrichtung zu den paroptischen Farben gemacht ist.

425.
Wenn man durch eine Röhre durchsieht, deren untere Öffnung verengt oder durch verschiedene Ausschnitte bedingt ist, erscheinen die Farben gleichfalls.

426.
An die paroptischen Erscheinungen aber schließen sich meines Bedünkens folgende Phänomene näher an. Wenn man eine Nadelspitze nah vor das Auge hält, so entsteht in demselben ein Doppelbild. Besonders merkwürdig ist aber, wenn man durch die zu paroptischen Versuchen eingerichteten Messerklingen hindurch und gegen einen grauen Himmel sieht. Man blickt nämlich wie durch einen Flor, und es zeigen sich im Auge sehr viele Fäden, welches eigentlich nur die wiederholten Bilder der Klingenschärfen sind, davon das eine immer von dem folgenden sukzessiv oder wohl auch von dem gegenüber wirkenden parallaktisch bedingt und in eine Fadengestalt verwandelt wird.

427.
So ist denn auch noch schließlich zu bemerken, dass, wenn man durch die Klingen nach einem lichten Punkt im Fensterladen hinsieht, auf der Retina dieselben farbigen Streifen und Höfe wie auf dem Papiere entstehen.

428.
Und so sei dieses Kapitel gegenwärtig um so mehr geschlossen, als ein Freund übernommen hat, dasselbe nochmals genau durchzuexperimentieren, von dessen Bemerkungen wir bei Gelegenheit der Revision der Tafeln und des Apparats in der Folge weitere Rechenschaft zu geben hoffen.

XXXIII. Epoptische Farben

429.
Haben wir bisher uns mit solchen Farben abgegeben, welche zwar sehr lebhaft erscheinen, aber auch bei aufgehobener Bedingung sogleich wieder verschwinden, so machen wir nun die Erfahrung von solchen, welche zwar auch als vorübergehend beobachtet werden, aber unter gewissen Umständen sich dergestalt fixieren, dass sie auch nach aufgehobenen Bedingungen, welche ihre Erscheinung hervorbrachten, bestehen bleiben und also den Übergang von den physischen zu den chemischen Farben ausmachen.

430.
Sie entspringen durch verschiedene Veranlassungen auf der Oberfläche eines farblosen Körpers, ursprünglich, ohne Mitteilung, Färbe, Taufe (baphê) und wir werden sie nun, von ihrer leisesten Erscheinung bis zu ihrer hartnäckigsten Dauer, durch die verschiedenen Be-

dingungen ihres Entstehens hindurch verfolgen, welche wir zu leichterer Übersicht hier sogleich summarisch anführen.

431.

Erste Bedingung. Berührung zweier glatten Flächen harter durchsichtiger Körper.
Erster Fall, wenn Glasmassen, Glastafeln, Linsen aneinander gedrückt werden.
Zweiter Fall, wenn in einer soliden Glas-, Kristall- oder Eismasse ein Sprung entsteht.
Dritter Fall, indem sich Lamellen durchsichtiger Steine voneinander trennen.
Zweite Bedingung. Wenn eine Glasfläche oder ein geschliffner Stein angehaucht wird.
Dritte Bedingung. Verbindung von beiden obigen, dass man nämlich die Glastafel anhaucht, eine andre drauf legt, die Farben durch den Druck erregt, dann das Glas abschiebt, da sich denn die Farben nachziehen und mit dem Hauche verfliegen.
Vierte Bedingung. Blasen verschiedener Flüssigkeiten, Seife, Schokolade, Bier, Wein, feine Glasblasen.
Fünfte Bedingung. Sehr feine Häutchen und Lamellen mineralischer und metallischer Auflösungen; das Kalkhäutchen, die Oberfläche stehender Wasser, besonders eisenschüssiger; ingleichen Häutchen von Öl auf dem Wasser, besonders von Firnis auf Scheidewasser.
Sechste Bedingung. Wenn Metalle erhitzt werden. Anlaufen des Stahls und andrer Metalle.
Siebente Bedingung. Wenn die Oberfläche des Glases angegriffen wird.

432.

Erste Bedingung, erster Fall. Wenn zwei konvexe Gläser oder ein Konvex- und Planglas, am besten ein Konvex- und Hohlglas sich einander berühren, so entstehen konzentrische farbige Kreise. Bei dem gelindesten Druck zeigt sich sogleich das Phänomen, welches nach und nach durch verschiedene Stufen geführt werden kann. Wir beschreiben sogleich die vollendete Erscheinung, weil wir die verschiedenen Grade, durch welche sie durchgeht, rückwärts alsdann desto besser werden einsehen lernen.

433.

Die Mitte ist farblos; daselbst, wo die Gläser durch den stärksten Druck gleichsam zu einem vereinigt sind, zeigt sich ein dunkelgrauer Punkt, um denselben ein silberweißer Raum, alsdann folgen in abnehmenden Entfernungen verschiedene isolierte Ringe, welche sämtlich aus drei Farben, die unmittelbar miteinander verbunden sind, bestehen. Jeder dieser Ringe, deren etwa drei bis vier gezählt werden können, ist inwendig gelb, in der Mitte purpurfarben und auswendig blau. Zwischen zwei Ringen findet sich ein silberweißer Zwischenraum. Die letzten Ringe gegen die Peripherie des Phänomens stehen immer enger zusammen. Sie wechseln mit Purpur und Grün, ohne einen dazwischen bemerklichen silberweißen Raum.

434.

Wir wollen nunmehr die sukzessive Entstehung des Phänomens vom gelindesten Druck an beobachten.

435.

Beim gelindesten Druck erscheint die Mitte selbst grün gefärbt. Darauf folgen bis an die Peripherie sämtlicher konzentrischer Kreise purpurne und grüne Ringe. Sie sind verhältnismäßig breit und man sieht keine Spur eines silberweißen Raums zwischen ihnen. Die grüne Mitte entsteht durch das Blau eines unentwickelten Zirkels, das sich mit dem Gelb des ersten Kreises vermischt. Alle übrigen Kreise sind bei dieser gelinden Berührung breit, ihre gelben und blauen Ränder vermischen sich und bringen das schöne Grün hervor. Der Purpur aber eines jeden Ringes bleibt rein und unberührt, daher zeigen sich sämtliche Kreise von diesen beiden Farben.

436.
Ein etwas stärkerer Druck entfernt den ersten Kreis von dem unentwickelten um etwas weniges und isoliert ihn, so dass er sich nun ganz vollkommen zeigt. Die Mitte erscheint nun als ein blauer Punkt: denn das Gelbe des ersten Kreises ist nun durch einen silberweißen Raum von ihr getrennt. Aus dem Blauen entwickelt sich in der Mitte ein Purpur, welcher jederzeit nach außen seinen zugehörigen blauen Rand behält. Der zweite, dritte Ring, von innen gerechnet, ist nun schon völlig isoliert. Kommen abweichende Fälle vor, so wird man sie aus dem Gesagten und noch zu Sagenden zu beurteilen wissen.

437.
Bei einem stärkern Druck wird die Mitte gelb, sie ist mit einem purpurfarbenen und blauen Rand umgeben. Endlich zieht sich auch dieses Gelb völlig aus der Mitte. Der innerste Kreis ist gebildet und die gelbe Farbe umgibt dessen Rand. Nun erscheint die ganze Mitte silberweiß, bis zuletzt bei dem stärksten Druck sich der dunkle Punkt zeigt und das Phänomen, wie es zu Anfang beschrieben wurde, vollendet ist.

438.
Das Maß der konzentrischen Ringe und ihrer Entfernungen bezieht sich auf die Form der Gläser, welche zusammengedrückt werden.

439.
Wir haben oben bemerkt, dass die farbige Mitte aus einem unentwickelten Kreise bestehe. Es findet sich aber oft bei dem gelindesten Druck, dass mehrere unentwickelte Kreise daselbst gleichsam im Keime liegen, welche nach und nach vor dem Auge des Beobachters entwickelt werden können.

440.
Die Regelmäßigkeit dieser Ringe entspringt aus der Form des Konvexglases, und der Durchmesser des Phänomens richtet sich nach dem größeren oder kleinern Kugelschnitt, wonach eine Linse geschliffen ist. Man schließt daher leicht, dass man durch das Aneinanderdrücken von Plangläsern nur unregelmäßige Erscheinungen sehen werde, welche wellenförmig nach Art der gewässerten Seidenzeuge erscheinen und sich von dem Punkte des Drucks aus nach allen Enden verbreiten. Doch ist auf diesem Wege das Phänomen viel herrlicher als auf jenem und für einen jeden auffallend und reizend. Stellt man nun den Versuch auf diese Weise an, so wird man völlig wie bei dem oben beschriebenen bemerken, dass bei gelindem Druck die grünen und purpurnen Wellen zum Vorschein kommen, beim stärkeren aber Streifen, welche blau, purpurn und gelb sind, sich isolieren. In dem ersten Falle berühren sich ihre Außenseiten, in dem zweiten sind sie durch einen silberweißen Raum getrennt.

441.
Ehe wir nun zur fernern Bestimmung dieses Phänomens übergehen, wollen wir die bequemste Art, dasselbe hervorzubringen, mitteilen.
Man lege ein großes Konvexglas vor sich auf den Tisch gegen ein Fenster und auf dasselbe eine Tafel wohlgeschliffenen Spiegelglases, ungefähr von der Größe einer Spielkarte, so wird die bloße Schwere der Tafel sie schon dergestalt an drücken, dass eins oder das andre der beschriebenen Phänomene entsteht, und man wird schon durch die verschiedene Schwere der Glastafel, durch andre Zufälligkeiten, wie zum Beispiel wenn man die Glastafel auf die abhängende Seite des Konvexglases führt, wo sie nicht so stark aufdrückt als in der Mitte, alle von uns beschriebenen Grade nach und nach hervorbringen können.

442.

Um das Phänomen zu bemerken, muss man schief auf die Fläche sehen, auf welcher uns dasselbe erscheint. Äußerst merkwürdig ist aber, dass, wenn man sich immer mehr neigt und unter einem spitzeren Winkel nach dem Phänomen sieht, die Kreise sich nicht allein erweitern, sondern aus der Mitte sich noch andre Kreise entwickeln, von denen sich, wenn man perpendikulär auch durch das stärkste Vergrößerungsglas darauf sah, keine Spur entdecken ließ.

443.
Wenn das Phänomen gleich in seiner größten Schönheit erscheinen soll, so hat man sich der äußersten Reinlichkeit zu befleißigen. Macht man den Versuch mit Spiegelglasplatten, so tut man wohl, lederne Handschuh anzuziehen. Man kann bequem die innern Flächen, welche sich auf das genaueste berühren müssen, vor dem Versuche reinigen und die äußern bei dem Versuche selbst unter dem Drücken rein erhalten.

444.
Man sieht aus Obigem, dass eine genaue Berührung zweier glatten Flächen nötig ist. Geschliffene Gläser tun den besten Dienst. Glasplatten zeigen die schönsten Farben, wenn sie aneinander festhängen; und aus eben dieser Ursache soll das Phänomen an Schönheit wachsen, wenn sie unter die Luftpumpe gelegt werden und man die Luft auspumpt.

445.
Die Erscheinung der farbigen Ringe kann am schönsten hervorgebracht werden, wenn man ein konvexes und konkaves Glas, die nach einerlei Kugelschnitt geschliffen sind, zusammenbringt. Ich habe die Erscheinung niemals glänzender gesehen als bei dem Objektivglase eines achromatischen Fernrohrs, bei welchem das Crownglas mit dem Flintglase sich allzu genau berühren mochte.

446.
Merkwürdig ist die Erscheinung, wenn ungleichartige Flächen, zum Beispiel ein geschliffner Kristall an eine Glasplatte gedrückt wird. Die Erscheinung zeigt sich keineswegs in großen fließenden Wellen wie bei der Verbindung des Glases mit dem Glase, sondern sie ist klein und zackig und gleichsam unterbrochen, so dass es scheint, die Fläche des geschliffenen Kristalls, die aus unendlich kleinen Durchschnitten der Lamellen besteht, berühre das Glas nicht in einer solchen Kontinuität, als es von einem andern Glase geschieht.

447.
Die Farbenerscheinung verschwindet durch den stärksten Druck, der die beiden Flächen so innig verbindet, dass sie nur einen Körper auszumachen scheinen. Daher entsteht der dunkle Punkt in der Mitte, weil die gedrückte Linse auf diesem Punkte kein Licht mehr zurückwirft, so wie eben derselbe Punkt, wenn man ihn gegen das Licht sieht, völlig hell und durchsichtig ist. Bei Nachlassung des Drucks verschwinden die Farben allmählich, und völlig, wenn man die Flächen voneinander schiebt.

448.
Eben diese Erscheinungen kommen noch in zwei ähnlichen Fällen vor. Wenn ganze durchsichtige Massen sich voneinander in dem Grade trennen, dass die Flächen ihrer Teile sich noch hinreichend berühren, so sieht man dieselben Kreise und Wellen mehr oder weniger. Man kann sie sehr schön hervorbringen, wenn man eine erhitzte Glasmasse ins Wasser taucht, in deren verschiedenen Rissen und Sprüngen man die Farben in mannigfaltigen Zeichnungen bequem beobachten kann. Die Natur zeigt uns oft dasselbe Phänomen an gesprungenem Bergkristall.

449.
Häufig aber zeigt sich diese Erscheinung in der mineralischen Welt an solchen Steinarten, welche ihrer Natur nach blättrig sind. Diese ursprünglichen Lamellen sind zwar so innig verbunden, dass Steine dieser Art auch völlig durchsichtig und farblos erscheinen können; doch werden die innerlichen Blätter durch manche Zufälle getrennt, ohne dass die Berührung aufgehoben werde; und so wird die uns nun genugsam bekannte Erscheinung öfters hervorgebracht, besonders bei Kalkspäten, bei Fraueneis, bei der Adularia und mehreren ähnlich gebildeten Mineralien. Es zeigt also eine Unkenntnis der nächsten Ursachen einer Erscheinung, welche zufällig so oft hervorgebracht wird, wenn man sie in der Mineralogie für so bedeutend hielt und den Exemplaren, welche sie zeigten, einen besondern Wert beilegte.

450.
Es bleibt uns nur noch übrig, von der höchst merkwürdigen Umwendung dieses Phänomens zu sprechen, wie sie uns von den Naturforschern überliefert worden. Wenn man nämlich, anstatt die Farben bei reflektiertem Lichte zu betrachten, sie bei durchfallendem Licht beobachtet, so sollen an derselben Stelle die entgegengesetzten, und zwar auf eben die Weise, wie wir solche oben physiologisch, als Farben, die einander fordern, angegeben haben, erscheinen. An der Stelle des Blauen soll man das Gelbe und umgekehrt, an der Stelle des Roten das Grüne und so weiter sehen. Die näheren Versuche sollen künftig angegeben werden, um so mehr, als bei uns über diesen Punkt noch einige Zweifel obwalten.

451.
Verlangte man nun von uns, dass wir über diese bisher vorgetragenen epoptischen Farben, die unter der ersten Bedingung erscheinen, etwas Allgemeines aussprechen und diese Phänomene an die frühern physischen Erscheinungen anknüpfen sollten, so würden wir folgendermaßen zu Werke gehen.

452.
Die Gläser, welche zu den Versuchen gebraucht werden, sind als ein empirisch möglichst Durchsichtiges anzusehen. Sie werden aber, nach unsrer Überzeugung, durch eine innige Berührung, wie sie der Druck verursacht, sogleich auf ihren Oberflächen, jedoch nur auf das leiseste, getrübt. Innerhalb dieser Trübe entstehen sogleich die Farben, und zwar enthält jeder Ring das ganze System: denn indem die beiden entgegengesetzten, das Gelb und Blau, mit ihren roten Enden verbunden sind, zeigt sich der Purpur. Das Grüne hingegen, wie bei dem prismatischen Versuch, wenn Gelb und Blau sich erreichen.

453.
Wie durchaus bei Entstehung der Farbe das ganze System gefordert wird, haben wir schon früher mehrmals erfahren, und es liegt auch in der Natur jeder physischen Erscheinung, es liegt schon in dem Begriff von polarischer Entgegensetzung, wodurch eine elementare Einheit zur Erscheinung kommt.

454.
Dass bei durchscheinendem Licht eine andre Farbe sich zeigt als bei reflektiertem, erinnert uns an jene dioptrischen Farben der ersten Klasse, die wir auf ebendiese Weise aus dem Trüben entspringen sahen. Dass aber auch hier ein Trübes obwalte, daran kann fast kein Zweifel sein: denn das Ineinandergreifen der glättesten Glasplatten, welches so stark ist, dass sie fest aneinander hängen, bringt eine Halbvereinigung hervor, die jeder von beiden Flächen etwas an Glätte und Durchsichtigkeit entzieht. Den völligen Ausschlag aber möchte die Betrachtung geben, dass in der Mitte, wo die Linse am festesten auf das andre Glas aufgedrückt und eine vollkommene Vereinigung hergestellt wird, eine völlige Durchsichtigkeit entstehe, wobei man keine Farbe mehr gewahr wird. Jedoch mag alles dieses seine Bestätigung erst nach vollendeter allgemeiner Übersicht des Ganzen erhalten.

455.
Zweite Bedingung. Wenn man eine angehauchte Glasplatte mit dem Finger abwischt und sogleich wieder anhaucht, sieht man sehr lebhaft durcheinander schwebende Farben, welche, indem der Hauch abläuft, ihren Ort verändern und zuletzt mit dem Hauche verschwinden. Wiederholt man diese Operation, so werden die Farben lebhafter und schöner und scheinen auch länger als die ersten Male zu bestehen.

456.
So schnell auch dieses Phänomen vorübergeht und so konfus es zu sein scheint, so glaub' ich doch folgendes bemerkt zu haben. Im Anfange erscheinen alle Grundfarben und ihre Zusammensetzungen. Haucht man stärker, so kann man die Erscheinung in einer Folge gewahr werden. Dabei lässt sich bemerken, dass, wenn der Hauch im Ablaufen sich von allen Seiten gegen die Mitte des Glases zieht, die blaue Farbe zuletzt verschwindet.

457.
Das Phänomen entsteht am leichtesten zwischen den zarten Streifen, welche der Strich des Fingers auf der klaren Fläche zurücklässt, oder es erfordert eine sonstige gewissermaßen rauhe Disposition der Oberfläche des Körpers. Auf manchen Gläsern kann man durch den bloßen Hauch schon die Farbenerscheinung hervorbringen, auf andern hingegen ist das Reiben mit dem Finger nötig; ja ich habe geschliffene Spiegelgläser gefunden, von welchen die eine Seite angehaucht sogleich die Farben lebhaft zeigte, die andre aber nicht. Nach den überbliebenen Facetten zu urteilen, war jene ehemals die freie Seite des Spiegels, diese aber die innere, durch das Quecksilber bedeckte gewesen.

458.
Wie nun diese Versuche sich am besten in der Kälte anstellen lassen, weil sich die Platte schneller und reiner anhauchen lässt und der Hauch schneller wieder abläuft, so kann man auch bei starkem Frost, in der Kutsche fahrend, das Phänomen im großen gewahr werden, wenn die Kutschfenster sehr rein geputzt und sämtlich aufgezogen sind. Der Hauch der in der Kutsche sitzenden Personen schlägt auf das zarteste an die Scheiben und erregt sogleich das lebhafteste Farbenspiel. Inwiefern eine regelmäßige Sukzession darin sei, habe ich nicht bemerken können. Besonders lebhaft aber erscheinen die Farben, wenn sie einen dunklen Gegenstand zum Hintergrunde haben. Dieser Farbenwechsel dauert aber nicht lange: denn sobald sich der Hauch in stärkere Tropfen sammelt oder zu Eisnadeln gefriert, so ist die Erscheinung alsbald aufgehoben.

459.
Dritte Bedingung. Man kann die beiden vorhergehenden Versuche des Druckes und Hauches verbinden, indem man nämlich eine Glasplatte anhaucht und die andre sogleich darauf drückt. Es entstehen alsdann die Farben, wie beim Drucke zweier unangehauchten, nur mit dem Unterschiede, dass die Feuchtigkeit hie und da einige Unterbrechung der Wellen verursacht. Schiebt man eine Glasplatte von der andern weg, so läuft der Hauch farbig ab.

460.
Man könnte jedoch behaupten, dass dieser verbundene Versuch nichts mehr als die einzelnen sage: denn wie es scheint, so verschwinden die durch den Druck erregten Farben in dem Maße, wie man die Gläser voneinander abschiebt, und die behauchten Stellen, laufen alsdann mit ihren eignen Farben ab.

461.
Vierte Bedingung. Farbige Erscheinungen lassen sich fast an allen Blasen beobachten. Die Seifenblasen sind die bekanntesten und ihre Schönheit ist am leichtesten darzustellen. Doch

findet man sie auch beim Weine, Bier, bei geistigen reinen Liquoren, besonders auch im Schaume der Schokolade.

462.
Wie wir oben einen unendlich schmalen Raum zwischen zwei Flächen, welche sich berühren, erforderten, so kann man das Häutchen der Seifenblase als ein unendlich dünnes Blättchen zwischen zwei elastischen Körpern ansehen: denn die Erscheinung zeigt sich doch eigentlich zwischen der innern, die Blase auftreibenden Luft und zwischen der atmosphärischen.

463.
Die Blase, indem man sie hervorbringt, ist farblos: dann fangen farbige Züge, wie des Marmorpapieres, an sich sehen zu lassen, die sich endlich über die ganze Blase verbreiten oder vielmehr um sie herumgetrieben werden, indem man sie aufbläst.

464.
Es gibt verschiedene Arten, die Blase zu machen; frei, indem man den Strohhalm nur in die Auflösung taucht und die hängende Blase durch den Atem auftreibt. Hier ist die Entstehung der Farbenerscheinung schwer zu beobachten, weil die schnelle Rotation keine genaue Bemerkung zulässt und alle Farben durcheinander gehen. Doch lässt sich bemerken, dass die Farben am Strohhalm anfangen. Ferner kann man in die Auflösung selbst blasen, jedoch vorsichtig, damit nur eine Blase entstehe. Sie bleibt, wenn man sie nicht sehr auftreibt, weiß; wenn aber die Auflösung nicht allzu wässrig ist, so setzen sich Kreise um die perpendikulare Achse der Blase, die gewöhnlich grün und purpurn abwechseln, indem sie nah aneinander stoßen. Zuletzt kann man auch mehrere Blasen nebeneinander hervorbringen, die noch mit der Auflösung zusammenhangen. In diesem Falle entstehen die Farben an den Wänden, wo zwei Blasen einander platt gedrückt haben.

465.
An den Blasen des Schokoladenschaums sind die Farben fast bequemer zu beobachten als an den Seifenblasen. Sie sind beständiger, obgleich kleiner. In ihnen wird durch die Wärme ein Treiben, eine Bewegung hervorgebracht und unterhalten, die zur Entwicklung, Sukzession und endlich zum Ordnen des Phänomens nötig zu sein scheinen.

466.
Ist die Blase klein oder zwischen andern eingeschlossen, so treiben sich farbige Züge auf der Oberfläche herum, dem marmorierten Papiere ähnlich; man sieht alle Farben unsres Schemas durcheinander ziehen, die reinen, gesteigerten, gemischten, alle deutlich hell und schön. Bei kleinen Blasen dauert das Phänomen immer fort.

467.
Ist die Blase größer oder wird sie nach und nach isoliert, dadurch dass die andern neben ihr zerspringen, so bemerkt man bald, dass dieses Treiben und Ziehen der Farben auf etwas abzwecke. Wir sehen nämlich auf dem höchsten Punkte der Blase einen kleinen Kreis entstehen, der in der Mitte gelb ist; die übrigen farbigen Züge bewegen sich noch immer wurmförmig um ihn her.

468.
Es dauert nicht lange, so vergrößert sich der Kreis und sinkt nach allen Seiten hinab. In der Mitte behält er sein Gelb, nach unten und außen wird er purpurfarben und bald blau. Unter diesem entsteht wieder ein neuer Kreis von eben dieser Farbenfolge. Stehen sie nahe genug beisammen, so entsteht aus Vermischung der Endfarben ein Grün.

469.
Wenn ich drei solcher Hauptkreise zählen konnte, so war die Mitte farblos, und dieser Raum wurde nach und nach größer, indem die Kreise mehr niedersanken, bis zuletzt die Blase zerplatzte.

470.
Fünfte Bedingung. Es können auf verschiedene Weise sehr zarte Häutchen entstehen, an welchen man ein sehr lebhaftes Farbenspiel entdeckt, indem nämlich sämtliche Farben entweder in der bekannten Ordnung oder mehr verworren durcheinander laufend gesehen werden. Das Wasser, in welchem ungelöschter Kalk aufgelöst worden, überzieht sich bald mit einem farbigen Häutchen. Ein Gleiches geschieht auf der Oberfläche stehender Wasser, vorzüglich solcher, welche Eisen enthalten. Die Lamellen des feinen Weinsteins, die sich, besonders von rotem französischen Weine, in den Bouteillen anlegen, glänzen von den schönsten Farben, wenn sie auf sorgfältige Weise losgeweicht und an das Tageslicht gebracht werden. Öltropfen auf Wasser, Branntwein und andern Flüssigkeiten bringen auch dergleichen Ringe und Flämmchen hervor. Der schönste Versuch aber, den man machen kann, ist folgender. Man gieße nicht allzu starkes Scheidewasser in eine flache Schale und tropfe mit einem Pinsel von jenem Firnis darauf, welchen die Kupferstecher brauchen, um während des Ätzens gewisse Stellen ihrer Platten zu decken. Sogleich entsteht unter lebhafter Bewegung ein Häutchen, das sich in Kreise ausbreitet und zugleich die lebhaftesten Farbenerscheinungen hervorbringt.

471.
Sechste Bedingung. Wenn Metalle erhitzt werden, so entstehen auf ihrer Oberfläche flüchtig aufeinanderfolgende Farben, welche jedoch nach Be-lieben festgehalten werden können.

472.
Man erhitze einen polierten Stahl, und er wird in einem gewissen Grad der Wärme gelb überlaufen. Nimmt man ihn schnell von den Kohlen weg, so bleibt ihm diese Farbe.

473.
Sobald der Stahl heißer wird, erscheint das Gelbe dunkler, höher und geht bald in den Purpur hinüber. Dieser ist schwer festzuhalten, denn er eilt sehr schnell ins Hochblaue.

474.
Dieses schöne Blau ist festzuhalten, wenn man schnell den Stahl aus der Hitze nimmt und ihn in Asche steckt. Die blau angelaufnen Stahlarbeiten werden auf diesem Wege hervorgebracht. Fährt man aber fort, den Stahl frei über dem Feuer zu halten, so wird er in kurzem hellblau, und so bleibt er.

475.
Diese Farben ziehen wie ein Hauch über die Stahlplatte, eine scheint vor der andern zu fliehen, aber eigentlich entwickelt sich immer die folgende aus der vorhergehenden.

476.
Wenn man ein Federmesser ins Licht hält, so wird ein farbiger Streif quer über die Klinge entstehen. Der Teil des Streifes, der am tiefsten in der Flamme war, ist hellblau, das sich ins Blaurote verliert. Der Purpur steht in der Mitte, dann folgt Gelbrot und Gelb.

477.
Dieses Phänomen leitet sich aus dem vorhergehenden ab; denn die Klinge nach dem Stiele zu ist weniger erhitzt als an der Spitze, welche sich in der Flamme befindet; und so müssen

alle Farben, die sonst nacheinander entstehen, auf einmal erscheinen, und man kann sie auf das beste figiert aufbewahren.

478.
Robert Boyle gibt diese Farbensukzession folgendermaßen an: a florido flavo ad flavum saturum et rubescentem (quem artifices sanguineum vocant) inde ad languidum, postea ad saturlorem cyaneum. Dieses wäre ganz gut, wenn man die Worte languidus und saturior ihre Stellen verwechseln ließe. Inwiefern die Bemerkung richtig ist, dass die verschiedenen Farben auf die Grade der folgenden Härtung Einfluß haben, lassen wir dahingestellt sein. Die Farben sind hier nur Anzeichen der verschiedenen Grade der Hitze.

479.
Wenn man Blei kalziniert, wird die Oberfläche erst graulich. Dieses grauliche Pulver wird durch größere Hitze gelb und sodann orange. Auch das Silber zeigt bei der Erhitzung Farben. Der Blick des Silbers beim Abtreiben gehört auch hierher. Wenn metallische Gläser schmelzen, entstehen gleichfalls Farben auf der Oberfläche.

480.
Siebente Bedingung. Wenn die Oberfläche des Glases angegriffen wird. Das Blindwerden des Glases ist uns oben schon merkwürdig gewesen. Man bezeichnet durch diesen Ausdruck, wenn die Oberfläche des Glases dergestalt angegriffen wird, dass es uns trüb erscheint.

481.
Das weiße Glas wird am ersten blind, desgleichen gegossenes und nachher geschliffenes Glas, das blauliche weniger, das grüne am wenigsten.

482.
Eine Glastafel hat zweierlei Seiten, davon man die eine die Spiegelseite nennt. Es ist die, welche im Ofen oben liegt, an der man rundliche Erhöhungen bemerken kann. Sie ist glätter als die andere, die im Ofen unten liegt und an welcher man manchmal Kritzen bemerkt. Man nimmt deswegen gern die Spiegelseite in die Zimmer, weil sie durch die von innen anschlagende Feuchtigkeit weniger als die andre angegriffen und das Glas daher weniger blind wird.

483.
Dieses Blindwerden oder Trüben des Glases geht nach und nach in eine Farbenerscheinung über, die sehr lebhaft werden kann und bei welcher vielleicht auch eine gewisse Sukzession oder sonst etwas Ordnungsgemäßes zu entdecken wäre.

484.
Und so hätten wir denn auch die physischen Farben von ihrer leisesten Wirkung an bis dahin geführt, wo sich diese flüchtigen Erscheinungen an die Körper festsetzen, und wir wären auf diese Weise an die Grenze gelangt, wo die chemischen Farben eintreten, ja gewissermaßen haben wir diese Grenze schon überschritten, welches für die Stetigkeit unsres Vortrags ein gutes Vorurteil erregen mag. Sollen wir aber noch zu Ende dieser Abteilung etwas Allgemeines aussprechen und auf ihren innern Zusammenhang hindeuten, so fügen wir zu dem, was wir oben (451-454) gesagt haben, noch folgendes hinzu.

485.
Das Anlaufen des Stahls und die verwandten Erfahrungen könnte man vielleicht ganz bequem aus der Lehre von den trüben Mitteln herleiten. Polierter Stahl wirft mächtig das Licht zurück. Man denke sich das durch die Hitze bewirkte Anlaufen als eine gelinde Trübe; sogleich müsste daher ein Hellgelb erscheinen, welches bei zunehmender Trübe immer ver-

dichteter, gedrängter und röter, ja zuletzt purpur und rubinrot erscheinen muss. Wäre nun zuletzt diese Farbe auf den höchsten Punkt des Dunkelwerdens gesteigert, und man dächte sich die immer fortwaltende Trübe, so würde diese nunmehr sich über ein Finsteres verbreiten und zuerst ein Violett, dann ein Dunkelblau und endlich ein Hellblau hervorbringen und so die Reihe der Erscheinungen beschließen.

Wir wollen nicht behaupten, dass man mit dieser Erklärungsart völlig auslange, unsre Absicht ist vielmehr, nur auf den Weg zu deuten, auf welchem zuletzt die alles umfassende Formel, das eigentliche Wort des Rätsels gefunden werden kann.

Dritte Abteilung - Chemische Farben

486.
So nennen wir diejenigen, welche wir an gewissen Körpern erregen, mehr oder weniger fixieren, an ihnen steigern, von ihnen wieder wegnehmen und andern Körpern mitteilen können, denen wir denn auch deshalb eine gewisse immanente Eigenschaft zuschreiben. Die Dauer ist meist ihr Kennzeichen.

487.
In diesen Rücksichten bezeichnete man früher die chemischen Farben mit verschiedenen Beiwörtern. Sie hiessen colores proprii, corporei, materiales, veri, permanentes, fixi.

488.
Wie sich das Bewegliche und Vorübergehende der physischen Farben nach und nach an den Körpern fixiere, haben wir in dem Vorhergehenden bemerkt und den Übergang eingeleitet.

489.
Die Farbe fixiert sich an den Körpern mehr oder weniger dauerhaft, oberflächlich oder durchdringend.

490.
Alle Körper sind der Farbe fähig, entweder dass sie an ihnen erregt, gesteigert, stufenweise fixiert oder wenigstens ihnen mitgeteilt werden kann.

XXXIV. Chemischer Gegensatz

491.
Indem wir bei Darstellung der farbigen Erscheinung auf einen Gegensatz durchaus aufmerksam zu machen Ursache hatten, so finden wir, indem wir den Boden der Chemie betreten, die chemischen Gegensätze uns auf eine bedeutende Weise begegnend. Wir sprechen hier zu unsern Zwecken nur von demjenigen, den man unter dem allgemeinen Namen von Säure und Alkali zu begreifen pflegt.

492.
Wenn wir den chromatischen Gegensatz nach Anleitung aller übrigen physischen Gegensätze durch ein Mehr oder Weniger bezeichnen, der gelben Seite das Mehr, der blauen das Weniger zuschreiben, so schließen sich diese beiden Seiten nun auch in chemischen Fällen an die Seiten des chemisch Entgegengesetzten an. Das Gelb und Gelbrote widmet sich den Säuren, das Blau und Blaurote den Alkalien, und so lassen sich die Erscheinungen der chemischen Farben, freilich mit noch manchen andern eintretenden Betrachtungen, auf eine ziemlich einfache Weise durchfahren.

493.
Da übrigens die Hauptphänomene der chemischen Farben bei Säuerungen der Metalle vorkommen, so sieht man, wie wichtig diese Betrachtung hier an der Spitze sei. Was übrigens noch weiter zu bedenken eintritt, werden wir unter einzelnen Rubriken näher bemerken, wo-

bei wir jedoch ausdrücklich erklären, dass wir dem Chemiker nur im allgemeinsten vorzuarbeiten gedenken, ohne uns in irgendein Besonderes, ohne uns in die zartern chemischen Aufgaben und Fragen mischen oder sie beantworten zu wollen. Unsre Absicht kann nur sein, eine Skizze zu geben, wie sich allenfalls nach unserer Überzeugung die chemische Farbenlehre an die allgemeine physische anschließen könnte.

XXXV. Ableitung des Weißen

494.
Wir haben hiezu schon oben bei Gelegenheit der dioptrischen Farben der ersten Klasse (155 ff.) einige Schritte getan. Durchsichtige Körper stehen auf der höchsten Stufe unorganischer Materialität. Zunächst daran fügt sich die reine Trübe, und das Weiße kann als die vollendete reine Trübe angesehen werden.

495.
Reines Wasser zu Schnee kristallisiert erscheint weiß, indem die Durchsichtigkeit der einzelnen Teile kein durchsichtiges Ganzes macht. Verschiedene Salzkristalle, denen das Kristallisationswasser entweicht, erscheinen als ein weißes Pulver. Man könnte den zufällig undurchsichtigen Zustand des rein Durchsichtigen Weiß nennen, so wie ein zermalmtes Glas als ein weißes Pulver erscheint. Man kann dabei die Aufhebung einer dynamischen Verbindung und die Darstellung der atomistischen Eigenschaft der Materie in Betracht ziehen.

496.
Die bekannten unzerlegten Erden sind in ihrem reinen Zustand alle weiß. Sie gehen durch natürliche Kristallisation in Durchsichtigkeit über; Kieselerde in den Bergkristall, Tonerde in den Glimmer, Bittererde in den Talk, Kalkerde und Schwererde erscheinen in so mancherlei Späten durchsichtig.

497.
Da uns bei Färbung mineralischer Körper die Metallkalke vorzüglich begegnen werden, so bemerken wir noch zum Schlusse, dass angehende gelinde Säurungen weiße Kalke darstellen, wie das Blei durch die Essigsäure in Bleiweiß verwandelt wird.

XXXVI. Ableitung des Schwarzen

498.
Das Schwarze entspringt uns nicht so uranfänglich wie das Weiße. Wir treffen es im vegetabilischen Reiche bei Halbverbrennungen an, und die Kohle, der auch übrigens höchst merkwürdige Körper, zeigt uns die schwarze Farbe. Auch wenn Holz, zum Beispiel Bretter, durch Licht, Luft und Feuchtigkeit seines Brennlichen zum Teil beraubt wird, so erscheint erst die graue, dann die schwarze Farbe. Wie wir denn auch animalische Teile durch eine Halbverbrennung in Kohle verwandeln können.

499.
Ebenso finden wir auch bei den Metallen, dass oft eine Halboxydation stattfindet, wenn die schwarze Farbe erregt werden soll. So werden durch schwache Säuerung mehrere Metalle, besonders das Eisen, schwarz, durch Essig, durch gelinde saure Gärungen, zum Beispiel eines Reisdekokts und so weiter.

500.
Nicht weniger lässt sich vermuten, dass eine Ab- oder Rücksäuerung die schwarze Farbe hervorbringe. Dieser Fall ist bei der Entstehung der Tinte, da das in der starken Schwefelsäure aufgelöste Eisen gelblich wird, durch die Gallusinfusion aber zum Teil entsäuert nunmehr schwarz erscheint.

XXXVII. Erregung der Farbe

501.
Als wir oben in der Abteilung von physischen Farben trübe Mittel behandelten, sahen wir die Farbe eher, als das Weiße und Schwarze. Nun setzen wir ein gewordnes Weißes, ein gewordnes Schwarzes fixiert voraus und fragen, wie sich an ihm die Farbe erregen lasse.

502.
Auch hier können wir sagen, ein Weißes, das sich verdunkelt, das sich trübt, wird gelb; das Schwarze, das sich erhellt, wird blau.

503.
Auf der aktiven Seite, unmittelbar am Lichte, am Hellen, am Weißen entsteht das Gelbe. Wie leicht vergilbt alles, was weiße Oberflächen hat, das Papier, die Leinwand, Baumwolle, Seide, Wachs; besonders auch durchsichtige Liquoren, welche zum Brennen geneigt sind, werden leicht gelb, das heißt mit andern Worten, sie gehen leicht in eine gelinde Trübung über.

504.
So ist die Erregung auf der passiven Seite am Finstern, Dunkeln, Schwarzen sogleich mit der blauen, oder vielmehr mit einer rötlichblauen Erscheinung begleitet. Eisen in Schwefelsäure aufgelöst und sehr mit Wasser diluiert bringt in einem gegen das Licht gehaltnen Glase, sobald nur einige Tropfen Gallus dazu kommen, eine schöne violette Farbe hervor, welche die Eigenschaften des Rauchtopases, das Orphninon eines verbrannten Purpurs, wie sich die Alten ausdrücken, dem Auge darstellt.

505.
Ob an den reinen Erden durch chemische Operationen der Natur und Kunst, ohne Beimischung von Metallkalken eine Farbe erregt werden könne, ist eine wichtige Frage die gewöhnlich mit Nein beantwortet wird. Sie hängt vielleicht mit der Frage zusammen, inwiefern sich durch Oxydation den Erden etwas abgewinnen lasse.

506.
Für die Verneinung der Frage spricht allerdings der Umstand, dass überall, wo man mineralische Farben findet sich eine Spur von Metall, besonders von Eisen zeigt, wobei man freilich in Betracht zieht, wie leicht sich das Eisen oxydiere, wie leicht der Eisenkalk verschiedene Farben annehme, wie unendlich teilbar derselbe sei und wie geschwind er seine Farbe mitteile. Demungeachtet wäre zu wünschen, dass neue Versuche hierüber angestellt und die Zweifel entweder bestärkt oder beseitigt würden.

507.
Wie dem auch sein mag, so ist die Rezeptivität der Erden gegen schon vorhandne Farben sehr groß, worunter sich die Alaunerde besonders auszeichnet.

508.

Wenn wir nun zu den Metallen übergehen, welche sich im unorganischen Reiche beinahe privativ das Recht, farbig zu erscheinen, zugeeignet haben, so finden wir, dass sie sich in ihrem reinen, selbständigen, regulinischen Zustande schon dadurch von den reinen Erden unterscheiden, dass sie sich zu irgendeiner Farbe hinneigen.

509.
Wenn das Silber sich dem reinen Weißen am meisten nähert, ja das reine Weiß, erhöht durch metallischen Glanz, wirklich darstellt, so ziehen Stahl, Zinn, Blei und so weiter ins bleiche Blaugraue hinüber, dagegen das Gold sich zum reinen Gelben erhöht, das Kupfer zum Roten hinanrückt, welches unter gewissen Umständen sich fast bis zum Purpur steigert, durch Zink hingegen wieder zur gelben Goldfarbe hinabgezogen wird.

510.
Zeigen Metalle nun im gediegenen Zustande solche spezifische Determinationen zu diesem oder jenem Farbenausdruck, so werden sie durch die Wirkung der Oxydation gewissermaßen in eine gemeinsame Lage versetzt. Denn die Elementarfarben treten nun rein hervor, und obgleich dieses und jenes Metall zu dieser oder jener Farbe eine besondre Bestimmbarkeit zu haben scheint, so wissen wir doch von einigen, dass sie den ganzen Farbenkreis durchlaufen können, von andern, dass sie mehr als eine Farbe darzustellen fähig sind; wobei sich jedoch das Zinn durch seine Unfärblichkeit auszeichnet. Wir geben künftig eine Tabelle, inwiefern die verschiedenen Metalle mehr oder weniger durch die verschiedenen Farben durchgeführt werden können.

511.
Dass die reine glatte Oberfläche eines gediegenen Metalles bei Erhitzung von einem Farbenhauch überzogen wird, welcher mit steigender Wärme eine Reihe von Erscheinungen durchläuft, deutet nach unserer Überzeugung auf die Fähigkeit der Metalle, den ganzen Farbenkreis zu durchlaufen. Am schönsten werden wir dieses Phänomen am polierten Stahl gewahr, aber Silber, Kupfer, Messing, Blei, Zinn lassen uns leicht ähnliche Erscheinungen sehen. Wahrscheinlich ist hier eine oberflächliche Säurung im Spiele, wie man aus der fortgesetzten Operation, besonders bei den leichter verkalklichen Metallen schließen kann.

512.
Dass ein geglühtes Eisen leichter eine Säurung durch saure Liquoren erleidet, scheint auch dahin zu deuten, indem eine Wirkung der andern entgegenkommt. Noch bemerken wir, dass der Stahl, je nachdem er in verschiedenen Epochen seiner Farbenerscheinung gehärtet wird, einigen Unterschied der Elastizität zeigen soll, welches ganz naturgemäß ist, indem die verschiedenen Farbenerscheinungen die verschiedenen Grade der Hitze andeuten.

513.
Geht man über diesen oberflächlichen Hauch, über dieses Häutchen hinweg, beobachtet man, wie Metalle in Massen penetrativ gesäuert werden, so erscheint mit dem ersten Grade Weiß oder Schwarz, wie man beim Bleiweiß, Eisen und Quecksilber bemerken kann.

514.
Fragen wir nun weiter nach eigentlicher Erregung der Farbe, so finden wir sie auf der Plusseite am häufigsten. Das oft erwähnte Anlaufen glatter metallischer Flächen geht von dem Gelben aus. Das Eisen geht bald in den gelben Ocker, das Blei aus dem Bleiweiß in den Massicot, das Quecksilber aus dem Äthiops in den gelben Turbit hinüber Die Auflösungen des Goldes und der Platina in Säuren sind gelb.

515.

Die Erregungen auf der Minusseite sind seltner. Ein wenig gesäuertes Kupfer erscheint blau. Bei Bereitung des Berlinerblau sind Alkalien im Spiele.

516.
Überhaupt aber sind diese Farbenerscheinungen von so beweglicher Art, dass die Chemiker selbst, sobald sie ins Feinere gehen, sie als trügliche Kennzeichen betrachten. Wir aber können zu unsern Zwecken diese Materie nur im Durchschnitt behandeln und wollen nur so viel bemerken, dass man vielleicht die metallischen Farbenerscheinungen, wenigstens zum didaktischen Behuf, einstweilen ordnen könne, wie sie durch Säurung, Aufsäurung, Absäurung und Entsäurung entstehen, sich auf mannigfaltige Weise zeigen und verschwinden.

XXXVIII. Steigerung

517.
Die Steigerung erscheint uns als eine In-sich-selbst-Drängung, Sättigung, Beschattung der Farben. So haben wir schon oben bei farblosen Mitteln gesehen, dass wir durch Vermehrung der Trübe einen leuchtenden Gegenstand vom leisesten Gelb bis zum höchsten Rubinrot steigern können. Umgekehrt steigert sich das Blau in das schönste Violett, wenn wir eine erleuchtete Trübe vor der Finsternis verdünnen und vermindern (150, 151).

518.
Ist die Farbe spezifiziert, so tritt ein Ähnliches hervor. Man lasse nämlich Stufengefäße aus weißem Porzellan machen und fülle das eine mit einer reinen gelben Feuchtigkeit, so wird diese von oben herunter bis auf den Boden stufenweise immer röter und zuletzt orange erscheinen. In das andre Gefäß gieße man eine blaue reine Solution, die obersten Stufen werden ein Himmelblau, der Grund des Gefäßes ein schönes Violett zeigen. Stellt man das Gefäß in die Sonne, so ist die Schattenseite der obern Stufen auch schon violett. Wirft man mit der Hand oder einem andern Gegenstande Schatten über den erleuchteten Teil des Gefäßes, so erscheint dieser Schatten gleichfalls rötlich.

519.
Es ist dieses eine der wichtigsten Erscheinungen in der Farbenlehre, indem wir ganz greiflich erfahren, dass ein quantitatives Verhältnis einen qualitativen Eindruck auf unsre Sinne hervorbringe. Und indem wir schon früher, bei Gelegenheit der letzten epoptischen Farben (485), unsre Vermutungen eröffnet, wie man das Anlaufen des Stahls vielleicht aus der Lehre von trüben Mitteln herleiten könnte, so bringen wir dieses hier abermals ins Gedächtnis.

520.
Übrigens folgt alle chemische Steigerung unmittelbar auf die Erregung. Sie geht unaufhaltsam und stetig fort, wobei man zu bemerken hat, dass die Steigerung auf der Plusseite die gewöhnlichste ist. Der gelbe Eisenocker steigert sich sowohl durchs Feuer als durch andre Operationen zu einer sehr hohen Röte. Massicot wird in Mennige, Turbit in Zinnober gesteigert, welcher letztere schon auf eine sehr hohe Stufe des Gelbroten gelangt. Eine innige Durchdringung des Metalls durch die Säure, eine Teilung desselben ins empirisch Unendliche geht hierbei vor.

521.
Die Steigerung auf der Minusseite ist seltner, ob wir gleich bemerken, dass je reiner und gedrängter das Berlinerblau oder das Kobaltglas bereitet wird, es immer einen rötlichen Schein annimmt und mehr ins Violette spielt.

522.
Für diese unmerkliche Steigerung des Gelben und Blauen ins Rote haben die Franzosen einen artigen Ausdruck, indem sie sagen, die Farbe habe einen Oeil de Rouge, welches wir durch einen rötlichen Blick ausdrücken könnten.

XXXIX. Kulmination

523.
Sie erfolgt bei fortschreitender Steigerung. Das Rote, worin weder Gelb noch Blau zu entdecken ist, macht hier den Zenit.

524.
Suchen wir ein auffallendes Beispiel einer Kulmination von der Plusseite her, so finden wir es abermals beim anlaufenden Stahl, welcher bis in den Purpurzenit gelangt und auf diesem Punkte festgehalten werden kann.

525.
Sollen wir die vorhin (516) angegebene Terminologie hier anwenden, so würden wir sagen, die erste Säuerung bringe das Gelbe hervor, die Aufsäurung das Gelbrote; hier entstehe ein gewisses Summum, da denn eine Absäurung und endlich eine Entsäurung eintrete.

526.
Hohe Punkte von Säuerung bringen eine Purpurfarbe hervor. Gold, aus seiner Auflösung durch Zinnauflösung gefällt, erscheint purpurfarben. Das Oxyd des Arseniks, mit Schwefel verbunden, bringt eine Rubinfarbe hervor.

527.
Wiefern aber eine Art von Absäurung bei mancher Kulmination mitwirke, wäre zu untersuchen: denn eine Einwirkung der Alkalien auf das Gelbrote scheint auch die Kulmination hervorzubringen, indem die Farbe gegen das Minus zu in den Zenit genötigt wird.

528.
Aus dem besten ungarischen Zinnober, welcher das höchste Gelbrot zeigt, bereiten die Holländer eine Farbe, die man Vermillon nennt. Es ist auch nur ein Zinnober, der sich aber der Purpurfarbe nähert, und es lässt sich vermuten, dass man durch Alkalien ihn der Kulmination näherzubringen sucht.

529.
Vegetabilische Säfte sind, auf diese Weise behandelt, ein in die Augen fallendes Beispiel. Kurkuma, Orlean, Saflor und andre, deren färbendes Wesen man mit Weingeist ausgezogen und nun Tinkturen von gelber, gelb- und hyazinthroter Farbe vor sich hat, gehen durch Beimischung von Alkalien in den Zenit, ja drüber hinaus nach dem Blauroten zu.

530.
Kein Fall einer Kulmination von der Minusseite ist mir im mineralischen und vegetabilischen Reiche bekannt. In dem animalischen ist der Saft der Purpurschnecke merkwürdig, von dessen Steigerung und Kulmination von der Minusseite her wir künftig sprechen werden.

XL. Balancieren

531.
Die Beweglichkeit der Farbe ist so groß, dass selbst diejenigen Pigmente, welche man glaubt spezifiziert zu haben, sich wieder hin und her wenden lassen. Sie ist in der Nähe des Kulminationspunktes am merkwürdigsten und wird durch wechselsweise Anwendung der Säuren und A1kalien am auffallendsten bewirkt.

532.
Die Franzosen bedienen sich, um diese Erscheinung bei der Färberei auszudrücken, des Wortes virer, welches von einer Seite nach der andern wenden heißt, und drücken dadurch auf eine sehr geschickte Weise dasjenige aus, was man sonst durch Mischungsverhältnisse zu bezeichnen und anzugeben versucht.

533.
Hievon ist diejenige Operation, die wir mit dem Lackmus zu machen pflegen, eine der bekanntesten und auffallendsten. Lackmus ist ein Farbematerial, das durch Alkalien zum Rotblauen spezifiziert worden. Es wird dieses sehr leicht durch Säuren ins Rotgelbe hinüber und durch Alkalien wieder herüber gezogen. Inwiefern in diesem Fall durch zarte Versuche ein Kulminationspunkt zu entdecken und festzuhalten sei, wird denen, die in dieser Kunst geübt sind, überlassen, so wie die Färbekunst, besonders die Scharlachfärberei, von diesem Hin- und Herwenden mannigfaltige Beispiele zu liefern imstande ist.

XLI. Durchwandern des Kreises

534.
Die Erregung und Steigerung kommt mehr auf der Plus- als auf der Minusseite vor. So geht auch die Farbe, bei Durchwanderung des ganzen Wegs, meist von der Plusseite aus.

535.
Eine stetige in die Augen fallende Durchwanderung des Wegs, vom Gelben durchs Rote zum Blauen, zeigt sich beim Anlaufen des Stahls.

536.
Die Metalle lassen sich durch verschiedene Stufen und Arten der Oxydation auf verschiedenen Punkten des Farbenkreises spezifizieren.

537.
Da sie auch grün erscheinen, so ist die Frage, ob man eine stetige Durchwandrung aus dem Gelben durchs Grüne ins Blaue und umgekehrt in dem Mineralreiche kennt. Eisenkalk, mit Glas zusammengeschmolzen, bringt erst eine grüne, bei verstärktem Feuer eine blaue Farbe hervor.

538.
Es ist wohl hier am Platz, von dem Grünen überhaupt zu sprechen. Es entsteht vor uns vorzüglich im atomistischen Sinne und zwar völlig rein, wenn wir Gelb und Blau zusammenbringen; allein auch schon ein unreines, beschmutztes Gelb bringt uns den Eindruck des Grünlichen hervor. Gelb mit Schwarz macht schon Grün; aber auch dieses leitet sich davon ab, dass Schwarz mit dem Blauen verwandt ist. Ein unvollkommnes Gelb, wie das Schwefelgelb, gibt uns den Eindruck von einem Grünlichen. Ebenso werden wir ein unvollkommenes

Blau als grün gewahr. Das Grüne der Weinflaschen entsteht, so scheint es, durch eine unvollkommene Verbindung des Eisenkalks mit dem Glase. Bringt man durch größere Hitze eine voll-kommenere Verbindung hervor, so entsteht ein schönes blaues Glas.

539.
Aus allem diesem scheint so viel hervorzugehen, dass eine gewisse Kluft zwischen Gelb und Blau in der Natur sich findet, welche zwar durch Verschränkung und Vermischung atomistisch gehoben und zum Grünen verknüpft werden kann, dass aber eigentlich die wahre Vermittlung vom Gelben und Blauen nur durch das Rote geschieht.

540.
Was jedoch dem Unorganischen nicht gemäß zu sein scheint, das werden wir, wenn von organischen Naturen die Rede ist, möglich finden, indem in diesem letzten Reiche eine solche Durchwandrung des Kreises vom Gelben durchs Grüne und Blaue bis zum Purpur wirklich vorkommt.

XLII. Umkehrung

541.
Auch eine unmittelbare Umkehrung in den geforderten Gegensatz zeigt sich als eine sehr merkwürdige Erscheinung, wovon wir gegenwärtig nur folgendes anzugeben wissen.

542.
Das mineralische Chamäleon, welches eigentlich ein Braunsteinoxyd enthält, kann man in seinem ganz trocknen Zustande als ein grünes Pulver ansehen. Streut man es in Wasser, so zeigt sich in dem ersten Augenblick der Auflösung die grüne Farbe sehr schön, aber sie verwandelt sich sogleich in die dem Grünen entgegengesetzte Purpurfarbe, ohne dass irgendeine Zwischenstufe bemerklich wäre.

543.
Derselbe Fall ist mit der sympathetischen Tinte welche auch als ein rötlicher Liquor angesehen werden kann dessen Austrocknung durch Wärme die grüne Farbe auf dem Papiere zeigt.

544.
Eigentlich scheint hier der Konflikt zwischen Trockne und Feuchtigkeit dieses Phänomen hervorzubringen, wie, wenn wir uns nicht irren, auch schon von den Scheidekünstlern angegeben worden. Was sich weiter daraus ableiten, woran sich diese Phänomene anknüpfen lassen, darüber können wir von der Zeit hinlängliche Belehrung erwarten.

XLIII. Fixation

545.
So beweglich wir bisher die Farbe selbst bei ihrer körperlichen Erscheinung gesehen haben, so fixiert sie sich doch zuletzt unter gewissen Umständen.

546.

Es gibt Körper, welche fähig sind, ganz in Farbestoff verwandelt zu werden, und hier kann man sagen, die Farbe fixiere sich in sich selbst, beharre auf einer gewissen Stufe und spezifiziere sich. So entstehen Färbematerialien aus allen Reichen, deren besonders das vegetabilische eine große Menge darbietet, worunter doch einige sich besonders auszeichnen und als die Stellvertreter der andern angesehen werden können; wie auf der aktiven Seite der Krapp, auf der passiven der Indigo.

547.
Um diese Materialien bedeutend und zum Gebrauch vorteilhaft zu machen, gehört, dass die färbende Eigenschaft in ihnen innig zusammengedrängt und der färbende Stoff zu einer unendlichen empirischen Teilbarkeit erhoben werde, welches auf allerlei Weise und besonders bei den genannten durch Gärung und Fäulnis hervorgebracht wird.

548.
Diese materiellen Farbenstoffe fixieren sich nun wieder an andern Körpern. So werfen sie sich im Mineralreich an Erden und Metallkalke, sie verbinden sich durch Schmelzung mit Gläsern und erhalten hier bei durchscheinendem Licht die höchste Schönheit, so wie man ihnen eine ewige Dauer zuschreiben kann.

549.
Vegetabilische und animalische Körper ergreifen sie mit mehr oder weniger Gewalt und halten daran mehr oder weniger fest, teils ihrer Natur nach, wie denn Gelb vergänglicher ist als Blau, oder nach der Natur der Unterlagen. An vegetabilischen dauern sie weniger als an animalischen, und selbst innerhalb dieser Reiche gibt es abermals Verschiedenheit. Flachs- oder baumwollnes Garn, Seide oder Wolle zeigen gar verschiedene Verhältnisse zu den Färbestoffen.

550.
Hier tritt nun die wichtige Lehre von den Beizen hervor, welche als Vermittler zwischen der Farbe und dem Körper angesehen werden können. Die Färbebücher sprechen hievon umständlich. Uns sei genug dahin gedeutet zu haben, dass durch diese Operationen die Farbe eine nur mit dem Körper zu verwüstende Dauer erhält, ja sogar durch den Gebrauch an Klarheit und Schönheit wachsen kann.

XLIV. Mischung

(Reale)

551.
Eine jede Mischung setzt eine Spezifikation voraus, und wir sind daher, wenn wir von Mischung reden, im atomistischen Felde. Man muss erst gewisse Körper auf irgendeinem Punkte des Farbenkreises spezifiziert vor sich sehen, ehe man durch Mischung derselben neue Schattierungen hervorbringen will.

552.
Man nehme im allgemeinen Gelb, Blau und Rot als reine, als Grundfarben, fertig an. Rot und Blau wird Violett, Rot und Gelb Orange, Gelb und Blau Grün hervorbringen.

553.
Man hat sich sehr bemüht, durch Zahl-, Maß- und Gewichtsverhältnisse diese Mischungen näher zu bestimmen, hat aber dadurch wenig Ersprießliches geleistet.

554.
Die Malerei beruht eigentlich auf der Mischung solcher spezifizierten, ja individualisierten Farbenkörper und ihrer unendlichen möglichen Verbindungen, welche allein durch das zarteste, geübteste Auge empfunden und unter dessen Urteil bewirkt werden können.

555.
Die innige Verbindung dieser Mischungen geschieht durch die reinste Teilung der Körper durch Reiben, Schlemmen und so weiter, nicht weniger durch Säfte, welche das Staubartige zusammenhalten und das Unorganische gleichsam organisch verbinden; dergleichen sind die Öle, Harze und so weiter.

556.
Sämtliche Farben zusammengemischt behalten ihren allgemeinen Charakter als skieron, und da sie nicht mehr nebeneinander gesehen werden, wird keine Totalität, keine Harmonie empfunden, und so entsteht das Grau, das, wie die sichtbare Farbe, immer etwas dunkler als Weiß und immer etwas heller als Schwarz erscheint.

557.
Dieses Grau kann auf verschiedene Weise hervorgebracht werden. Einmal, wenn man aus Gelb und Blau ein Smaragdgrün mischt und alsdann so viel reines Rot hinzubringt, bis sich alle drei gleichsam neutralisiert haben. Ferner entsteht gleichfalls ein Grau, wenn man eine Skala der ursprünglichen und abgeleiteten Farben in einer gewissen Proportion zusammenstellt und hernach vermischt.

558.
Dass alle Farben zusammengemischt Weiß machen, ist eine Absurdität, die man nebst andern Absurditäten schon ein Jahrhundert gläubig und dem Augenschein entgegen zu wiederholen gewohnt ist.

559.
Die zusammengemischten Farben tragen ihr Dunkles in die Mischung über. Je dunkler die Farben sind, desto dunkler wird das entstehende Grau, welches zuletzt sich dem Schwarzen nähert. Je heller die Farben sind, desto heller wird das Grau, welches zuletzt sich dem Weißen nähert.

XLV. Mischung

(Scheinbare)

560.
Die scheinbare Mischung wird hier um so mehr gleich mit abgehandelt, als sie in manchem Sinne von großer Bedeutung ist und man sogar die von uns als real angegebene Mischung für scheinbar halten könnte. Denn die Elemente, woraus die zusammengesetzte Farbe entsprungen ist, sind nur zu klein, um einzeln gesehen zu werden. Gelbes und blaues Pulver zusammengerieben erscheint dem nackten Auge grün, wenn man durch ein Vergrößerungsglas noch Gelb und Blau voneinander abgesondert bemerken kann. So machen auch gelbe und blaue Streifen in der Entfernung eine grüne Fläche, welches alles auch von der Vermischung der übrigen spezifizierten Farben gilt.

561.
Unter dem Apparat wird künftig auch das Schwungrad abgehandelt werden, auf welchem die scheinbare Mischung durch Schnelligkeit hervorgebracht wird. Auf einer Scheibe bringt man

verschiedene Farben im Kreise nebeneinander an, dreht dieselben durch die Gewalt des Schwunges mit größter Schnelligkeit herum und kann so, wenn man mehrere Scheiben zubereitet, alle möglichen Mischungen vor Augen stellen, sowie zuletzt auch die Mischung aller Farben zum Grau naturgemäß auf oben angezeigte Weise.

562.
Physiologische Farben nehmen gleichfalls Mischung an. Wenn man zum Beispiel den blauen Schatten (65) auf einem leicht gelben Papiere hervorbringt, so erscheint derselbe grün. Ein Gleiches gilt von den übrigen Farben, wenn man die Vorrichtung darnach zu machen weiß.

563.
Wenn man die im Auge verweilenden farbigen Scheinbilder (39 ff.) auf farbige Flächen führt, so entsteht auch eine Mischung und Determination des Bildes zu einer andern Farbe, die sich aus beiden herschreibt.

564.
Physische Farben stellen gleichfalls eine Mischung dar. Hierher gehören die Versuche, wenn man bunte Bilder durchs Prisma sieht, wie wir solches oben (258-284) umständlich angegeben haben.

565.
Am meisten aber machten sich die Physiker mit jenen Erscheinungen zu tun, welche entstehen, wenn man die prismatischen Farben auf gefärbte Flächen wirft.

566.
Das, was man dabei gewahr wird, ist sehr einfach. Erstlich muss man bedenken, dass die prismatischen Farben viel lebhafter sind, als die Farben der Fläche, worauf man sie fallen lässt. Zweitens kommt in Betracht, dass die prismatische Farbe entweder homogen mit der Fläche oder heterogen sein kann. Im ersten Fall erhöht und verherrlicht sie solche und wird dadurch verherrlicht, wie der farbige Stein durch eine gleichgefärbte Folie. Im entgegengesetzten Falle beschmutzt, stört und zerstört eine die andre.

567.
Man kann diese Versuche durch farbige Gläser wiederholen und das Sonnenlicht durch dieselben auf farbige Flächen fallen lassen; und durchaus werden ähnliche Resultate erscheinen.

568.
Ein Gleiches wird bewirkt, wenn der Beobachter durch farbige Gläser nach gefärbten Gegenständen hinsieht, deren Farben sodann nach Beschaffenheit erhöht, erniedrigt oder aufgehoben werden.

569.
Lässt man die prismatischen Farben durch farbige Gläser durchgehen, so treten die Erscheinungen völlig analog hervor, wobei mehr oder weniger Energie, mehr oder weniger Helle und Dunkle, Klarheit und Reinheit des Glases in Betracht kommt und manchen zarten Unterschied hervorbringt, wie jeder genaue Beobachter wird bemerken können, der diese Phänomene durchzuarbeiten Lust und Geduld hat.

570.

So ist es auch wohl kaum nötig zu erwähnen, dass mehrere farbige Gläser übereinander, nicht weniger ölgetränkte, durchscheinende Papiere, alle und jede Arten von Mischung hervorbringen und dem Auge nach Belieben des Experimentierenden darstellen.

571.
Schließlich gehören hierher die Lasuren der Maler, wodurch eine viel geistigere Mischung entsteht, als durch die mechanisch atomistische, deren sie sich gewöhnlich bedienen, hervorgebracht werden kann.

XLVI. Mitteilung

(Wirkliche)

572.
Wenn wir nunmehr auf gedachte Weise uns Farbematerialien verschafft haben, so entsteht ferner die Frage, wie wir solche farblosen Körpern mitteilen können, deren Beantwortung für das Leben, den Gebrauch, die Benutzung, die Technik von der größten Bedeutung ist.

573.
Hier kommt abermals die dunkle Eigenschaft einer jeden Farbe zur Sprache. Von dem Gelben, das ganz nah am Weißen liegt, durchs Orange und Mennigfarbe zum Rein roten und Karmin, durch alle Abstufungen des Violetten bis in das satteste Blau, das ganz am Schwarzen liegt, nimmt die Farbe immer an Dunkelheit zu. Das Blaue, einmal spezifiziert, lässt sich verdünnen, erhellen, mit dem Gelben verbinden, wodurch es Grün wird und sich nach der Lichtseite hinzieht. Keineswegs geschieht dies aber seiner Natur nach.

574.
Bei den physiologischen Farben haben wir schon gesehen, dass sie ein Minus sind als das Licht, indem sie beim Abklingen des Lichteindrucks entstehen, ja zuletzt diesen Eindruck ganz als ein Dunkles zurücklassen. Bei physischen Versuchen belehrt uns schon der Gebrauch trüber Mittel, die Wirkung trüber Nebenbilder, dass hier von einem gedämpften Lichte, von einem Übergang ins Dunkle die Rede sei.

575.
Bei der chemischen Entstehung der Pigmente werden wir dasselbe bei der ersten Erregung gewahr. Der gelbe Hauch, der sich über den Stahl zieht, verdunkelt schon die glänzende Oberfläche. Bei der Verwandlung des Bleiweißes in Massicot ist es deutlich, dass das Gelbe dunkler als Weiß sei.

576.
Diese Operation ist von der größten Zartheit und so auch die Steigerung, welche immer fortwächst, die Körper, welche bearbeitet werden, immer inniger und kräftiger färbt, und so auf die größte Feinheit der behandelten Teile, auf unendliche Teilbarkeit hinweist.

577.
Mit den Farben, welche sich gegen das Dunkle hinbegeben, und folglich besonders mit dem Blauen können wir ganz an das Schwarze hinanrücken, wie uns denn ein recht vollkommnes Berlinerblau, ein durch Vitriolsäure behandelter Indigo fast als Schwarz erscheint.

578.
Hier ist nun der Ort, einer merkwürdigen Erscheinung zu gedenken, dass nämlich Pigmente in ihrem höchst gesättigten und gedrängten Zustande, besonders aus dem Pflanzenreiche,

als erstgedachter Indigo, oder auf seine höchste Stufe geführter Krapp, ihre Farbe nicht mehr zeigen; vielmehr erscheint auf ihrer Oberfläche ein entschiedener Metallglanz, in welchem die physiologisch geforderte Farbe spielt.

579.
Schon jeder gute Indigo zeigt eine Kupferfarbe auf dem Bruch, welches im Handel ein Kennzeichen ausmacht. Der durch Schwefelsäure bearbeitete aber, wenn man ihn dick aufstreicht oder eintrocknet, so dass weder das weiße Papier noch die Porzellanschale durchwirken kann, lässt eine Farbe sehen, die dem Orange nahkommt.

580.
Die hochpurpurfarbne spanische Schminke, wahrscheinlich aus Krapp bereitet, zeigt auf der Oberfläche einen vollkommnen grünen Metallglanz. Streicht man beide Farben, die blaue und rote, mit einem Pinsel auf Porzellan oder Papier auseinander, so hat man sie wieder in ihrer Natur, indem das Helle der Unterlage durch sie hindurchscheint.

581.
Farbige Liquoren erscheinen schwarz, wenn kein Licht durch sie hindurchfällt, wie man sich in parallelepipedischen Blechgefäßen mit Glasboden sehr leicht überzeugen kann. In einem solchen wird jede durchsichtige farbige Infusion, wenn man einen schwarzen Grund unterlegt, schwarz und farblos erscheinen.

582.
Macht man die Vorrichtung, dass das Bild einer Flamme von der untern Fläche zurückstrahlen kann, so erscheint diese gefärbt. Hebt man das Gefäß in die Höhe und lässt das Licht auf druntergehaltenes weißes Papierfallen, so erscheint die Farbe auf diesem. Jede helle Unterlage, durch ein solches gefärbtes Mittel gesehen, zeigt die Farbe desselben.

583.
Jede Farbe also, um gesehen zu werden, muss ein Licht im Hinterhalte haben. Daher kommt es, dass je heller und glänzender die Unterlagen sind, desto schöner erscheinen die Farben. Zieht man Lackfarben auf einen metallisch glänzenden weißen Grund, wie unsre sogenannten Folien verfertigt werden, so zeigt sich die Herrlichkeit der Farbe bei diesem zurückwirkenden Licht so sehr als bei irgendeinem prismatischen Versuche. Ja die Energie der physischen Farben beruht hauptsächlich darauf, dass mit und hinter ihnen das Licht immerfort wirksam ist.

584.
Lichtenberg, der zwar seiner Zeit und Lage nach der hergebrachten Vorstellung folgen musste, war doch zu ein guter Beobachter und zu geistreich, als dass er das, was ihm vor Augen erschien, nicht hätte bemerken und nach seiner Weise erklären und zurecht legen sollen. Er sagt in der Vorrede zu Delaval: »Auch scheint es mir aus andern Gründen - wahrscheinlich, dass unser Organ, um eine Farbe zu empfinden, etwas von allem Licht (weißes) zugleich mitempfinden müsse.«

585.
Sich weiße Unterlagen zu verschaffen, ist das Hauptgeschäft des Färbers. Farblosen Erden, besonders dem Alaun, kann jede spezifizierte Farbe leicht mitgeteilt werden. Besonders aber hat der Färber mit Produkten der animalischen und der Pflanzenorganisation zu schaffen.

586.
Alles Lebendige strebt zur Farbe, zum Besondern, zur Spezifikation, zum Effekt, zur Undurchsichtigkeit bis ins Unendlichfeine. Alles Abgelebte zieht sich nach dem Weißen (494), zur Abstraktion, zur Allgemeinheit, zur Verklärung, zur Durchsichtigkeit.

587.
Wie dieses durch Technik bewirkt werde, ist in dem Kapitel von Entziehung der Farbe anzudeuten. Hier bei der Mitteilung haben wir vorzüglich zu bedenken, dass Tiere und Vegetabilien im lebendigen Zustande Farbe an ihnen hervorbringen und solche daher, wenn sie ihnen völlig entzogen ist, um desto leichter wieder in sich aufnehmen.

XLVII. Mitteilung

(Scheinbare)

588.
Die Mitteilung trifft, wie man leicht sehen kann, mit der Mischung zusammen, sowohl die wahre als die scheinbare. Wir wiederholen deswegen nicht, was oben so viel als nötig ausgeführt worden.

589.
Doch bemerken wir gegenwärtig umständlicher die Wichtigkeit einer scheinbaren Mitteilung, welche durch den Widerschein geschieht. Es ist dieses zwar sehr bekannte, doch immer ahndungsvolle Phänomen dem Physiker wie dem Maler von der größten Bedeutung.

590.
Man nehme eine jede spezifizierte farbige Fläche, man stelle sie in die Sonne und lasse den Widerschein auf andre farblose Gegenstände fallen. Dieser Widerschein ist eine Art gemäßigten Lichts, ein Halblicht, ein Halbschatten, der außer seiner gedämpften Natur die spezifische Farbe der Fläche mit abspiegelt.

591.
Wirkt dieser Widerschein auf lichte Flächen, so wird er aufgehoben, und man bemerkt die Farbe wenig, die er mit sich bringt. Wirkt er aber auf Schattenstellen, so zeigt sich eine gleichsam magische Verbindung mit dem skierô. Der Schatten ist das eigentliche Element der Farbe, und hier tritt zu demselben eine schattige Farbe beleuchtend, färbend und belebend. Und so entsteht eine ebenso mächtige als angenehme Erscheinung, welche dem Maler, der sie zu benutzen weiß, die herrlichsten Dienste leistet. Hier sind die Vorbilder der sogenannten Reflexe, die in der Geschichte der Kunst erst später bemerkt werden und die man seltner als billig in ihrer ganzen Mannigfaltigkeit anzuwenden gewusst hat.

592.
Die Scholastiker nannten diese Farben colores notionales und intentionales; wie uns denn überhaupt die Geschichte zeigen wird, dass jene Schule die Phänomene schon gut genug beachtete, auch sie gehörig zu sondern wusste, wenn schon die ganze Behandlungsart solcher Gegenstände von der unsrigen sehr verschieden ist.

XLVIII. Entziehung

593.

Den Körpern werden auf mancherlei Weise die Farben entzogen, sie mögen dieselben von Natur besitzen, oder wir mögen ihnen solche mitgeteilt haben. Wir sind daher imstande, ihnen zu unserm Vorteil zweckmäßig die Farbe zu nehmen, aber sie entflieht auch oft zu unserm Nachteil gegen unsern Willen.

594.
Nicht allein die Grunderden sind in ihrem natürlichen Zustande weiß, sondern auch vegetabilische und animalische Stoffe können, ohne dass ihr Gewebe zerstört wird, in einen weißen Zustand versetzt werden. Da uns nun zu mancherlei Gebrauch ein reinliches Weiß höchst nötig und angenehm ist, wie wir uns besonders gern der leinenen und baumwollenen Zeuge ungefärbt bedienen, auch seidene Zeuge, das Papier und anderes uns desto angenehmer sind, je weißer sie gefunden werden; weil auch ferner, wie wir oben gesehen, das Hauptfundament der ganzen Färberei weiße Unterlagen sind, so hat sich die Technik, teils zufällig, teils mit Nachdenken, auf das Entziehen der Farbe aus diesen Stoffen so emsig geworfen, dass man hierüber unzählige Versuche gemacht und gar manches Bedeutende entdeckt hat.

595.
In dieser völligen Entziehung der Farbe liegt eigentlich die Beschäftigung der Bleichkunst, welche von mehreren empirischer oder methodischer abgehandelt worden. Wir geben die Hauptmomente hier nur kürzlich an.

596.
Das Licht wird als eines der ersten Mittel, die Farbe den Körpern zu entziehen, angesehen, und zwar nicht allein das Sonnenlicht, sondern das bloße gewaltlose Tageslicht. Denn wie beide Lichter, sowohl das direkte von der Sonne als auch das abgeleitete Himmelslicht, die Bononischen Phosphoren entzünden, so wirken auch beide Lichter auf gefärbte Flächen. Es sei nun, dass das Licht die ihm verwandte Farbe ergreife, sie, die so viel Flammenartiges hat, gleichsam entzünde, verbrenne und das an ihr Spezifizierte wieder in ein Allgemeines auflöse, oder dass eine andre uns unbekannte Operation geschehe, genug, das Licht übt eine große Gewalt gegen farbige Flächen aus und bleicht sie mehr oder weniger. Doch zeigen auch hier die verschiedenen Farben eine verschiedene Zerstörlichkeit und Dauer, wie denn das Gelbe, besonders das aus gewissen Stoffen bereitete hier zuerst davonfliegt.

597.
Aber nicht allein das Licht, sondern auch die Luft und besonders das Wasser wirken gewaltig auf die Entziehung der Farbe. Man will sogar bemerkt haben, dass wohl befeuchtete, bei Nacht auf dem Rasen ausgebreitete Garne besser bleichen als solche, welche, gleichfalls wohl befeuchtet, dem Sonnenlicht ausgesetzt werden. Und so mag sich denn freilich das Wasser auch hier als ein Auflösendes, Vermittelndes, das Zufällige Aufhebendes und das Besondre ins Allgemeine Zurückführendes beweisen.

598.
Durch Reagenzien wird auch eine solche Entziehung bewirkt. Der Weingeist hat eine besondre Neigung, dasjenige, was die Pflanzen färbt, an sich zu ziehen und sich damit, oft auf eine sehr beständige Weise, zu färben. Die Schwefelsäure zeigt sich, besonders gegen Wolle und Seide, als farbentziehend sehr wirksam; und wem ist nicht der Gebrauch des Schwefeldampfes da bekannt, wo man etwas Vergilbtes oder Beflecktes weiß herzustellen gedenkt.

599.
Die stärksten Säuren sind in der neuren Zeit als kürzere Bleichmittel angeraten worden.

600.
Ebenso wirken im Gegensinne die alkalischen Reagenzien, die Laugen an sich, die zu Seife mit Lauge verbundenen Öle und Fettigkeiten und so weiter, wie dieses alles in den ausdrücklich zu diesem Zwecke verfassten Schriften umständlich gefunden wird.

601.
Übrigens möchte es wohl der Mühe wert sein, gewisse zarte Versuche zu machen, inwiefern Licht und Luft auf das Entziehen der Farbe ihre Tätigkeit äußern. Man könnte vielleicht unter luftleeren, mit gemeiner Luft oder besondern Luftarten gefüllten Glocken solche Farbstoffe dem Licht aussetzen, deren Flüchtigkeit man kennt, und beobachten, ob sich nicht an das Glas wieder etwas von der verflüchtigten Farbe ansetzte oder sonst ein Niederschlag sich zeigte; und ob alsdann dieses Wiedererscheinende dem Unsichtbargewordnen völlig gleich sei oder ob es eine Veränderung erlitten habe. Geschickte Experimentatoren ersinnen sich hierzu wohl mancherlei Vorrichtungen.

602.
Wenn wir nun also zuerst die Naturwirkungen betrachtet haben, wie wir sie zu unsern Absichten anwenden, so ist noch einiges zu sagen von dem, wie sie feindlich gegen uns wirken.

603.
Die Malerei ist in dem Falle, dass sie die schönsten Arbeiten des Geistes und der Mühe durch die Zeit auf mancherlei Weise zerstört sieht. - Man hat daher sich immer viel Mühe gegeben, dauernde Pigmente zu finden und sie auf eine Weise unter sich sowie mit der Unterlage zu vereinigen, dass ihre Dauer dadurch noch mehr gesichert werde, wie uns hiervon die Technik der Malerschulen genugsam unterrichten kann.

604.
Auch ist hier der Platz, einer Halbkunst zu gedenken, welcher wir in Absicht auf Färberei sehr vieles schuldig sind, ich meine die Tapetenwirkerei. Indem man nämlich in den Fall kam, die zartesten Schattierungen der Gemälde nachzuahmen und daher die verschiedenst gefärbten Stoffe oft nebeneinander zu bringen, so bemerkte man bald, dass die Farben nicht alle gleich dauerhaft waren, sondern die eine eher als die andre dem gewobenen Bilde entzogen wurde. Es entsprang daher das eifrigste Bestreben, den sämtlichen Farben und Schattierungen eine gleiche Dauer zu versichern, welches besonders in Frankreich unter Colbert geschah, dessen Verfügungen über diesen Punkt in der Geschichte der Färbekunst Epoche machen. Die sogenannte Schönfärberei, welche sich nur zu einer vergänglichen Anmut verpflichtete, ward eine besondre Gilde; mit desto größerem Ernst hingegen suchte man diejenige Technik, welche für die Dauer stehen sollte, zu begründen. So wären wir, bei Betrachtung des Entziehens, der Flüchtigkeit und Vergänglichkeit glänzender Farbenerscheinungen, wieder auf die Forderung der Dauer zurückgekehrt und hätten auch in diesem Sinne unsern Kreis abermals abgeschlossen.

XLIX. Nomenklatur

605.
Nach dem, was wir bisher von dem Entstehen, dem Fortschreiten und der Verwandtschaft der Farben ausgeführt, wird sich besser übersehen lassen, welche Nomenklatur künftig wünschenswert wäre, und was von der bisherigen zu halten sei.

606.

Die Nomenklatur der Farben ging, wie alle Nomenklaturen, besonders aber diejenigen, welche sinnliche Gegenstände bezeichnen, vom Besondern aus ins Allgemeine und vom Allgemeinen wieder zurück ins Besondre. Der Name der Spezies ward ein Geschlechtsname, dem sich wieder das einzelne unterordnete.

607.
Dieser Weg konnte bei der Beweglichkeit und Unbestimmtheit des frühern Sprachgebrauchs zurückgelegt werden, besonders da man in den ersten Zeiten sich auf ein lebhafteres sinnliches Anschauen verlassen durfte. Man bezeichnete die Eigenschaften der Gegenstände unbestimmt, weil sie jedermann deutlich in der Imagination festhielt.

608.
Der reine Farbenkreis war zwar enge, er schien aber an unzähligen Gegenständen spezifiziert und individualisiert und mit Nebenbestimmungen bedingt. Man sehe die Mannigfaltigkeit der griechischen und römischen Ausdrücke, und man wird mit Vergnügen dabei gewahr werden, wie beweglich und lässlich die Worte beinahe durch den ganzen Farbenkreis herum gebraucht worden.

609.
In späteren Zeiten trat durch die mannigfaltigen Operationen der Färbekunst manche neue Schattierung ein. Selbst die Modefarben und ihre Benennungen stellten ein unendliches Heer von Farbenindividualitäten dar. Auch die Farbenterminologie der neuern Sprachen werden wir gelegentlich aufführen; wobei sich denn zeigen wird, dass man immer auf genauere Bestimmungen ausgegangen, und ein Fixiertes, Spezifiziertes auch durch die Sprache festzuhalten und zu vereinzelnen gesucht hat.

610.
Was die deutsche Terminologie betrifft, so hat sie den Vorteil, dass wir vier einsilbige, an ihren Ursprung nicht mehr erinnernde Namen besitzen, nämlich Gelb, Blau, Rot, Grün. Sie stellen nur das Allgemeinste der Farbe der Einbildungskraft dar, ohne auf etwas Spezifisches hinzudeuten.

611.
Wollten wir in jeden Zwischenraum zwischen diesen vieren noch zwei Bestimmungen setzen, als Rotgelb und Gelbrot, Rotblau und Blaurot, Gelbgrün und Grüngelb, Blaugrün und Grünblau, so würden wir die Schattierungen des Farbenkreises bestimmt genug ausdrücken; und wenn wir die Bezeichnungen von Hell und Dunkel hinzufügen wollten, ingleichen die Beschmutzungen einigermaßen andeuten, wozu uns die gleichfalls einsilbigen Worte Schwarz, Weiß, Grau und Braun zu Diensten stehen, so würden wir ziemlich auslangen und die vorkommenden Erscheinungen ausdrücken, ohne uns zu bekümmern, ob sie auf dynamischem oder atomistischem Wege entstanden sind.

612.
Man könnte jedoch immer hierbei die spezifischen und individuellen Ausdrücke vorteilhaft benutzen, so wie wir uns auch des Worts Orange und Violett bedienten. Ingleichen haben wir das Wort Purpur gebraucht, um das reine in der Mitte stehende Rot zu bezeichnen, weil der Saft der Purpurschnecke, besonders wenn er feine Leinwand durchdrungen hat, vorzüglich durch das Sonnenlicht zu dem höchsten Punkte der Kulmination zu bringen ist.

L. Mineralien

613.
Die Farben der Mineralien sind alle chemischer Natur, und so kann ihre Entstehungsweise aus dem, was wir von den chemischen Farben gesagt haben, ziemlich entwickelt werden.

614.
Die Farbenbenennungen stehen unter den äußern Kennzeichen oben an, und man hat sich, im Sinne der neuern Zeit, große Mühe gegeben, jede vor-kommende Erscheinung genau zu bestimmen und festzuhalten; man hat aber dadurch, wie uns dünkt, neue Schwierigkeiten erregt, welche beim Gebrauch manche Unbequemlichkeit veranlassen.

615.
Freilich führt auch dieses, sobald man bedenkt, wie die Sache entstanden, seine Entschuldigung mit sich. Der Maler hatte von jeher das Vorrecht, die Farbe zu handhaben. Die wenigen spezifizierten Farben standen fest, und dennoch kamen durch künstliche Mischungen unzählige Schattierungen hervor, welche die Oberfläche der natürlichen Gegenstände nachahmten. War es daher ein Wunder, wenn man auch diesen Mischungsweg einschlug und den Künstler aufrief, gefärbte Musterflächen aufzustellen, nach denen man die natürlichen Gegenstände beurteilen und bezeichnen könnte? Man fragte nicht, wie geht die Natur zu Werke, um diese und jene Farbe auf ihrem innern lebendigen Wege hervorzubringen, sondern wie belebt der Maler das Tote, um ein dem Lebendigen ähnliches Scheinbild darzustellen. Man ging also immer von der Mischung aus und kehrte auf Mischung zurück, so dass man zuletzt das Gemischte wieder zu mischen vornahm, um einige sonderbare Spezifikationen und Individualisationen auszudrücken und zu unterscheiden.

616.
Übrigens lässt sich bei der gedachten eingeführten mineralischen Farbenterminologie noch manches erinnern. Man hat nämlich die Benennungen nicht, wie es doch meistens möglich gewesen wäre, aus dem Mineralreich, sondern von allerlei sichtbaren Gegenständen genommen, da man doch mit größerem Vorteil auf eigenem Grund und Boden hätte bleiben können. Ferner hat man zu viel einzelne, spezifische Ausdrücke aufgenommen, und indem man durch Vermischung dieser Spezifikationen wieder neue Bestimmungen hervorzubringen suchte, nicht bedacht, dass man dadurch vor der Imagination das Bild und vor dem Verstand den Begriff völlig aufhebe. Zuletzt stehen denn auch diese gewissermaßen als Grundbestimmungen gebrauchten einzelnen Farbenbenennungen nicht in der besten Ordnung, wie sie etwa voneinander sich ableiten, daher denn der Schüler jede Bestimmung einzeln lernen und sich ein beinahe totes Positives einprägen muss. Die weitere Ausführung dieses Angedeuteten stünde hier nicht am rechten Orte.

LI. Pflanzen

617.
Man kann die Farben organischer Körper überhaupt als eine höhere chemische Operation ansehen, weswegen sie auch die Alten durch das Wort Kochung (pepsis) ausgedrückt haben. Alle Elementarfarben sowohl als die gemischten und abgeleiteten kommen auf der Oberfläche organischer Naturen vor, dahingegen das Innere, man kann nicht sagen, unfärbig, doch eigentlich mißfärbig erscheint, wenn es zutage gebracht wird. Da wir bald an einem andern Orte von unsern Ansichten über organische Natur einiges mitzuteilen denken, so stehe nur dasjenige hier, was früher mit der Farbenlehre in Verbindung gebracht war, indes-

sen wir zu jenen besondern Zwecken das Weitre vorbereiten. Von den Pflanzen sei also zuerst gesprochen.

618.
Die Samen, Bulben, Wurzeln und was überhaupt vom Lichte ausgeschlossen ist oder unmittelbar von der Erde sich umgeben befindet, zeigt sich meistenteils weiß.

619.
Die im Finstern aus Samen erzogenen Pflanzen sind weiß oder ins Gelbe ziehend. Das Licht hingegen, indem es auf ihre Farben wirkt, wirkt zugleich auf ihre Form.

620.
Die Pflanzen, die im Finstern wachsen, setzen sich von Knoten zu Knoten zwar lange fort; aber die Stengel zwischen zwei Knoten sind länger als billig; keine Seitenzweige werden erzeugt und die Metamorphose der Pflanzen hat nicht statt.

621.
Das Licht versetzt sie dagegen sogleich in einen tätigen Zustand, die Pflanze erscheint grün, und der Gang der Metamorphose bis zur Begattung geht unaufhaltsam fort.

622.
Wir wissen, dass die Stengelblätter nur Vorbereitungen und Vorbedeutungen auf die Blumen- und Fruchtwerkzeuge sind; und so kann man in den Stengelblättern schon Farben sehen, die von weitem auf die Blume hindeuten, wie bei den Amaranten der Fall ist.

623.
Es gibt weiße Blumen, deren Blätter sich zur größten Reinheit durchgearbeitet haben, aber auch farbige, in denen die schöne Elementarerscheinung hin und wieder spielt. Es gibt deren, die sich nur teilweise vom Grünen auf eine höhere Stufe losgearbeitet haben.

624.
Blumen einerlei Geschlechts, ja einerlei Art, finden sich von allen Farben. Rosen und besonders Malven zum Beispiel gehen einen großen Teil des Farbenkreises durch, vom Weißen ins Gelbe, sodann durch das Rotgelbe in den Purpur, und von da in das Dunkelste, was der Purpur, indem er sich dem Blauen nähert, ergreifen kann.

625.
Andere fangen schon auf einer höhern Stufe an, wie zum Beispiel die Mohne, welche von dem Gelbroten ausgehen und sich in das Violette hinüberziehen.

626.
Doch sind auch Farben bei Arten, Gattungen, ja Familien und Klassen, wo nicht beständig, doch herrschend, besonders die gelbe Farbe: die blaue ist überhaupt seltner.

627.
Bei den saftigen Hüllen der Frucht geht etwas Ähnliches vor, indem sie sich von der grünen Farbe durch das Gelbliche und Gelbe bis zu dem höchsten Rot erhöhen, wobei die Farbe der Schale die Stufen der Reife andeutet. Einige sind ringsum gefärbt, einige nur an der Sonnenseite, in welchem letzten Falle man die Steigerung des Gelben ins Rote durch größere An- und Übereinanderdrängung sehr wohl beobachten kann.

628.
Auch sind mehrere Früchte innerlich gefärbt, besonders sind purpurrote Säfte gewöhnlich.

629.
Wie die Farbe sowohl oberflächlich auf der Blume als durchdringend in der Frucht sich befindet, so verbreitet sie sich auch durch die übrigen Teile, indem sie die Wurzeln und die Säfte der Stengel färbt, und zwar mit sehr reicher und mächtiger Farbe.

630.
So geht auch die Farbe des Holzes vom Gelben durch die verschiedenen Stufen des Roten bis ins Purpurfarbene und Braune hinüber. Blaue Hölzer sind mir nicht bekannt, und so zeigt sich schon auf dieser Stufe der Organisation die aktive Seite mächtig, wenn in dem allgemeinen Grün der Pflanzen beide Seiten sich balancieren mögen.

631.
Wir haben oben gesehen, dass der aus der Erde dringende Keim sich mehrenteils weiß und gelblich zeigt, durch Einwirkung von Licht und Luft aber in die grüne Farbe übergeht. Ein Ähnliches geschieht bei jungen Blättern der Bäume, wie man zum Beispiel an den Birken sehen kann, deren junge Blätter gelblich sind und beim Auskochen einen schönen gelben Saft von sich geben. Nachher werden sie immer grüner, so wie die Blätter von andern Bäumen nach und nach in das Blaugrüne übergehen.

632.
So scheint auch das Gelbe wesentlicher den Blättern anzugehören als der blaue Anteil: denn dieser verschwindet im Herbste, und das Gelbe des Blattes scheint in eine braune Farbe übergegangen. Noch merkwürdiger aber sind die besonderen Fälle, da die Blätter im Herbste wieder rein gelb werden und andre sich bis zu dem höchsten Rot hinaufsteigern.

633.
Übrigens haben einige Pflanzen die Eigenschaft, durch künstliche Behandlung fast durchaus in ein Farbematerial verwandelt zu werden, das so fein, wirksam und unendlich teilbar ist als irgendein anderes. Beispiele sind der Indigo und Krapp, mit denen so viel geleistet wird. Auch werden Flechten zum Färben benutzt.

634.
Diesem Phänomen steht ein anderes unmittelbar entgegen, dass man nämlich den färbenden Teil der Pflanzen ausziehen und gleichsam besonders darstellen kann, ohne dass ihre Organisation dadurch etwas zu leiden scheint. Die Farben der Blumen lassen sich durch Weingeist ausziehen und tingieren denselben; die Blumenblätter dagegen erscheinen weiß.

635.
Es gibt verschiedene Bearbeitungen der Blumen und ihrer Säfte durch Reagenzien. Dieses hat Boyle in vielen Experimenten geleistet. Man bleicht die Rosen durch Schwefel und stellt sie durch andre Säuren wieder her. Durch Tobaksrauch werden die Rosen grün.

LII. Würmer, Insekten, Fische

636.
Von den Tieren, welche auf den niedern Stufen der Organisation verweilen, sei hier vorläufig folgendes gesagt. Die Würmer, welche sich in der Erde aufhalten, der Finsternis und der kalten Feuchtigkeit gewidmet sind, zeigen sich mißfärbig; die Eingeweidewürmer von warmer Feuchtigkeit im Finstern ausgebrütet und genährt, unfärbig; zu Bestimmung der Farbe scheint ausdrücklich Licht zu gehören.

637.
Diejenigen Geschöpfe, welche im Wasser wohnen, welches als ein obgleich sehr dichtes Mittel dennoch hinreichendes Licht hindurchläßt, erscheinen mehr oder weniger gefärbt. Die Zoophyten, welche die reinste Kalkerde zu beleben scheinen, sind meistenteils weiß; doch finden wir die Korallen bis zum schönsten Gelbrot hinaufgesteigert, welches in andern Wurmgehäusen sich bis nahe zum Purpur hinanhebt.

638.
Die Gehäuse der Schaltiere sind schön gezeichnet und gefärbt; doch ist zu bemerken, dass weder die Landschnecken, noch die Schale der Muscheln des süßen Wassers mit so hohen Farben geziert sind als die des Meerwassers.

639.
Bei Betrachtung der Muschelschalen, besonders der gewundenen, bemerken wir, dass zu ihrem Entstehen eine Versammlung unter sich ähnlicher tierischer Organe sich wachsend vorwärts bewegte, und indem sie sich um eine Axe drehten, das Gehäuse durch eine Folge von Riefen, Rändern, Rinnen und Erhöhungen, nach einem immer sich vergrößernden Maßstab, hervorbrachten. Wir bemerken aber auch zugleich, dass diesen Organen irgendein mannigfaltig färbender Saft beiwohnen musste, der die Oberfläche des Gehäuses, wahrscheinlich durch unmittelbare Einwirkung des Meerwassers, mit farbigen Linien, Punkten, Flecken und Schattierungen epochenweis bezeichnete und so die Spuren seines steigenden Wachstums auf der Außenseite dauernd hinterließ, indes die innere meistens weiß oder nur blassgefärbt angetroffen wird.

640.
Dass in den Muscheln solche Säfte sich befinden, zeigt uns die Erfahrung auch außerdem genugsam, indem sie uns dieselben noch in ihrem flüssigen und färbenden Zustande darbietet, wovon der Saft des Tintenfisches ein Zeugnis gibt; ein weit stärkeres aber derjenige Purpursaft, welcher in mehreren Schnecken gefunden wird, der von altersher so berühmt ist und in der neuern Zeit auch wohl benutzt wird. Es gibt nämlich unter den Eingeweiden mancher Würmer, welche sich in Schalgehäusen aufhalten, ein gewisses Gefäß, das mit einem roten Safte gefüllt ist. Dieser enthält ein sehr stark und dauerhaft färbendes Wesen, so dass man die ganzen Tiere zerknirschen, kochen und aus dieser animalischen Brühe doch noch eine hinreichend färbende Feuchtigkeit herausnehmen konnte. Es lässt sich aber dieses farbgefüllte Gefäß auch von dem Tiere absondern, wodurch denn freilich ein konzentrierterer Saft gewonnen wird.

641.
Dieser Saft hat das Eigene, dass er, dem Licht und der Luft ausgesetzt, erst gelblich, dann grünlich erscheint, dann ins Blaue, von da ins Violette übergeht, immer aber ein höheres Rot annimmt und zuletzt durch Einwirkung der Sonne, besonders wenn er auf Batist aufgetragen worden, eine reine hohe rote Farbe annimmt.

642.
Wir hätten also hier eine Steigerung von der Minusseite bis zur Kulmination, die wir bei den unorganischen Fällen nicht leicht gewahr wurden; ja wir können diese Erscheinung beinahe ein Durchwandern des ganzen Kreises nennen, und wir sind überzeugt, dass durch gehörige Versuche wirklich die ganze Durchwanderung des Kreises bewirkt werden könne: denn es ist wohl kein Zweifel, dass sich durch wohl angewendete Säuren der Purpur vom Kulminationspunkte herüber nach dem Scharlach führen ließe.

643.
Diese Feuchtigkeit scheint von der einen Seite mit der Begattung zusammenzuhängen, ja sogar finden sich Eier, die Anfänge künftiger Schaltiere, welche ein solches färbendes Wesen enthalten. Von der andern Seite scheint aber dieser Saft auf das bei höher stehenden Tieren sich entwickelnde Blut zu deuten. Denn das Blut lässt uns ähnliche Eigenschaften der Farbe sehen. In seinem verdünntesten Zustande erscheint es uns gelb, verdichtet, wie es in den Adern sich befindet, rot, und zwar zeigt das arterielle Blut ein höheres Rot, wahrscheinlich wegen der Säurung, die ihm beim Atemholen widerfährt; das venöse Blut geht mehr nach dem Violetten hin und zeigt durch diese Beweglichkeit auf jenes uns genugsam bekannte Steigern und Wandern.

644.
Sprechen wir, ehe wir das Element des Wassers verlassen, noch einiges von den Fischen, deren schuppige Oberfläche zu gewissen Farben öfters teils im ganzen, teils streifig, teils fleckenweis spezifiziert ist, noch öfter ein gewisses Farbenspiel zeigt, das auf die Verwandtschaft der Schuppen mit den Gehäusen der Schaltiere, dem Perlemutter, ja selbst der Perle hinweist. Nicht zu übergehen ist hierbei, dass heißere Himmelsstriche, auch schon in das Wasser wirksam, die Farben der Fische hervorbringen, verschönern und erhöhen.

645.
Auf Otahiti bemerkte Forster Fische, deren Oberflächen sehr schön spielten, besonders im Augenblick, da der Fisch starb. Man erinnre sich hierbei des Chamäleons und andrer ähnlichen Erscheinungen, welche dereinst zusammengestellt diese Wirkungen deutlicher erkennen lassen.

646.
Noch zuletzt, obgleich außer der Reihe, ist wohl noch das Farbenspiel gewisser Mollusken zu erwähnen, sowie die Phosphoreszenz einiger Seegeschöpfe, welche sich auch in Farben spielend verlieren soll.

647.
Wenden wir nunmehr unsre Betrachtung auf diejenigen Geschöpfe, welche dem Licht und der Luft und der trocknen Wärme angehören, so finden wir uns freilich erst recht im lebendigen Farbenreiche. Hier erscheinen uns an trefflich organisierten Teilen die Elementarfarben in ihrer größten Reinheit und Schönheit. Sie deuten uns aber doch, dass eben diese Geschöpfe noch auf einer niedern Stufe der Organisation stehen, eben weil diese Elementarfarben noch unverarbeitet bei ihnen hervortreten können. Auch hier scheint die Hitze viel zu Ausarbeitung dieser Erscheinung beizutragen.

648.
Wir finden Insekten, welche als ganz konzentrierter Farbenstoff anzusehen sind, worunter besonders die Coccusarten berühmt sind; wobei wir zu bemerken nicht unterlassen, dass ihre Weise, sich an Vegetabilien anzusiedeln, ja in dieselben hineinzunisten, auch zugleich jene Auswüchse hervorbringt, welche als Beizen zu Befestigung der Farben so große Dienste leisten.

649.
Am auffallendsten aber zeigt sich die Farbengewalt, verbunden mit regelmäßiger Organisation, an denjenigen Insekten, welche eine vollkommene Metamorphose zu ihrer Entwicklung bedürfen, an Käfern, vorzüglich aber an Schmetterlingen.

650.

Diese letztern, die man wahrhafte Ausgeburten des Lichtes und der Luft nennen könnte, zeigen schon in ihrem Raupenzustand oft die schönsten Farben, welche, spezifiziert wie sie sind, auf die künftigen Farben des Schmetterlings deuten; eine Betrachtung, die wenn sie künftig weiter verfolgt wird, gewiss in manches Geheimnis der Organisation eine erfreuliche Einsicht gewähren muss.

651.
Wenn wir übrigens die Flügel des Schmetterlings näher betrachten und in seinem netzartigen Gewebe die Spuren eines Armes entdecken, und ferner die Art, wie dieser gleichsam verflächte Arm durch zarte Federn bedeckt und zum Organ des Fliegens bestimmt worden, so glauben wir ein Gesetz gewahr zu werden, wonach sich die große Mannigfaltigkeit der Färbung richtet, welches künftig näher zu entwickeln sein wird.

652.
Dass auch überhaupt die Hitze auf Größe des Geschöpfes, auf Ausbildung der Form, auf mehrere Herrlichkeit der Farben Einfluß habe, bedarf wohl kaum erinnert zu werden.

LIII. Vögel

653.
Je weiter wir nun uns gegen die höhern Organisationen bewegen, desto mehr haben wir Ursache, flüchtig und vorübergehend, nur einiges hinzustreuen. Denn alles, was solchen organischen Wesen natürlich begegnet, ist eine Wirkung von so vielen Prämissen, dass, ohne dieselben wenigstens angedeutet zu haben, nur etwas Unzulängliches und Gewagtes ausgesprochen wird.

654.
Wie wir bei den Pflanzen finden, dass ihr Höheres, die ausgebildeten Blüten und Früchte auf dem Stamme gleichsam gewurzelt sind und sich von vollkommneren Säften nähren, als ihnen die Wurzel zuerst zugebracht hat; wie wir bemerken, dass die Schmarotzerpflanzen, die das Organische als ihr Element behandeln, an Kräften und Eigenschaften sich ganz vorzüglich beweisen, so können wir auch die Federn der Vögel in einem gewissen Sinne mit den Pflanzen vergleichen. Die Federn entspringen als ein Letztes aus der Oberfläche eines Körpers, der noch viel nach außen herzugeben hat, und sind deswegen sehr reich ausgestattete Organe.

655.
Die Kiele erwachsen nicht allein verhältnismäßig zu einer ansehnlichen Größe, sondern sie sind durchaus geästet, wodurch sie eigentlich zu Federn werden, und manche dieser Ausästungen, Befiederungen sind wieder subdividiert, wodurch sie abermals an die Pflanzen erinnern.

656.
Die Federn sind sehr verschieden an Form und Größe, aber sie bleiben immer dasselbe Organ, das sich nur nach Beschaffenheit des Körperteiles, aus welchem es entspringt, bildet und umbildet.

657.
Mit der Form verwandelt sich auch die Farbe, und ein gewisses Gesetz leitet sowohl die allgemeine Färbung als auch die besondre, wie wir sie nennen möchten, diejenige nämlich, wodurch die einzelne Feder scheckig wird. Dieses ist es, woraus alle Zeichnung des bunten

Gefieders entspringt und woraus zuletzt das Pfauenauge hervorgeht. Es ist ein Ähnliches mit jenem, das wir bei Gelegenheit der Metamorphose der Pflanzen früher entwickelt und welches darzulegen wir die nächste Gelegenheit ergreifen werden.

658.
Nötigen uns hier Zeit und Umstände über dieses organische Gesetz hinauszugehen, so ist doch hier unsre Pflicht, der chemischen Wirkungen zu gedenken, welche sich bei Färbung der Federn auf eine uns nun schon hinlänglich bekannte Weise zu äußern pflegen.

659.
Das Gefieder ist allfarbig, doch im ganzen das gelbe, das sich zum Roten steigert, häufiger als das blaue.

660.
Die Einwirkung des Lichts auf die Federn und ihre Farben ist durchaus bemerklich. So ist zum Beispiel auf der Brust gewisser Papageien die Feder eigentlich gelb. Der schuppenartig hervortretende Teil, den das Licht bescheint, ist aus dem Gelben ins Rote gesteigert. So sieht die Brust eines solchen Tiers hochrot aus; wenn man aber in die Federn bläst, erscheint das Gelbe.

661.
So ist durchaus der unbedeckte Teil der Federn von dem im ruhigen Zustand bedeckten höchlich unterschieden, so dass sogar nur der unbedeckte Teil, zum Beispiel bei Raben, bunte Farben spielt, der bedeckte aber nicht, nach welcher Anleitung man die Schwanzfedern, wenn sie durcheinander geworfen sind, sogleich wieder zurechtlegen kann.

LIV. Säugetiere und Menschen

662.
Hier fangen die Elementarfarben an, uns ganz zu verlassen. Wir sind auf der höchsten Stufe, auf der wir nur flüchtig verweilen.

663.
Das Säugetier steht überhaupt entschieden auf der Lebensseite. Alles, was sich an ihm äußert, ist lebendig. Von dem Innern sprechen wir nicht, also hier nur einiges von der Oberfläche. Die Haare unterscheiden sich schon dadurch von den Federn, dass sie der Haut mehr angehören, dass sie einfach, fadenartig, nicht geästet sind. An den verschiedenen Teilen des Körpers sind sie aber auch, nach Art der Federn kürzer, länger, zarter und stärker, farblos oder gefärbt, und dies alles nach Gesetzen, welche sich aussprechen lassen.

664.
Weiß und Schwarz, Gelb, Gelbrot und Braun wechseln auf mannigfaltige Weise, doch erscheinen sie niemals auf eine solche Art, dass sie uns an die Elementarfarben erinnerten. Sie sind alle vielmehr gemischte, durch organische Kochung bezwungene Farben und bezeichnen mehr oder weniger die Stufenhöhe des Wesens, dem sie angehören.

665.
Eine von den wichtigsten Betrachtungen der Morphologie, insofern sie Oberflächen beobachtet, ist diese, dass auch bei den vierfüßigen Tieren die Flecken der Haut auf die innern Teile, über welche sie gezogen ist, einen Bezug haben. So willkürlich übrigens die Natur dem flüchtigen Anblick hier zu wirken scheint, so konsequent wird dennoch ein tiefes Gesetz

beobachtet, dessen Entwicklung und Anwendung freilich nur einer genauen Sorgfalt und treuen Teilnehmung vorbehalten ist.

666.
Wenn bei Affen gewisse nackte Teile bunt, mit Elementarfarben, erscheinen, so zeigt dies die weite Entfernung eines solchen Geschöpfs von der Vollkommenheit an: denn man kann sagen, je edler ein Geschöpf ist, je mehr ist alles Stoffartige in ihm verarbeitet; je wesentlicher seine Oberfläche mit dem Innern zusammenhängt, desto weniger können auf derselben Elementarfarben erscheinen. Denn da, wo alles ein vollkommenes Ganzes zusammen ausmachen soll, kann sich nicht hier und da etwas Spezifisches absondern.

667.
Von dem Menschen haben wir wenig zu sagen, denn er trennt sich ganz von der allgemeinen Naturlehre los, in der wir jetzt eigentlich wandeln. Auf des Menschen Inneres ist so viel verwandt, dass seine Oberfläche nur sparsamer begabt werden konnte.

668.
Wenn man nimmt, dass schon unter der Haut die Tiere mit Interkutanmuskeln mehr belastet als begünstigt sind; wenn man sieht, dass gar manches Überflüssige nach außen strebt, wie zum Beispiel die großen Ohren und Schwänze, nicht weniger die Haare, Mähnen, Zotten: so sieht man wohl, dass die Natur vieles abzugeben und zu verschwenden hatte.

669.
Dagegen ist die Oberfläche des Menschen glatt und rein und lässt, bei den vollkommensten, außer wenigen mit Haar mehr gezierten als bedeckten Stellen, die schöne Form sehen: denn im Vorbeigehen sei es gesagt, ein Überfluss der Haare an Brust, Armen, Schenkeln deutet eher auf Schwäche als auf Stärke, wie denn wahrscheinlich nur die Poeten, durch den Anlass einer übrigens starken Tiernatur verführt, mitunter solche haarige Helden zu Ehren gebracht haben.

670.
Doch haben wir hauptsächlich an diesem Ort von der Farbe zu reden. Und so ist die Farbe der menschlichen Haut, in allen ihren Abweichungen, durchaus keine Elementarfarbe, sondern eine durch organische Kochung höchst bearbeitete Erscheinung.

671.
Dass die Farbe der Haut und Haare auf einen Unterschied der Charaktere deute, ist wohl keine Frage, wie wir ja schon einen bedeutenden Unterschied an blonden und braunen Menschen gewahr werden; wodurch wir auf die Vermutung geleitet worden, dass ein oder das andre organische System vorwaltend eine solche Verschiedenheit hervorbringe. Ein Gleiches lässt sich wohl auf Nationen anwenden, wobei vielleicht zu bemerken wäre, dass auch gewisse Farben mit gewissen Bildungen zusammentreffen, worauf wir schon durch die Mohrenphysiognomien aufmerksam geworden.

672.
Übrigens wäre wohl hier der Ort, der Zweiflerfrage zu begegnen, ob denn nicht alle Menschenbildung und Farbe gleich schön und nur durch Gewohnheit und Eigendünkel eine der andern vorgezogen werde. Wir getrauen uns aber in Gefolge alles dessen, was bisher vorgekommen, zu behaupten, dass der weiße Mensch, das heißt derjenige, dessen Oberfläche vom Weißen ins Gelbliche, Bräunliche, Rötliche spielt, kurz, dessen Oberfläche am gleichgültigsten erscheint, am wenigsten sich zu irgend etwas Besonderem hinneigt, der schönste sei. Und so wird auch wohl künftig, wenn von der Form die Rede sein wird, ein solcher Gipfel menschlicher Gestalt sich vor das Anschauen bringen lassen nicht als ob diese alte Streit-

frage hierdurch für immer entschieden sein sollte: denn es gibt Menschen genug, welche Ursache haben, diese Deutsamkeit des Äußern in Zweifel zu setzen; sondern dass dasjenige ausgesprochen werde, was aus einer Folge von Beobachtung und Urteil einem Sicherheit und Beruhigung suchenden Gemüte hervorspringt. Und so fügen wir zum Schluss noch einige auf die elementarchemische Farbenlehre sich beziehende Betrachtungen bei.

LV. Physische und chemische Wirkungen farbiger Beleuchtung

673.
Die physischen und chemischen Wirkungen farbloser Beleuchtung sind bekannt, so dass es hier unnötig sein dürfte, sie weitläuftig auseinander zu setzen. Das farblose Licht zeigt sich unter verschiedenen Bedingungen, als Wärme erregend, als ein Leuchten gewissen Körpern mitteilend, als auf Säurung und Entsäurung wirkend. In der Art und Stärke dieser Wirkungen findet sich wohl mancher Unterschied, aber keine solche Differenz, die auf einen Gegensatz hinwiese, wie solche bei farbigen Beleuchtungen erscheint, wovon wir nunmehr kürzlich Rechenschaft zu geben gedenken.

674.
Von der Wirkung farbiger Beleuchtung als wärme-erregend wissen wir folgendes zu sagen: An einem sensiblen sogenannten Luftthermometer beobachte man die Temperatur des dunklen Zimmers. Bringt man die Kugel darauf in das direkt hereinscheinende Sonnenlicht, so ist nichts natürlicher, als dass die Flüssigkeit einen viel höhern Grad der Wärme anzeige. Schiebt man alsdann farbige Gläser vor, so folgt auch ganz natürlich, dass sich der Wärmegrad vermindre, erstlich weil die Wirkung des direkten Lichts schon durch das Glas etwas gehindert ist, sodann aber vorzüglich, weil ein farbiges Glas, als ein Dunkles, ein wenigeres Licht hindurchläßt.

675.
Hierbei zeigt sich aber dem aufmerksamen Beobachter ein Unterschied der Wärmeerregung, je nachdem diese oder jene Farbe dem Glase eigen ist. Das gelbe und gelbrote Glas bringt eine höhere Temperatur, als das blaue und blaurote hervor, und zwar ist der Unterschied von Bedeutung.

676.
Will man diesen Versuch mit dem sogenannten prismatischen Spektrum anstellen, so bemerke man am Thermometer erst die Temperatur des Zimmers, lasse alsdann das blaufärbige Licht auf die Kugel fallen, so wird ein etwas höherer Wärmegrad angezeigt, welcher immer wächst, wenn man die übrigen Farben nach und nach auf die Kugel bringt. In der gelbroten ist die Temperatur am stärksten, noch stärker aber unter dem Gelbroten. Macht man die Vorrichtung mit dem Wasserprisma, so dass man das weiße Licht in der Mitte vollkommen haben kann, so ist dieses zwar gebrochne, aber noch nicht gefärbte Licht das wärmste; die übrigen Farben verhalten sich hingegen wie vorher gesagt.

677.
Da es hier nur um Andeutung, nicht aber um Ableitung und Erklärung dieser Phänomene zu tun ist, so bemerken wir nur im Vorbeigehen, dass sich am Spektrum unter dem Roten keineswegs das Licht vollkommen abschneidet, sondern dass immer noch ein gebrochnes, von seinem Wege abgelenktes, sich hinter dem prismatischen Farbenbilde gleichsam herschleichendes Licht zu bemerken ist, so dass man bei näherer Betrachtung wohl kaum nötig haben wird, zu unsichtbaren Strahlen und deren Brechung seine Zuflucht zu nehmen.

678.
Die Mitteilung des Lichtes durch farbige Beleuchtung zeigt dieselbige Differenz. Den Bononischen Phosphoren teilt sich das Licht mit durch blaue und violette Gläser, keineswegs aber durch gelbe und gelbrote; ja man will sogar bemerkt haben, dass die Phosphoren, welchen man durch violette und blaue Gläser den Glühschein mitgeteilt, wenn man solche nachher unter die gelben und gelbroten Scheiben gebracht, früher verlöschen als die, welche man im dunklen Zimmer ruhig liegen lässt.

679.
Man kann diese Versuche wie die vorhergehenden auch durch das prismatische Spektrum machen, und es zeigen sich immer dieselben Resultate.

680.
Von der Wirkung farbiger Beleuchtung auf Säurung und Entsäurung kann man sich folgendermaßen unterrichten. Man streiche feuchtes, ganz weißes Hornsilber auf einen Papierstreifen; man lege ihn ins Licht, dass er einigermaßen grau werde, und schneide ihn alsdenn in drei Stücke. Das eine lege man in ein Buch, als bleibendes Muster, das andre unter ein gelbrotes, das dritte unter ein blaurotes Glas. Dieses letzte Stück wird immer dunkelgrauer werden und eine Entsäurung anzeigen. Das unter dem gelbroten befindliche wird immer heller grau, tritt also dem ersten Zustand vollkommnerer Säurung wieder näher. Von beiden kann man sich durch Vergleichung mit dem Musterstücke überzeugen.

681.
Man hat auch eine schöne Vorrichtung gemacht, diese Versuche mit dem prismatischen Bilde anzustellen. Die Resultate sind denen bisher erwähnten gemäß, und wir werden das Nähere davon späterhin vortragen und dabei die Arbeiten eines genauen Beobachters benutzen, der sich bisher mit diesen Versuchen sorgfältig beschäftigte.

LVI. Chemische Wirkung

bei der dioptrischen Achromasie

682.
Zuerst ersuchen wir unsre Leser, dasjenige wieder nachzusehen, was wir oben (285-298) über diese Materie vorgetragen, damit es hier keiner weitern Wiederholung bedürfe.

683.
Man kann also einem Glase die Eigenschaft geben, dass es, ohne viel stärker zu refrangieren als vorher, das heißt ohne das Bild um ein sehr merkliches weiter zu verrücken dennoch viel breitere Farbensäume hervorbringt.

684.
Diese Eigenschaft wird dem Glase durch Metallkalke mitgeteilt. Daher Mennige, mit einem reinen Glase innig zusammengeschmolzen und vereinigt, diese Wirkung hervorbringt. Flintglas (291) ist ein solches mit Bleikalk bereitetes Glas. Auf diesem Wege ist man weiter gegangen und hat die sogenannte Spießglanzbutter, die sich nach einer neuern Bereitung als reine Flüssigkeit darstellen lässt, in linsenförmigen und prismatischen Gefäßen benutzt und hat eine sehr starke Farbenerscheinung bei mäßiger Refraktion hervorgebracht und die von uns so genannte Hyperchromasie sehr lebhaft dargestellt.

685.

Bedenkt man nun, dass das gemeine Glas, wenigstens überwiegend alkalischer Natur sei, indem es vorzüglich aus Sand und Laugensalzen zusammengeschmolzen wird, so möchte wohl eine Reihe von Versuchen belehrend sein, welche das Verhältnis völlig alkalischer Liquoren zu völligen Säuren auseinandersetzten.

686.
Wäre nun das Maximum und Minimum gefunden, so wäre die Frage, ob nicht irgendein brechend Mittel zu erdenken sei, in welchem die von der Refraktion beinah unabhängig auf- und absteigende Farbenerscheinung bei Verrückung des Bildes völlig Null werden könnte.

687.
Wie sehr wünschenswert wäre es daher für diesen letzten Punkt sowohl als für unsre ganze dritte Abteilung, ja für die Farbenlehre überhaupt, dass die mit Bearbeitung der Chemie unter immer fortschreitenden neuen Ansichten beschäftigten Männer auch hier eingreifen und das, was wir beinahe nur mit rohen Zügen angedeutet, in das Feinere verfolgen und in einem allgemeinen, der ganzen Wissenschaft zusagenden Sinne bearbeiten möchten.

Vierte Abteilung - Allgemeine Ansichten nach Innen

688.
Wir haben bisher die Phänomene fast gewaltsam auseinandergehalten, die sich teils ihrer Natur nach, teils dem Bedürfnis unsres Geistes gemäß immer wieder zu vereinigen strebten. Wir haben sie nach einer gewissen Methode in drei Abteilungen vorgetragen und die Farben zuerst bemerkt als flüchtige Wirkung und Gegenwirkung des Auges selbst, ferner als vorübergehende Wirkung farbloser, durchscheinender, durchsichtiger, undurchsichtiger Körper auf das Licht, besonders auf das Lichtbild; endlich sind wir zu dem Punkte gelangt, wo wir sie als dauernd, als den Körpern wirklich einwohnend zuversichtlich ansprechen konnten.
689.
In dieser stetigen Reihe haben wir, soviel es möglich sein wollte, die Erscheinungen zu bestimmen, zu sondern, und zu ordnen gesucht. Jetzt, da wir nicht mehr fürchten, sie zu vermischen oder zu verwirren, können wir unternehmen, erstlich das Allgemeine, was sich von diesen Erscheinungen innerhalb des geschlossenen Kreises prädizieren lässt, anzugeben, zweitens, anzudeuten, wie sich dieser besondre Kreis an die übrigen Glieder verwandter Naturerscheinungen anschließt und sich mit ihnen verkettet.

Wie energisch die Farbe sei

693.
Die physischen Farben und besonders die prismatischen wurden ehemals wegen ihrer besondern Herrlichkeit und Energie colores emphatici genannt. Bei näherer Betrachtung aber kann man allen Farberscheinungen eine hohe Emphase zuschreiben, vorausgesetzt, dass sie unter den reinsten und vollkommensten Bedingungen dargestellt werden.
694.
Die dunkle Natur der Farbe, ihre hohe gesättigte Qualität ist das, wodurch sie den ernsthaften und zugleich reizenden Eindruck hervorbringt, und indem man sie als eine Bedingung des Lichtes ansehen kann, so kann sie auch das Licht nicht entbehren als der mitwirkenden Ursache ihrer Erscheinung, als der Unterlage ihres Erscheinens, als einer aufscheinenden und die Farbe manifestierenden Gewalt.

Wie entschieden die Farbe sei

695.
Entstehen der Farbe und sich entscheiden ist eins. Wenn das Licht mit einer allgemeinen Gleichgültigkeit sich und die Gegenstände darstellt und uns von einer bedeutungslosen Gegenwart gewiss macht, so zeigt sich die Farbe jederzeit spezifisch, charakteristisch, bedeutend.

696.
Im allgemeinen betrachtet entscheidet sie sich nach zwei Seiten. Sie stellt einen Gegensatz dar, den wir eine Polarität nennen und durch ein + und - recht gut bezeichnen können

Plus	Minus
Gelb	Blau
Wirkung	Beraubung
Licht	Schatten
Hell	Dunkel
Kraft	Schwäche
Wärme	Kälte
Nähe	Ferne
Abstoßen	Anziehen
Verwandtschaft mit Säuren	Verwandtschaft mit Alkalien

Mischung der beiden Seiten

697.
Wenn man diesen spezifizierten Gegensatz in sich vermischt, so heben sich die beiderseitigen Eigenschaften nicht auf; sind sie aber auf den Punkt des Gleichgewichts gebracht, dass man keine der beiden besonders erkennt, so erhält die Mischung wieder etwas Spezifisches fürs Auge, sie erscheint als eine Einheit, bei der wir an die Zusammensetzung nicht denken. Diese Einheit nennen wir Grün.

698.
Wenn nun zwei aus derselben Quelle entspringende entgegengesetzte Phänomene, indem man sie zusammen bringt, sich nicht aufheben, sondern sich zu einem dritten angenehm Bemerkbaren verbinden, so ist dies schon ein Phänomen, das auf Übereinstimmung hindeutet. Das Vollkommnere ist noch zurück.

Steigerung ins Rote

699.
Das Blaue und Gelbe lässt sich nicht verdichten, ohne dass zugleich eine andre Erscheinung mit eintrete. Die Farbe ist in ihrem lichtesten Zustand ein Dunkles, wird sie verdichtet, so muss sie dunkler werden; aber zugleich erhält sie einen Schein, den wir mit dem Worte rötlich bezeichnen.

700.
Dieser Schein wächst immer fort, so dass er auf der höchsten Stufe der Steigerung prävaliert. Ein gewaltsamer Lichteindruck klingt purpurfarben ab. Bei dem Gelbroten der prismatischen Versuche, das unmittelbar aus dem Gelben entspringt, denkt man kaum mehr an das Gelbe.

701.
Die Steigerung entsteht schon durch farblose trübe Mittel, und hier sehen wir die Wirkung in ihrer höchsten Reinheit und Allgemeinheit. Farbige spezifizierte durchsichtige Liquoren zeigen diese Steigerung sehr auffallend in den Stufengefäßen. Diese Steigerung ist unaufhaltsam schnell und stetig; sie ist allgemein und kommt sowohl bei physiologischen als physischen und chemischen Farben vor.

Verbindung der gesteigerten Enden

702.
Haben die Enden des einfachen Gegensatzes durch Mischung ein schönes und angenehmes Phänomen bewirkt, so werden die gesteigerten Enden, wenn man sie verbindet, noch eine anmutigere Farbe hervorbringen, ja es lässt sich denken, dass hier der höchste Punkt der ganzen Erscheinung sein werde.

703.
Und so ist es auch: denn es entsteht das reine Rot, das wir oft, um seiner hohen Würde willen, den Purpur genannt haben.

704.
Es gibt verschiedene Arten, wie der Purpur in der Erscheinung entsteht: durch Übereinanderführung des violetten Saums und gelbroten Randes bei prismatischen Versuchen, durch fortgesetzte Steigerung bei chemischen, durch den organischen Gegensatz bei physiologischen Versuchen.

705.
Als Pigment entsteht er nicht durch Mischung oder Vereinigung, sondern durch Fixierung einer Körperlichkeit auf dem hohen kulminierenden Farbenpunkte. Daher der Maler Ursache hat, drei Grundfarben anzunehmen, indem er aus diesen die übrigen sämtlich zusammensetzt. Der Physiker hingegen nimmt nur zwei Grundfarben an, aus denen er die übrigen entwickelt und zusammensetzt.

Vollständigkeit der mannigfaltigen Erscheinung

706.
Die mannigfaltigen Erscheinungen, auf ihren verschiedenen Stufen fixiert und nebeneinander betrachtet, bringen Totalität hervor. Diese Totalität ist Harmonie fürs Auge.

707.
Der Farbenkreis ist vor unsern Augen entstanden, die mannigfaltigen Verhältnisse des Werdens sind uns deutlich. Zwei reine ursprüngliche Gegensätze sind das Fundament des Ganzen. Es zeigt sich sodann eine Steigerung, wodurch sie sich beide einem dritten nähern; dadurch entsteht auf jeder Seite ein Tiefstes und ein Höchstes, ein Einfachstes und Bedingtestes, ein Gemeinstes und ein Edelstes. Sodann kommen zwei Vereinungen (Vermischungen, Verbindungen, wie man es nennen will) zur Sprache; einmal der einfachen anfänglichen, und sodann der gesteigerten Gegensätze.

Übereinstimmung der vollständigen Erscheinung

708.
Die Totalität nebeneinander zu sehen macht einen harmonischen Eindruck aufs Auge. Man hat hier den Unter schied zwischen dem physischen Gegensatz und der harmonischen Entgegenstellung zu bedenken. Der erste beruht auf der reinen nackten ursprünglichen Dualität, insofern sie als ein Getrenntes angesehen wird; die zweite beruht auf der abgeleiteten, entwickelten und dargestellten Totalität.

709.
Jede einzelne Gegeneinanderstellung, die harmonisch sein soll, muss Totalität enthalten. Hievon werden wir durch die physiologischen Versuche belehrt. Eine Entwicklung der sämtlichen möglichen Entgegenstellungen um den ganzen Farbenkreis wird nächstens geleistet.

Wie leicht die Farbe von einer Seite auf die andre zu wenden

710.
Die Beweglichkeit der Farbe haben wir schon bei der Steigerung und bei der Durchwanderung des Kreises zu bedenken Ursache gehabt; aber auch sogar hinüber und herüber werfen sie sich notwendig und geschwind.

711.
Physiologische Farben zeigen sich anders auf dunklem als auf hellem Grund. Bei den physikalischen ist die Verbindung des objektiven und subjektiven Versuchs höchst merkwürdig. Die epoptischen Farben sollen beim durchscheinenden Licht und beim aufscheinenden entgegengesetzt sein. Wie die chemischen Farben durch Feuer und Alkalien umzuwenden, ist seines Orts hinlänglich gezeigt worden.

Wie leicht die Farbe verschwindet

712.
Was seit der schnellen Erregung und ihrer Entscheidung bisher bedacht worden, die Mischung, die Steigerung, die Verbindung, die Trennung sowie die harmonische Forderung, alles geschieht mit der größten Schnelligkeit und Bereitwilligkeit; aber ebenso schnell verschwindet auch die Farbe wieder gänzlich.

713.
Die physiologischen Erscheinungen sind auf keine Weise festzuhalten; die physischen dauern nur so lange, als die äußre Bedingung währt; die chemischen selbst haben eine große Beweglichkeit und sind durch entgegengesetzte Reagenzien herüber und hinüber zu werfen, ja sogar aufzuheben.

Wie fest die Farbe bleibt

714.
Die chemischen Farben geben ein Zeugnis sehr langer Dauer. Die Farben, durch Schmelzung in Gläsern fixiert sowie durch Natur in Edelsteinen, trotzen aller Zeit und Gegenwirkung.

715.

Die Färberei fixiert von ihrer Seite die Farben sehr mächtig. Und Pigmente, welche durch Reagenzien sonst leicht herüber und hinüber geführt werden, lassen sich durch Beizen zur größten Beständigkeit an und in Körper übertragen.

Fünfte Abteilung - Nachbarliche Verhältnisse

Verhältnis zur Philosophie

716.
Man kann von dem Physiker nicht fordern, dass er Philosoph sei; aber man kann von ihm erwarten, dass er so viel philosophische Bildung habe, um sich gründlich von der Welt zu unterscheiden und mit ihr wieder im höhern Sinne zusammenzutreten. Er soll sich eine Methode bilden, die dem Anschauen gemäß ist; er soll sich hüten, das Anschauen in Begriffe, den Begriff in Worte zu verwandeln und mit diesen Worten, als wären's Gegenstände, umzugehen und zu verfahren; er soll von den Bemühungen des Philosophen Kenntnis haben, um die Phänomene bis an die philosophische Region hinanzuführen.

717.
Man kann von dem Philosophen nicht verlangen, dass er Physiker sei; und dennoch ist seine Einwirkung auf den physischen Kreis so notwendig und so wünschenswert. Da zu bedarf er nicht des einzelnen, sondern nur der Einsicht in jene Endpunkte, wo das einzelne zusammentrifft.

718.
Wir haben früher (175 ff.) dieser wichtigen Betrachtung im Vorbeigehen erwähnt und sprechen sie hier, als am schicklichen Orte, nochmals aus. Das Schlimmste, was der Physik sowie mancher andern Wissenschaft widerfahren kann, ist, dass man das Abgeleitete für das Ursprüngliche hält, und da man das Ursprüngliche aus Abgeleitetem nicht ableiten kann, das Ursprüngliche aus dem Abgeleiteten zu erklären sucht. Dadurch entsteht eine unendliche Verwirrung, ein Wortkram und eine fortdauernde Bemühung, Ausflüchte zu suchen und zu finden, wo das Wahre nur irgend hervortritt und mächtig werden will.

719.
Indem sich der Beobachter, der Naturforscher auf diese Weise abquält, weil die Erscheinungen der Meinung jederzeit widersprechen, so kann der Philosoph mit einem falschen Resultate in seiner Sphäre noch immer operieren, indem kein Resultat so falsch ist, dass es nicht, als Form ohne allen Gehalt, auf irgendeine Weise gelten könnte.

720.
Kann dagegen der Physiker zur Erkenntnis desjenigen gelangen, was wir ein Urphänomen genannt haben, so ist er geborgen und der Philosoph mit ihm: er, denn er überzeugt sich, dass er an die Grenze seiner Wissenschaft gelangt sei, dass er sich auf der empirischen Höhe befinde, wo er rückwärts die Erfahrung in allen ihren Stufen überschauen und vorwärts in das Reich der Theorie, wo nicht eintreten, doch einblicken könne. Der Philosoph ist geborgen: denn er nimmt aus des Physikers Hand ein Letztes, das bei ihm nun ein Erstes wird. Er bekümmert sich nun mit Recht nicht mehr um die Erscheinung, wenn man darunter das Abgeleitete versteht, wie man es entweder schon wissenschaftlich zusammengestellt findet oder wie es gar in empirischen Fällen zerstreut und verworren vor die Sinne tritt. Will er ja auch diesen Weg durchlaufen und einen Blick ins einzelne nicht verschmähen, so tut er es mit Bequemlichkeit, anstatt dass er bei anderer Behandlung sich entweder zu lange in den Zwischenregionen aufhält oder sie nur flüchtig durchstreift, ohne sie genau kennen zu lernen.

721.
In diesem Sinne die Farbenlehre dem Philosophen zu nähern, war des Verfassers Wunsch, und wenn ihm solches in der Ausführung selbst aus mancherlei Ursachen nicht gelungen sein sollte, so wird er bei Revision seiner Arbeit, bei Rekapitulation des Vorgetragenen sowie in dem polemischen und historischen Teile dieses Ziel immer im Auge haben und später, wo manches deutlicher wird auszusprechen sein, auf diese Betrachtung zurückkehren.

Verhältnis zur Mathematik

722.
Man kann von dem Physiker, welcher die Naturlehre in ihrem ganzen Umfange behandeln will, verlangen, dass er Mathematiker sei. In den mittleren Zeiten war die Mathematik das vorzüglichste unter den Organen, durch welche man sich der Geheimnisse der Natur zu bemächtigen hoffte; und noch ist in gewissen Teilen der Naturlehre die Messkunst, wie billig, herrschend.

723.
Der Verfasser kann sich keiner Kultur von dieser Seite rühmen, und verweilt auch deshalb nur in den von der Messkunst unabhängigen Regionen, die sich in der neuern Zeit weit und breit aufgetan haben.

724.
Wer bekennt nicht, dass die Mathematik, als eins der herrlichsten menschlichen Organe, der Physik von einer Seite sehr vieles genutzt; dass sie aber durch falsche Anwendung ihrer Behandlungsweise dieser Wissenschaft gar manches geschadet, lässt sich auch nicht wohl leugnen, und man findet's, hier und da, notdürftig eingestanden.

725.
Die Farbenlehre besonders hat sehr viel gelitten, und ihre Fortschritte sind äußerst gehindert worden, dass man sie mit der übrigen Optik, welche der Messkunst nicht entbehren kann, vermengte, da sie doch eigentlich von jener ganz abgesondert betrachtet werden kann.

726.
Dazu kam noch das Übel, dass ein großer Mathematiker über den physischen Ursprung der Farben eine ganz falsche Vorstellung bei sich festsetzte und durch seine großen Verdienste als Messkünstler die Fehler, die er als Naturforscher begangen, vor einer in Vorurteilen stets befangnen Welt auf lange Zeit sanktionierte.

727.
Der Verfasser des Gegenwärtigen hat die Farbenlehre durchaus von der Mathematik entfernt zu halten gesucht, ob sich gleich gewisse Punkte deutlich genug ergeben, wo die Beihülfe der Messkunst wünschenswert sein würde. Wären die vorurteilsfreien Mathematiker, mit denen er umzugehen das Glück hatte und hat, nicht durch andre Geschäfte abgehalten gewesen, um mit ihm gemeine Sache machen zu können, so würde der Behandlung von dieser Seite einiges Verdienst nicht fehlen. Aber so mag denn auch dieser Mangel zum Vorteil gereichen, indem es nunmehr des geistreichen Mathematikers Geschäft werden kann, selbst aufzusuchen, wo denn die Farbenlehre seiner Hülfe bedarf, und wie er zur Vollendung dieses Teils der Naturwissenschaft das Seinige beitragen kann.

728.

Überhaupt wäre es zu wünschen, dass die Deutschen, die so vieles Gute leisten, indem sie sich das Gute fremder Nationen aneignen, sich nach und nach gewöhnten, in Gesellschaft zu arbeiten. Wir leben zwar in einer diesem Wunsche gerade entgegengesetzten Epoche. Jeder will nicht nur original in seinen Ansichten, sondern auch im Gange seines Lebens und Tuns von den Bemühungen anderer unabhängig, wo nicht sein, doch dass er es sei, sich überreden. Man bemerkt sehr oft, dass Männer, die freilich manches geleistet, nur sich selbst, ihre eigenen Schriften, Journale und Kompendien zitieren, anstatt dass es für den einzelnen und für die Welt viel vorteilhafter wäre, wenn mehrere zu gemeinsamer Arbeit gerufen würden. Das Betragen unserer Nachbarn, der Franzosen, ist hierin musterhaft, wie man zum Beispiel in der Vorrede Cuviers zu seinem Tableau élémentaire de l'Histoire naturelle des animaux mit Vergnügen sehen wird.

729.
Wer die Wissenschaften und ihren Gang mit treuem Auge beobachtet hat, wird sogar die Frage aufwerfen: ob es denn vorteilhaft sei, so manche, obgleich verwandte, Beschäftigungen und Bemühungen in einer Person zu vereinigen, und ob es nicht bei der Beschränktheit der menschlichen Natur gemäßer sei, zum Beispiel den aufsuchenden und findenden von dem behandelnden und anwendenden Manne zu unterscheiden. Haben sich doch die himmelbeobachtenden und sternaufsuchenden Astronomen von den bahnberechnenden, das Ganze umfassenden und näher bestimmenden in der neuern Zeit gewissermaßen getrennt. Die Geschichte der Farbenlehre wird uns zu diesen Betrachtungen öfter zurückführen.

Verhältnis zur Technik des Färbers

730.
Sind wir bei unsern Arbeiten dem Mathematiker aus dem Wege gegangen, so haben wir dagegen gesucht, der Technik des Färbers zu begegnen. Und obgleich diejenige Abteilung, welche die Farben in chemischer Rücksicht abhandelt, nicht die vollständigste und umständlichste ist, so wird doch sowohl darin als in dem, was wir Allgemeines von den Farben ausgesprochen, der Färber weit mehr seine Rechnung finden als bei der bisherigen Theorie, die ihn ohne allen Trost ließ.

731.
Merkwürdig ist es, in diesem Sinne die Anleitungen zur Färbekunst zu betrachten. Wie der katholische Christ, wenn er in seinen Tempel tritt, sich mit Weihwasser besprengt und vor dem Hochwürdigen die Knie beugt und vielleicht alsdann, ohne sonderliche Andacht, seine Angelegenheiten mit Freunden bespricht oder Liebesabenteuern nachgeht, so fangen die sämtlichen Färbelehren mit einer respektvollen Erwähnung der Theorie geziemend an, ohne dass sich auch nachher nur eine Spur fände, dass etwas aus dieser Theorie herflösse, dass diese Theorie irgend etwas erleuchte, erläutere und zu praktischen Handgriffen irgendeinen Vorteil gewähre.

732.
Dagegen finden sich Männer, welche den Umfang des praktischen Färbewesens wohl eingesehen, in dem Falle, sich mit der herkömmlichen Theorie zu entzweien, ihre Blößen mehr oder weniger zu entdecken und ein der Natur und Erfahrung gemäßeres Allgemeines aufzusuchen. Wenn uns in der Geschichte die Namen Castel und Gülich begegnen, so werden wir hierüber weitläuftiger zu handeln Ursache haben, wobei sich zugleich Gelegenheit finden wird zu zeigen, wie eine fortgesetzte Empirie, indem sie in allem Zufälligen umhergreift, den Kreis, in den sie gebannt ist, wirklich ausläuft und sich als ein hohes Vollendetes dem Theo-

retiker, wenn er klare Augen und ein redliches Gemüt hat, zu seiner großen Bequemlichkeit überliefert.

Verhältnis zur Physiologie und Pathologie

733.
Wenn wir in der Abteilung, welche die Farben in physiologischer und pathologischer Rücksicht betrachtet, fast nur allgemein bekannte Phänomene überliefert, so werden dagegen einige neue Ansichten dem Physiologen nicht unwillkommen sein. Besonders hoffen wir seine Zufriedenheit dadurch erreicht zu haben, dass wir gewisse Phänomene, welche isoliert standen, zu ihren ähnlichen und gleichen gebracht und ihm dadurch gewissermaßen vorgearbeitet haben.

734.
Was den pathologischen Anhang betrifft, so ist er freilich unzulänglich und inkohärent. Wir besitzen aber die vortrefflichsten Männer, die nicht allein in diesem Fache höchst erfahren und kenntnisreich sind, sondern auch zugleich wegen eines so gebildeten Geistes verehrt werden, dass es ihnen wenig Mühe machen kann, diese Rubriken umzuschreiben und das, was ich angedeutet, vollständig auszuführen und zugleich an die höheren Einsichten in den Organismus anzuschließen.

Verhältnis zur Naturgeschichte

735.
Insofern wir hoffen können, dass die Naturgeschichte auch nach und nach sich in eine Ableitung der Naturerscheinungen aus höhern Phänomenen umbilden wird, so glaubt der Verfasser auch hierzu einiges angedeutet und vorbereitet zu haben. Indem die Farbe in ihrer größten Mannigfaltigkeit sich auf der Oberfläche lebendiger Wesen dem Auge darstellt, so ist sie ein wichtiger Teil der äußeren Zeichen, wodurch wir gewahr werden, was im Innern vorgeht.
736.
Zwar ist ihr von einer Seite wegen ihrer Unbestimmtheit und Versatilität nicht allzu viel zu trauen; doch wird eben diese Beweglichkeit, insofern sie sich uns als eine konstante Erscheinung zeigt, wieder ein Kriterion des beweglichen Lebens; und der Verfasser wünscht nichts mehr, als dass ihm Frist gegönnt sei, das, was er hierüber wahrgenommen, in einer Folge, zu der hier der Ort nicht war, weitläuftiger auseinander zu setzen.

Verhältnis zur allgemeinen Physik

737.
Der Zustand, in welchem sich die allgemeine Physik gegenwärtig befindet, scheint auch unserer Arbeit besonders günstig, indem die Naturlehre durch rastlose, mannigfaltige Behandlung sich nach und nach zu einer solchen Höhe erhoben hat, dass es nicht unmöglich scheint, die grenzenlose Empirie an einen methodischen Mittelpunkt heranzuziehen.

738.

Dessen, was zu weit von unserm besondern Kreise abliegt, nicht zu gedenken, so finden sich die Formeln, durch die man die elementaren Naturerscheinungen, wo nicht dogmatisch, doch wenigstens zum didaktischen Behufe ausspricht, durchaus auf dem Wege, dass man sieht, man werde durch die Übereinstimmung der Zeichen bald auch notwendig zur Übereinstimmung im Sinne gelangen.

739.
Treue Beobachter der Natur, wenn sie auch sonst noch so verschieden denken, werden doch darin miteinander übereinkommen, dass alles, was erscheinen, was uns als ein Phänomen begegnen solle, müsse entweder eine ursprüngliche Entzweiung, die einer Vereinigung fähig ist, oder eine ursprüngliche Einheit, die zur Entzweiung gelangen könne, andeuten und sich auf eine solche Weise darstellen. Das Geeinte zu entzweien, das Entzweite zu einigen, ist das Leben der Natur; dies ist die ewige Systole und Diastole, die ewige Synkrisis und Diakrisis, das Ein- und Ausatmen der Welt, in der wir leben, weben und sind.

740.
Dass dasjenige, was wir hier als Zahl, als Eins und Zwei aussprechen, ein höheres Geschäft sei, versteht sich von selbst; so wie die Erscheinung eines Dritten, Vierten sich ferner Entwickelnden immer in einem höhern Sinne zu nehmen, besonders aber allen diesen Ausdrücken eine echte Anschauung unterzulegen ist.

741.
Das Eisen kennen wir als einen besondern von andern unterschiedenen Körper; aber es ist ein gleichgültiges, uns nur in manchem Bezug und zu manchem Gebrauch merkwürdiges Wesen. Wie wenig aber bedarf es, und die Gleichgültigkeit dieses Körpers ist aufgehoben. Eine Entzweiung geht vor, die, indem sie sich wieder zu vereinigen strebt und sich selbst aufsucht, einen gleichsam magischen Bezug auf ihresgleichen gewinnt, und diese Entzweiung, die doch nur wieder eine Vereinigung ist, durch ihr ganzes Geschlecht fortsetzt. Hier kennen wir das gleichgültige Wesen, das Eisen; wir sehen die Entzweiung an ihm entstehen, sich fortpflanzen und verschwinden, und sich leicht wieder aufs neue erregen: nach unserer Meinung ein Urphänomen, das unmittelbar an der Idee steht und nichts Irdisches über sich erkennt.

742.
Mit der Elektrizität verhält es sich wieder auf eine eigne Weise. Das Elektrische, als ein Gleichgültiges, kennen wir nicht. Es ist für uns ein Nichts, ein Null, ein Nullpunkt, ein Gleichgültigkeitspunkt, der aber in allen erscheinenden Wesen liegt und zugleich der Quellpunkt ist, aus dem bei dem geringsten Anlass eine Doppelerscheinung hervortritt, welche nur insofern erscheint, als sie wieder verschwindet. Die Bedingungen, unter welchen jenes Hervortreten erregt wird, sind nach Beschaffenheit der besondern Körper unendlich verschieden. Von dem gröbsten mechanischen Reiben sehr unterschiedener Körper aneinander bis zu dem leisesten Nebeneinandersein zweier völlig gleichen, nur durch weniger als einen Hauch anders determinierten Körper, ist die Erscheinung rege und gegenwärtig, ja auffallend und mächtig, und zwar dergestalt bestimmt und geeignet, dass wir die Formeln der Polarität, des Plus und Minus, als Nord und Süd, als Glas und Harz, schicklich und naturgemäß anwenden.

743.
Diese Erscheinung, ob sie gleich der Oberfläche besonders folgt, ist doch keineswegs oberflächlich. Sie wirkt auf die Bestimmung körperlicher Eigenschaften und schließt sich an die große Doppelerscheinung, welche sich in der Chemie so herrschend zeigt, an Oxydation und Desoxydation unmittelbar wirkend an.

744.
In diese Reihe, in diesen Kreis, in diesen Kranz von Phänomenen auch die Erscheinungen der Farbe heranzubringen und einzuschließen, war das Ziel unseres Bestrebens. Was uns nicht gelungen ist, werden andre leisten. Wir fanden einen uranfänglichen ungeheuren Gegensatz von Licht und Finsternis, den man allgemeiner durch Licht und Nichtlicht ausdrücken kann; wir suchten denselben zu vermitteln und dadurch die sichtbare Welt aus Licht, Schatten und Farbe herauszubilden, wobei wir uns zu Entwickelung der Phänomene verschiedener Formeln bedienten, wie sie uns in der Lehre des Magnetismus, der Elektrizität, des Chemismus überliefert werden. Wir mussten aber weiter gehen, weil wir uns in einer höhern Region befanden und mannigfaltigere Verhältnisse auszudrücken hatten.

745.
Wenn sich Elektrizität und Galvanität in ihrer Allgemeinheit von dem Besondern der magnetischen Erscheinungen abtrennt und erhebt, so kann man sagen, dass die Farbe, obgleich unter eben den Gesetzen stehend, sich doch viel höher erhebe und, indem sie für den edlen Sinn des Auges wirksam ist, auch ihre Natur zu ihrem Vorteile dartue. Man vergleiche das Mannigfaltige, das aus einer Steigerung des Gelben und Blauen zum Roten, aus der Verknüpfung dieser beiden höheren Enden zum Purpur, aus der Vermischung der beiden niedern Enden zum Grün entsteht. Welch ein ungleich mannigfaltigeres Schema entspringt hier nicht, als dasjenige ist, worin sich Magnetismus und Elektrizität begreifen lassen. Auch stehen diese letzteren Erscheinungen auf einer niedern Stufe, so dass sie zwar die allgemeine Welt durchdringen und beleben, sich aber zum Menschen im höheren Sinne nicht herauf begeben können, um von ihm ästhetisch benutzt zu werden. Das allgemeine einfache physische Schema muss erst in sich selbst erhöht und vermannigfaltigt werden, um zu höheren Zwecken zu dienen.

746.
Man rufe in diesem Sinne zurück, was durchaus von uns bisher sowohl im Allgemeinen als Besondern von der Farbe prädiziert worden, und man wird sich selbst dasjenige, was hier nur leicht angedeutet ist, ausführen und entwickeln. Man wird dem Wissen, der Wissenschaft, dem Handwerk und der Kunst Glück wünschen, wenn es möglich wäre, das schöne Kapitel der Farbenlehre aus seiner atomistischen Beschränktheit und Abgesondertheit, in die es bisher verwiesen, dem allgemeinen dynamischen Flusse des Lebens und Wirkens wiederzugeben, dessen sich die jetzige Zeit erfreut. Diese Empfindungen werden bei uns noch lebhafter werden, wenn uns die Geschichte so manchen wackern und einsichtsvollen Mann vorführen wird, dem es nicht gelang, von seinen Überzeugungen seine Zeitgenossen zu durchdringen.

Verhältnis zur Tonlehre

747.
Ehe wir nunmehr zu den sinnlich-sittlichen und daraus entspringenden ästhetischen Wirkungen der Farbe übergehen, ist es der Ort, auch von ihrem Verhältnisse zu dem Ton einiges zu sagen.
Dass ein gewisses Verhältnis der Farbe zum Ton stattfinde, hat man von jeher gefühlt, wie die öftern Vergleichungen, welche teils vorübergehend, teils umständlich genug angestellt worden, beweisen. Der Fehler, den man hierbei begangen, beruhet nur auf folgendem.

748.
Vergleichen lassen sich Farbe und Ton untereinander auf keine Weise, aber beide lassen sich auf eine höhere Formel beziehen, aus einer höhern Formel beide, jedoch jedes für sich, ableiten. Wie zwei Flüsse, die auf einem Berge entspringen, aber unter ganz verschiedenen

Bedingungen in zwei ganz entgegengesetzte Weltgegenden laufen, so dass auf dem beiderseitigen ganzen Wege keine einzelne Stelle der andern verglichen werden kann, so sind auch Farbe und Ton. Beide sind allgemeine elementare Wirkungen nach dem allgemeinen Gesetz des Trennens und Zusammenstrebens, des Auf- und Abschwankens, des Hin- und Wiederwägens wirkend, doch nach ganz verschiedenen Seiten, auf verschiedene Weise, auf verschiedene Zwischenelemente, für verschiedene Sinne.

749.
Möchte jemand die Art und Weise, wie wir die Farbenlehre an die allgemeine Naturlehre angeknüpft, recht fassen und dasjenige, was uns entgangen und abgegangen, durch Glück und Genialität ersetzen, so würde die Tonlehre nach unserer Überzeugung an die allgemeine Physik vollkommen anzuschließen sein, da sie jetzt innerhalb derselben gleichsam nur historisch abgesondert steht.

750.
Aber eben darin läge die größte Schwierigkeit, die für uns gewordene positive, auf seltsamen empirischen, zufälligen, mathematischen, ästhetischen, genialischen Wegen entsprungene Musik zugunsten einer physikalischen Behandlung zu zerstören und in ihre ersten physischen Elemente aufzulösen. Vielleicht wäre auch hierzu auf dem Punkte, wo Wissenschaft und Kunst sich befinden, nach so manchen schönen Vorarbeiten Zeit und Gelegenheit.

Schlussbetrachtung über Sprache und Terminologie

751.
Man bedenkt niemals genug, dass eine Sprache eigentlich nur symbolisch, nur bildlich sei und die Gegenstände niemals unmittelbar, sondern nur im Widerscheine ausdrücke. Dieses ist besonders der Fall, wenn von Wesen die Rede ist, welche an die Erfahrung nur herantreten und die man mehr Tätigkeiten als Gegenstände nennen kann, dergleichen im Reiche der Naturlehre immerfort in Bewegung sind. Sie lassen sich nicht festhalten, und doch soll man von ihnen reden; man sucht daher alle Arten von Formeln auf, um ihnen wenigstens gleichnisweise beizukommen.

752.
Metaphysische Formeln haben eine große Breite und Tiefe, jedoch sie würdig auszufüllen, wird ein reicher Gehalt erfordert, sonst bleiben sie hohl. Mathematische Formeln lassen sich in vielen Fällen sehr bequem und glücklich anwenden, aber es bleibt ihnen immer etwas Steifes und Ungelenkes, und wir fühlen bald ihre Unzulänglichkeit, weil wir selbst in Elementarfällen, sehr früh ein Inkommensurables gewahr werden; ferner sind sie auch nur innerhalb eines gewissen Kreises besonders hiezu gebildeter Geister verständlich. Mechanische Formeln sprechen mehr zu dem gemeinen Sinn, aber sie sind auch gemeiner und behalten immer etwas Rohes. Sie verwandeln das Lebendige in ein Totes; sie töten das innere Leben, um von außen ein unzulängliches heranzubringen. Korpuskularformeln sind ihnen nahe verwandt; das Bewegliche wird starr durch sie, Vorstellung und Ausdruck ungeschlacht. Dagegen erscheinen die moralischen Formeln, welche freilich zartere Verhältnisse ausdrücken, als bloße Gleichnisse und verlieren sich denn auch wohl zuletzt in Spiele des Witzes.

753.
Könnte man sich jedoch aller dieser Arten der Vorstellung und des Ausdrucks mit Bewusstsein bedienen und in einer mannigfaltigen Sprache seine Betrachtungen über Naturphänomene überliefern, hielte man sich von Einseitigkeit frei und fasste einen lebendigen Sinn in einen lebendigen Ausdruck, so ließe sich manches Erfreuliche mitteilen.

754.
Jedoch wie schwer ist es, das Zeichen nicht an die Stelle der Sache zu setzen, das Wesen immer lebendig vor sich zu haben und es nicht durch das Wort zu töten. Dabei sind wir in den neuern Zeiten in eine noch größere Gefahr geraten, indem wir aus allem Erkenn- und Wißbaren Ausdrücke und Terminologien herübergenommen haben, um unsre Anschauungen der einfacheren Natur auszudrücken. Astronomie, Kosmologie, Geologie, Naturgeschichte, ja Religion und Mystik werden zu Hülfe gerufen; und wie oft wird nicht das Allgemeine durch ein Besonderes, das Elementare durch ein Abgeleitetes mehr zugedeckt und verdunkelt als aufgehellt und näher gebracht. Wir kennen das Bedürfnis recht gut, wodurch eine solche Sprache entstanden ist und sich ausbreitet; wir wissen auch, dass sie sich in einem gewissen Sinne unentbehrlich macht: allein nur ein mäßiger, anspruchsloser Gebrauch mit Überzeugung und Bewusstsein kann Vorteil bringen.

755.
Am wünschenswertesten wäre jedoch, dass man die Sprache, wodurch man die Einzelheiten eines gewissen Kreises bezeichnen will, aus dem Kreise selbst nähme; die einfachste Erscheinung als Grundformel behandelte und die mannigfaltigern von daher ableitete und entwickelte.

756.
Die Notwendigkeit und Schicklichkeit einer solchen Zeichensprache, wo das Grundzeichen die Erscheinung selbst ausdrückt, hat man recht gut gefühlt, indem man die Formel der Polarität, dem Magneten abgeborgt, auf Elektrizität und so weiter hinübergeführt hat. Das Plus und Minus, was an dessen Stelle gesetzt werden kann, hat bei so vielen Phänomenen eine schickliche Anwendung gefunden; ja der Tonkünstler ist, wahrscheinlich ohne sich um jene andern Fächer zu bekümmern, durch die Natur veranlasst worden, die Hauptdifferenz der Tonarten durch Majeur und Mineur auszudrücken.

757.
So haben auch wir seit langer Zeit den Ausdruck der Polarität in die Farbenlehre einzuführen gewünscht; mit welchem Rechte und in welchem Sinne, mag die gegenwärtige Arbeit ausweisen. Vielleicht finden wir künftig Raum, durch eine solche Behandlung und Symbolik, welche ihr Anschauen jederzeit mit sich führen müsste, die elementaren Naturphänomene nach unsrer Weise aneinander zu knüpfen, und dadurch dasjenige deutlicher zu machen, was hier nur im allgemeinen und vielleicht nicht bestimmt genug ausgesprochen worden.

Sechste Abteilung:
Sinnlich - sittliche Wirkung der Farbe

758.
Da die Farbe in der Reihe der uranfänglichen Naturerscheinungen einen so hohen Platz behauptet, indem sie den ihr angewiesenen einfachen Kreis mit entschiedener Mannigfaltigkeit ausfüllt, so werden wir uns nicht wundern, wenn wir erfahren, dass sie auf den Sinn des Auges, dem sie vorzüglich zugeeignet ist, und durch dessen Vermittelung auf das Gemüt in ihren allgemeinsten elementaren Erscheinungen, ohne Bezug auf Beschaffenheit oder Form eines Materials, an dessen Oberfläche wir sie gewahr werden, einzeln eine spezifische, in Zusammenstellung eine teils harmonische, teils charakteristische, oft auch unharmonische, immer aber eine entschiedene und bedeutende Wirkung hervorbringe, die sich unmittelbar an das Sittliche anschließt. Deshalb denn Farbe, als ein Element der Kunst betrachtet, zu den höchsten ästhetischen Zwecken mitwirkend genutzt werden kann.

759.
Die Menschen empfinden im allgemeinen eine große Freude an der Farbe. Das Auge bedarf ihrer, wie es des Lichtes bedarf. Man erinnre sich der Erquickung, wenn an einem trüben Tage die Sonne auf einen einzelnen Teil der Gegend scheint und die Farben daselbst sichtbar macht. Das man den farbigen Edelsteinen Heilkräfte zuschrieb, mag aus dem tiefen Gefühl dieses unaussprechlichen Behagens entstanden sein.

760.
Die Farben, die wir an den Körpern erblicken, sind nicht etwa dem Auge ein völlig Fremdes, wodurch es erst zu dieser Empfindung gleichsam gestempelt würde; nein. Dieses Organ ist immer in der Disposition, selbst Farben hervorzubringen, und genießt einer angenehmen Empfindung, wenn etwas der eignen Natur Gemäßes ihm von außen gebracht wird, wenn seine Bestimmbarkeit nach einer gewissen Seite hin bedeutend bestimmt wird.

761.
Aus der Idee des Gegensatzes der Erscheinung, aus der Kenntnis, die wir von den besondern Bestimmungen desselben erlangt haben, können wir schließen, dass die einzelnen Farbeindrücke nicht verwechselt werden können, dass sie spezifisch wirken und entschieden spezifische Zustände in dem lebendigen Organ hervorbringen müssen.

762.
Eben auch so in dem Gemüt. Die Erfahrung lehrt uns, dass die einzelnen Farben besondere Gemütsstimmungen geben. Von einem geistreichen Franzosen wird erzählt: il prétendoit que son ton de conversation avec Madame étoit changé depuis qu'elle avoit changé en cramoisi le meuble de son cabinet qui étoit bleu.

763.
Diese einzelnen, bedeutenden Wirkungen vollkommen zu empfinden, muss man das Auge ganz mit einer Farbe umgeben, z. B. in einem einfarbigen Zimmer sich befinden, durch ein farbiges Glas sehen. Man identifiziert sich alsdann mit der Farbe; sie stimmt Auge und Geist mit sich unisono.

764.

Die Farben von der Plusseite sind Gelb, Rotgelb (Orange), Gelbrot (Mennig, Zinnober). Sie stimmen regsam, lebhaft, strebend.

Gelb

765.
Es ist die nächste Farbe am Licht. Sie entsteht durch die gelindeste Mäßigung desselben, es sei durch trübe Mittel oder durch schwache Zurückwerfung von weißen Flächen. Bei den prismatischen Versuchen erstreckt sie sich allein breit in den lichten Raum und kann dort, wenn die beiden Pole noch abgesondert voneinander stehen, ehe sie sich mit dem Blauen zum Grünen vermischt, in ihrer schönsten Reinheit gesehen werden. Wie das chemische Gelb sich an und über dem Weißen entwickelt, ist gehörigen Orts umständlich vorgetragen worden.

766.
Sie führt in ihrer höchsten Reinheit immer die Natur des Hellen mit sich und besitzt eine heitere, muntere, sanftreizende Eigenschaft.

767.
In diesem Grade ist sie als Umgebung, es sei als Kleid, Vorhang, Tapete, angenehm. Das Gold in seinem ganz ungemischten Zustande gibt uns, besonders wenn der Glanz hinzukommt, einen neuen und hohen Begriff von dieser Farbe; so wie ein starkes Gelb, wenn es auf glänzender Seide, z. B. auf Atlas, erscheint, eine prächtige und edle Wirkung tut.

768.
So ist es der Erfahrung gemäß, dass das Gelbe einen durchaus warmen und behaglichen Eindruck mache. Daher es auch in der Malerei der beleuchteten und wirksamen Seite zukommt.

769.
Diesen erwärmenden Effekt kann man am lebhaftesten bemerken, wenn man durch ein gelbes Glas, besonders in grauen Wintertagen, eine Landschaft ansieht. Das Auge wird erfreut, das Herz ausgedehnt, das Gemüt erheitert; eine unmittelbare Wärme scheint uns anzuwehen.

770.
Wenn nun diese Farbe, in ihrer Reinheit und hellem Zustande angenehm und erfreulich, in ihrer ganzen Kraft aber etwas Heiteres und Edles hat, so ist sie dagegen äußerst empfindlich und macht eine sehr unangenehme Wirkung, wenn sie beschmutzt oder einigermaßen ins Minus gezogen wird. So hat die Farbe des Schwefels, die ins Grüne fällt, etwas Unangenehmes.

771.
Wenn die gelbe Farbe unreinen und unedlen Oberflächen mitgeteilt wird, wie dem gemeinen Tuch, dem Filz und dergleichen, worauf sie nicht mit ganzer Energie erscheint, entsteht eine solche unangenehme Wirkung. Durch eine geringe und unmerkliche Bewegung wird der schöne Eindruck des Feuers und Goldes in die Empfindung des Kotigen verwandelt und die Farbe der Ehre und Wonne zur Farbe der Schande, des Abscheus und Missbehagens umgekehrt. Daher mögen die gelben Hüte der Bankerottierer, die gelben Ringe auf den Mänteln der Juden entstanden sein; ja die sogenannte Hahnreifarbe ist eigentlich nur ein schmutziges Gelb.

Rotgelb

772.
Da sich keine Farbe als stillstehend betrachten lässt, so kann man das Gelbe sehr leicht durch Verdichtung und Verdunklung ins Rötliche steigern und erheben. Die Farbe wächst an Energie und erscheint im Rotgelben mächtiger und herrlicher.

773.
Alles was wir vom Gelben gesagt haben, gilt auch hier, nur im höhern Grade. Das Rotgelbe gibt eigentlich dem Auge das Gefühl von Wärme und Wonne, indem es die Farbe der höhern Glut sowie den mildern Abglanz der untergehenden Sonne repräsentiert. Deswegen ist sie auch bei Umgebungen angenehm und als Kleidung in mehr oder minderm Grade erfreulich oder herrlich. Ein kleiner Blick ins Rote gibt dem Gelben gleich ein ander Ansehn; und wenn Engländer und Deutsche sich noch an blassgelben hellen Lederfarben genügen lassen, so liebt der Franzose, wie Pater Castel schon bemerkt, das ins Rot gesteigerte Gelb, wie ihn überhaupt an Farben alles freut, was sich auf der aktiven Seite befindet.

Gelbrot

774.
Wie das reine Gelb sehr leicht in das Rotgelbe hinübergeht, so ist die Steigerung dieses letzten ins Gelbrote nicht aufzuhalten. Das angenehme heitre Gefühl, das uns das Rotgelbe noch gewährt, steigert sich bis zum unerträglich Gewaltsamen im hohen Gelbroten.

775.
Die aktive Seite ist hier in ihrer höchsten Energie, und es ist kein Wunder, dass energische, gesunde, rohe Menschen sich besonders an dieser Farbe erfreuen. Man hat die Neigung zu derselben bei wilden Völkern durchaus bemerkt. Und wenn Kinder, sich selbst überlassen, zu illuminieren anfangen, so werden sie Zinnober und Mennig nicht schonen.

776.
Man darf eine vollkommen gelbrote Fläche starr ansehen, so scheint sich die Farbe wirklich ins Organ zu bohren. Sie bringt eine unglaubliche Erschütterung hervor und behält diese Wirkung bei einem ziemlichen Grade von Dunkelheit. Die Erscheinung eines gelbroten Tuches beunruhigt und erzürnt die Tiere. Auch habe ich gebildete Menschen gekannt, denen es unerträglich fiel, wenn ihnen an einem sonst grauen Tage jemand im Scharlachrock begegnete.

777.
Die Farben von der Minusseite sind Blau, Rotblau und Blaurot. Sie stimmen zu einer unruhigen, weichen und sehnenden Empfindung.

Blau

778.
So wie Gelb immer ein Licht mit sich führt, so kann man sagen, dass Blau immer etwas Dunkles mit sich führe.

779.

Diese Farbe macht für das Auge eine sonderbare und fast unaussprechliche Wirkung. Sie ist als Farbe eine Energie; allein sie steht auf der negativen Seite und ist in ihrer höchsten Reinheit gleichsam ein reizendes Nichts. Es ist etwas Widersprechendes von Reiz und Ruhe im Anblick.

780.
Wie wir den hohen Himmel, die fernen Berge blau sehen, so scheint eine blaue Fläche auch vor uns zurückzuweichen.

781.
Wie wir einen angenehmen Gegenstand, der vor uns flieht, gern verfolgen, so sehen wir das Blaue gern an, nicht weil es auf uns dringt, sondern weil es uns nach sich zieht.

782.
Das Blaue gibt uns ein Gefühl von Kälte, so wie es uns auch an Schatten erinnert. Wie es vom Schwarzen abgeleitet sei, ist uns bekannt.

783.
Zimmer, die rein blau austapeziert sind, erscheinen gewissermaßen weit, aber eigentlich leer und kalt.

784.
Blaues Glas zeigt die Gegenstände im traurigen Licht.

785.
Es ist nicht unangenehm, wenn das Blau einigermaßen vom Plus partizipien. Das Meergrün ist vielmehr eine liebliche Farbe.

Rotblau

786.
Wie wir das Gelbe sehr bald in einer Steigerung gefunden haben, so bemerken wir auch bei dem Blauen dieselbe Eigenschaft.

787.
Das Blaue steigert sich sehr sanft ins Rote und erhält dadurch etwas Wirksames, ob es sich gleich auf der passiven Seite befindet. Sein Reiz ist aber von ganz andrer Art als der des Rotgelben. Er belebt nicht sowohl, als dass er unruhig macht.

788.
So wie die Steigerung selbst unaufhaltsam ist, so wünscht man auch mit dieser Farbe immer fortzugehen, nicht aber, wie beim Rotgelben, immer tätig vorwärts zu schreiten, sondern einen Punkt zu finden, wo man ausruhen könnte.

789.
Sehr verdünnt kennen wir die Farbe unter dem Namen Lila; aber auch so hat sie etwas Lebhaftes ohne Fröhlichkeit.

Blaurot

790.
Jene Unruhe nimmt bei der weiter schreitenden Steigerung zu, und man kann wohl behaupten, dass eine Tapete von einem ganz reinen gesättigten Blaurot eine Art von unerträglicher Gegenwart sein müsse. Deswegen es auch, wenn es als Kleidung, Band, oder sonstiger Zierrat vorkommt, sehr verdünnt und hell angewendet wird, da es denn seiner bezeichneten Natur nach einen ganz besondern Reiz ausübt.

791.
Indem die hohe Geistlichkeit diese unruhige Farbe sich angeeignet hat, so dürfte man wohl sagen, dass sie auf den unruhigen Staffeln einer immer vordringenden Steigerung unaufhaltsam zu dem Kardinalpurpur hinaufstrebe.

Rot (Purpur)

792.
Man entferne bei dieser Benennung alles, was im Roten einen Eindruck von Gelb oder Blau machen könnte. Man denke sich ein ganz reines Rot, einen vollkommenen, auf einer weißen Porzellanschale aufgetrockneten Karmin. Wir haben diese Farbe ihrer hohen Würde wegen manchmal Purpur genannt, ob wir gleichwohl wissen, dass der Purpur der Alten sich mehr nach der blauen Seite hinzog.

793.
Wer die prismatische Entstehung des Purpurs kennt, der wird nicht paradox finden, wenn wir behaupten, dass diese Farbe teils actu, teils potentia alle andern Farben enthalte.

794.
Wenn wir beim Gelben und Blauen eine strebende Steigerung ins Rote gesehen und dabei unsre Gefühle bemerkt haben, so lässt sich denken, dass nun in der Vereinigung der gesteigerten Pole eine eigentliche Beruhigung, die wir eine ideale Befriedigung nennen möchten, stattfinden könne. Und so entsteht bei physischen Phänomenen diese höchste aller Farbenerscheinungen aus dem Zusammentreten zweier entgegengesetzten Enden, die sich zu einer Vereinigung nach und nach selbst vorbereitet haben.

795.
Als Pigment hingegen erscheint sie uns als ein Fertiges und als das vollkommenste Rot in der Cochenille, welches Material jedoch durch chemische Behandlung bald ins Plus, bald ins Minus zu führen ist und allenfalls im besten Karmin als völlig im Gleichgewicht stehend angesehen werden kann.

796.
Die Wirkung dieser Farbe ist so einzig wie ihre Natur. Sie gibt einen Eindruck sowohl von Ernst und Würde als von Huld und Anmut. Jenes leistet sie in ihrem dunklen verdichteten, dieses in ihrem hellen verdünnten Zustande. Und so kann sich die Würde des Alters und die Liebenswürdigkeit der Jugend in eine Farbe kleiden.

797.
Von der Eifersucht der Regenten auf den Purpur erzählt uns die Geschichte manches. Eine Umgebung von dieser Farbe ist immer ernst und prächtig.

798.
Das Purpurglas zeigt eine wohlerleuchtete Landschaft in furchtbarem Lichte. So müsste der Farbton über Erd' und Himmel am Tage des Gerichts ausgebreitet sein.

799.
Da die beiden Materialien, deren sich die Färberei zur Hervorbringung dieser Farbe vorzüglich bedient, der Kermes und die Cochenille, sich mehr oder weniger zum Plus und Minus neigen, auch sich durch Behandlung mit Säuren und Alkalien herüber und hinüber führen lassen: so ist zu bemerken, dass die Franzosen sich auf der wirksamen Seite halten, wie der französische Scharlach zeigt, welcher ins Gelbe zieht; die Italiener hingegen auf der passiven Seite verharren, so dass ihr Scharlach eine Ahndung von Blau behält.

800.
Durch eine ähnliche alkalische Behandlung entsteht das Karmesin, eine Farbe, die den Franzosen sehr verhasst sein muss, da sie die Ausdrücke sot en cramoisi, méchant en cramoisi als das Äußerste des Abgeschmackten und Bösen bezeichnen.

Grün

801.
Wenn man Gelb und Blau, welche wir als die ersten und einfachsten Farben ansehen, gleich bei ihrem ersten Erscheinen auf der ersten Stufe ihrer Wirkung zusammenbringt, so entsteht die jenige Farbe, welche wir Grün nennen.

802.
Unser Auge findet in derselben eine reale Befriedigung. Wenn beide Mutterfarben sich in der Mischung genau das Gleichgewicht halten, dergestalt dass keine vor der andern bemerklich ist, so ruht das Auge und das Gemüt auf diesem Gemischten wie auf einem Einfachen. Man will nicht weiter, und man kann nicht weiter. Deswegen für Zimmer, in denen man sich immer befindet, die grüne Farbe zur Tapete meist gewählt wird.

Totalität und Harmonie

803.
Wir haben bisher zum Behuf unsres Vortrages angenommen, dass das Auge genötigt werden könne, sich mit irgendeiner einzelnen Farbe zu identifizieren; allein dies möchte wohl nur auf einen Augenblick möglich sein.

804.
Denn wenn wir uns von einer Farbe umgeben sehen, welche die Empfindung ihrer Eigenschaft in unserm Auge erregt und uns durch ihre Gegenwart nötigt, mit ihr in einem identischen Zustande zu verharren, so ist es eine gezwungene Lage, in welcher das Organ ungern verweilt.

805.
Wenn das Auge die Farbe erblickt, so wird es gleich in Tätigkeit gesetzt, und es ist seiner Natur gemäß, auf der Stelle eine andre, so unbewusst als notwendig, hervorzubringen, welche mit der gegebenen die Totalität des ganzen Farbenkreises enthält. Eine einzelne Farbe erregt in dem Auge durch eine spezifische Empfindung das Streben nach Allgemeinheit.

806.
Um nun diese Totalität gewahr zu werden, um sich selbst zu befriedigen, sucht es neben jedem farbigen Raum einen farblosen, um die geforderte Farbe an demselben hervorzubringen.

807.
Hier liegt also das Grundgesetz aller Harmonie der Farben, wovon sich jeder durch eigene Erfahrung überzeugen kann, indem er sich mit den Versuchen, die wir in der Abteilung der physioligischen Farben angezeigt, genau bekannt macht.

808.
Wird nun die Farbentotalität von außen dem Auge als Objekt gebracht, so ist sie ihm erfreulich, weil ihm die Summe seiner eignen Tätigkeit als Realität entgegenkommt. Es sei also zuerst von diesen harmonischen Zusammenstellungen die Rede.

809.
Um sich davon auf das leichteste zu unterrichten, denke man sich in dem von uns angegebenen Farbenkreise einen beweglichen Diaineter und führe denselben im ganzen Kreise herum, so werden die beiden Enden nach und nach die sich fordernden Farben bezeichnen, welche sich denn freilich zuletzt auf drei einfache Gegensätze zurückführen lassen.

810.
Gelb fordert Rotblau,
Blau fordert Rotgelb,
Purpur fordert Grün
und umgekehrt.

811.
Wie der von uns supponierte Zeiger von der Mitte der von uns naturmäßig geordneten Farben wegrückt, ebenso rückt er mit dem andern Ende in der entgegengesetzten Abstufung weiter, und es lässt sich durch eine solche Verrichtung zu einer jeden fordernden Farbe die geforderte bequem bezeichnen. Sich hiezu einen Farbenkreis zu bilden, der nicht wie der unsre abgesetzt, sondern in einem stetigen Fortschritte die Farben und ihre Übergänge zeigte, würde nicht unnütz sein. Denn wir stehen hier auf einem sehr wichtigen Punkt, der alle unsre Aufmerksamkeit verdient.

812.
Wurden wir vorher bei dem Beschauen einzelner Farben gewissermaßen pathologisch affiziert, indem wir, zu einzelnen Empfindungen fortgerissen, uns bald lebhaft und strebend, bald weich und sehnend, bald zum Edlen emporgehoben, bald zum Gemeinen herabgezogen fühlten, so führt uns das Bedürfnis nach Totalität, welches unserm Organ eingeboren ist, aus dieser Beschränkung heraus; es setzt sich selbst in Freiheit, indem es den Gegensatz des ihm aufgedrungenen Einzelnen und somit eine befriedigende Ganzheit hervorbringt.

813.
So einfach also diese eigentlich harmonischen Gegensätze sind, welche uns in dem engen Kreise gegeben werden, so wichtig ist der Wink, dass uns die Natur durch Totalität zur Freiheit heraufzuheben angelegt ist und dass wir diesmal eine Naturerscheinung zum ästhetischen Gebrauch unmittelbar überliefert erhalten.

814.

Indem wir also aussprechen können, dass der Farbenkreis, wie wir ihn angegeben, auch schon dem Stoff nach eine angenehme Empfindung hervorbringe, ist es der Ort, zu gedenken, dass man bisher den Regenbogen mit Unrecht als ein Beispiel der Farbentotalität angenommen: denn es fehlt demselben die Hauptfarbe, das reine Rot, der Purpur, welcher nicht entstehen kann, da sich bei dieser Erscheinung so wenig als bei dem hergebrachten prismatischen Bilde das Gelbrot und Blaurot zu erreichen vermögen.

815.
Überhaupt zeigt uns die Natur kein allgemeines Phänomen, wo die Farbentotalität völlig beisammen wäre. Durch Versuche lässt sich ein solches in seiner vollkommnen Schönheit hervorbringen. Wie sich aber die völlige Erscheinung im Kreise zusammenstellt, machen wir uns am besten durch Pigmente auf Papier begreiflich, bis wir, bei riatürlichen Anlagen und nach mancher Erfahrung und Übung, uns endlich von der Idee dieser Harmenie völlig penetriert und sie uns im Geiste gegenwärtig fühlen.

Charakteristische Zusammenstellungen

816.
Außer diesen rein harmonischen, aus sich selbst entspringenden Zusammenstellungen, welche immer Totalität mit sich führen, gibt es noch andre, welche durch Willkür hervorgebracht werden und die wir dadurch am leichtesten bezeichnen, dass sie in unserm Farbenkreise nicht nach Diametern, sondern nach Chorden aufzufinden sind, und zwar zuerst dergestalt, dass eine Mittelfarbe übersprungen wird.

817.
Wir nennen diese Zusammenstellungen charakteristisch, weil sie sämtlich etwas Bedeutendes haben, das sich uns mit einem gewissen Ausdruck aufdringt, aber uns nicht befriedigt, indem jedes Charakteristische nur dadurch entsteht, dass es als ein Teil aus einem Ganzen heraustritt, mit welchem es ein Verhältnis hat, ohne sich darin aufzulösen.

818.
Da wir die Farben in ihrer Entstehung sowie deren harmonische Verhältnisse kennen, so lässt sich erwarten, dass auch die Charaktere der willkürlichen Zusammenstellungen von der verschiedenen Bedeutung sein werden. Wir wollen sie einzeln durchgehen.

Gelb und Blau

819.
Dieses ist die einfachste von solchen Zusammenstellungen. Man kann sagen, es sei zu wenig in ihr: denn da ihr jede Spur von Rot fehlt, so geht ihr zu viel von der Totaliltät ab. In diesem Sinne kann man sie arm und, da die beiden Pole auf ihrer niedrigsten Stufe stehen, gemein nennen. Doch hat sie den Vorteil, dass sie zunächst am Grünen und also an der realen Befriedigung steht.

Gelb und Purpur

820.
Hat etwas Einseitiges, aber Heiteres und Prächtiges. Man sieht die beiden Enden der tätigen Seite nebeneinander, ohne dass das stetige Werden ausgedruckt sei. Da man aus ihrer Mi-

schung durch Pigmente das Gelbrote erwarten kann, so stehen sie gewissermaßen anstatt dieser Farbe.

Blau und Purpur

821.
Die beiden Enden der passiven Seite mit dem Übergewicht des obern Endes nach dem aktiven zu. Da durch Mischung beider das Blaurote entsteht, so wird der Effekt dieser Zusammenstellung sich auch gedachter Farbe nähern.

Gelbrot und Blaurot

822.
Haben, zusammengestellt, als die gesteigerten Enden der beiden Seiten etwas Erregendes, Hohes. Sie geben uns die Vorahndung des Purpurs, der bei physikalischen Versuchen aus ihrer Vereinigung entsteht.

823.
Diese vier Zusammenstellungen haben also das Gemeinsame, dass sie, vermischt, die Zwischenfarben unsere Farbenkreises hervorbringen würden; wie sie auch schon tun, wenn die Zusammenstellung aus kleinen Teilen besteht und aus der Ferne betrachtet wird. Eine Fläche mit schmalen blau- und gelben Streifen erscheint in einiger Entfernung grün.

824.
Wenn nun aber das Auge Blau und Gelb nebeneinander sieht, so befindet es sich in der sonderbaren Bemühung, immer Grün hervorbringen zu wollen, ohne damit zustande zu kommen und ohne also im einzelnen Ruhe oder im Ganzen Gefühl der Totalität bewirken zu können.

825.
Man sieht also, dass wir nicht mit Unrecht diese Zusammenstellungen charakteristisch genannt haben, so wie denn auch der Charakter einer jeden sich auf den Charakter der einzelnen Farben, woraus sie zusammengestellt ist, beziehen muss.

Charakterlose Zusammenstellungen

826.
Wir wenden uns nun zu der letzten Art der Zusammenstellungen, welche sich aus dem Kreise leicht herausfinden lassen. Es sind nämlich diejenigen, welche durch kleinere Chorden angedeutet werden, wenn man nicht eine ganze Mittelfarbe, sondern nur den Übergang aus einer in die andere überspringt.

827.
Man kann diese Zusammenstellungen wohl die charakterlosen nennen, indem sie zu nahe aneinander liegen, als dass ihr Eindruck bedeutsam werden könnte. Doch behaupten die

meisten immer noch ein gewisses Recht, da sie ein Fortschreiten andeuten, dessen Verhältnis aber kaum fühlbar werden kann.

828.
So drücken Gelb und Gelbrot, Gelbrot und Purpur, Blau und Blaurot, Blaurot und Purpur die nächsten Stufen der Steigerung und Kulmination aus und können in gewissen Verhältnissen der Massen keine üble Wirkung tun.

829.
Gelb und Grün hat immer etwas Gemein-Heiteres, Blau und Grün aber immer etwas Gemein-Widerliches; deswegen unsre guten Vorfahren diese letzte Zusammenstellung auch Narrenfarbe genannt haben.

Bezug der Zusammenstellungen zu Hell und Dunkel

830.
Diese Zusammenstellungen können sehr vermannigfaltigt werden, indem man beide Farben hell, beide Farben dunkel, eine Farbe hell, die andre dunkel zusammenbringen kann; wobei jedoch, was im allgemeinen gegolten hat, in jedem besonderen Falle gelten muss. Von dem unendlich Mannigfaltigen, was dabei stattfindet, erwähnen wir nur folgendes.

831.
Die aktive Seite, mit dem Schwarzen zusammengestellt, gewinnt an Energie; die passive verliert. Die aktive, mit dem Weißen und Hellen zusammengebracht, verliert an Kraft; die passive gewinnt an Heiterkeit. Purpur und Grün mit Schwarz sieht dunkel und düster, mit Weiß hingegen erfreulich aus.

832.
Hierzu kommt nun noch, dass alle Farben mehr oder weniger beschmutzt, bis auf einen gewissen Grad unkenntlich gemacht und so teils unter sich selbst, teils mit reinen Farben zusammengestellt werden können, wodurch zwar die Verhältnisse unendlich variiert werden, wobei aber doch alles gilt, was von den reinen gegolten hat.

Historische Betrachtungen

833.
Wenn in dem Vorhergehenden die Grundsätze der Farbenharmonie vorgetragen worden, so wird es nicht zweckwidrig sein, wenn wir das dort Ausgesprochene in Verbindung mit Erfahrungen und Beispielen nochmals wiederholen.

834.
Jene Grundsätze waren aus der menschlichen Natur und aus den anerkannten Verhältnissen der Farbenerscheinungen abgeleitet. In der Erfahrung begegnet uns manches, was jenen Grundsätzen gemäß, manches, was ihnen widersprechend ist.

835.
Naturmenschen, rohe Völker, Kinder haben große Neigung zur Farbe in ihrer höchsten Energie und also besonders zu dem Gelbroten. Sie haben auch eine Neigung zum Bunten.

Das Bunte aber entsteht, wenn die Farben in ihrer höchsten Energie ohne harmonisches Gleichgewicht zusammengestellt worden. Findet sich aber dieses Gleichgewicht durch Instinkt oder zufällig beobachtet, so entsteht eine angenehme Wirkung. Ich erinnere mich, dass ein hessischer Offizier, der aus Amerika kam, sein Gesicht nach Art der Wilden mit reinen Farben bemalte, wodurch eine Art von Totalität entstand, die keine unangenehme Wirkung tat.

836.
Die Völker des südlichen Europas tragen zu Kleidern sehr lebhafte Farben. Die Seidenwaren, welche sie leichten Kaufs haben, begünstigen diese Neigung. Auch sind besonders die Frauen mit ihren lebhaftesten Miedern und Bändern immer mit der Gegend in Harmonie, indem sie nicht imstande sind, den Glanz des Himmels und der Erde zu überscheinen.

837.
Die Geschichte der Färberei belehrt uns, dass bei den Trachten der Nationen gewisse technische Bequemlichkeiten und Vorteile sehr großen Einfluß hatten. So sieht man die Deutschen viel in Blau gehen, weil es eine dauerhafte Farbe des Tuches ist, auch in manchen Gegenden alle Landleute in grünem Zwillich, weil dieser gedachte Farbe gut annimmt. Möchte ein Reisender hierauf achten, so würden ihm bald angenehme und lehrreiche Beobachtungen gelingen.

838.
Farben, wie sie Stimmungen hervorbringen, fugen sich auch zu Stimmungen und Zuständen. Lebhafte Nationen, z. B. die Franzosen, lieben die gesteigerten Farben, besonders der aktiven Seite, gemäßigte, als Engländer und Deutsche, das Stroh- oder Ledergelb, wozu sie Dunkelblau tragen. Nach Würde strebende Nationen, als Italiener und Spanier, ziehen die rote Farbe ihrer Mäntel auf die passive Seite hinüber.

839.
Man bezieht bei Kleidungen den Charakter der Farbe auf den Charakter der Person. So kann man das Verhältnis der einzelnen Farben und Zusammenstellungen zu Gesichtsfarbe, Alter und Stand beobachten.

840.
Die weibliche Jugend hält auf Rosenfarb und Meergrün, das Alter auf Violett und Dunkelgrün. Die Blondine hat zu Violett und Hellgelb, die Brünette zu Blau und Gelbrot Neigung, und sämtlich mit Recht. Die römischen Kaiser waren auf den Purpur höchst eifersüchtig. Die Kleidung des chinesischen Kaisers ist Orange, mit Purpur gestickt. Zitronengelb dürfen auch seine Bedienten und die Geistlichen tragen.

841.
Gebildete Menschen haben einige Abneigung vor Farben. Es kann dieses teils aus Schwäche des Organs, teils aus Unsicherheit des Geschmacks geschehen, die sich gern in das völlige Nichts flüchtet. Die Frauen gehen nunmehr fast durchgängig weiß und die Männer schwarz.

842.
Überhaupt aber steht hier eine Beobachtung nicht am unrechten Platze, dass der Mensch, so gern er sich auszeichnet, sich auch ebenso gern unter seinesgleichen verlieren mag.

843.
Die schwarze Farbe sollte den veneziariischen Edelmann an eine republikanische Gleichheit erinnern.

844.
Inwiefern der trübe nordische Himmel die Farben nach und nach vertrieben hat, ließe sich vielleicht auch noch untersuchen.

845.
Man ist freilich bei dem Gebrauch der ganzen Farben sehr eingeschränkt, dahingegen die beschmutzten, getöteten sogenannten Modefarben unendlich viele abweichende Grade und Schattierungen zeigen, wovon die meisten nicht ohne Anmut sind.

846.
Zu bemerken ist noch, dass die Frauenzimmer bei ganzen Farben in Gefahr kommen, eine nicht ganz lebhafte Gesichtsfarbe noch unscheinbarer zu machen; wie sie denn Überhaupt genötigt sind, sobald sie einer glänzenden Umgebung das Gleichgewicht halten sollen, ihre Gesichtsfarbe durch Schminke zu erhöhen.

847.
Hier wäre nun noch eine artige Arbeit zu machen übrig, nämlich eine Beurteilung der Uniformen, Livreen, Kokarden und andrer Abzeichen nach den oben aufgestellten Grundsätzen. Man könnte im allgemeinen sagen, dass solche Kleidungen oder Abzeichen keine harmonischen Farben haben dürfen. Die Uniformen sollten Charakter und Würde haben; die Livreen können gemein ins Auge fallend sein. An Beispielen von guter und schlechter Art würde es nicht fehlen, da der Farbenkreis eng und schon oft genug durchprobiert worden ist.

Ästhetische Wirkung

848.
Aus der sinnlichen und sittlichen Wirkung der Farben, sowohl einzeln als in Zusammenstellung, wie wir sie bisher vorgetragen haben, wird nun für den Künstler die ästhetische Wirkung abgeleitet. Wir wollen auch darüber die nötigsten Winke geben, wenn wir vorher die allgemeine Bindung malerischer Darstellung, Licht und Schatten, abgehandelt, woran sich die Farbenerscheinung unmittelbar anschließt.

Helldunkel

849.
Das Helldunkel, clair-obscur, nennen wir die Erscheinung körperlicher Gegenstände, wenn an denselben nur die Wirkung des Lichtes und Schattens betrachtet wird.

850.
Im engern Sinn wird auch manchmal eine Schattenpartie, welche durch Reflexe beleuchtet wird, so genannt; doch wir brauchen hier das Wort in seinem ersten allgemeinern Sinne.

851.
Die Trennung des Helldunkels von aller Farbenerscheinung ist möglich und nötig. Der Künstler wird das Rätsel der Darstellung eher lösen, wenn er sich zuerst das Helldunkel unabhängig von Farben denkt und dasselbe in seinem ganzen Umfange kennen lernt.

852.
Das Helldunkel macht den Körper als Körper erscheinen, indem uns Licht und Schatten von der Dichtigkeit belehrt.

853.
Es kommt dabei in Betracht das höchste Licht, die Mitteltinte, der Schatten und bei dem letzten wieder der eigene Schatten des Körpers, der auf andre Körper geworfene Schatten, der erhellte Schatten oder Reflex.

854.
Zum natürlichsten Beispiel für das Helldunkel wäre die Kugel günstig, um sich einen allgemeinen Begriff zu bilden, aber nicht hinlänglich zum ästhetischen Gebrauch. Die verfließende Einheit einer solchen Rundung führt zum Nebulistischen. Um Kunstwirkungen zu erzwecken, müssen an ihr Flächen hervorgebracht werden, damit die Teile der Schatten und Lichtseite sich mehr in sich selbst absondern.

855.
Die Italiener nennen dieses il piazzoso; man könnte es im Deutschen das Flächenhafte nennen. Wenn nun also die Kugel ein vollkommenes Beispiel des natürlichen Helldunkels wäre, so würde ein Vieleck ein Beispiel des künstlichen sein, wo alle Arten von Lichtern, Halblichtern, Schatten und Reflexen bemerklich wären.

856.
Die Traube ist als ein gutes Beispiel eines malerischen Ganzen im Helldunkel anerkannt, um so mehr als sie ihrer Form nach eine vorzügliche Gruppe darzustellen imstande ist, aber sie ist bloß für den Meister tauglich, der das, was er auszuüben versteht, in ihr zu sehen weiß.

857.
Um den ersten Begriff fasslich zu machen, der selbst von einem Vieleck immer noch schwer zu abstrahieren ist, schlagen wir einen Kubus vor, dessen drei gesehene Seiten das Licht, die Mitteltinte und den Schatten, abgesondert nebeneinander vorstellen.

858.
Jedoch um zum Helldunkel einer zusammengesetztern Figur überzugehen, wählen wir das Beispiel eines aufgeschlagenen Buches, welches uns einer größeren Mannigfaltigkeit näher bringt.

859.
Die antiken Statuen aus der schönen Zeit findet man zu solchen Wirkungen höchst zweckmäßig gearbeitet. Die Lichtpartien sind einfach behandelt, die Schattenseiten desto mehr unterbrochen, damit sie für mannigfaltige Reflexe empfänglich würden, wobei man sich des Beispiels vom Vieleck erinnern kann.

860.
Beispiele antiker Malerei geben hierzu die herkulanischen Gemälde und die Aldobrandinische Hochzeit.

861.
Moderne Beispiele finden sich in einzelnen Figuren Raffaels, an ganzen Gemälden Correggios, der niederländischen Schule, besonders des Rubens.

Streben zur Farbe

862.
Ein Kunstwerk schwarz und weiß kann in der Malerei selten vorkommen. Einige Arbeiten von Polydor geben uns davon Beispiele, sowie unsre Kupferstiche und geschabten Blätter. Diese Arten, insofern sie sich mit Formen und Haltung beschäftigen, sind schätzenswert; allein sie haben wenig Gefälliges fürs Auge, indem sie nur durch eine gewaltsame Abstraktion entstehen.

863.
Wenn sich der Künstler seinem Gefühl überlässt, so meldet sich etwas Farbiges gleich. Sobald das Schwarze ins Blauliche fällt, entsteht eine Forderung des Gelben, das denn der Künstler instinktmäßig verteilt und teils rein in den Lichtern, teils gerötet und beschmutzt als Braun in den Reflexen zu Belebung des Ganzen anbringt, wie es ihm am rätlichsten zu sein scheint.

864.
Alle Arten von Camayeu, oder Farb' in Farbe, laufen doch am Ende dahin hinaus, dass ein geforderter Gegensatz oder irgendeine farbige Wirkung angebracht wird. So hat Polydor in seinen schwarz und weißen Frescogemälden ein gelbes Gefäß oder sonst etwas der Art eingeführt.

865.
Überhaupt strebten die Menschen in der Kunst instinktmäßig jederzeit nach Farbe. Man darf nur täglich beobachten, wie Zeichenlustige von Tusche oder schwarzer Kreide auf weiß Papier zu farbigem Papier sich steigern, dann verschiedene Kreiden anwenden und endlich ins Pastell übergehen. Man sah in unsern Zeiten Gesichter mit Silberstift gezeichnet, durch rote Bäckchen belebt und mit farbigen Kleidern angetan; ja Silhouetten in bunten Uniformen. Paolo Uccello malte farbige Landschaften zu farblosen Figuren.

866.
Selbst die Bildbauerei der Alten konnte diesem Trieb nicht widerstehen. Die Ägypter strichen ihre Basreliefs an. Den Statuen gab man Augen von farbigen Steinen. Zu marmornen Köpfen und Extremitäten fügte man porphyrne Gewänder, so wie man bunte Kalksinter zum Sturze der Brustbilder nahm. Die Jesuiten verfehlten nicht, ihren heiligen Aloysius in Rom auf diese Weise zusammenzusetzen, und die neuste Bildhauerei unterscheidet das Fleisch durch eine Tinktur von den Gewändern.

Haltung

867.
Wenn die Linearperspektive die Abstufung der Gegenstände in scheinbarer Größe durch Entfernung zeigt, so lässt uns die Luftperspektive die Abstufung der Gegenstände in mehr oder minderer Deutlichkeit durch Entfernung sehen.

868.
Ob wir zwar entfernte Gegenstände nach der Natur unsres Auges nicht so deutlich sehen als nähere, so ruht doch die Luftperspektive eigentlich auf dem wichtigen Satz, dass alle durchsichtigen Mittel einigermaßen trübe sind.

869.
Die Atmosphäre ist also immer mehr oder weniger trüb. Besonders zeigt sie diese Eigenschaft in den südlichen Gegen den bei hohem Barometerstand, trocknem Wetter und wolkenlosem Himmel, wo man eine sehr merkliche Abstufung wenig auseinanderstehender Gegenstände beobachten kann.

870.
Im allgemeinen ist diese Erscheinung jedermann bekannt; der Maler hingegen sieht die Abstufung bei den geringsten Abständen oder glaubt sie zu sehen. Er stellt sie praktisch dar, indem er die Teile eines Körpers, zum Beispiel eines völlig vorwärts gekehrten Gesichtes, voneinander abstuft. Hierbei behauptet Beleuchtung ihre Rechte. Diese kommt von der Seite in Betracht, sowie die Haltung von vorn nach der Tiefe zu.

Kolorit

871.
Indem wir nunmehr zur Farbengebung übergehen, setzen wir voraus, dass der Maler überhaupt mit dem Entwurf unserer Farbenlehre bekannt sei und sich gewisse Kapitel und Rubriken, die ihn vorzüglich berühren, wohl zu eigen gemacht habe: denn so wird er sich imstande befinden, das Theoretische sowohl als das Praktische, im Erkennen der Natur und im Anwenden auf die Kunst, mit Leichtigkeit zu behandeln.

Kolorit des Orts

872.
Die erste Erscheinung des Kolorits tritt in der Natur gleich mit der Haltung ein: denn die Luftperspektive beruht auf der Lehre von den trüben Mitteln. Wir sehen den Himmel, die entfernten Gegenstände, ja die nahen Schatten blau. Zugleich erscheint uns das Leuchtende und Beleuchtete stufenweise gelb bis zur Purpurfarbe. In manchen Fällen tritt sogleich die physiologische Forderung der Farben ein, und eine ganz farblose Landschaft wird durch diese mit- und gegeneinander wirkenden Bestimmungen vor unserm Auge völlig farbig erscheinen.

Kolorit der Gegenstände

873.
Lokalfarben sind die allgemeinen Elementarfarben, aber nach den Eigenschaften der Körper und ihrer Oberflächen, an denen wir sie gewahr werden, spezifiziert. Diese Spezifikation geht bis ins Unendliche.

874.
Es ist ein großer Unterschied, ob man gefärbte Seide oder Wolle vor sich hat. Jede Art des Bereitens und Webens bringt schon Abweichungen hervor. Rauhigkeit, Glätte, Glanz kommen in Betrachtung.

875.
Es ist daher ein der Kunst sehr schädliches Vorurteil, dass der gute Maler keine Rücksicht auf den Stoff der Gewänder nehmen, sondern nur immer gleichsam abstrakte Falten malen

müsse. Wird nicht hierdurch alle charakteristische Abwechslung aufgehoben, und ist das Porträt von Leo X. deshalb weniger trefflich, weil auf diesem Bilde Samt, Atlas und Mohr nebeneinander nachgeahmt ward?

876.
Bei Naturprodukten erscheinen die Farben mehr oder weniger modifiziert, spezifiziert, ja individualisiert, welches bei Steinen und Pflanzen, bei den Federn der Vögel und den Haaren der Tiere wohl zu beobachten ist.

877.
Die Hauptkunst des Malers bleibt immer, dass er die Gegenwart des bestimmten Stoffes nachahme und das Allgemeine, Elementare der Farbenerscheinung zerstöre. Die höchste Schwierigkeit findet sich hier bei der Oberfläche des menschlichen Körpers.

878.
Das Fleisch steht im ganzen auf der aktiven Seite, doch spielt das Blauliche der passiven auch mit herein. Die Farbe ist durchaus ihrem elementaren Zustande entrückt und durch Organisation neutralisiert.

879.
Das Kolorit des Ortes und das Kolorit der Gegenstände in Harmonie zu bringen, wird nach Betrachtung dessen, was von uns in der Farbenlehre abgehandelt worden, dem geistreichen Künstler leichter werden, als bisher der Fall war, und er wird imstande sein, unendlich schöne, mannigfaltige und zugleich wahre Erscheinungen darzustellen.

Charakteristisches Kolorit

880.
Die Zusammenstellung farbiger Gegenstände sowohl als die Färbung des Raums, in welchem sie enthalten sind, soll nach Zwecken geschehen, welche der Künstler sich vorsetzt. Hiezu ist besonders die Kenntnis der Wirkung der Farben auf Empfindung, sowohl im einzelnen als in Zusammenstellung, nötig. Deshalb sich denn der Maler von dem allgemeinen Dualism sowohl als von den besondern Gegensätzen penetrieren soll; wie er denn überhaupt wohl inne haben müsste, was wir von den Eigenschaften der Farben gesagt. haben.

881.
Das Charakteristische kann unter drei Hauptrubriken begriffen werden, die wir einstweilen durch das Mächtige, das Sanfte und das Glänzende bezeichnen wollen.

882.
Das erste wird durch das Übergewicht der aktiven, das zweite durch das Übergewicht der passiven Seite, das dritte durch Totalität und Darstellung des ganzen Farbenkreises im Gleichgewicht hervorgebracht.

883.
Der mächtige Effekt wird erreicht durch Gelb, Gelbrot und Purpur, welche letzte Farbe auch noch auf der Plusseite zu halten ist. Wenig Violett und Blau, noch weniger Grün ist anzubringen. Der sanfte Effekt wird durch Blau, Violett und Purpur, welcher jedoch auf die Minusseite zu führen ist, hervorgebracht. Wenig Gelb und Gelbrot, aber viel Grün, kann stattfinden.

884.
Wenn man also diese beiden Effekte in ihrer vollen Bedeutung hervorbringen will, so kann man die geforderten Farben bis auf ein Minimum ausschließen und nur so viel von ihnen sehen lassen, als eine Ahndung der Totalität unweigerlich zu verlangen scheint.

Harmonisches Kolorit

885.
Obgleich die beiden charakteristischen Bestimmungen, nach der eben angezeigten Weise, auch gewissermaßen harmonisch genannt werden können, so entsteht doch die eigentliche harmonische Wirkung nur alsdann, wenn alle Farben nebeneinander im Gleichgewicht angebracht sind.

886.
Man kann hierdurch das Glänzende sowohl als das Angenehme hervorbringen, welche beide jedoch immer etwas Allgemeines und in diesem Sinne etwas Charakterloses haben werden.

887.
Hierin liegt die Ursache, warum das Kolorit der meisten Neuern charakterlos ist; denn indem sie nur ihrem Instinkt folgen, so bleibt das Letzte, wohin er sie führen kann, die Totalität, die sie mehr oder weniger erreichen, dadurch aber zugleich den Charakter versäumen, den das Bild allenfalls haben könnte.

888.
Hat man hingegen jene Grundsätze im Auge, so sieht man, wie sich für jeden Gegenstand mit Sicherheit eine andre Farbenstimmung wählen lässt. Freilich fordert die Anwendung unendliche Modifikationen, welche dem Genie allein, wenn es von diesen Grundsätzen durchdrungen ist, gelingen werden.

Echter Ton

889.
Wenn man das Wort Ton, oder vielmehr Tonart, auch noch künftig von der Musik borgen und bei der Farbengebung brauchen will, so wird es in einem bessern Sinne als bisher geschehen können.

890.
Man würde nicht mit Unrecht ein Bild von mächtigem Effekt mit einem musikalischen Stücke aus dem Durton, ein Gemälde von sanftem Effekt mit einem Stücke aus dem Mollton vergleichen; sowie man für die Modifikation dieser beiden Haupteffekte andre Vergleichungen finden könnte.

Falscher Ton

891.
Was man bisher Ton nannte, war ein Schleier von einer einzigen Farbe über das ganze Bild gezogen. Man nahm ihn gewöhnlich gelb, indem man aus Instinkt das Bild auf die mächtige Seite treiben wollte.

892.
Wenn man ein Gemälde durch ein gelbes Glas ansieht, so wird es uns in diesem Ton erscheinen. Es ist der Mühe wert, diesen Versuch zu machen und zu wiederholen, um genau kennen zu lernen, was bei einer solchen Operation eigentlich vorgeht. Es ist eine Art Nachtbeleuchtung, eine Steigerung, aber zugleich Verdüsterung der Plusseite und eine Beschmutzung der Minusseite.

893.
Dieser unechte Ton ist durch Instinkt aus Unsicherheit dessen, was zu tun sei, entstanden, so dass man anstatt der Totalität eine Uniformität hervorbrachte.

Schwaches Kolorit

894.
Eben diese Unsicherheit ist Ursache, dass man die Farben der Gemälde so sehr gebrochen hat, dass man aus dem Grauen heraus und in das Graue hinein malt und die Farbe so leise behandelt als möglich.

895.
Man findet in solchen Gemälden oft die harmonischen Gegenstellungen recht glücklich, aber ohne Mut, weil man sich vor dem Bunten fürchtet.

Das Bunte

896.
Bunt kann ein Gemälde leicht werden, in welchem man bloß empirisch, nach unsichern Eindrücken, die Farben in ihrer ganzen Kraft nebeneinander stellen wollte.

897.
Wenn man dagegen schwache, obgleich widrige Farben nebeneinander setzt, so ist freilich der Effekt nicht auffallend. Man trägt seine Unsicherheit auf den Zuschauer hinüber, der denn an seiner Seite weder loben noch tadeln kann.

898.
Auch ist es eine wichtige Betrachtung, dass man zwar die Farben unter sich in einem Bilde richtig aufstellen könne, dass aber doch ein Bild bunt werden müsse, wenn man die Farben in Bezug auf Licht und Schatten falsch anwendet.

899.
Es kann dieser Fall um so leichter eintreten, als Licht und Schatten schon durch die Zeichnung gegeben und in derselben gleichsam enthalten ist, dahingegen die Farbe der Wahl und Willkür noch unterworfen bleibt.

Furcht vor dem Theoretischen

900.
Man fand bisher bei den Malern eine Furcht, ja eine entschiedene Abneigung gegen alle theoretische Betrachtungen über die Farbe und was zu ihr gehört, welches ihnen jedoch

nicht übel zu deuten war. Denn das bisher sogenannte Theoretische war grundlos, schwankend und auf Empirie hindeutend. Wir wünschen, dass unsre Bemühungen diese Furcht einigermaßen vermindern und den Künstler anreizen mögen, die aufgestellten Grundsätze praktisch zu prüfen und zu beleben.

Letzter Zweck

901.
Denn ohne Übersicht des Ganzen wird der letzte Zweck nicht erreicht. Von allem dem, was wir bisher vorgetragen, durchdringe sich der Künstler. Nur durch die Einstimmung des Lichtes und Schattens, der Haltung, der wahren und charakteristischen Farbengebung kann das Gemälde von der Seite, von der wir es gegenwärtig betrachten, als vollendet erscheinen.

Gründe

902.
Es war die Art der ältern Künstler, auf hellen Grund zu malen. Er bestand aus Kreide und wurde auf Leinwand oder Holz stark aufgetragen und poliert. Sodann wurde der Umriss aufgezeichnet und das Bild mit einer schwärzlichen oder bräunlichen Farbe ausgetuscht. Dergleichen auf diese Art zum Kolorieren vorbereitete Bilder sind noch übrig von Leonardo da Vinci, Fra Bartolomeo und mehrere von Guido.

903.
Wenn man zur Kolorierung schritt und weiße Gewänder darstellen wollte, so ließ man zuweilen diesen Grund stehen. Tizian tat es in einer spätern Zeit, wo er die große Sicherheit hatte und mit wenig Mühe viel zu leisten wusste. Der weißliche Grund wurde als Mitteltinte behandelt, die Schatten aufgetragen und die hohen Lichter aufgesetzt.

904.
Beim Kolorieren war das unterlegte gleichsam getuschte Bild immer wirksam. Man malte zum Beispiel ein Gewand mit einer Lasurfarbe und das Weiße schien durch und gab der Farbe ein Leben, so wie der schon früher zum Schatten angelegte Teil die Farbe gedämpft zeigte, ohne dass sie gemischt oder beschmutzt gewesen wäre.

905.
Diese Methode hat viele Vorteile. Denn an den lichten Stellen des Bildes hatte man einen hellen, an den beschatteten einen dunkeln Grund. Das ganze Bild war vorbereitet; man konnte mit leichten Farben malen, und man war der Übereinstimmung des Lichtes mit den Farben gewiss. Zu unsern Zeiten ruht die Aquarellmalerei auf diesen Grundsätzen.

906.
Übrigens wird in der Ölmalerei gegenwärtig durchaus ein heller Grund gebraucht, weil Mitteltinten mehr oder weniger durchsichtig sind und also durch einen hellen Grund einigermaßen belebt, so wie die Schatten selbst nicht so leicht dunkel werden.

907.

Auf dunkle Gründe malte man auch eine Zeitlang. Wahrscheinlich hat sie Tintoretto eingeführt; ob Giorgione sich derselben bedient, ist nicht bekannt. Tizians beste Bilder sind nicht auf dunkeln Grund gemalt.

908.
Ein solcher Grund war rotbraun, und wenn auf denselben das Bild aufgezeichnet war, so wurden die stärksten Schatten aufgetragen, die Lichtfarben impastierte man auf den hohen Stellen sehr stark und vertrieb sie gegen den Schatten zu, da denn der dunkle Grund durch die verdünnte Farbe als Mitteltinte durchsah. Der Effekt wurde beim Ausmalen durch mehrmaliges Übergehen der lichten Partien und Aufsetzen der hohen Lichter erreicht.

909.
Wenn diese Art sich besonders wegen der Geschwindigkeit bei der Arbeit empfiehlt, so hat sie doch in der Folge viel Schädliches. Der energische Grund wächst und wird dunkler; was die hellen Farben nach und nach an Klarheit verlieren, gibt der Schattenseite immer mehr und mehr Übergewicht. Die Mitteltinten werden immer dunkler und der Schatten zuletzt ganz finster. Die stark aufgetragenen Lichter bleiben allein hell, und man sieht nur lichte Flecken auf dem Bilde, wovon uns die Gemälde der bolognesischen Schule und des Caravaggio genugsame Beispiele geben.

910.
Auch ist nicht unschicklich, hier noch zum Schlusse des Lasierens zu erwähnen. Dieses geschieht, wenn man eine schon aufgetragene Farbe als hellen Grund betrachtet. Man kann eine Farbe dadurch fürs Auge mischen, sie steigern, ihr einen sogenannten Ton geben; man macht sie dabei aber immer dunkler.

Pigmente

911.
Wir empfangen sie aus der Hand des Chemikers und Naturforschers. Manches ist darüber aufgezeichnet und durch den Druck bekannt geworden, doch verdiente dieses Kapitel von Zeit zu Zeit neu bearbeitet zu werden. Indessen teilt der Meister seine Kenntnisse hierüber dem Schüler mit, der Künstler dem Künstler.

912.
Diejenigen Pigmente, welche ihrer Natur nach die dauerhaftesten sind, werden vorzüglich ausgesucht; aber auch die Behandlungsart trägt viel zur Dauer des Bildes bei. Deswegen sind so wenig Farbenkörper als möglich anzuwenden, und die simpelste Methode des Auftrags nicht genug zu empfehlen.

913.
Denn aus der Menge der Pigmente ist manches Übel für das Kolorit entsprungen. Jedes Pigment hat sein eigentümliches Wesen in Absicht seiner Wirkung aufs Auge, ferner etwas Eigentümliches, wie es technisch behandelt sein will. Jenes ist Ursache, dass die Harmonie schwerer durch mehrere als durch wenige Pigmente zu erreichen ist, dieses, dass chemische Wirkung und Gegenwirkung unter den Farbekörpern stattfinden kann.

914.
Ferner gedenken wir noch einiger falschen Richtungen, von denen sich die Künstler hinreißen lassen. Die Maler begehren immer nach neuen Farbekörpern und glauben, wenn ein solcher gefunden wird, einen Vorschritt in der Kunst getan zu haben. Sie tragen großes Ver-

langen, die alten mechanischen Behandlungsarten kennen zu lernen, wodurch sie viel Zeit verlieren, wie wir uns denn zu Ende des vorigen Jahrhunderts mit der Wachsmalerei viel zu lange gequält haben. Andre gehen darauf aus, neue Behandlungsarten zu erfinden, wodurch denn auch weiter nichts gewonnen wird. Denn es ist zuletzt doch nur der Geist, der jede Technik lebendig macht.

Allegorischer, symbolischer, mystischer Gebrauch der Farbe

915.
Es ist oben umständlich nachgewiesen worden, dass eine jede Farbe einen besondern Eindruck auf den Menschen mache und dadurch ihr Wesen sowohl dem Auge als Gemüt offenbare. Daraus folgt sogleich, dass die Farbe sich zu gewissen sinnlichen, sittlichen, ästhetischen Zwecken anwenden lasse.

916.
Einen solchen Gebrauch also, der mit der Natur völlig übereinträfe, könnte man den symbolischen nennen, indem die Farbe ihrer Wirkung gemäß angewendet würde und das wahre Verhältnis sogleich die Bedeutung ausspräche. Stellt man zum Beispiel den Purpur als die Majestät bezeichnend auf, so wird wohl kein Zweifel sein, dass der rechte Ausdruck gefunden worden, wie sich alles dieses schon oben hinreichend auseinandergesetzt findet.

917.
Hiermit ist ein anderer Gebrauch nahe verwandt, den man den allegorischen nennen könnte. Bei diesem ist mehr Zufälliges und Willkürliches, ja man kann sagen etwas Konventionelles, indem uns erst der Sinn des Zeichens überliefert werden muss, ehe wir wissen, was es bedeuten soll, wie es sich zum Beispiel mit der grünen Farbe verhält, die man der Hoffnung zugeteilt hat.

918.
Dass zuletzt auch die Farbe eine mystische Deutung erlaube, lässt sich wohl ahnden. Denn da jenes Schema, worin sich die Farbenmannigfaltigkeit darstellen lässt, solche Urverhältnisse andeutet, die sowohl der menschlichen Anschauung als der Natur angehören, so ist wohl kein Zweifel, dass man sich ihrer Bezüge, gleichsam als einer Sprache, auch da bedienen könne, wenn man Urverhältnisse ausdrücken will, die nicht ebenso mächtig und mannigfaltig in die Sinne fallen. Der Mathematiker schätzt den Wert und Gebrauch des Triangels; der Triangel steht bei dem Mystiker in großer Verehrung; gar manches lässt sich im Triangel schematisieren und die Farbenerscheinung gleichfalls, und zwar dergestalt, dass man durch Verdopplung und Verschränkung zu dem alten geheimnisvollen Sechseck gelangt.

919.
Wenn man erst das Auseinandergehen des Gelben und Blauen wird recht gefasst, besonders aber die Steigerung ins Rote genugsam betrachtet haben, wodurch das Entgegengesetzte sich gegeneinander neigt, und sich in einem Dritten vereinigt, dann wird gewiss eine besondere geheimnisvolle Anschauung eintreten, dass man diesen beiden getrennten, einander entgegengesetzten Wesen eine geistige Bedeutung unterlegen könne, und man wird sich kaum enthalten, wenn man sie unterwärts das Grün und oberwärts das Rot hervorbringen sieht, dort an die irdischen, hier an die himmlischen Ausgeburten der Elohim zu gedenken.

920.

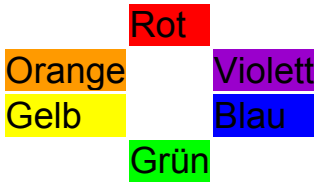
Doch wir tun besser, uns nicht noch zum Schlusse dem Verdacht der Schwärmerei auszusetzen, um so mehr als es, wenn unsre Farbenlehre Gunst gewinnt, an allegorischen, symbolischen und mystischen Anwendungen und Deutungen, dem Geiste der Zeit gemäß, gewiss nicht fehlen wird.

Zugabe

Das Bedürfnis des Malers, der in der bisherigen Theorie keine Hülfe fand, sondern seinem Gefühl, seinem Geschmack, einer unsichern Überlieferung in Absicht auf die Farbe völlig überlassen war, ohne irgendein physisches Fundament gewahr zu werden, worauf er seine Ausübung hätte gründen können, dieses Bedürfnis war der erste Anlass, der den Verfasser vermochte, in eine Bearbeitung der Farbenlehre sich einzulassen. Da nichts wünschenswerter ist, als dass diese theoretische Ausführung bald im Praktischen genutzt und dadurch geprüft und schnell weiter geführt werde, so muss es zugleich höchst willkommen sein, wenn wir finden, dass Künstler selbst schon den Weg einschlagen, den wir für den rechten halten.
Ich lasse daher zum Schluss, um hiervon ein Zeugnis abzugeben, den Brief eines talentvollen Malers, des Herrn Philipp Otto Runge, mit Vergnügen abdrucken, eines jungen Mannes, der, ohne von meinen Bemühungen unterrichtet zu sein, durch Naturell, Übung und Nachdenken sich auf die gleichen Wege gefunden hat. Man wird in diesem Briefe, den ich ganz mitteile, weil seine sämtlichen Glieder in einem innigen Zusammenhange stehen, bei aufmerksamer Vergleichung gewahr werden, dass mehrere Stellen genau mit meinem Entwurf übereinkommen, dass andere ihre Deutung und Erläuterung aus meiner Arbeit gewinnen können, und dass dabei der Verfasser in mehreren Stellen mit lebhafter Überzeugung und wahrem Gefühle mir selbst auf meinem Gange vorgeschritten ist. Möge sein schönes Talent praktisch betätigen, wovon wir uns beide überzeugt halten, und möchten wir bei fortgesetzter Betrachtung und Ausübung mehrere gewogene Mitarbeiter finden.

Wolgast, den 3. Juli 1806
Nach einer kleinen Wanderung, die ich durch unsere anmutige Insel Rügen gemacht hatte, wo der stille Ernst des Meeres von den freundlichen Halbinseln und Tälern, Hügeln und Felsen auf mannigfaltige Art unterbrochen wird, fand ich zu dem freundlichen Willkommen der Meinigen auch noch Ihren werten Brief, und es ist eine große Beruhigung für mich, meinen herzlichen Wunsch in Erfüllung gehen zu sehen, dass meine Arbeiten doch auf irgendeine Art ansprechen möchten. Ich empfinde es sehr, wie Sie ein Bestreben, was auch außer der Richtung, die Sie der Kunst wünschen, liegt, würdigen; und es würde ebenso albern sein, Ihnen meine Ursachen, warum ich so arbeite, zu sagen, als wenn ich bereden wollte, die meinige wäre die rechte.
Wenn die Praktik für jeden mit so großen Schwierigkeiten verbunden ist, so ist sie es in unsern Zeiten im höchsten Grade. Für den aber, der in einem Alter, wo der Verstand schon eine große Oberhand erlangt hat, erst anfängt, sich in den Anfangsgründen zu üben, wird es unmöglich, ohne zugrundezugehen, aus seiner Individualität heraus sich in ein allgemeines Bestreben zu versetzen.
Derjenige, der, indem er sich in der unendlichen Fülle von Leben, die um ihn ausgebreitet ist, verliert, und unwiderstehlich dadurch zum Nachbilden angereizt wird, sich von dem totalen Eindrucke ebenso gewaltig ergriffen fühlt, wird gewiss auf eben die Weise, wie er in das Charakteristische der Einzelnheiten eingeht, auch in das Verhältnis, die Natur und die Kräfte der großen Massen einzudringen suchen.
Wer in dem beständigen Gefühl, wie alles bis ins kleinste Detail lebendig ist, und aufeinander wirkt, die großen Massen betrachtet, kann solche nicht ohne eine besondere Konnexion oder Verwandtschaft sich denken, noch viel weniger darstellen, ohne sich auf die Grundur-

sachen einzulassen. Und tut er dies, so kann er nicht eher wieder zu der ersten Freiheit gelangen, wenn er sich nicht gewissermaßen bis auf den reinen Grund durchgearbeitet hat.
Um es deutlicher zu machen, wie ich es meine: ich glaube dass die alten deutschen Künstler, wenn sie etwas von der Form gewusst hätten, die Unmittelbarkeit und Natürlichkeit des Ausdrucks in ihren Figuren würden verloren haben, bis sie in dieser Wissenschaft einen gewissen Grad erlangt hätten.
Es hat manchen Menschen gegeben, der aus freier Faust Brücken und Hängewerke und gar künstliche Sachen gebaut hat. Es geht auch Wohl eine Zeitlang, wann er aber zu einer gewissen Höhe gekommen und er von selbst auf mathematische Schlüsse verfällt, so ist sein ganzes Talent fort, er arbeite sich denn durch die Wissenschaft durch wieder in die Freiheit hinein.
So ist es mir unmöglich gewesen, seit ich zuerst mich über die besondern Erscheinungen bei der Mischung der drei Farben verwunderte, mich zu beruhigen, bis ich ein gewisses Bild von der ganzen Farbenwelt hatte, welches groß genug wäre, um alle Verwandlungen und Erscheinungen in sich zu schließen.
Es ist ein sehr natürlicher Gedanke für einen Maler, wenn er zu wissen begehrt, indem er eine schöne Gegend sieht oder auf irgendeine Art von einem Effekt in der Natur angesprochen wird, aus welchen Stoffen gemischt dieser Effekt wiederzugeben wäre. Dies hat mich wenigstens angetrieben, die Eigenheiten der Farben zu studieren, und ob es möglich wäre, so tief einzudringen in ihre Kräfte, damit es mir deutlicher würde, was sie leisten oder was durch sie gewirkt wird oder was auf sie wirkt. Ich hoffe, dass Sie mit Schonung einen Versuch ansehen, den ich bloß aufschreibe, um Ihnen meine Ansicht deutlich zu machen, die, wie ich doch glaube, sich praktisch nur ganz auszusprechen vermag. Indes hoffe ich nicht, dass es für die Malerei unnütz ist, oder nur entbehrt werden kann, die Farben von dieser Seite anzusehen; auch wird diese Ansicht den physikalischen Versuchen, etwas Vollständiges über die Farben zu erfahren, weder widersprechen noch sie unnötig machen.
Da ich Ihnen hier aber keine unumstößlichen Beweise vorlegen kann, weil diese auf eine vollständige Erfahrung begründet sein müssen, so bitte ich nur, dass Sie auf Ihr eignes Gefühl sich reduzieren möchten, um zu verstehen, wie ich meinte, dass ein Maler mit keinen andern Elementen zu tun hätte als mit denen, die Sie hier angegeben Enden.
1. Drei Farben, Gelb, Rot und Blau, gibt es bekanntlich nur, wenn wir diese in ihrer ganzen Kraft annehmen, und stellen sie uns wie einen Zirkel vor, zum Beispiel (siehe die Tafeln)



so bilden sich aus den drei Farben Gelb, Rot und Blau drei Übergänge, Orange, Violett und Grün (ich heiße alles Orange, was zwischen Gelb und Rot fällt oder was von Gelb oder Rot aus sich nach diesen Seiten hinneigt), und diese sind in ihrer mittleren Stellung am brillantesten und die reinen Mischungen der Farben.
2. Wenn man sich ein bläuliches Orange, ein rötliches Grün oder ein gelbliches Violett denken will, wird einem so zumute wie bei einem südwestlichen Nordwinde. Wie sich aber ein warmes Violett erklären lässt, gibt es im Verfolg vielleicht Materie.
3. Zwei reine Farben wie Gelb und Rot geben eine reine Mischung Orange. Wenn man aber zu solcher Blau mischt, so wird sie beschmutzt, also dass, wenn sie zu gleichen Teilen geschieht, alle Farbe in ein unscheinendes Grau aufgehoben ist.
Zwei reine Farben lassen sich mischen, zwei Mittelfarben aber heben sich einander auf oder beschmutzen sich, da ein Teil von der dritten Farbe hinzugekommen ist.
Wenn die drei reinen Farben sich einander aufheben in Grau, so tun die drei Mischungen, Orange, Violett und Grün, dasselbe in ihrer mittlern Stellung, weil die drei Farben wieder gleich stark darin sind.

Da nun in diesem ganzen Kreise nur die reinen Übergänge der drei Farben liegen und sie durch ihre Mischung nur den Zusatz von Grau erhalten, so liegt außer ihnen zur größeren Vervielfältigung noch Weiß und Schwarz.

4. Das Weiß macht durch seine Beimischung alle Farben matter, und wenn sie gleich heller werden, so verlieren sie doch ihre Klarheit und Feuer.

5. Schwarz macht alle Farben schmutzig, und wenn es solche gleich dunkler macht, so verlieren sie ebenso wohl ihre Reinheit und Klarheit.

6. Weiß und Schwarz miteinander gemischt gibt Grau.

7. Man empfindet sehr leicht, dass in dem Umfang von den drei Farben nebst Weiß und Schwarz der durch unsre Augen empfundene Eindruck der Natur in seinen Elementen nicht erschöpft ist. Da Weiß die Farben matt und Schwarz sie schmutzig macht, werden wir daher geneigt, ein Hell und Dunkel anzunehmen. Die folgenden Betrachtungen werden uns aber zeigen, inwiefern sich hieran zu halten ist.

8. Es ist in der Natur außer dem Unterschied von Heller und Dunkler in den reinen Farben noch ein andrer wichtiger auffallend. Wann wir zum Beispiel in einer Helligkeit und in einer Reinheit rotes Tuch, Papier, Taft, Atlas oder Sammet, das Rote des Abendrots oder rotes durchsichtiges Glas annehmen, so ist da noch ein Unterschied, der in der Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit der Materie liegt.

9. Wenn wir die drei Farben Rot, Blau und Gelb undurchsichtig zusammen mischen, so entsteht ein Grau, welches Grau ebenso aus Weiß und Schwarz gemischt werden kann.

10. Wenn man diese drei Farben durchsichtig also mischt, dass keine überwiegend ist, so erhält man eine Dunkelheit, die durch keine von den andern Teilen hervorgebracht wer den kann.

11. Weiß sowohl als Schwarz sind beide undurchsichtig oder körperlich. Man darf sich an dem Ausdruck weißes Glas nicht stoßen, womit man klares meint. Weißes Wasser wird man sich nicht denken können, was rein ist, so wenig wie klare Milch. Wenn das Schwarze bloß dunkel machte, so könnte es wohl klar sein, da es aber schmutzt, so kann es solches nicht.

12. Die undurchsichtigen Farben stehen zwischen dem Weißen und Schwarzen; sie können nie so hell wie Weiß und nie so dunkel wie Schwarz sein.

13. Die durchsichtigen Farben sind in ihrer Erleuchtung wie in ihrer Dunkelheit grenzenlos, wie Feuer und Wasser als ihre Höhe und ihre Tiefe angesehen werden kann.

14. Das Produkt der drei undurchsichtigen Farben, Grau, kann durch das Licht nicht wieder zu einer Reinheit kommen, noch durch eine Mischung dazu gebracht werden; es verbleicht entweder zu Weiß oder verkohlt sich zu Schwarz.

15. Drei Stücken Glas von den drei reinen durchsichtigen Farben würden aufeinander gelegt eine Dunkelheit hervorbringen, die tiefer wäre als jede Farbe einzeln, nämlich so: Drei durchsichtige Farben zusammen geben eine farblose Dunkelheit, die tiefer ist als irgendeine von den Farben. Gelb ist zum Exempel die hellste und leuchtendste unter den drei Farben, und doch, wenn man zu ganz dunklem Violett so viel Gelb mischt, bis sie sich einander aufheben, so ist die Dunkelheit in hohem Grade verstärkt.

16. Wenn man ein dunkles durchsichtiges Glas, wie es allenfalls bei den optischen Gläsern ist, nimmt, und von der halben Dicke eine polierte Steinkohle, und legt beide auf einen weißen Grund, so wird das Glas heller erscheinen; verdoppelt man aber beide, so muss die Steinkohle stille stehen wegen der Undurchsichtigkeit; das Glas wird aber bis ins Unendliche sich verdunkeln, obwohl für unsre Augen nicht sichtbar. Eine solche Dunkelheit können ebenso wohl die einzelnen durchsichtigen Farben erreichen, so dass Schwarz dagegen nur wie ein schmutziger Fleck erscheint.

17. Wenn wir ein solches durchsichtiges Produkt der drei durchsichtigen Farben auf die Weise verdünnen und das Licht durchscheinen ließen, so wird es auch eine Art Grau geben, die aber sehr verschieden von der Mischung der drei undurchsichtigen Farben sein würde.

18. Die Helligkeit an einem klaren Himmel bei Sonnenaufgang dicht um die Sonne herum oder vor der Sonne her kann so groß sein, dass wir sie kaum ertragen können. Wenn wir nun von dieser dort vorkommenden farblosen Klarheit als einem Produkt von den drei Far-

ben auf diese schließen wollten, so würden diese so hell sein müssen und so sehr über unsere Kräfte weggerückt, dass sie für uns dasselbe Geheimnis blieben wie die in der Dunkelheit versunkenen.

19. Nun merken wir aber auch, dass die Helligkeit oder Dunkelheit nicht in den Vergleich oder Verhältnis zu den durchsichtigen Farben zu setzen sei, wie das Schwarz und Weiß zu den undurchsichtigen. Sie ist vielmehr eine Eigenschaft und eins mit der Klarheit und mit der Farbe. Man stelle sich einen reinen Rubin vor, so dick oder so dünn man will, so ist das Rot eins und dasselbe, und ist also nur ein durchsichtiges Rot, welches hell oder dunkel wird, je nachdem es vom Licht erweckt oder verlassen wird. Das Licht entzündet natürlich ebenso das Produkt dieser Farben in seiner Tiefe und erhebt es zu einer leuchtenden Klarheit, die jede Farbe durchscheinen lässt. Diese Erleuchtung, der sie fähig ist, indem das Licht sie zu immer höherem Brand entzündet, macht, dass sie oft unbemerkt um uns wogt und in tausend Verwandlungen die Gegenstände zeigt, die durch eine einfache Mischung unmöglich wären, und alles in seiner Klarheit lässt und noch erhöht. So können wir über die gleichgültigsten Gegenstände oft einen Reiz verbreitet sehen, der meist mehr in der Erleuchtung der zwischen uns und dem Gegenstand befindlichen Luft liegt als in der Beleuchtung seiner Formen.

20. Das Verhältnis des Lichts zur durchsichtigen Farbe ist, wenn man sich darein vertieft, unendlich reizend, und das Entzünden der Farben und das Verschwimmen ineinander und Wiederentstehen und Verschwinden ist wie das Odemholen in großen Pausen von Ewigkeit zu Ewigkeit vom höchsten Licht bis in die einsame und ewige Stille in den allertiefsten Tönen.

21. Die undurchsichtigen Farben stehen wie Blumen dagegen, die es nicht wagen, sich mit dem Himmel zu messen, und doch mit der Schwachheit von der einen Seite, dem Weißen, und dem Bösen, dem Schwarzen, von der andern zu tun haben.

22. Diese sind aber gerade fähig, wenn sie sich nicht mit Weiß noch Schwarz vermischen, sondern dünn darüber gezogen werden, so anmutige Variationen und so natürliche Effekte hervorzubringen, dass sich an ihnen gerade der praktische Gebrauch der Ideen halten muss, und die durchsichtigen am Ende nur wie Geister ihr Spiel darüber haben und nur dienen, um sie zu heben und zu erhöhen in ihrer Kraft.

Der feste Glaube an eine bestimmte geistige Verbindung in den Elementen kann dem Maler zuletzt einen Trost und Heiterkeit mitteilen, den er auf keine andre Art zu erlangen imstande ist, da sein eignes Leben sich so in seiner Arbeit verliert und Materie, Mittel und Ziel in eins zuletzt in ihm eine Vollendung hervorbringt, die gewiss durch ein stets fleißiges und getreues Bestreben hervorgebracht werden muss, so dass es auch auf andere nicht ohne wohltätige Wirkung bleiben kann.

Wenn ich die Stoffe, womit ich arbeite, betrachte, und ich halte sie an den Maßstab dieser Qualitäten, so weiß ich bestimmt, wo und wie ich sie anwenden kann, da kein Stoff, den wir verarbeiten, ganz rein ist. Ich kann mich hier nicht über die Praktik ausbreiten, weil es erstlich zu weitläufig wäre, auch ich bloß im Sinne gehabt habe, Ihnen den Standpunkt zu zeigen, von welchem ich die Farben betrachte.

Schlusswort

Indem ich diese Arbeit, welche mich lange genug beschäftigt, doch zuletzt nur als Entwurf gleichsam aus dem Stegreife herauszugeben im Falle bin und nun die vorstehenden gedruckten Bogen durchblättere, so erinnere ich mich des Wunsches, den ein sorgfältiger Schriftsteller vormals geäußert, dass er seine Werke lieber zuerst ins Konzept gedruckt sähe, um alsdann aufs neue mit frischem Blick an das Geschäft zu gehen, weil alles Mangelhafte uns im Drucke deutlicher entgegen komme als selbst in der saubersten Handschrift.

Um wie lebhafter musste bei mir dieser Wunsch entstehen, da ich nicht einmal eine völlig reinliche Abschrift vor dem Druck durchgehen konnte, da die sukzessive Redaktion dieser Blätter in eine Zeit fiel, welche eine ruhige Sammlung des Gemüts unmöglich machte.

Wie vieles hätte ich daher meinen Lesern zu sagen, wovon sich doch manches schon in der Einleitung findet. Ferner wird man mir vergönnen, in der Geschichte der Farbenlehre auch meiner Bemühungen und der Schicksale zu gedenken, welche sie erduldeten.
Hier aber stehe wenigstens eine Betrachtung vielleicht nicht am unrechten Orte, die Beantwortung der Frage: was kann derjenige, der nicht im Fall ist, sein ganzes Leben den Wissenschaften zu widmen, doch für die Wissenschaften leisten und wirken? was kann er als Gast in einer fremden Wohnung zum Vorteile der Besitzer ausrichten?
Wenn man die Kunst in einem höhern Sinne betrachtet, so machte man wünschen, dass nur Meister sich damit abgäben, dass die Schüler auf das strengste geprüft würden, dass Liebhaber sich in einer ehrfurchtsvollen Annäherung glücklich fühlten. Denn das Kunstwerk soll aus dem Genie entspringen, der Künstler soll Gehalt und Form aus der Tiefe seines eigenen Wesens hervorrufen, sich gegen den Stoff beherrschend verhalten und sich der äußern Einflüsse nur zu seiner Ausbildung bedienen.
Wie aber dennoch aus mancherlei Ursachen schon der Künstler den Dilettanten zu ehren hat, so ist es bei wissenschaftlichen Gegenständen noch weit mehr der Fall, dass der Liebhaber etwas Erfreuliches und Nützliches zu leisten imstande ist. Die Wissenschaften ruhen weit mehr auf der Erfahrung als die Kunst, und zum Erfahren ist gar mancher geschickt. Das Wissenschaftliche wird von vielen Seiten zusammengetragen und kann vieler Hände, vieler Köpfe nicht entbehren. Das Wissen lässt sich überliefern, diese Schätze können vererbt werden; und das von einem Erworbene werden manche sich zueignen. Es ist daher niemand, der nicht seinen Beitrag den Wissenschaften anbieten dürfte. Wie vieles sind wir nicht dem Zufall, dem Handwerk, einer augenblicklichen Aufmerksamkeit schuldig. Alle Naturen, die mit einer glücklichen Sinnlichkeit begabt sind, Frauen, Kinder sind fähig, uns lebhafte und wohlgefasste Bemerkungen mitzuteilen.
In der Wissenschaft kann also nicht verlangt werden, dass derjenige, der etwas für sie zu leisten gedenkt, ihr das ganze Leben widme, sie ganz überschaue und umgehe; welches überhaupt auch für den Eingeweihten eine hohe Forderung ist. Durchsucht man jedoch die Geschichte der Wissenschaften überhaupt, besonders aber die Geschichte der Naturwissenschaft, so findet man, dass manches Vorzüglichere von einzelnen in einzelnen Fächern, sehr oft von Laien geleistet worden.
Wohin irgend die Neigung, Zufall oder Gelegenheit den Menschen führt, welche Phänomene besonders ihm auffallen, ihm einen Anteil abgewinnen, ihn festhalten, ihn beschäftigen, immer wird es zum Vorteil der Wissenschaft sein. Denn jedes neue Verhältnis, das an den Tag kommt, jede neue Behandlungsart, selbst das Unzulängliche, selbst der Irrtum ist brauchbar oder aufregend und für die Folge nicht verloren.
In diesem Sinne mag der Verfasser denn auch mit einiger Beruhigung auf seine Arbeit zurücksehen; in dieser Betrachtung kann er wohl einigen Mut schöpfen zu dem, was zu tun noch übrig bleibt, und, zwar nicht mit sich selbst zufrieden, doch in sich selbst getrost, das Geleistete und zu Leistende einer teilnehmenden Welt und Nachwelt empfehlen.
Multi pertransibunt et augebitur scientia*

*"Viele werden ihr Leben durchmachen und hinübergehen, und das Wissen wird sich vermehren." (Aus Vulgata Daniel 12, 4, in freier Übertragung, Hrsg.)

Johann Wolfgang Goethe

ERGÄNZUNGEN ZUR FARBENLEHRE

ENTOPTISCHE FARBEN

Sowie Aufsätze, Gedichte und Brief zum Thema

Bringst du die Natur heran
Dass sie jeder nutzen kann;
Falsches hast du nicht ersonnen,
Hast der Menschen Gunst gewonnen.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort....4

Geschichte der entoptischen Farben....4
Brief Seebecks an Goethe....4

Doppelbilder des rhombischen Kalkspats....8
Doppelspaterscheinung....9

Entoptische Farben....11
Ansprache....11
I. Woher benannt....11
II. Wie sie entdeckt worden....12
III. Wie die entoptischen Farben dem Glase mitzuteilen....12
IV. Äußere Grundbedingung....12
V. Einfachster Versuch....12
VI. Zweiter, gesteigerter Versuch....13
VII. Warum ein geschwärzter Spiegel....13
VIII. Polarität....14
IX. Nordländische Atmosphäre selten klar....14
X. Beständiger Bezug auf den Sonnenstand....14
XI. Teilung des Himmels in vier gleiche oder ungleiche Teile....14
XII. Höchster Sonnenstand....15
XIII. Tiefe Nacht....15
XIV. Umwandlung durch trübe Mittel....15
XV. Rückkehr zu den entoptischen Gläsern....16
XVI. Nähere Bezeichnung der entoptischen Erscheinung....16
XVII. Abermalige Steigerung....17
XVIII. Wirkung der Spiegel in Absicht auf Hell und Dunkel....17
XIX. Wirkung der Spiegel in Absicht auf irgendein Bild....18
XX. Identität durch klare Spiegel....18
XXI. Abgeleiteter Schein und Widerschein....19
XXII. Doppelt refrangierende Körper....19
XXIII. Glimmerblättchen....20
XXIV. Fraueneis....22
XXV. Doppelspat....22
XXVI. Apparat, vierfach gesteigert....23
XXVII. Warnung....24
XXVIII. Von der innern Beschaffenheit des entoptischen Glases....25
XXIX. Umsicht....26
XXX. Chladnis Tonfiguren....26
XXXI. Atmosphärische Meteore....27
XXXII. Paradoxer Seitenblick auf die Astrologie....28
XXXIII. Mechanische Wirkung....29
XXXIV. Damastweberei....30
XXXV. Ähnelnde theoretische Ansicht....30
XXXVI. Gewässertes Seidenzeug....31
XXXVII. Gemodelte Zinn-Oberfläche....31
XXXVIII. Oberflächen natürlicher Körper....31
XXXIX. Rückkehr und Wiederholung....31
XL. Wichtige Bemerkung eines Malers....32

XLI. Fromme Wünsche 33
XLII. Schlußanwendung, praktisch.....34

Elemente der entoptischen Farben.....35

Entoptische Farben.....38

Neuer entoptischer Fall 39

Schöne entoptische Entdeckung.....39

Neuste aufmunternde Teilnahme.....40

Möget ihr das Licht zerstückeln,
Farb'um Farbe draus entwickeln,
Oder andre Schwänke führen,
Kügelchen polarisieren,
Dass der Hörer ganz erschrocken
Fühlet Sinn und Sinne stocken.
Nein! Es soll euch nicht gelingen,
Sollt uns nicht beiseite bringen,
Kräftig wie wir's angefangen
Wollen wir zum Ziel gelangen.

Vorwort

Die Farbenlehre ward bisher im stillen immer eifrig betrieben; die Richtigkeit meiner Ansichten kenne ich zu gut, als dass mich die Unfreundlichkeit der Schule im mindesten irre machen sollte, mein Vortrag wirkt in verwandten Geistern fort, wenige Jahre werden es ausweisen, und ich denke zunächst auch ein Wort mitzusprechen.

Die Farbenerscheinungen, von meinem vieljährigen Freunde und Mitarbeiter, Doktor Seebeck, entdeckt und von ihm *entoptisch* genannt, beschäftigen mich gegenwärtig aufs Lebhafteste. Die Bedingungen immer genauer zu erforschen, unter welchen sie erscheinen, sie als Komplement meiner zweiten, den physischen Farben gewidmeten Abteilung aufzuführen, ist meine gewissenhafte Sorgfalt. Denn wie sollte das aufgeklärte Jahrhundert nicht bald einsehen, dass man mit Lichtkügelchen, denen Pol und Äquator angedichtet ward, sich nur selbst und andere zum Besten hat.

Da nun aber in der Naturwissenschaft das Historische dem Didaktischen so wie dieses dem Dogmatischen vorangehen soll, so habe ich meinen verdienten Freund ersucht, selbst Nachricht und Kenntnis zu geben, wie er zu jener Entdeckung gelangt und unter welcher Rücksicht ihm der Preis von dem Institut zugeteilt worden. Dieser Aufsatz geht voran, hernach folgen noch zwei, deren erster die Phänomene des Doppelspats, der andere die bei Gelegenheit der Untersuchung jener merkwürdigen Bilderverdoppelung erst uns bekannt gewordenen entoptischen Farben nach meiner Überzeugung und nach den Maximen meiner Farbenlehre auszusprechen bemüht sein wird.

Geschichte der entoptischen Farben

Brief Seebecks an Goethe

Die erste Nachricht von den interessanten Entdeckungen des Herrn Malus über Spiegelung und doppelte Strahlenbrechung erhielten wir durch das Bulletin de la Soc. Philomatique i8o9 Janvier, ein Auszug aus einer Abhandlung des Herrn Malus, welche am 12. Dezember i 8o8 im Institut de France war vorgelesen worden. 18 1 o erschien dessen Théorie de la double Réfraction, und 1811 im Moniteur Nr. 72, 73, 243, 247 Auszüge aus mehreren neuern Abhandlungen der Herren Malus, Biot und Arago über denselben Gegenstand. Diese waren mir bekannt, als ich in der Mitte des Augusts 1812 die ersten Versuche über jene merkwürdigen Erscheinungen anzustellen begann.

Es war von den französischen Physikern bereits entdeckt, dass die verdoppelnden Kristalle die Eigenschaft besitzen, die in Malus' Apparat bei sich kreuzender Lage der Spiegel aufgehobene Spiegelung oder aufgehobene Doppelbilder der Kalkspate wiederherzustellen, wobei von Herrn Arago zuerst an Glimmer, Gips und Bergkristall ein Farbenwechsel in den beiden Bildern eines Doppelspat- oder Bergkristallprisma bemerkt

worden war. Dieselbe Wirkung hatte Malus an mehreren organischen Körpern wahrgenommen. Den einfach brechenden Körpern hingegen, f and er, fehle diese Eigenschaft der kristallisierten sowie rekristallisierten. Doch an einem Körper aus dieser letzteren Klasse, am Glase, und zwar an einem etwas prismatischen Flintglase, hatte Herr Arago eine ähnliche Wirkung wahrgenommen wie am Glimmer und Bergkristall. Dieses, sagt er im Moniteur 18 11, Nr. 243, depolarisierte in allen Stellen die Lichtstrahlen, und auch hier erschienen die beiden Bilder des Kalkspates bisweilen in entgegengesetzten Farben, doch mehrenteils farblos. Dasselbe hatte ich Gelegenheit an einigen dicken Gläsern zu bemerken; ich fand aber auch, dass nicht alle Stellen derselben gleich wirkten; dass einige die Spiegelung und die Doppelbilder herstellten, andere nicht, und dass, wenn eine Stelle bei veränderter Richtung des Glases das Vermögen der Wiederherstellung verlor, ein anderer Punkt dasselbe erhielt, welcher vorher unwirksam gewesen war. ja, was noch merkwürdiger: bei unveränderter Richtung des Glases gegen die übrigen Teile des Apparates stellten einzelne Punkte das ordinäre Bild des Doppelspates, andere das extraordinäre und mehrere das Doppelbild wieder her. Die Neuheit dieser Erfahrung und die Aussicht, welche sich hier zu näheren Aufschlüssen über die Bedingungen und Gesetze der doppelten Strahlenbrechung überhaupt oder doch mindestens über die Wirkung der verdoppelnden Kristalle im Spiegelungsapparat zu eröffnen schienen, forderten zur genauesten Untersuchung dieser Erscheinungen auf. An einem Glaswürfel entdeckte ich zuerst eine gesetzmäßige Folge in Wiederherstellung und Aufhebung der Bilder des Kalkspates, der einzelnen sowohl als der doppelten, und bestimmte genau die Punkte, an welchen die eine oder die andere Wirkung eintritt, und zwar für jede Hauptrichtung des Würfels. Welchen Einfluss die äußere Gestalt der Körper auf die Erscheinungen habe, war der nächste Gegenstand der Untersuchung, und ich fand, dass, wie die äußere Form der Glaskörper verändert werde, auch die Lage der herstellenden Punkte sich verändere. An mehreren Würfeln, Zylindern, drei- und vierseitigen Prismen, Kegeln und Halbkugeln wurden nun die verschieden wirkenden Punkte bezeichnet. Diese und alle übrigen 5 6 bis 16 meiner ersten Abhandlung in Schweiggers Journal für Chemie und Physik, B. VII. Heft 3, angeführten Beobachtungen wurden gemacht, ehe ich noch die Figuren, welche ich später entoptische genannt habe, gesehen hatte. Mein erster Spiegelungsapparat hatte nämlich die unbequeme Einrichtung, dass das Licht durch eine kleine Öffnung eines nahe vor dem ersten Spiegel befestigten Schirmes fiel, welcher nicht zurückgeschlagen werden konnte; es war daher immer nur ein kleiner Raum der Glaskörper, kaum zwei Linien in Durchmesser, erleuchtet, und so entdeckte ich denn alle einzelnen Teile der entoptischen Figuren, ohne dass mir die ganzen Figuren zu Gesichte kamen. Schon am 14. September 18 12 hatte ich in mein Tagebuch alle die Erscheinungen, welche § 8 und 9 der angeführten Abhandlung beschrieben worden, nebst der dazugehörenden 2. Figur Taf. 1 eingetragen. Erst nachdem andere Untersuchungen mich auf den § 23 jener Abhandlung beschriebenen Brechungsapparat geführt hatten, erblickte ich in diesem am 2 1. Februar 1813 zum erstenmal die vollständigen entoptischen Figuren, welche auf der 2. Tafel u. a. 0. abgebildet worden sind. Und nun zeigte sich, dass die Herstellung der aufgehobenen Spiegelung sowohl als der Doppelbilder des Kalkspats nur an den hellen Stellen der Figuren erfolge, an den dunkeln aber wieder verschwinde, dass die Farbensäume an den Rändern der dunkeln Teile, oder wo ein Helleres an ein Trüberes grenzt, entstehen usw.

Deutlich wurde nun erkannt, dass es bei diesen Farbenbildungen nicht auf die Dicke oder Dünnheit der Körper ankomme, wie man früher aus den Erscheinungen vom Glimmer und Gips geschlossen hatte, auch nicht auf prismatische Form der Gläser, sondern, dass sie sich in ganz parallelen Glaskörpern bei perpendikulär einfallendem Lichte bilden. Ich zeigte, dass nicht alle Gläser gleiche Farbenfiguren erzeugen, wenn sie auch in Form und Dicke einander gleich sind, und dass die mehresten, wie z. B. gewöhnliches Tafelglas und Scheiben von Spiegelglas keine Figuren hervorbringen, auch nicht, wenn mehrere übereinander geschichtet werden. Es wurde ferner bemerkt, dass die entoptischen

Figuren sich verändern, wenn die Glaskörper in andere Richtungen gegen die übrigen unveränderten Teile des Apparates gebracht werden, ja dass ganz entgegengesetzte Figuren erscheinen, je nachdem die beiden Spiegel des Apparates oder die beiden Scheibensäulen eine sich kreuzende oder eine gleichnamige Richtung erhalten. Auch machte ich auf den Gegensatz aufmerksam, welcher sich noch besonders zwischen Spiegelung und Brechung an den entoptischen Figuren zeigt, so dass ein Spiegel und eine Scheibensäule, in gleichnamiger Richtung verbunden, dieselbe Figur in dem zwischen ihnen befindlichen Glaskörper hervorruft wie zwei sich kreuzende Spiegel oder Scheibensäulen; dass hingegen ein Spiegel und eine Scheibensäule, in sich kreuzender Lage verbunden, die entgegengesetzte Figur, und zwar wie zwei gleichnamig gerichtete Spiegel oder Scheibensäulen erzeuge. Später fand ich, dass auch durch einfache Spiegel die entoptischen Figuren der Glaskörper dargestellt werden können, dass aber immer eine doppelte Beleuchtung dazu erforderlich sei. Wird z. B. ein Spiegel gegen den klaren Himmel gekehrt und ein Glaskörper davorgehalten, so vertritt der Himmel die Stelle des zweiten Spiegels, und es entstehen in dem Glaskörper entgegengesetzte Figuren, je nachdem die Sonne dem Beobachter im Rücken oder zur Seite steht. Bei ganz gleichförmig bedecktem Himmel erscheint auch in den besten entoptischen Gläsern keine Figur, wenn nicht irgendwoher sonst ein reflektiertes Licht auf dieselben fällt oder vielmehr, wenn sie nicht irgendeinen spiegelnden Hintergrund haben, auf welchen ein lebhafteres Licht fallen muss. Diese Beobachtungen und Versuche habe ich im 3. Heft des Schweiggerschen Journals für Chemie und Physik 1813 bekanntgemacht.

Mancherlei Störungen und andere Arbeiten unterbrachen diese Untersuchungen. Lange blieb es unentschieden, von welchen Bedingungen es abhänge, dass einige Gläser das Vermögen der entoptischen Figurenbildung besitzen, andere nicht, bis ich durch das plötzliche Zerspringen eines schönen entoptischen Glases in mehrere Stücke, als davon etwas mit der Scheibe heruntergeschnitten werden sollte, und durch die wiederholten Klagen meiner Glasschleifer über die Härte einiger Gläser, welche dazu als die vorzüglichsten in Darstellung der entoptischen Figuren befunden wurden, auf die Vermutung kam, dass wohl nur schnell abgekühlte und deshalb härtere und zerbrechlichere Gläser ausschließend die Eigenschaft besitzen möchten, entoptische Figuren zu bilden. Folgende Versuche wurden nun angestellt.

Scheiben von Spiegelglas, welche keine Spur einer entoptischen Figur zeigten, wurden im Tiegel bis zum Rotglühen erhitzt und ein Teil derselben an freier Luft abgekühlt, ein anderer in bedeckten Tiegeln und in erwärmtem Ofen. Es bestätigte sich, was ich erwartet hatte: die ersteren bildeten entoptische Figuren, die letztern keine. Gläser, welche vortreffliche entoptische Figuren erzeugten, wurden geglüht und langsam abgekühlt, sie hatten nun diese Eigenschaft verloren. Gläser im glühenden Zustand zwischen die Spiegel gebracht, zeigten keine Figuren; erst im Abkühlen fingen sie an, sich zu bilden. So war denn der obenstehende Satz bestätigt. Von diesen Versuchen, welche im Oktober 1814 unternommen wurden, sowie von mehreren andern habe ich in Schweiggers Journal für Chemie und Physik B. XII. S. i bis 17, Nachricht gegeben. Von den letztern will ich hier nur noch einen ausheben, welcher besonders beachtet zu werden verdient. Wenn entoptische Figurenscheiben von gleicher Art übereinander geschichtet werden, so erscheinen neue und zusammengesetztere Figuren, als jede Scheibe einzeln gezeigt hatte, d. h. die entoptischen Farbenfiguren bilden sich durch das übereinanderschichten gleichartiger Scheiben immer weiter aus. Späterhin fand ich, dass dies seine Grenze hat und dass über eine gewisse Zahl hinaus die Figur wieder schwächer wird und endlich ganz verschwindet. Z. B. dreißig bis vierzig der vortrefflichsten entoptischen Scheiben geben keine Figur mehr, sie erscheinen im Spiegelungsapparat so gleichförmig trüb als gut gekühlte Gläser.

Diese Entdeckungen sind es, für welche mir von dem Institut de France die Hälfte des für 1816 ausgesetzten Preises zuerkannt wurde. Ich hatte mich um diesen Preis nicht beworben; es war mir die Aufgabe sogar unbekannt geblieben. Herr Arago hat das Insti-

tut zuerst auf meine Untersuchungen aufmerksam gemacht, wie ich vom Herrn Minister von Altenstein und Herrn Prof. Schweigger erfahre, denen er es selbst gesagt hat. Die erste Nachricht erhielt ich von Herrn Biot, welcher mir im Dezember 1815 anzeigte, dass eine Kommission des Instituts, zu welcher er gleichfalls gehöre, eben im Begriff sei, über einen Preis für die besten zur allgemeinen Physik gehörigen Versuche zu entscheiden, welche vor dem ersten Oktober 1815 zur Kenntnis des Instituts gelangt und nicht vor dem ersten Oktober 1813 bekannt waren. Man habe meiner hierbei gedacht; er forderte mich zugleich auf, ihm ein Exemplar der Abhandlung zu senden, in welcher ich das Verfahren beschrieben hätte, wie den Gläsern die Eigenschaft, entoptische Figuren zu erzeugen, nach Willkür erteilt und genommen werden könne. Noch ehe er meine Antwort erhielt, zeigte er mir an, dass er diese Abhandlung auf der königl. Bibliothek gefunden habe. Bald nachher erfolgte die Erteilung des Preises, worüber das im Moniteur 1816 Nr.10 eingerückte Programm des Institut de France folgende nähere Angabe enthält.

La classe, après avoir entendu la commission chargée d'examiner les pièces qui pouvaient concourir, a jugé d'après son rapport, qu'il convenait de partager ce prix entre M. Seebeck ei M. Brewster. M. Seebeck a découvert que toutes les masses de verre, chauffées et ensuite refroidies rapidement, produisent des figures regulières diversement colorèes, lorsqu'elles sont interposées entre des piles de glace ou entre des miroirs réflecteurs, combinés suivant la méthode de Malus. 11 a vu en outre que les figures qui se produisent dans un même morceau devenaient différentes quand on en changeait la forme. M. Seebeck a publié sa découverte dans le Journal de Physique de Schweigger, en 1813 et 1814; il a montré que ces phénomènes dépendent de la rapidité du refroidissement, de sorte que l’on peut ainsi, par des réchauffemens et des refroidissemens convenables, donner ou ôter au verre la propriété de produire des couleurs. - M Brewster est auteur d'un grand nombre de mémoires insérés dans les Transactions philosophiques, et qui sont compris dans les limites du concours. Il en a envoyé plusieurs autres en manuscrits. Parmi les faits importans contenus dans ces mémoires, il en est beaucoup qui ont été antérieurement déouverts et imprimés en France; mais dans le nombre des résultats qui appartiennent ä M. Brewster, les commissaires ont spécialement distingué le transport des couleurs de la nacre de perle, la formation des couleurs complémentaires par des réflexions successives entre des surfaces métalliques et le développement des phénomènes que M. Seebeck avait découverts. -Der ganze Preis betrug 3000 Fr. Jeder von uns erhielt eine goldene Medaille mit seinem Namen, von 317 Fr. innerem Wert, und 1183 Fr. in Silber.

Seebeck

Doppelbilder des rhombischen Kalkspats

Da die entoptischen Farben in Gefolg der Untersuchung der merkwürdigen optischen Phänomene des genannten Minerals entdeckt worden, so möchte man es wohl dem Vortrag angemessen halten, von diesen Erscheinungen und von denen dabei bemerkbaren Farbensäumen einiges vorauszuschicken.

Die Doppelbilder des bekannten durchsichtigen rhombischen Kalkspats sind hauptsächlich deswegen merkwürdig, weil sie Halb und Schattenbilder genannt werden können und mit denjenigen völlig übereinkommen, welche von zwei Flächen durchsichtiger Körper reflektiert werden. Halbbilder heißen sie, weil sie das Objekt in Absicht auf die Stärke seiner Gegenwart nur halb ausdrücken, Schattenbilder, weil sie den Grund, den dahinter liegenden Gegenstand durchscheinen lassen.

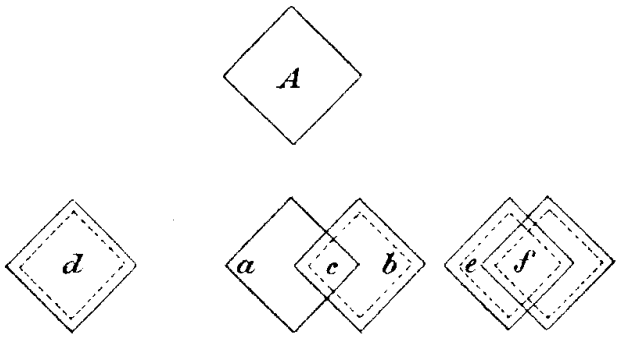
Aus diesen Eigenschaften fließt, dass jedes durch den gedachten Kalkspat verdoppelte Bild von dem Grund partizipiert, über den es scheinbar hingeführt wird. Ein weißes Bildchen auf schwarzem Grunde wird als ein doppeltes graues, ein schwarzes Bildchen auf weißem Grunde ebenmäßig als ein doppeltes graues erscheinen; nur da, wo beide Bilder sich decken, zeigt sich das volle Bild, zeigt sich das wahre, dem Auge undurchdringliche Objekt, es sei dieses, von welcher Art es wolle.

Um die Versuche zu vermannigfaltigen, schneide man eine kleine viereckige Öffnung in ein weißes Papier, eine gleiche in ein schwarzes, man lege beide nach und nach auf die verschiedensten Gründe, so wird das Bildchen unter dem Doppelspat halbiert, schwach, schattenhaft erscheinen, es sei, von welcher Farbe es wolle; nur wo die beiden Bildchen zusammentreffen, wird die kräftige volle Farbe des Grundes sichtbar werden.

Hieraus erhellet also, dass man nicht sagen kann, das Weiße bestehe aus einem doppelten Grau; sondern das reine objektive Weiß des Bildchens erscheint da, wo die Bildchen zusammentreffen. Die beiden grauen Bilder entstehen nicht aus dem zerlegten Weiß, sondern sie sind Schattenbilder des Weißen, durch welche der schwarze Grund hindurchblickt und sie grau erscheinen lässt. Es gilt von allen Bildern auf schwarzem, weißem und farbigem Grunde.

In diesem letzten Falle zeigt sich bei den Schattenbildern die Mischung ganz deutlich. Verrückt man ein gelbes Bildchen auf blauem Grund, so zeigen sich die Schattenbilder grünlich; Violett und Orange bringen ein purpurähnliches Bildchen hervor; Blau und Purpur ein schönes Violett usw. Die Gesetze der Mischung gelten auch hier wie auf dem Schwungrad und überall, und wer möchte nun sagen, dass Gelb aus doppeltem Grün, Purpur aus doppeltem Orange bestünde! Doch hat man dergleichen Redensarten wohl auch schon früher gehört.

Das Unzulässige einer solchen Erklärungsart aber noch mehr an den Tag zu bringen, mache man die Grundbilder von Glanzgold, Glanzsilber, poliertem Stahl, man verrücke sie durch den Doppelspat; der Fall ist wie bei allen übrigen. Man würde sagen müssen-. das Glanzgold bestehe aus doppeltem Mattgold, das Glanzsilber aus doppeltem Mattsilber und der blanke Stahl aus doppeltem angelaufenen. Soviel von den Zwillingsbildern des Doppelspats; nun zu der Randfärbung derselben! Hierzu eine Tafel.



Doppelspaterscheinung

Man lege den Doppelspat auf das Viereck A, so wird dasselbe dem Betrachter entgegengehoben werden, und zwar wie es auf der Tafel unmittelbar darunter gezeichnet ist. Das helle Bild A ist in zwei Schattenbilder a und b getrennt. Nur die Stelle c, wo sie sich decken, ist weiß wie das Grundbild A. Das Schattenbild a erscheint ohne farbige Ränder, dahingegen das Schattenbild b damit begrenzt ist, wie die Zeichnung darstellt. Dieses ist folgendermaßen abzuleiten und zu erklären. Man setze einen gläsernen Kubus auf das Grundbild A und schaue perpendikulär darauf, so wird es uns nach den Gesetzen der Brechung und Hebung ungefähr um ein Drittel der Kubusstärke entgegengehoben sein. Hier hat also Brechung und Hebung schon vollkommen ihre Wirkung getan; allein wir sehen an dem gehobenen Bild keine Ränder, und zwar deswegen, weil es weder vergrößert noch verkleinert noch an die Seite gerückt ist. (Entwurf einer Farbenlehre, § 196.) Ebendies ist der Fall mit dem Bilde a des Doppelspats. Dieses wird uns, wie man sich durch eine Vorrichtung überzeugen kann, rein entgegengehoben und erscheint an der Stelle des Grundbildes. Das Schattenbild b hingegen ist von demselben weg und zur Seite gerückt, und zwar hier nach unserer Rechten; dies zeigen die Ränder an, da die Bewegung von Hell über Dunkel blaue und von Dunkel über Hell gelbe Ränder hervorbringt.

Dass aber beide Schattenbilder, wenn man sie genugsam von der Stelle rückt, an ihren Rändern gefärbt werden können, dies lässt sich durch das höchst interessante Seebeckische Doppelspatprisma aufs Deutlichste zeigen, indem man dadurch Bilder von ziemlicher Größe völlig trennen kann. Beide erscheinen gefärbt. Weil aber das eine sich geschwinder entfernt, als das andere vom Platze rückt, so hat jenes stärkere Ränder, die auch bei weiterer Entfernung des Beobachters sich immer proportionierlich verbreitern. Genug, alles geschieht bei der Doppelrefraktion nach den Gesetzen der einfachen, und wer hier nach besonderen Eigenschaften des Lichts forscht, möchte wohl schwerlich großen Vorteil gewinnen.

Insofern man Brechung und Spiegelung mechanisch betrachten kann, so lässt sich auch gar wohl das Phänomen des Doppelspates mechanisch behandeln; denn es entspringt aus einer mit Spiegelung verbundenen Brechung. Hiervon gibt ein Stück Doppelspat, welches ich besitze, den schönsten Beweis, wie es denn auch alles Vorige bestätigt.

Wenn man den gewöhnlichen Doppelspat unmittelbar vors Auge hält und sich von dem Bilde entfernt, so sieht man das Doppelbild ungefähr, wie man's gesehn, als der Kalkspat unmittelbar darauf lag, nur lassen sich die farbigen Ränder schwerer erkennen. Entfernt man sich weiter, so tritt hinter jenem Doppelbild noch ein Doppelbild hervor. Dies gilt aber nur, wenn man durch gewisse Stellen des Doppelspats hindurchsieht.

Ein besonderes Stück aber dieses Minerals besitze ich, welches ganz vorzügliche Eigenschaften hat. Legt man nämlich das Auge unmittelbar auf den Doppelspat und entfernt sich von dem Grundbilde, so treten gleich, wie es auf der Tafel vorgestellt ist, zwei Seitenbilder rechts und links hervor, welche, nach verschiedener Richtung des Auges und des durchsichtigen Rhomben, bald einfach wie in d, bald doppelt wie in e und f erscheinen. Sie sind noch schattenhafter, grauer als die Bilder a, b, sind aber, weil Grau gegen Schwarz immer für hell gilt, nach dem bekannten Gesetz der Bewegung eines hellen Bildes über ein dunkles gefärbt, und zwar das zu unserer rechten Seite nach der Norm von b (wodurch die Bewegung dieses letztern Bildes nach der Rechten gleichfalls betätigt wird) und das auf der linken Seite umgekehrt.

Der Beobachter kann, wenn er immer mehr von dem Gegenstandsbilde zurücktritt, die beiden Seitenbilder sehr weit voneinander entfernen. Nehme ich bei Nacht ein brennen-

des Licht und betrachte dasselbe durch gedachtes Exemplar, so erscheint es gedoppelt, aber nicht merklich farbig. Die beiden Seitenbilder sind auch sogleich da, und ich habe sie bis auf fünf Fuß auseinandergebracht, beide stark gefärbt nach dem Gesetze wie d und e, f.

Dass aber diese Seitenbilder nicht aus einer abgeleiteten Spiegelung des in dem Doppelspat erscheinenden ersten Doppelbildes, sondern aus einer direkten Spiegelung des Grundbildes in die (wahrscheinlich diagonalen) Lamellen des Doppelspats entstehen, lässt sich aus Folgendem abnehmen.

Man bringe das Hauptbild und die beiden Seitenbilder scheinbar weit genug auseinander, dann fahre man mit einem Stückchen Pappe sachte an der untern Fläche herein, so wird man erst das eine Seitenbild zudecken, dann wird das mittlere und erst spät das letzte verschwinden, woraus hervorzugehn scheint, dass die Seitenbilder unmittelbar von dem Grundbilde entspringen.

Sind diese Seitenbilder schon beobachtet? Von meinen Doppelspatexemplaren bringt sie nur eins hervor. Ich erinnere mich nicht, woher ich es erhalten. Es hat aber ein viel zarteres und feineres Ansehn als die übrigen; auch ist ein vierter Durchgang der Blätter sehr deutlich zu sehn, welchen die Mineralogen den versteckblättrigen nennen (Lenz, Erkenntnislehre, Bd. II S. 748). Die zarten epoptischen Farben spielen wie ein Hauch durch die ganze Masse und zeugen von der feinsten Trennung der Lamellen. Durch ein Prisma von einem so gearteten Exemplar würde man die bewunderungswürdigste Fata Morgana vorstellen können.

Objektive Versuche damit anzustellen, fehlte mir der Sonnenschein.

Weimar, den 12ten Januar 1813.

Entoptische Farben

Ansprache

Bei diesem Geschäft erfuhr ich, wie mehrmals im Leben, günstiges und ungünstiges Geschick, fördernd und hindernd. Nun aber gelange ich nach zwei Jahren an demselben Tage zu ebendemselben Ort, wo ich bei gleich heiterer Atmosphäre die entscheidenden Versuche nochmals wiederholen kann. Möge mir eine hinreichende Darstellung gelingen, wozu ich mich wenigstens wohl zubereitet fühle. Ich war indessen nicht müßig und habe immerfort versucht, erprobt und eine Bedingung nach der andern ausgeforscht, unter welchen die Erscheinung sich offenbaren möchte.

Hierbei muss ich aber jener Beihilfe dankbar anerkennend gedenken, die mir von vorzüglichen wissenschaftlichen Freunden bisher gegönnt worden. Ich erfreute mich des besonderen Anteils der Herren Döbereiner, Hegel, Körner, Lenz, Roux, Schultz, Seebeck, Schweigger, Voigt. Durch gründlich motivierten Beifall, warnende Bemerkungen, Beitrag eingreifender Erfahrung, Mitteilung natürlicher, Bereitung künstlicher Körper, durch Verbesserung und Bereicherung des Apparats und genauste Nachbildung der Phänomene, wie sie sich steigern und Schritt vor Schritt vermannigfaltigen, ward ich von ihrer Seite höchlich gefördert. Von der meinen verfehlte ich nicht, die Versuche fleißig zu wiederholen, zu vereinfachen, zu vermannigfaltigen, zu vergleichen, zu ordnen und zu verknüpfen. Und nun wende ich mich zur Darstellung selbst, die auf vielfache Weise möglich wäre, die ich aber gegenwärtig unternehme, wie sie mir gerade zum Sinne passt; früher oder später wäre sie anders ausgefallen.

Freilich müsste sie mündlich geschehen bei Vorzeigung aller Versuche, wovon die Rede ist; denn Wort und Zeichen sind nichts gegen sicheres, lebendiges Anschauen. Möchte sich der Apparat, diese wichtigen Phänomene zu vergegenwärtigen, einfach und zusammengesetzt, durch Tätigkeit geschickter Mechaniker von Tag zu Tag vermehren.

Übrigens hoff' ich, dass man meine Ansicht der Farben überhaupt, besonders aber der physischen kenne; denn ich schreibe Gegenwärtiges als einen meiner Farbenlehre sich unmittelbar anschließenden Aufsatz, und zwar am Ende der zweiten Abteilung, hinter dem 485sten Paragraphen.

Jena, den 20. Juli 1820.

I. Woher benannt

Die entoptischen Farben haben bei ihrer Entdeckung diesen Namen erhalten nach Analogie der übrigen, mehr oder weniger bekannten und anerkannten physischen Farben, wie wir solche in dem Entwurf zu einer allgemeinen Chromatologie sorgfältig aufgeführt. Wir zeigten nämlich daselbst zuerst dioptrische Farben ohne Refraktion, die aus der reinen Trübe entspringen; dioptrische mit Refraktion, die prismatischen nämlich, bei welchen zur Brechung sich noch die Begrenzung eines Bildes nötig macht; katoptische, die auf der Oberfläche der Körper durch Spiegelung sich zeigen; paroptische, welche sich zu dem Schatten der Körper gesellen; epoptische, die sich auf der Oberfläche der Körper unter verschiedenen Bedingungen flüchtig oder bleibend erweisen; die nach der Zeit entdeckten wurden entoptische genannt, weil sie innerhalb gewisser Körper zu schauen sind, und damit sie, wie ihrer Natur also auch dem Namensklange nach, sich an

die vorhergehenden anschlössen. Sie erweiterten höchst erfreulich unseren Kreis, gaben und empfingen Aufklärung und Bedeutung innerhalb des herrlich ausgestatteten Bezirks.

II. Wie sie entdeckt worden

Im Gefolg der Entdeckungen und Bemühungen französischer Physiker, Malus, Biot und Arago, im Jahr 1809 über Spiegelung und doppelte Strahlenbrechung stellte Seebeck im Jahr 1812 sorgfältige Versuche wiederholend und fortschreitend an. jene Beobachter hatten schon bei den ihrigen, die sich auf Darstellung und Aufhebung der Doppelbilder des Kalkspats hauptsächlich bezogen, einige Farbenerscheinungen bemerkt. Auch Seebeck hatte dergleichen gesehen; weil er sich aber eines unbequemen Spiegelapparates mit kleiner Öffnung bediente, so ward er die einzelnen Teile der Figur gewahr, ohne ihr Ganzes zu überschauen. Er befreite sich endlich von solchen Beschränkungen und fand, dass es Gläser gebe, welche die Farbe hervorbringen, andere nicht, und erkannte, dass Erhitzung bis zum Glühen und schnelles Abkühlen den Gläsern die entoptische Eigenschaft verleihe.

Die ihm zugeteilte Hälfte des französischen Preises zeugte von parteiloser Anerkennung von Seiten einer fremden, ja feindlichen Nation; Brewster, ein Engländer, empfing die andere Hälfte. Er hatte sich mit demselben Gegenstand beschäftigt und manche Bedingungen ausgesprochen, unter welchen jene Phänomene zum Vorschein kommen.

III. Wie die entoptischen Farben dem Glase mitzuteilen

Das Experiment in seiner größten Einfalt ist folgendes: Man zerschneide eine mäßig starke Spiegelscheibe in mehrere anderthalbzöllige Quadrate, diese durchglühe man und, verkühle sie geschwind. Was davon bei dieser Behandlung nicht zerspringt, ist nun fähig, entoptische Farben hervorzubringen.

IV. Äußere Grundbedingung

Bei unserer Darstellung kommt nun alles darauf an, dass man sich mit dem Körper, welcher entoptische Farben hervorzubringen vermag, unter den freien Himmel begebe, alle dunkle Kammern, alle kleine Löchlein (Foramina exigua) abermals hinter sich lasse. Eine reine, wolkenlose, blaue Atmosphäre - dies ist der Quell, wo wir eine auslangende Erkenntnis zu suchen haben!

V. Einfachster Versuch

Jene bereiteten Tafeln lege der Beschauer bei ganz reiner Atmosphäre flach auf einen schwarzen Grund, so dass er zwei Seiten derselben mit sich parallel habe, und halte sie nun bei völlig freiem Himmel und niedrigem Sonnenstand so nach der der Sonne entgegengesetzten Himmelsgegend, richte sein Auge dermaßen auf die Platten, dass von ihrem Grunde die Atmosphäre sich ihm zurückspiegele, und er wird sodann in den vier Ecken eines hellen Grundes vier dunkle Punkte gewahr werden. Wendet er sich darauf gegen die Himmelsgegenden, welche rechtwinklig zu der vorigen Richtung stehen, so erblickt er vier helle Punkte auf einem dunklen Grund; diese beiden Erscheinungen zei-

gen sich auf dem Boden der Glasplatte. Bewegt man die gedachten Quadrate zwischen jenen entschiedenen Stellungen, so geraten die Figuren in ein Schwanken.

Die Ursache, warum ein schwarzer Grund verlangt wird, ist diese, dass man vermeiden solle, entweder durch eine Lokalfarbe des Grundes die Erscheinung zu stören oder durch allzu große Hellung wohl gar aufzuheben. Übrigens tut der Grund nichts zur Sache, indem der Beschauer sein Auge so zu richten hat, dass von dem Grunde der Platte sich ihm die Atmosphäre vollkommen spiegele.

Da es nun aber schon eine gewisse Übung erfordert, wenn der Beschauer diese einfachste Erscheinung gewahr werden soll, so lassen wir sie vorerst auf sich beruhen und steigern unsern Apparat und die Bedingungen desselben, damit wir mit größerer Bequemlichkeit und Mannigfaltigkeit die Phänomene verfolgen können.

VI. Zweiter, gesteigerter Versuch

Von dieser inneren, einfachen Spiegelung gehen wir zu einer nach außen über, welche zwar noch einfach genug ist, das Phänomen jedoch schon viel deutlicher und entschiedener vorlegt. Ein solider Glaskubus, an dessen Stelle auch ein aus mehreren Glasplatten zusammengesetzter Kubus zu benutzen ist, werde bei Sonnenaufgang oder -Untergang auf einen schwarz belegten Spiegel gestellt oder etwas geneigt darüber gehalten. Man lasse den atmosphärischen Widerschein nunmehr durch den Kubus auf den Spiegel fallen, so wird sich jene obgemeldete Erscheinung, nur viel deutlicher, darstellen; der Widerschein von der der Sonne gegenüberstehenden Himmelsregion gibt die vier dunklen Punkte auf hellem Grund; die beiden Seitenregionen geben das Umgekehrte, vier helle Punkte auf dunklem Grund, und wir sehen bei diesem gesteigerten Versuch zwischen den pfauenaugig sich bildenden Eckpunkten einmal ein weißes, das andere Mal ein schwarzes Kreuz, mit welchem Ausdruck wir denn auch künftig das Phänomen bezeichnen werden. Vor Sonnenaufgang oder nach Sonnenuntergang bei sehr gemäßigter Hellung erscheint das weiße Kreuz auch an der Sonnenseite.

Wir sagen daher, der direkte Widerschein der Sonne, der aus der Atmosphäre zu uns zurückkehrt, gibt ein erhelltes Bild, das wir mit dem Namen des weißen Kreuzes bezeichnen. Der oblique Widerschein gibt ein verdüstertes Bild, das sogenannte schwarze Kreuz. Geht man mit dem Versuch um den ganzen Himmel herum, so wird man finden, dass in den Achtelsregionen ein Schwanken entsteht; wir gewahren eine undeutliche, aber bei genauer Aufmerksamkeit auf eine regelmäßige Gestalt zurückzuführende Erscheinung. Zu bemerken ist, dass wir das helle Bild dasjenige nennen dürfen, welches auf weißem Grund farbige Züge sehen lässt, und umgekehrt das dunkle, wo sich zum dunklen Grunde hellere farbige Züge gesellen.

VII. Warum ein geschwärzter Spiegel

Bei physikalischen Versuchen soll man mit jeder Bedingung sogleich die Absicht derselben anzeigen, weil sonst die Darstellung gar leicht auf Taschenspielerei hinausläuft. Das Phänomen, womit wir uns beschäftigen, ist ein schattiges, beschattetes, ein Skieron, und wird durch allzu große Helle vertrieben, kann nicht zur Erscheinung kommen; deswegen bedient man sich zu den ersten Versuchen billig verdüsterter Spiegelflächen, um einem jeden Beschauer die Erscheinung sogleich vor Augen zu stellen. Wie es sich mit klaren und abgestumpften Spiegelflächen verhalte, werden wir in der Folge zeigen.

VIII. Polarität

Wenn wir den entoptischen Phänomenen Polarität zuschreiben, so geschieht es in dem Sinne, wie wir in unserer Farbenlehre alle Chromagenesie zu entwickeln bemüht gewesen. Finsternis und Licht stehen einander uranfänglich entgegen, eins dem andern ewig fremd; nur die Materie, die in und zwischen beide sich stellt, hat, wenn sie körperhaft undurchsichtig ist, eine beleuchtete und eine finstere Seite, bei schwachem Gegenlicht aber erzeugt sich erst der Schatten. Ist die Materie durchscheinend, so entwickelt sich in ihr im Helldunklen, Trüben in bezug aufs Auge das, was wir Farbe nennen.

Diese, sowie Hell und Dunkel, manifestiert sich überhaupt in polaren Gegensätzen. Sie können auf gehoben, neutralisiert, indifferenziert werden, so dass beide zu verschwinden scheinen; aber sie lassen sich auch umkehren, und diese Umwendung ist allgemein bei jeder Polarität die zarteste Sache von der Welt. Durch die mindeste Bedingung kann das Plus in Minus, das Minus in Plus verwandelt werden. Dasselbe gilt also auch von den entoptischen Erscheinungen. Durch den geringsten Anlass wird das weiße Kreuz in das schwarze, das schwarze in das weiße verwandelt und die begleitenden Farben gleichfalls in ihre geforderten Gegensätze umgekehrt. Dieses aber auseinander zulegen, ist gegenwärtig unsere Pflicht. Man lasse den Hauptbegriff nicht los, und man wird bei aller Veränderlichkeit die Grunderscheinung immer wieder finden.

IX. Nordländische Atmosphäre selten klar

Ist nun die uranfängliche Erscheinung an dem klarsten, reinsten Himmel zu suchen, so lässt sich leicht einsehen, dass wir in unseren Gegenden nur selten eine vollkommene Anschauung zu gewinnen im Falle sind. Nur langsam entdeckte man die Hauptbedingung, langsamer die Nebenumstände, welche das Grundgesetz abermals gesetzmäßig bedingen und mehrfach irreführende Ab- und Ausweichungen verursachen.

X. Beständiger Bezug auf den Sonnenstand

Die Sonne, welche hier weder als leuchtender Körper noch als Bild in Betracht kommt, bestimmt, indem sie den auch in seinem reinsten Zustande immer für trüb zu haltenden Luftkreis erhellt, die erste Grundbedingung aller entoptischen Farben; der direkte Widerschein der Sonne gibt immer das weiße, der rechtwinklige, oblique das schwarze Kreuz; dies muss man zu wiederholen nicht müde werden, da noch manches dabei in Betracht zu ziehen ist.

XI. Teilung des Himmels in vier gleiche oder ungleiche Teile

Daraus folgt nun, dass nur in dem Moment der Sonnengleiche, bei Aufgang und Untergang, die oblique Erscheinung genau auf dem Meridian einen rechen Winkel bilde. Im Sommer, wo die Sonne nordwärts rückt, bleibt die Erscheinung in sich zwar immer rechtwinklig, bildet aber mit dem Meridian und im Verlauf des Tages mit sich selbst geschobene Andreaskreuze.

XII. Höchster Sonnenstand

Zu Johanni um die Mittagsstunde ist der hellste Moment. Bei Kulmination der Sonne erscheint ein weißes Kreuz rings um den Horizont. Wir sagen deshalb, dass in solcher Stellung die Sonne rings um sich her direkten Widerschein in dem Luftkreis bilde. Da aber bei polaren Erscheinungen der Gegensatz immer sogleich sich manifestieren muss, so findet man da, wo es am wenigsten zu suchen war, das schwarze Kreuz unfern von der Sonne. Und es muss sich in einem gewissen Abstand von ihr ein unsichtbarer Kreis obliquen Lichts bilden, den wir nur dadurch gewahr werden, dass dessen Abglanz im Kubus das schwarze Kreuz hervorbringt.

Sollte man in der Folge den Durchmesser dieses Ringes messen wollen und können, so würde sich wohl finden, dass er mit jenen sogenannten Höfen um Sonne und Mond in Verwandtschaft stehe. ja, wir wagen auszusprechen, dass die Sonne am klarsten Tage immer einen solchen Hof potentia um sich habe, welcher bei nebelartiger, leichtwolkiger Verdichtung der Atmosphäre sich vollständig oder teilweise, größer oder kleiner, farblos oder farbig, ja zuletzt gar mit Sonnenbildern geschmückt, meteorisch wiederholt und durchkreuzt, mehr oder weniger vollkommen darstellt.

XIII. Tiefe Nacht

Da unsere entoptischen Erscheinungen sämtlich auf dem Widerschein der Sonne, den uns die Atmosphäre zusendet, beruhen, so war zu folgern, dass sie sich in den kürzesten Nächten sehr spät noch zeigen würden, und so fand sich's auch. Am 18. Juli nachts halb 10 Uhr war das schwarze Kreuz des Versuches VI noch sichtbar; am 23. August schon um 8 Uhr nicht mehr. Das weiße Kreuz, welches ohnehin im zweifelhaften Falle etwas schwerer als das schwarze darzustellen ist, wollte sich mir nicht offenbaren; zuverlässige Freunde versichern mich aber, es zu gleicher Zeit gesehen zu haben.

XIV. Umwandlung durch trübe Mittel

Zu den ersten Beobachtungen und Versuchen haben wir den klarsten Himmel gefordert; denn es war zu bemerken, dass durch Wolken aller Art das Phänomen unsicher werden könne. Um aber auch hierüber zu einiger Gesetzlichkeit zu gelangen, beobachtete man die verschiedensten Zustände der Atmosphäre; endlich glückte Folgendes. Man kennt die zarten, völlig gleich ausgeteilten Herbstnebel, welche den Himmel mit reinem leichten Schleier, besonders des Morgens, bedecken und das Sonnenbild entweder gar nicht oder doch nur strahlenlos durchscheinen lassen. Bei einer auf diese Weise bedeckten Atmosphäre gibt sowohl die Sonnenseite als die gegenüberstehende das schwarze Kreuz, die Seitenregionen aber das weiße.

An einem ganz heitern, stillen Morgen in Karlsbad anfangs Mal 182o, als der Rauch, aus allen Essen aufsteigend, sich über dem Tal sanft zusammenzog und nebelartig vor der Sonne stand, konnte ich bemerken, dass auch dieser Schleier an der Sonnenseite das weiße Kreuz in das schwarze verwandelte, anstatt dass auf der reinen Westseite über dem Hirschsprung das weiße Kreuz in völliger Klarheit bewirkt wurde.

Ein gleiches erfuhr ich, als ein verästeter, verzweigter Luftbaum sich vor und nach Aufgang der Sonne im Osten zeigte; erkehrte die Erscheinung um wie Nebel und Rauch.

Völlig überzogener Regenhimmel kehrte die Erscheinung folgendermaßen um: die Ostseite gab das schwarze Kreuz, die Süd- und Nordseite das weiße; die Westseite, ob sie gleich auch überzogen war, hielt sich dem Gesetz gemäß und gab das weiße Kreuz.

Nun hatten wir aber auch zu unserer großen Zufriedenheit einen uralten, sehr getrübten Metallspiegel gefunden, welcher die Gegenstände zwar noch deutlich genug, aber doch sehr verdüstert wiedergibt. Auf diesen brachte man den Kubus und richtete ihn bei dem klarsten Zustand der Atmosphäre gegen die verschiedenen Himmelsgegenden. Auch hier zeigte sich das Phänomen umgekehrt, der direkte Widerschein gab das schwarze, der oblique das weiße Kreuz, und dass es ja an Mannigfaltigkeit der Versuche nicht fehle, wiederholte man sie bei rein verbreitetem Nebel; nun gab die Sonnenseite und ihr direkter Widerschein das weiße, die Seitenregionen aber das schwarze Kreuz. Von großer Wichtigkeit scheinen uns diese Betrachtungen.

XV. Rückkehr zu den entoptischen Gläsern

Nachdem wir nun die entoptischen Körper zuerst in ihrem einfachen Zustand benutzt und vor allen Dingen in den Höhen und Tiefen der Atmosphäre den eigentlichen Urquell der Erscheinungen zu entdecken, auch die polare Umkehrung derselben teils auf natürlichem, teils auf künstlichem Wege zu verfolgen gesucht, so wenden wir uns nun abermals zu gedachten Körpern, an denen wir die Phänomene nachgewiesen, um nun auch die mannigfaltigen Bedingungen, welchen diese Vermittler unterworfen sind, zu erforschen und aufzuzählen.

XVI. Nähere Bezeichnung der entoptischen Erscheinung

Um vorerst das. Allgemeinste auszusprechen, so lässt sich sagen, dass wir Gestalten erblicken, von gewissen Farben begleitet, und wieder Farben, an gewisse Gestalten gebunden, welche sich aber beiderseits nach der Form des Körpers richten müssen.

Sprechen wir von Tafeln, und es sei ein Viereck gemeint, gleichseitig, länglich, rhombisch; es sei ein Dreieck jeder Art; die Platte sei rund oder oval: jede regelmäßige sowie jede zufällige Form nötigt das erscheinende Bild, sich nach ihr zu bequemen, welchem denn jedesmal gewisse gesetzliche Farben anhängen. Von Körpern gilt dasselbige was von Platten.

Das einfachste Bild ist dasjenige, was wir schon genugsam kennen; es wird in einer einzelnen viereckten Glasplatte hervorgebracht.

Vier dunkle Punkte erscheinen in den Ecken des Quadrats, die einen weißen, kreuzförmigen Raum zwischen sich lassen; die Umkehrung zeigt uns helle Punkte in den Ecken des Quadrats, der übrige Raum scheint dunkel.

Dieser Anfang des Phänomens ist nur wie ein Hauch, zwar deutlich und erkennbar genug, doch größerer Bestimmtheit, Steigerung, Energie und Mannigfaltigkeit fähig, welches alles zusammen durch Vermehrung aufeinander gelegter Platten hervorgebracht wird.

Hier merke man nun auf ein bedeutendes Wort- Die dunkeln und hellen Punkte sind wie Quellpunkte anzusehen, die sich aus sich selbst entfalten, sich erweitern, sich gegen die Mitte des Quadrats hindrängen, erst bestimmtere Kreuze, dann Kreuz nach Kreuzen bei Vermehrung der aufeinander gelegten Platten vielfach hervorbringen.

Was die Farben betrifft, so entwickeln sie sich nach dem allgemeinen, längst bekannten, noch aber nicht durchaus anerkannten ewigen Gesetz der Erscheinungen in und an dem Trüben, die hervortretenden Bilder werden unter ebendenselben Bedingungen gefärbt. Der dunkle Quellpunkt, der sich nach der Mitte zu bewegt und also über hellen Grund geführt wird, muss Gelb hervorbringen; da aber, wo er den hellen Grund verlässt,

wo ihm der helle Grund nachrückt, sich über ihn erstreckt, muss er ein Blau sehen lassen. Bewegen sich im Gegenfalle die hellen Punkte nach dem inneren, düstern, so erscheint vorwärts gesetzlich Blaurot, am hinteren Ende hingegen Gelb und Gelbrot. Dies wiederholt sich bei jedem neu entstehenden Kreuze, bis die hintereinander folgenden Schenkel nahe rücken, wo alsdann durch Vermischung der Ränder Purpur und Grün entsteht.

Da nun durch Glasplatten, übereinander gelegt, die Steigerung gefördert wird, so sollte folgen, dass ein Kubus schon in seiner Einfachheit gesteigerte Figuren hervorbringe; doch dies bewahrheitet sich nur bis auf einen gewissen Grad. Und obgleich derjenige, welcher sämtliche Phänomene Zuschauern und Zuhörern vorlegen will, einen soliden, guten entoptischen Kubus nicht entbehren kann, so empfiehlt sich doch ein Kubus von übereinander befestigten Platten beim Liebhaber dadurch, weil er leichter anzuschaffen und noch überdies die Phänomene auffallender darzustellen geschickt ist. Was von dreieckigen und runden Platten zu sagen wäre, lassen wir auf sich beruhen; genug, wie die Form sich ändert, so ändert sich auch die Erscheinung; der Naturfreund wird sich dieses alles gar leicht selbst vor Augen führen können.

XVII. Abermalige Steigerung

Vorrichtung mit zwei Spiegeln

Die im Vorhergehenden angezeigte gesteigerte, vermannigfaltigte Erscheinung können wir jedoch auf obige einfache Weise kaum gewahr werden; es ist daher eine dritte zusammengesetzte Vorrichtung nötig.

Wir bilden unsern Apparat aus zwei angeschwärzten, zueinander gerichteten, einander antwortenden Spiegeln, zwischen welchen der Kubus angebracht ist. Der untere Spiegel ist unbeweglich, so gestellt, dass er das Himmelslicht aufnehme und es dem Kubus zuführe; der obere ist aufgehängt, um eine perpendikulare Achse beweglich, so dass er das Bild des von unten erleuchteten Kubus dem Zuschauer ins Auge bringe. Hängt er gleichnamig mit dem untern, so wird man die helle Erscheinung sehen; wendet man ihn nach der Seite, so obliquiert er das Licht, zeigt es obliquiert, und wir sehen das schwarze Kreuz, sodann aber bei der Achtelswendung schwankende Züge.

Manche andere spiegelnde Flächen, die wir durchversucht, Fensterscheiben, farbiges Glas, geglättete Oberflächen jeder Art bringen die Wirkung des unteren Spiegels hervor; auch wird sie wenig geschwächt noch verändert, wenn wir die atmosphärische Beleuchtung erst auf eine Glastafel, von da aber auf den einfachen oder zusammengesetzten Apparat fallen lassen.

Das klarste Licht des Vollmonds erhellt die Atmosphäre zu wenig, um von dort her die nötige Beleuchtung erhalten zu können; lässt man es aber auf eine Glastafel fallen, von da auf den Apparat, so tut es Wirkung und hat genugsame Kraft, das Phänomen hervorzubringen.

XVIII. Wirkung der Spiegel in Absicht auf Hell und Dunkel

Wir entfernen die entoptischen Körper nunmehr, um die Spiegel und ihre einzelne oder verbündete Wirksamkeit näher zu betrachten. Einem jeden Kunst- und Naturfreund, der auf einer, durch Anschwärzung der einen Seite zum verkleinerten Konvexspiegel \ erwandelten Glaslinse Landschaften betrachtet hat, ist wohl bekannt, dass sowohl Himmel als Gegenstände um ein Bedeutendes dunkler erscheinen, und so wird ihm nicht auf-

fallen, wenn er, von unserem Doppelapparat den obern Spiegel wegnehmend, unmittelbar auf den untern blickt, die heiterste Atmosphäre nicht schön blau, sondern verdüstert gewahr zu werden. Dass bei parallel wieder Eingehängtem oberen Spiegel, bei verdoppelter Reflexion, abermals eine Verdüsterung vor sich gehe, ist gleichfalls eine natürliche Folge. Das Blau hat sich in ein Aschgrau verwandelt.

Aber noch weit stärker ist die Verdüsterung bei Seitenstellung des oberen Spiegels. Der nunmehr obliquierte Widerschein zeigt sich merklich dunkler als der direkte, und hierin legt sich die nächste Ursache der erhellenden und verdunkelnden Wirkung auf entoptische Gläser vor Augen.

XIX. Wirkung der Spiegel in Absicht auf irgendein Bild

Um sich hiervon aufs Kürzeste in Kenntnis zu setzen, stelle man eine Kerze dergestalt, dass das Bild der Flamme auf den untern Spiegel falle; man betrachte dasselbe sodann durch den obern, parallel mit dem unteren hängenden Spiegel; die Kerze wird aufgerichtet und die Flamme, als durch zwei verdüsterte Spiegel zum Auge gelangend, um etwas verdunkelt sein.

an führe den Spiegel in den rechten Winkel, die Kerze wird horizontal liegend erscheinen und die Flamme bedeutend verdunkelt.

Abermals führe man den Spiegel weiter in die Gegenstellung der ersten Richtung, die Flamme wird auf dem Kopfe stehen und wieder heller sein. Man drehe den Spiegel ferner um seine Achse, die Kerze scheint horizontal und abermals verdüstert, bis sie denn endlich, in die erste Stellung zurückgeführt, wieder hell wie vom Anfang erscheint. Ein jedes helles Bild auf dunklem Grunde, das man an die Stelle der Kerze bringt, wird dem aufmerksamen Beobachter dieselbe Erscheinung gewähren. Wir wählen dazu einen hellen Pfeil auf dunklem Grunde, woran sowohl die Veränderung der Stellung des Bildes als dessen Erhellung und Verdüsterung deutlich gesehen wird.

XX. Identität durch klare Spiegel

Bisher wäre also nichts Verwunderungswürdiges vorgekommen; bei der größten Mannigfaltigkeit bleibt alles in der Regel; so ist auch folgende Erscheinung ganz dem Gesetz gemäß, ob sie uns gleich bei der ersten Entdeckung wunderbar überraschte.

ei dem Apparat mit zwei Spiegeln nehme man zum untersten, der das Himmelslicht aufnimmt, einen mit Quecksilber belegten und richte ihn bei dunkelblauer Atmosphäre gegen den Seitenschein, der im Würfel das schwarze Kreuz erzeugt; dieses wird nun auch erscheinen und identisch bleiben, wenn schon der Oberspiegel gleichnamig gestellt ist; denn die Eigenschaft des atmosphärischen Scheins wird durch den klaren Spiegel vollkommen überliefert, ebenso wie es bei jener Erfahrung mit einem Spiegel unmittelbar geschieht.

Wir haben zur Bedingung gemacht, dass der Himmel so blau sein müsse, als es in unsern Gegenden möglich ist, und hier zeigt sich abermals der Himmel als eine verschleierte Nacht, wie wir ihn immer ansehen. Er ist es nun, der sein verdüstertes Licht in den klaren Spiegel sendet, welches alsdann, dem Kubus mitgeteilt, sich gerade in dem mäßigen Gleichgewicht befindet, das zur Erscheinung unumgänglich nötig ist.

XXI. Abgeleiteter Schein und Widerschein

Wir haben den unmittelbaren Widerschein von den verschiedenen Himmelsgegenden her als den ersten und ursprünglichen angenommen; aber auch abgeleiteter Schein und Widerschein bringt dieselben Phänomene hervor.

Weißer Battist, vor ein besonntes Fenster gezogen, gibt zwar mit (lern einfachen Apparat keine Erscheinung, wahrscheinlich weil das davon herkommende Licht noch allzu stark und lebhaft ist; der Kubus aber, zwischen die Doppelspiegel gelegt, gibt sowohl das weiße als schwarze Kreuz; denn der helle Schein der Battistfläche wird durch die beiden Spiegel gemäßigt.

Vom abgeleiteten Widerschein wäre vielleicht nur folgendes zu sagen: Haben wir, durch unsern zweiten Apparat (VI) von irgend einer Himmelsgegend her die entoptische Erscheinung bewirkt, so stelle man derselben atmosphärischen Region eine unbelegte spiegelnde Glastafel entgegen, wende sich mit dem Apparat nun zu ihr, Lind man wird die abgeleitete Erscheinung mit der ursprünglichen gleich finden.

XXII. Doppelt refrangierende Körper

Der durchsichtige rhombische Kalkspat, dessen Eigenschaft, Bilder zu verdoppeln, ja zu vervielfachen, schon lange Zeit Forscher Lind Erklärer beschäftiget, gab immerfort bei Unzulänglichkeit frülieren Bemühens zu neuen Untersuchungen Anlass. Hier wurde nach und nach entdeckt, dass mehrere kristallinisch gebildete Körper L, 1 ne solche Eigenschaf t besitzen, und nicht allein dieses ward gefunden, sondern auch bei vielfachster Behandlung solcher Gegenstände noch andere begleitende Erscheinungen. Da man nun beim rhombischen Kalkspat gar deutlich bemerken konnte, dass der verschiedene Durchgang der Blätter und die deshalb gegeneinander wirkenden Spiegelungen die nächste Ursache der Erscheinung sei, so ward man auf Versuche geleitet, das Licht durch spiegelnde, auf verschiedene Weise gegeneinander gerichtete Flächen dergestalt zu bedingen, dass künstliche Wirkungen, jenen natürlichen ähnlich, hervorgebracht werden konnten.

Hierbei war freilich sehr viel gewonnen; man hatte einen äußern, künstlichen Apparat, wodurch man den innern, natürlichen nachahmen, kontrollieren und beide gegen einander vergleichen konnte.

Nach dem Gange unserer Darstellung haben wir zuerst den künstlichen Apparat in seiner größten Einfalt mit der Natur in Rapport gesetzt, wir haben den Urquell aller dieser Erscheinungen in der Atmosphäre gefunden, sodann unsere Vorrichtungen gesteigert, um das Phänomen in seiner größten Ausbildung darzustellen; nun gehen wir zu den natürlichen, durchsichtigen, kristallisierten Körpern über und sprechen also von ihnen aus, dass die Natur in das Innerste solcher Körper einen gleichen Spiegelapparat aufgebaut habe, wie wir es mit äußerlichen physisch-mechanischen Mitteln getan, und es bleibt uns noch zu zeigen Pflicht, wie die doppelt refrangierenden Körper gerade die sämtlichen, uns nun schon bekannten Phänomene gleichfalls hervorbringen, dass wir daher, wenn wir ihren natürlichen Apparat mit unserm künstlichen verbinden, die anmutigsten Erscheinungen vor Augen zu stellen fähig sind. Auch hier werden wir aufs Einfachste verfahren und nur drei Körper in Anspruch nehmen, da sich die Erscheinung bei andern ähnlichen immerfort wiederholen muss und wiederholt. Diese drei Körper aber sind der Glimmer, das Fraueneis und der rhombische Kalkspat.

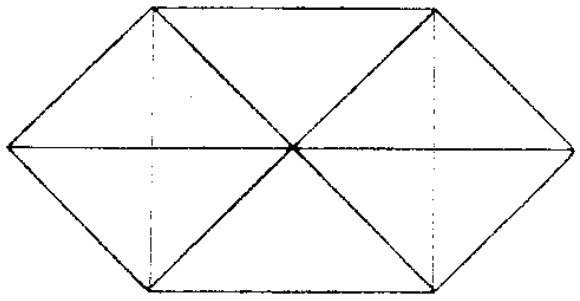
XXIII. Glimmerblättchen

Die Glimmerblätter haben von der Natur den Spiegelungsapparat in sich und zugleich die Fähigkeit, entoptische Farben hervorzubringen; deshalb ist es so bequem als lehrreich, sie mit unsern künstlichen Vorrichtungen zu verbinden.

Um nun das Glimmerblättchen an und für sich zu untersuchen, wird es allein zwischen beide, vorerst parallel gestellte Spiegel gebracht, und hier entdecken sich nach und nach die für uns so merkwürdigen Eigenschaften.

Man bewege das Blättchen hin und her, und der Beschauer wird sogleich bemerken, dass ihm das Gesichtsfeld bald heller, bald dunkler erscheine; ist er recht aufmerksam und die Eigenschaft des Glimmerblättchens vollkommen zusagend, so wird er gewahr werden, dass die helle Erscheinung von einem gelblichen, die dunkle von einem bläulichen Hauch begleitet ist. Wir greifen nun aber zu einer Vorrichtung, welche uns dient, genauere Versuche vorzunehmen.,

Wir stellen den entoptischen Kubus zwischen die zwei parallelen Spiegel an den gewohnten Ort, legen das Glimmerblatt darauf und bewegen es hin und her, auch hier findet die Abänderung vom Hellen ins Dunkle, vom Gelblichen ins Bläuliche statt, dieses aber ist sogleich mit einer Umkehrung der Formen und der Farben in dem Kubus verbunden. Ein solches nun geschieht durch innere Spiegelung des Glimmers, da unsere äußeren Spiegel unbewegt bleiben. Um nun hierüber ferner ins Klare zu kommen, verfahre man folgendermaßen. Man wende das auf dem Kubus liegende Blättchen so lange hin und her, bis die Erscheinung des weißen Kreuzes vollkommen rein ist, als wenn sich nichts zwischen dem Kubus und unsern Augen befände. Nun zeichne man mit einer scharf einschneidenden Spitze auf das Glimmerblatt einen Strich an der Seite des Kubus, die mit uns parallel ist, her und schneide mit der Schere das Glimmerblatt in solcher Richtung durch. Hier haben wir nun die Basis unserer künftigen Operationen. Man drehe nun das Glimmerblatt immer horizontal auf dem Kubus bedächtig herum, und man wird erst Figur und Farbe im Schwanken, endlich aber die völlige Umkehrung, das schwarze Kreuz erblicken. Nun zeichne man die gegenwärtige Lage des Glimmerblattes zu der uns immer noch parallelen Seite des Kubus und schneide auch in dieser Richtung das Glimmerblatt durch, so wird man einen Winkel von 135 Graden mit der Grundlinie finden; hiernach lässt sich nun, ohne weiteres empirisches Herumtasten, sogleich die Form der Tafel angeben, welche uns künftig sämtliche Phänomene gesetzlich zeigen soll; es ist die, welche wir einschalten.



Hier sehen wir nun ein größeres Quadrat, aus dem sich zwei kleinere entwickeln, und sagen, um beim Bezeichnen unsrer Versuche alle Buchstaben und Zahlen zu vermeiden: der Beschauer halte die längere Seite parallel mit Sich, so wird er die lichte Erscheinung erblicken; wählt man die schmale Seite, so haben wir die finstere Erscheinung.

Die etwas umständliche Bildung solcher Tafeln können wir uns dadurch erleichtern, wenn wir nach obiger Figur eine Karte ausschneiden und sie unter die Spiegel, die lange Seite parallel mit uns haltend, bringen, auf derselben aber das Glimmerblatt hin und her bewegen, bis wir die helle Erscheinung vollkommen vor uns sehen. Klebt man in diesem Moment das Blättchen an die Karte fest, so dient uns der Ausschnitt als sichere Norm bei allen unsern Versuchen.

Wenn wir nun die Erscheinungen sämtlich mehrmals durchgehen, so finden wir Blättchen, welche uns entschiedenen Dienst leisten und das Phänomen vollkommen umkehren; andere aber bringen es nicht völlig dazu, sie erregen jedoch ein starkes Schwanken. Dieses ist sehr unterrichtend, indem wir nun daraus lernen, dass die bekannten Kreuze nicht etwa aus zwei sich durchschneidenden Linien entstehen, sondern aus zwei Haken, welche sich aus den Ecken hervor gegen einander bewegen, wie es bei den Chladnischen Tonfiguren der Fall ist, wo solche Haken gleichfalls von der Seite hereinstreben, um das Kreuz im Sande auszubilden.

Ferner ist zu bemerken, dass es auch Glimmerblättchen gebe, welche kaum eine Spur von allen diesen Erscheinungen bemerken lassen. Diese Art ist, da die übrigen meist farblos wie Glastafeln anzusehen sind, auch in ihren feinsten Blättern tombackbraun; die meinigen sind von einer großen Glimmersäule abgetrennt.

Schließlich haben wir nun noch einer sehr auffallenden Farbenerscheinung zu gedenken, welche sich unter folgenden Bedingungen erblicken lässt. Es gibt Glimmerblätter, vorgeschriebenermaßen als sechsseitige Tafeln zugerichtet; diese zeigen in der ersten Hauptrichtung, das heißt, die längere Seite parallel mit dem Beobachter gelegt, keine besondere Farbe als allenfalls einen gelblichen und, wenn wir den oberen Spiegel zur Seite richten, bläulichen Schein; legen wir aber die schmale Seite parallel mit uns, so erscheinen

sogleich die schönsten Farben, die sich bei Seitenwendung des Spiegels in ihre Gegensätze verwandeln, und zwar

Hell	Dunkel
Gelb	Violett
Gelbrot	Blau
Purpur	Grün.

Wobei zu bemerken, dass, wenn man dergleichen Blätter auf den entoptischen Kubus bringt, die Erscheinung des hellen und dunklen Kreuzes mit den schönsten bezüglichen Farben begleitet und überzogen wird.

Und hier stehe denn eine Warnung eingeschaltet am rechten Platze: wir müssen uns wohl in acht nehmen, diese Farben, von denen wir gegenwärtig handeln, nicht mit den epoptischen zu vermischen. Wie nahe sie auch verwandt sein mögen, so besteht doch zwischen ihnen der große Unterschied, dass die epoptischen unter dem Spiegelapparat nicht umgekehrt werden, sondern, gleichviel ob direkt oder von der Seite angeschaut, immer dieselbigen bleiben, dagegen die im Glimmerblättchen erscheinenden beweglicher Art sind und also auf einer höhern Stufe stehen.

Ferner bringen wir den Umstand zur Sprache, dass der stumpfe Winkel der sechsseitigen Tafel, welcher auf unserer Basis aufgerichtet wird und das Umkehren des Phänomens entscheidet, zusammengesetzt ist aus 90 Graden des rechten Winkels und aus 45, welche dem kleinen Quadrat angehören, zusammen 13 5 Grade. Es wird uns also auf eine sehr einfache Weise auf jene 3 5 bis 36 Grade gedeutet, unter welchen bei allen Spiegelungen die Erscheinung erlangt wird.

Ferner fügen wir bemerkend hinzu, dass uns noch nicht gelingen wollte zu erfahren, wie unsere empirisch-theoretische sechsseitige Tafel mit den von Natur sechsseitig gebildeten Glimmersäulen und deren Blättern in Übereinstimmung trete. Leider sind unsere wirksamen Glimmertafeln schon in kleine Fensterscheiben geschnitten, deren Seiten zu unseren Phänomen in keinem Bezug stehen. Die einzelnen Glimmerblätter aber, an welchen die sechsseitige Kristallisation nachzuweisen ist, sind gerade diejenigen, welche die Umkehrung hartnäckig verweigern.

XXIV. Fraueneis

Mit durchsichtigen Gipsblättchen verhält es sich gleichermaßen; man spaltet sie so fein als möglich und verfährt mit ihnen auf dieselbe Weise, wie bei dem Glimmer gezeigt worden.

Man untersuche ein solches Blättchen an und für sich zwischen den beiden Spiegeln, und man wird eine Richtung finden, wo es vollkommen klar ist; diese bezeichne man als Basis der übrigen Versuche; man bilde sodann ein Sechseck und richte eine der kürzeren Seiten parallel mit sich, und man wird das Gesichtsfeld mit Farben von der größten Schönheit begabt sehen. Bei der Seitenstellung des Spiegels wechseln sie sämtlich, und es kommen an derselben Stelle die geforderten Gegensätze hervor. Gesellt man ein solches Blättchen zum Kubus, so wird jene erste Richtung die entoptische Erscheinung völlig identisch lassen, in dem zweiten Falle aber das Bild verändert sein. Es werfen sich nämlich die beiden Farben, Purpur und Grün, an die hellen oder dunkeln Züge der Bilder, so dass die Umkehrung als Umkehrung nicht deutlich wird, die Färbung jedoch auf eine solche Veränderung hinweist; denn sobald man den Spiegel nunmehr seitwärts wendet, so erscheint zwar das Bild noch immer vollkommen farbig, allein die Züge, die man vorher grün gesehen, erscheinen purpur, und umgekehrt.

Man sieht hieraus, dass schon bei den zartesten Tafeln das Bild einige Undeutlichkeit erleiden müsse; werden nun gar mehrere über einander gelegt, so wird das Bild immer undeutlicher, bis es zuletzt gar nicht mehr zu erkennen ist. Ich sehe daher das Verschwinden der Erscheinung bei dem Umkehren nur als eine materielle Verdüsterung an, die ganz allein der Unklarheit des angewendeten Mittels zuzuschreiben ist.

XXV. Doppelspat

Von diesem bedeutenden, so oft besprochenen, beschriebenen, bemessenen, berechneten und bemeinten Naturkörper haben wir nur so viel zu sagen, als seine Eigenschaften sich in unserm Kreise manifestieren. Er verhält sich gerade wie die vorhergehenden beiden, nur dass seine rhombische Figur und die Dicke seiner Kristalle einigen Unterschied machen mögen. Legen wir ihn übrigens zwischen die beiden Spiegel so, dass die längere oder kürzere Achse auf dem Beschauer perpendikulär steht, so erscheint das Gesichtsfeld helle, und wir dürften alsdann nur den zu uns gekehrten Winkel abstutzen, so hätten wir, wenn die Operation an der langen Seite geschah, ein Sechseck mit zwei stumpfern Winkeln, und wenn wir die kürzere Diagonale abstutzen, ein etwas spitzwinkligeres Sechseck als unser regelmäßiges erhalten, aber doch immer ein Sechseck, dessen kürzere Seiten, gegen uns gekehrt, das Gesichtsfeld dunkler machen. Hierbei ist es aber keineswegs nötig, dass wir unsere Kristalle verderben, sondern wir heften unsere ausgeschnittene Karte nach bekannter Weise über den Kristall oder zeichnen unsere Intention durch einen leichten Federstrich.

Nun sprechen wir aber mit den vorigen Fällen völlig übereinstimmend aus: die erste Richtung, die das helle Sehfeld bewirkt, lässt die Erscheinung identisch, die Seitenwendung jedoch des bekannten Winkels kehrt die Erscheinung um, welches noch ganz deutlich, jedoch mehr der Farbe als der Form nach an der Umkehrung der blauen Augen in gelbe bemerkt werden kann. Also ist auch hier ein Verschwinden, welches durch vermehrte Körperlichkeit des Mittels hervorgebracht würde, kein physischer, sondern ein ganz gemeiner Effekt der zunehmenden Undurchsichtigkeit.

Nun aber erwartet uns eine höchst angenehme Erscheinung. Lässt man einen solchen rhombischen isländischen Kristall durch Kunst dergestalt zurichten, dass zwei der langen Achsenfläche parallele Abschnitte der Ecken verfugt und geschliffen werden, so wird man, wenn der Körper in dieser Lage zwischen die zwei Spiegel gebracht wird, einmal ein helles, das andere Mal ein dunkles Bild gewahr werden, analog jenen uns bekannten gefärbten entoptischen Bildern; vier helle Punkte stehen zuerst innerhalb eines Kreises, um den sich mehr Kreise versammeln, und es gehen vier pinselartige Strahlungen aus von den Punkten, als hell und durchscheinend. Bei der Seitenwendung zeigt sich der Gegensatz; wir sehen, in Ringe gefasst, ein schwarzes Kreuz, von welchem gleichfalls vier schwarze büschelartige Strahlungen sich entfernen.

Hier hätten wir nun die sämtlichen Erscheinungen beisammen: klare, helle Spiegelung und Identität, dunkle Spiegelung mit Umkehrung, letztere besonders von inwohnenden, aber formlosen Farben begleitet, nun aber den Körper selbst durch künstliche Bereitung in seinem Innern aufgeschlossen und eine bewundernswürdige Erscheinung zum Anschauen gebracht.

So wäre denn also dieser höchst problematische Körper durch Untersuchung nur noch immer problematischer geworden, und mit ihm so mancher andere. Freilich ist es wunderbar genug, dass ihm dreierlei Arten der Farbenerscheinung zugeteilt sind: die prismatischen bei der Brechung, und zwar doppelt und vielfach, die epoptischen zwischen seinen zarten Lamellen, wenn sich diese nur im mindesten mit beibehaltener Berührung auseinander geben, und die entoptischen, durch künstliche Vorbereitung aus seinem Innern aufgeschlossen. Viel ist hiervon gesagt, viel ist zu sagen, für unsere Zwecke sei das Wenige hinreichend.

XXVI. Apparat, vierfach gesteigert

Was man bei allen Experimenten beobachten Sollte, wollten wir, wie sonst auch geschehen, bei dem unsrigen zu leisten suchen. Zuerst sollte das Phänomen in seiner ganzen Einfalt erscheinen, sein Herkommen aussprechen und auf die Folgerung hindeuten.

Unser einfachster Apparat (V) besteht aus einer entoptischen Glastafel, horizontal auf einen dunklen Grund gelegt und gegen die klare Atmosphäre in verschiedenen Richtungen gehalten, da sich denn der ätherische Ursprung der Erscheinungen und die Wirkung des direkten und obliquen Widerscheins sogleich ergibt, dergestalt dass, wenn wir dies recht eingesehen, wir keiner ferneren Versuche bedürften.

Aber es ist nötig, dass wir weiter gehen, die Abhängigkeit von äußeren Umständen zu mindern suchen, um das Phänomen bequemer, auffallender und nach Willen öfter darstellen zu können.

Hierzu bahnt nun unser zweiter Versuch (VI) den Weg, wir bedienen uns eines entoptischen Kubus und eines schwarzen Spiegels; durch jenen lassen wir die atmosphärische Wirkung hindurchgehen und erblicken die farbigen Bilder außerhalb desselben auf dem Spiegel, allein hierbei sind wir immer noch von der Atmosphäre abhängig; ohne einen völlig reinblauen Himmel bringen wir die Erscheinung nicht hervor.

Wir schreiten daher zu dem dritten zusammengesetzteren Apparat (XVII). Wir richten zwei Spiegel gegen einander, von welchen der untere die allseitige Atmosphäre vorstellt,

der obere hingegen die jedesmalige besondere Richtung, sie sei direkt, oblique oder in der Diagonale. Hier verbirgt sich nun schon das wahre Naturverhältnis, das Phänomen als Phänomen ist auffallender; aber wenn man von vorn herein nicht schon fundiert ist, so wird man schwerlich rückwärts zur wahren anschauenden Erkenntnis gelangen. Indessen dient uns dieser Apparat täglich und stündlich und wird uns deshalb so wert, weil wir die Zusammenwirkung desselben mit den natürlichen Körpern und ihr wechselseitiges Betragen höchst belehrend finden.

Nun aber haben wir noch einen vierten Apparat, dessen zu erwähnen wir nun Gelegenheit nehmen; er ist zwar der bequemste und angenehmste, dagegen verbirgt er aber noch mehr das Grundphänomen, welches sich niemand rückwärts daraus zu entwickeln unternehmen würde. Er ist höchst sauber und zierlich gearbeitet von dem Glasschleifer Niggl in München und durch die Gunst des Herrn Professor Schweigger in meinen Besitz gekommen; er besteht aus vier Spiegeln, welche, sich auf einander beziehend, sämtliche Phänomene leicht und nett hervorbringen. Der erste Spiegel außerhalb des Apparats fast horizontal gelegen, nimmt das Tageslicht unmittelbar auf und überliefert solches dem zweiten, welcher, innerhalb des Instrumentes schief gestellt, wie der untere erste Spiegel des vorigen Apparates, das empfangene Licht aufwärts schickt; unmittelbar über ihm wird der entoptische Kubus eingeschoben, auf welchen man perpendikular durch ein Sehrohr hinunterblickt; in diesem nun sind statt des Okulars zwei Spiegel angebracht, wovon der eine das Bild des Kubus von unten aufnimmt, der andere solches dem Beschauer ins Auge führt. Kehrt man nun die mit den beiden verbundenen Spiegeln zusammen bewegliche Hülse in die direkte oder Seitenstellung, so verwandeln sich die Bilder gar bequem und erfreulich Farb' und Form nach, und um desto auffallender, da durch das viermal wiederholte Abspiegeln das Licht immer mehr gedämpft und gemäßigt worden. Noch ein anderes höchst erfreuendes Phänomen lässt sich zugleich darstellen, wenn man nämlich an die Stelle des Okulars ein kleines Prisma von Doppelspat setzt, wodurch man die gleichzeitige Erhellung und Verdunkelung bei fortgesetzter Kreisbewegung der Hülse höchst angenehm und überraschend beschauen und wiederholen kann.

Sie denken nun zurück und vergegenwärtigt sich Schritt vor Schritt, wie jene Steigerung vorgegangen, was dazu beigetragen, was sie uns aufgeklärt, was sie verbirgt, so kann man uns in diesem ganzen Felde nichts Neues mehr vorzeigen, indem wir mit den Augen des Leibes und Geistes ungehindert methodisch vor- und rückwärts blicken.

XXVII. Warnung

Wie nahe wir durch unsern vierfach gesteigerten Apparat an den Punkt gekommen, wo das Instrument, anstatt das Geheimnis der Natur zu entwickeln, sie zum unauflöslichen Rätsel macht, möge doch jeder naturliebende Experimentator beherzigen. Es ist nichts dagegen zu sagen, dass man durch mechanische Vorrichtung sich in den Stand setze, gewisse Phänomene bequemer und auffallender nach Willen und Belieben vorzuzeigen; eigentliche Belehrung aber befördern sie nicht, ja, es gibt unnütze und schädliche Apparate, wodurch die Naturanschauung ganz verfinstert wird, worunter auch diejenigen gehören, welche das Phänomen teilweise oder außer Zusammenhang vorstellen. Diese sind es eigentlich, worauf Hypothesen gegründet, wodurch Hypothesen Jahrhunderte lang erhalten werden; da man aber hierüber nicht sprechen kann, ohne ins Pole mische zu fallen, so darf davon bei unserm friedlichen Vortrag die Rede nicht sein.

XXVIII. Von der innern Beschaffenheit des entoptischen Glases

Wir haben vorhin, indem wir von den entoptischen Eigenschaften gewisser Gläser gesprochen, welche in ihrem Innern Formen und Farben zeigen, uns nur ans Phänomen gehalten, ohne weiter darauf einzugehen, ob sich ausmitteln lasse, wodurch denn diese Erscheinung eigentlich bewirkt werde. Da wir nun jedoch erfahren, dass gleiche Phänomene innerhalb natürlicher Körper zu bemerken sind, deren integrierende Teile durch eigentümliche Gestalt und wechselseitige Richtung gleichfalls Formen und Farben hervorbringen, so dürfen wir nun auch weitergehen und aufsuchen, welche Veränderung innerhalb der Glasplatten bei schnellem Abkühlen sich ereignen und ihnen jene bedeutend-anmutige Fähigkeit erteilen möchte.

Es lässt sich beobachten, dass in Glastafeln, indem sie erhitzt werden, eine Undulation vorgehe, die bei allmählichem Abkühlen verklingt und verschwindet. Durch einen solchen geruhigen Obergang erhält die Masse eine innere Bindung, Konsistenz und Kraft, um bis auf einen gewissen Grad äußerer Gewalt widerstehen zu können. Der Bruch ist muschlig, und man könnte diesen Zustand, wenn auch uneigentlich, zäh nennen.

Ein schnelles Abkühlen aber bewirkt das Gegenteil, die Schwingungen scheinen zu erstarren, die Masse bleibt innerlich getrennt, spröde, die Teile stehen nebeneinander und, obgleich vor wie nach durchsichtig, behält das Ganze etwas, das man Punktualität genannt hat. Durch den Demant geritzt, bricht die Tafel reiner als eine des langsam abgekühlten Glases; sie braucht kaum nachgeschliffen zu werden.

Auch zerspringen solche Gläser entweder gleich oder nachher, entweder von sich selbst oder veranlasst. Man kennt jene Flaschen und Becher, welche durch hineingeworfene Steinchen rissig werden, ja zerspringen.

Wenn von geschmolzenen Glastropfen, die man zu schnellster Verkühlung ins Wasser fallen ließ, die Spitze abgebrochen wird, zerspringen sie und lassen ein pulverartiges Wesen zurück; darunter findet ein aufmerksamer Beobachter einen noch zusammenhängenden kleinen Bündel stengliger Kristallisation, die sich um das in der Mitte eingeschlossene Luftpünktchen bildete. Eine gewisse solutio continui ist durchaus zu bemerken.

Zugleich mit diesen Eigenschaften gewinnt nun das Glas die Fähigkeit, Figuren und Farben in seinem Innern sehen zu lassen. Denke man sich nun jene beim Erhitzen beobachteten Schwingungen unter dem Erkalten fixiert, so wird man sich nicht mit Unrecht dadurch entstehende Hemmungspunkte, Hemmungslinien einbilden können und dazwischen freie Räume, sämtlich in einem gewissen Grade trüb, so dass sie, bezugsweise bei veränderter Lichteinwirkung, bald hell, bald dunkel erscheinen können.

Kaum aber haben wir versucht, uns diese wundersame Naturwirkung einigermaßen begreiflich zu machen, so werden wir abermals weiter gefordert; wir finden unter andern veränderten Bedingungen wieder neue Phänomene. Wir erfahren nämlich, dass diese Hemmungspunkte, diese Hemmungslinien in der Glastafel nicht unauslöschlich fixiert und für immer befestigt dürfen gedacht werden; denn obschon die ursprüngliche Figur der Tafel vor dem Glühen den Figuren und Farben, die innerhalb erscheinen sollen, Bestimmung gibt, so wird doch auch nach dem Glühen und Verkühlen bei veränderter Form die Figur verändert. Man schneide eine viereckte Platte mitten durch und bringe den parallelepipedischen Teil zwischen die Spiegel, so werden abermals vier Punkte in den Ecken erscheinen, zwei und zwei weit von einander getrennt, und von den langen Seiten herein der helle oder dunkle Raum viel breiter als von den schmalen. Schneidet man eine viereckte Tafel in der Diagonale durch, so erscheint eine Figur, derjenigen ähnlich, die sich fand, wenn man Dreiecke glühte.

Suchten wir uns nun vorhin mit einer mechanischen Vorstellungsart durchzuhelfen, so werden wir schon wieder in eine höhere, in die allgemeine Region der ewig lebenden Natur gewiesen; wir erinnern uns, dass das kleinste Stück eines zerschlagenen magnetischen Eisensteins ebenso gut zwei Pole zeigt als das Ganze.

XXIX. Umsicht

Wenn es zwar durchaus tätlich, ja höchst notwendig ist, das Phänomen erst an sich selbst zu betrachten, es in sich selbst sorgfältig zu wiederholen und solches von allen Seiten aber und abermals zu beschauen, so werden wir doch zuletzt angetrieben, uns nach außen zu wenden und von unserm Standpunkte aus allenthalben umherzublicken, ob wir nicht ähnliche Erscheinungen zu Gunsten unseres Vornehmens auffinden möchten; wie wir denn soeben an den so weit abgelegenen Magneten zu gedenken unwillkürlich genötigt worden.

Hier dürfen wir also die Analogie als Handhabe, als Hebel, die Natur anzufassen und zu bewegen, gar wohl empfehlen und anrühmen. Man lasse sich nicht irre machen, wenn Analogie manchmal irre führt, wenn sie, als zu weit gesuchter willkürlicher Witz, Völlig in Rauch aufgeht. Verwerfen wir ferner nicht ein heiteres, humoristisches Spiel mit den Gegenständen, schickliche und unschickliche Annäherung, ja Verknüpfung des Entferntesten, womit man uns in Erstaunen zu setzen, durch Kontrast auf Kontrast zu überraschen trachtet. Halten wir uns aber zu unserm Zweck an eine reine, methodische Analogie, wodurch Erfahrung erst belebt wird, indem das Abgesonderte und entfernt Scheinende verknüpft, dessen Identität entdeckt und das eigentliche Gesamtleben der Natur auch in der Wissenschaft nach und nach empfunden wird.

Die Verwandtschaft der entoptischen Figuren mit den übrigen physischen haben wir oben schon angedeutet; es ist die nächste, natürlichste und nicht zu verkennen. Nun müssen wir aber auch der physiologischen gedenken, welche hier in vollkommener Kraft und Schönheit hervortreten. Hieran finden wir abermals ein herrliches Beispiel, dass alles im Universen zusammenhängt, sich aufeinander bezieht, einander antwortet. Was in der Atmosphäre vorgeht, begibt sich gleichfalls in des Menschen Auge, und der entoptische Gegensatz ist auch der Physiologe. Man schaue in dem obern Spiegel des dritten Apparates das Abbild des untenliegenden Kubus; man nehme sodann diesen schnell hinweg, ohne einen Blick vom Spiegel zu verwenden, so wird die Erscheinung, die helle wie die dunkle, als gespenstiges Bild umgekehrt im Auge stehen und die Farben zugleich sich in Ihre Gegensätze verwandeln, das Bräunlichgelb in Blau, und umgekehrt, dem natursinnigen Forscher zu großer Freude und Kräftigung.

Sodann aber wenden wir uns zur allgemeinen Naturlehre und versichern nach unserer Überzeugung folgendes: sobald die verschiedene Wirkung des direkten und obliquen Widerscheins eingesehen, die Allgemeinheit jenes Gesetzes anerkannt sein wird, so muss die Identität unzähliger Phänomene sich alsobald betätigen; Erfahrungen werden sich aneinander schließen, die man als unzusammenhängend bisher betrachtet und vielleicht mit einzelnen hypothetischen Erklärungsweisen vergebens begreiflicher zu machen gesucht. Da wir aber gegenwärtig nur die Absicht haben können, den Geist zu befreien und anzuregen, so blicken wir ringsumher, um näher oder ferner auf gewisse Analogien zu deuten, die sich in der Folge an einander schließen, sich aus und gegen einander entwickeln mögen. Weiter kann unser Geschäft nicht gehen; denn wer will eine Arbeit übernehmen, die der Folgezeit noch manche Bemühung zumuten wird!

XXX. Chladnis Tonfiguren

Alle geistreiche, mit Naturerscheinungen einigermaßen bekannte Personen, sobald sie unsern entoptischen Kubus zwischen den Spiegeln erblickten, riefen jedesmal die

Ähnlichkeit mit den Chladnischen Figuren, ohne sich zu besinnen, lebhaft aus, und wer wollte sie auch verkennen! Dass nun diese äußeren auffallenden Erscheinungen ein gewisses inneres Verhältnis und in der Entstehungsart viel Übereinstimmung haben, ist gegenwärtig darzutun.

Figuren	
Chladnis	**Seebecks**
entstehen	
1) durch Schwingungen	1) durch Schwingungen
Diese werden bewirkt	
2) durch Erschüttern der Glastafeln;	2) durch Glühen der Glastafeln, durch Druck ec.;
verharren	
3) in Ruhe;	3) durch schnelle Verkühlung;
verschwinden	
4) durch neues Erschüttern;	4) durch neues Glühen und langsame Erkaltung;
sie richten sich	
5) nach der Gestalt der Tafel;	5) nach der Gestalt der Tafel;
sie bewegen sich	
6) von außen nach innen;	6) von außen nach innen;
ihre Anfänge sind	
7) parabolische Linien, welche mit ihren Gipfeln gegeneinander streben, beim Quadrat von der Seite, um ein Kreuz zu bilden;	7) parabolische Linien, welche mit ihren Gipfeln gegeneinander streben, beim Quadrat aus den Ecken, um ein Kreuz zu bilden;
sie vermannigfaltigen sich	
8) bei Verbreiterung der Tafel;	8) bei Vermehrung der übereinander gelegten Tafeln;
sie beweisen sich	
9) als oberflächlich.	9) als innerlichst.

Mögen vorerst diese Bezüge hinreichen, um die Verwandtschaft im allgemeinen anzudeuten; gewiss wird dem Forscher nichts angenehmer sein als eine hierüber fortgesetzte Betrachtung. Ja, die reale Vergleichung beider Versuche, die Darstellung derselben nebeneinander durch zwei Personen, welche solchen Experimenten gewachsen wären, müsste viel Vergnügen geben und dem innern Sinn die eigentliche Vergleichung überlassen, die freilich mit Worten nie vollkommen dargestellt werden kann, weil das innere Naturverhältnis, wodurch sie bei himmelweiter Verschiedenheit einander ähnlich werden, immer von uns nur geahnet werden kann.

XXXI. Atmosphärische Meteore

Da nach unserer Überzeugung die nähere Einsicht in die Effekte des direkten und obliquen Widerscheins auch zur Erklärung der atmosphärischen Meteore das ihrige bei-

tragen wird, so gedenken wir derselben gleichfalls an dieser Stelle. Der Regenbogen, ob wir ihn gleich als durch Refraktion gewirkt anerkennen, hat doch das Eigene, dass wir die dabei entspringenden Farben eigentlich innerhalb der Tropfen sehen; denn auf dem Grunde derselben spiegelt sich die bunte Verschiedenheit.

Nun kommen die Farben des untern Bogens nach einem gewissen Gesetze zu unserm Auge und auf eine etwas kompliziertere Weise die Farben des oberen Bogens gleichfalls; sobald wir dies eingesehen, so folgern wir, dass aus dem Raum zwischen den zwei Bogen kein Licht zu unserm Auge gelangen könne, und dieses bestätigt sich dem aufmerksamen Beobachter durch folgenden Umstand. Wenn wir auf einer reinen, vollkommen dichten Regenwand, welcher die Sonne klar und mächtig gegenübersteht, die beiden Bogen vollkommen ausgedrückt finden, so sehen wir den Raum zwischen beiden Bogen dunkelgrau, und zwar entschieden dunkler als über und unter der Erscheinung.

Wir schöpften daher die Vermutung, dass auch hier ein in gewissem Sinne obliquiertes Licht bewirkt werde, und richteten unseren zweiten entoptischen Apparat gegen diese Stelle, waren aber noch nicht so glücklich, zu einem entschiedenen Resultate zu gelangen. So viel konnten wir bemerken, dass, wenn der Regenbogen selbst durch unsern entoptischen Kubus durchfiel, das weiße Kreuz erschien und er sich also dadurch als direkten Widerschein erwies. Der Raum unmittelbar drüber, welcher nach der Vermutung das schwarze Kreuz hätte hervorbringen Sollen, gab uns keine deutliche Erscheinung, da wir, seit wir auf diesen Gedanken gekommen, keinen entschieden vollkommenen doppelten Regenbogen und also auch keinen gesättigten dunklen Raum zwischen beiden beobachten konnten. Vielleicht gelingt es andern Naturfreunden besser.

Die Höfe, in deren Mitte Sonne und Mond stehen, die Nebensonnen und anderes erhalten durch unsere Darstellung gewiss in der Folge manche Aufklärung. Die Höfe, deren Diameter vierzig Grad ist, koinzidieren wahrscheinlich mit dem Kreise, in welchem man bei dem höchsten Stand der Sonne um sie her das schwarze Kreuz bemerkt, ehe die entoptische Erscheinung von dem gewaltsamen Lichte aufgehoben wird. Hier wäre nun der Platz, mit Instrumenten zu operieren; Zahlen und Grade würden sehr willkommen sein Richtet sich dereinst die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf diese Punkte, gewinnt unser Vortrag sich mit der Zeit Vertrauen, so wird auch hierzu Rat werden wie zu so vielem andern.

Ein auffallendes Meteor, welches offenbar durch direkten Widerschein hervorgebracht worden, beschreibt uns der aufmerksame Reisende Bory de St. Vincent folgendermaßen:

»Le soir du 2. Germinal l'an X nous vîmes un très-beau phénomène lumineux. Le ciel était pur, surtout vers le couchant; et au moment où le soleil approchait de l'horizon, on distingua du côzé diamétralement opposé cinq ou six faisceaux de rayons lumineux. Ils partaient, en divergeant, d'un demi-disque pareil à un grand globe, dont l'horizon sensible eût caché la moitié. Ce demi-disque &ait de la couleur du ciel, quand son azur brille du plus grand éclat. Les rayons paraissaient d'autant plus vifs, que le soleil était le plus près de disparaître.

Le couchant s'étant rempli de nuages, qui dérobaient la vue du soleil, le phénomène lumineux ne cessa pas; l'instant où il fut le plus sensible, fut celui où l'astre du jour dût être descendu sous l'horizon; dès-lors son éclat diminua, et disparut peu-à-peu.«

XXXII. Paradoxer Seitenblick auf die Astrologie

Ein phantastisches Analogon der Wirksamkeit unseres direkten und obliquen Widerscheins finden wir schon in der Astrologie, doch mit dem Unterschiede, dass von ihren Eingeweihten der direkte Widerschein, den wir als heilsam erkennen, für schädlich geachtet wird; mit dem Geviertschein jedoch, welcher mit unserm obliquierten zusammenfällt und den auch wir als deprimierend ansprechen, haben sie es getroffen, wenn sie denselben für widerwärtig und unglücklich erklärten. Wenn sodann der Gedrittschein und

Gesechstschein, welchen wir für schwankend erklären, von ihnen als heilsam angenommen wird, so möchte dies allenfalls gelten und würde der Erfahrung nicht sehr widersprechen; denn gerade an dem Schwankenden, Gleichgültigen beweist der Mensch seine höhere Kraft und wendet es gar leicht zu seinem Vorteil.

Durch diese Bemerkungen wollen wir nur so viel sagen, dass gewisse Ansichten der irdischen und überirdischen Dinge, dunkel und klar, unvollständig und vollkommen, gläubig und abergläubisch, von jeher vor dem Geiste der Menschen gewaltet, welches kein Wunder ist, da wir alle auf gleiche Weise gebaut sind und wohlbegabte Menschen sämtlich die Welt aus einem und demselben Sinne anschauen; daher denn, es werde entdeckt, was da wolle, immer ein Analogon davon in früherer Zeit aufgefunden werden kann.

Und so haben die Astrologen, deren Lehre auf gläubige, unermüdete Beschauung des Himmels begründet war, unsere Lehre von Schein, Rück-, Wider- und Nebenschein vorempfunden; nur irrten sie darin, dass sie das Gegenüber für ein Widerwärtiges erklärten, da doch der direkte Rück- und Widerschein für eine freundliche Erwiderung des ersten Scheins zu achten. Der Vollmond steht der Sonne nicht feindlich entgegen, sondern sendet ihr gefällig das Licht zurück, das sie ihm verlieh; es ist Artemis, die freundlich und sehnsuchtsvoll den Bruder anblickt.

Wollte man daher diesem Wahnglauben fernerhin einige Aufmerksamkeit schenken, so müsste man nach unsern Angaben und Bestimmungen bedeutende Horoskope, die schon in Erfüllung gegangen sind, rektifizieren und beachten, inwiefern unsere Auslegungsart besser als jene Annahme mit dem Erfolg übereintreffe.

So würde z. B. eine Geburt, die gerade in die Zeit des Vollmondes fiele, für höchst glücklich anzusehen sein; denn der Mond erscheint nun nicht mehr als Widersacher, den günstigen Einfluss der Sonne hemmend und sogar aufhebend, sondern als ein freundlich milder, nachhelfender Beistand, als Lucina, als Hebamme. Welche große Veränderung der Sterndeutekunst durch diese Auslegungsart erwüchse, fällt jedem Freund und Gönner solcher Wunderlichkeiten alsobald in die Augen.

XXXIII. Mechanische Wirkung

Sollten wir nun vielleicht den Vorwurf hören, dass wir mit Verwandtschaften, Verhältnissen, mit Bezügen, Analogien, Deutungen und Gleichnissen zu weit umhergegriffen, so erwidern wir, dass der Geist sich nicht beweglich genug erhalten könne, weil er immer fürchten muss, an diesem oder jenem Phänomen zu erstarren; doch wollen wir uns sogleich zur nächsten Umgebung zurückwenden und die Fälle zeigen, wo wir jene allgemeinen kosmischen Phänomene mit eignet Hand technisch hervorbringen und also ihre Natur und Eigenschaft näher einzusehen glauben dürfen. Aber im Grunde sind wir doch nicht, wie wir wünschen, durchaus gefördert; denn selbst was wir mechanisch leisten, müssen wir nach allgemeinen Naturgesetzen bewirken, und die letzten Handgriffe haben immer etwas Geistiges, wodurch alles körperlich Greifbare eigentlich belebt und zum Unbegreiflichen erhoben wird.

Man spanne ein starkes Glastäfelchen, das keine entoptischen Eigenschaften hat, in einen metallnen Schraubstock dergestalt, dass zwei entgegengesetzte Punkte der Peripherie vorzüglich affiziert werden, man bringe diese Vorrichtung unter die Spiegel, so wird man eine von jenen beiden Punkten ausgehende Erscheinung erblicken; sie ist büschelförmig, teils hell, teils dunkel nach dem Gesetz gefärbt und sucht sich durch eine ovale Neigung gegen einander zu verbinden. Durch den Druck geht also eine Veränderung der Textur der Bestandteile vor, ihre Lage gegen einander wird verändert, und wir dürfen eine solutio continui, wie bei dem schnell verkühlten Glase vorgeht, annehmen.

Eine ähnliche Erfahrung gibt uns hierüber abermals einiges Licht. Es fand sich ein knopfartig gearbeitetes Stück Bernstein, vollkommen klar, in der Mitte durchbohrt; zwi-

schen die Spiegel gebracht, zeigten sich vier aus dem Mittelpunkt ausgehende weiße und bei der Umkehrung schwarze Strahlenbüschel. Hier scheint der Bohrer, aus der Mitte gegen die Seite drückend, eben dieselbe Wirkung hervorgebracht zu haben, als die Zwinge auf die Seiten der Glastafel, nur dass hier immanent geblieben war, was bei der Glastafel, wenn die Zwinge geöffnet wird, sogleich vorüber ist. Wir ließen, um der Sache mehr beizukommen, einige Stücke Bernstein durchbohren; das Phänomen gelang aber nicht zum zweiten Mal.

XXXIV. Damastweberei

Wo wir aber diese Erscheinung mit Händen greifen können, indem wir sie selbst technisch hervorbringen, ist bei dem Damastweben. Man nehme eine gefaltete Serviette von schön gearbeitetem, wohl gewaschenem und geglättetem Tafelzeuge und halte sie flach vor sich gegen das Licht; man wird Figuren und Grund deutlich unterscheiden. In einem Fall sieht man den Grund dunkel und die Figuren hell; kehre man die Serviette im rechten Winkel nunmehr gegen das Licht, so wird der Grund hell, die Figuren aber dunkel erscheinen; wendet man die Spitze gegen das Licht, dass die Fläche diagonal erleuchtet wird, so erblickt man weder Figuren noch Grund, sondern das Ganze ist von einem gleichgültigen Schimmer erleuchtet.

Diese Erscheinung beruht auf dem Prinzip der Damastweberei, wo das nach Vorschrift abwechselnde Muster darzustellen, die Fäden auf eine eigene Weise übers Kreuz gerichtet sind, so dass die Gestalten hell erscheinen, wenn das Licht der Fadenlänge nach zu unserm Auge kommt, dunkel aber von denen Fäden, welche quer gezogen sind. Die auf den Beschauer gerichteten Fäden leiten das Licht bis zu den Augen und bringen solches direkt zur Erscheinung; die durchkreuzenden dagegen führen das Licht zur Seite und müssen daher als dunkel oder beschattet gesehen werden. In der Diagonale beleuchtet, führen sie beide das Licht vom Auge abwärts und können sich nur als gleichgültigen Schein manifestieren.

Hier geht nun eben dasselbe hervor, was sich am großen Himmel ereignet, und des Webers Geschicklichkeit verständigt uns über die Eigenschaften der Atmosphäre. Zu meinem Apparat ließ ich durch eine geschickte Näherin erst ein Damenbrettmuster, woran sich die Erscheinung am entschiedensten zeigt, mit den zartesten Fäden sticken, sodann aber das entoptische Kreuz mit den Punkten in den Ecken, das man denn, je nachdem die Fläche gegen das Licht gerichtet ist, hell oder dunkel schauen kann.

XXXV. Ähnelnde theoretische Ansicht

Da wir uns bemühen, in dem Erfahrungskreise analoge Erscheinungen aufzusuchen, so ist es nicht weniger wichtig, wenn wir auf Vorstellungsarten treffen, welche, theoretisch ausgesprochen, auf unsere Absicht einiges Licht werfen können.

Ein geistreicher Forscher hat die entoptischen Erscheinungen und die damit nahe verwandten Phänomene der doppelten Refraktion dadurch aufzuklären getrachtet, dass er longitudinale und transversale Schwingungen des Lichtes annahm. Da wir nun in der Damastweberei den Widerschein des Lichtes durch Fäden bedingt sehen, welche teils der Länge, teils der Quere nach zu unserm Auge gerichtet sind, so wird uns niemand verargen, wenn wir in dieser Denkart eine Annäherung an die unsrige finden; ob wir gleich gern bekennen, dass wir jene Bedingungen nach unserer Weise nicht im Licht als Licht, sondern am Lichte, das uns nur mit der erfüllten Räumlichkeit, mit der zartesten und dichtesten Körperlichkeit zusammentreffend erscheinen kann, bewirkt finden.

XXXVI. Gewässertes Seidenzeug

Dieses wird erst in Riefen oder Maschen gewoben oder gestrickt und alsdann durch einen ungleich glättenden Druck dergestalt geschoben, dass Höhen und Tiefen miteinander abwechseln, wodurch bei verschiedener Richtung des Seidenzeuges gegen den Tag der Widerschein bald unserm Auge zugewendet, bald abgewendet wird.

XXXVII. Gemodelte Zinn-Oberfläche

Hierher gehört gleichfalls die mannigfaltige und wundersam erfreuliche Erscheinung, wenn eine glatte Zinn-Oberfläche durch verdünnte Säuren angegriffen und dergestalt behandelt wird, dass dendritische Figuren darauf entstehen. Der Beobachter stelle sich mit dem Rücken gegen das Fenster und lasse das Licht von der einen Seite auf die vertikale Tafel fallen, so wird man den einen Teil der Zweige hell und erhöht, den andern dunkel und vertieft erblicken; nun kehre man sich leise herum, bis das Licht zur rechten Seite hereintritt: das erst Helle wird nun dunkel, das Dunkele hell, das Erhöhte vertieft und beschattet, das Vertiefte erhöht und erleuchtet in erfreulicher Mannigfaltigkeit erscheinen. Solche Bleche, mit farbigem Lackfirnis überzogen, haben sich durch ihren anmutigen Anblick zu mancherlei Gebrauch empfohlen. Auch an solchen lackierten Flächen lässt sich der Versuch gar wohl anstellen; doch ist es besser, beim entoptischen Apparat der Deutlichkeit wegen ungefirniste Bleche vorzuzeigen.

XXXVIII. Oberflächen natürlicher Körper

Alle diejenigen Steinarten, welche wir schillernde nennen, schließen sich hier gleichfalls an. Mehreres, was zum Feldspat gerechnet wird, Adular, Labrador, Schriftgranit, bringen das Licht durch Widerschein zum Auge, oder anders gerichtet leiten sie es ab. Man schleift auch wohl dergleichen Steine etwas erhaben, damit die Wirkung auffallender und abwechselnder werde und die helle Erscheinung gegen die dunkle schneller und kräftiger kontrastiere. Das Katzenauge steht hier obenan; doch lassen sich Asbeste und Selenite gleichmäßig zurichten.

XXXIX. Rückkehr und Wiederholung

Nachdem wir nun die Bahn, die sich uns eröffnete, nach Kräften zu durchlaufen gestrebt, kehren wir zum Anfang, zum Ursprung sämtlicher Erscheinungen wieder zurück. Der Urquell derselben ist die Wirkung der Sonne auf die Atmosphäre, auf die unendliche blaue Räumlichkeit. In freister Welt müssen wir immer wieder unsere Belehrung suchen.

Bei heiterem Himmel vor Aufgang der Sonne sehen wir die Seite, wo sie sich ankündigt, heller als den übrigen Himmel, der uns rein und gleich blau erscheint; eben dasselbe gilt vom Untergange. Die Bläue des übrigen Himmels erscheint uns völlig gleich. Tausendmal haben wir das reine, heitere Gewölb des Himmels betrachtet, und es ist uns nicht in die Gedanken gekommen, dass es je eine ungleiche Beleuchtung heruntersenden könne, und doch sind wird hierüber nunmehr durch Versuche und Erfahrungen belehrt. --'

Da wir nun aber über diese Ungleichheit der atmosphärischen Wirkung schon aufgeklärt waren, versuchten wir mit Augen zu sehen, was wir folgern konnten: es müsse nämlich im direkten Gegenschein der Sonne der Himmel ein helleres Blau zeigen als zu bei-

den Seiten; dieser Unterschied war jedoch nie zu entdecken, auch dem Landschaftsmaler nicht, dessen Auge wir zum Beistand anrief en.

Dass aber die durch entoptische Gläser entdeckte ungleiche Beleuchtung für ein glücklich gebornes, geübtes Malerauge bemerklich sei, davon gibt Nachstehendes sichere Kunde.

XL. Wichtige Bemerkung eines Malers

Ein vorzüglicher, leider allzu früh von uns geschiedener Künstler, Ferdinand Jagemann, dem die Natur nebst andern Erfordernissen ein scharfes Auge für Licht und Schatten, Farbe und Haltung gegeben, erbaut sich eine Werkstatt zu größeren und kleineren Arbeiten; das einzige hohe Fenster derselben wird nach Norden, gegen den freisten Himmel gerichtet, und nun dachte man allen Bedingungen dieser Art genug getan zu haben.

Als unser Freund jedoch eine Zeitlang gearbeitet, wollte ihm beim Porträtmalen scheinen, dass die Physiognomien, die er nachbildete, nicht zu jeder Stunde des Tages gleich glücklich beleuchtet seien, und doch war an ihrer Stellung nicht das Mindeste verrückt, noch die Beschaffenheit einer vollkommen hellen Atmosphäre irgend verändert worden.

Die Abwechselung des günstigen und ungünstigen Lichts hielt ihre Tagesperioden; am frühsten Morgen erschien es am widerwärtigsten grau und unerfreulich; es verbesserte sich, bis endlich, etwa eine Stunde vor Mittag, die Gegenstände ein ganz anderes Ansehen gewannen, Licht, Schatten, Farbe, Haltung, alles in seiner größten Vollkommenheit sich dem Künstlerauge darbot, so wie er es der Leinwand anzuvertrauen nur wünschen konnte. Nachmittags verschwindet diese herrliche Erscheinung; die Beleuchtung verschlimmert sich, auch am klarsten Tage, ohne dass in der Atmosphäre irgend eine Veränderung vorgegangen wäre.

Als mir diese Bemerkung bekannt ward, knüpfte ich solche sogleich in Gedanken an jene Phänomene, mit denen wir uns so lange beschäftigten, und eilte, durch einen physischen Versuch dasjenige zu bestätigen und zu erläutern, was ein hellsehender Künstler ganz für sich, aus eingeborner Gabe, zu eigner Verwunderung, ja Bestürzung entdeckt hatte. Ich schaffte unsern zweiten entoptischen Apparat herbei, und dieser verhielt sich, wie man nach Obigem vermuten konnte. Zur Mittagszeit, wenn der Künstler seine Gegenstände am besten beleuchtet sah, gab der nördliche direkte Widerschein das weiße Kreuz, in Morgen- und Abendstunden hingegen, wo ihm das widerwärtige, obliquierte Licht beschwerlich fiel, zeigte der Kubus das schwarze Kreuz, in der Zwischenzeit erfolgten die Übergänge.

Unser Künstler also hatte mit zartem geübten Sinn eine der wichtigsten Naturwirkungen entdeckt, ohne sich davon Rechenschaft zu geben. Der Physiker kommt ihm entgegen und zeigt, wie das Besondere auf dem Allgemeinen ruhe.

Wir gedenken ähnlicher Fälle, die uns überraschten lange vorher, ehe die Kenntnis dieser Erscheinung uns freute. In Rom, wo wir zehn Wochen des allerreinsten Himmels ohne die mindeste Wolke genossen, war es überhaupt gute Zeit, Gemälde zu sehen. Ich erinnere mich aber, dass eine in meinem Zimmer aufgestellte Aquarellzeichnung mir auf einmal so unendlich schön vorkam, als ich sie niemals gesehen. Ich schrieb es damals eben dem reinen Himmel und einer glücklichen augenblicklichen Disposition der Augen zu; nun, wenn ich der Sache wieder gedenke, erinnere ich mich, dass mein Zimmer gegen Abend lag, dass diese Erscheinung mir des Morgens zuerst auffiel, den ganzen Tag aber wegen des hohen Sonnenstandes Platz greifen konnte.

Da nun aber gegenwärtig diese entschiedene Wirkung zum Bewusstsein gekommen ist, so können Kunstfreunde beim Beschauen und Vorzeigen ihrer Bilder sich und andern

den Genuss gar sehr erhöhen, ja Kunsthändler den Wert ihrer Bilder durch Beobachtung eines glücklichen Widerscheins unglaublich steigern.

Wenn uns nun kein Geheimnis blieb, wie wir ein fertiges Bild stellen müssen, um solches in seinem günstigsten Lichte zu zeigen, so wird der Künstler um so mehr, wenn er etwas nachbildet, das oblique Licht vermeiden und seine Werkstatt allenfalls mit zwei Fenstern versehen, eines gegen Abend, das andere gegen Norden. Das erste dient ihm für die Morgenstunden, das zweite bis zwei, drei Uhr Nachmittag, und dann mag er wohl billig feiern. Es sagte jemand im Scherz, der fleißige Maler müsse seine Werkstatt wie eine Windmühle beweglich anlegen, da er denn bei leichtem Drehen um die Achse, wo nicht gar durch ein Uhrwerk wie ein umgekehrtes Helioskop, dem guten Licht von Augenblick zu Augenblick folgen könne.

Ernsthafter ist die Bemerkung, dass im hohen Sommer, wo der Himmel schon vor zehn Uhr ringsumher das weiße Kreuz gibt und sich bis gegen Abend bei diesem günstigen Licht erhält, der Maler, wie durch die Jahreszeit so auch durch diesen Umstand aufgefordert, am fleißigsten zu sein Ursache habe.

Leider muss ich jedoch bei unserer oft umhüllten Atmosphäre zugleich bekennen, dass die Wirkungen sich oft umkehren und gerade das Gegenteil von dem Gehofften und Erwarteten erfolgen könne; denn so wird z. B. bei den Nebelmorgen die Nordseite das weiße Kreuz und also ein gutes Licht geben, und der Maler, der hierauf achtete, würde sich einiger guter Stunden getrösten können. Deswegen sollte jeder Künstler unsern zweiten Apparat in seiner Werkstatt haben, damit er sich von den Zuständen und Wirkungen der Atmosphäre jederzeit unterrichten und seine Maßregeln darnach nehmen könne.

XLI. Fromme Wünsche

Aus dem Bisherigen folgt, dass man bei einer so mühsamen Bearbeitung dieses Gegenstandes eine lebhaftere Teilnahme als bisher hoffen und wünschen muss.

An die Mechaniker ergeht zuerst unsere Bitte, dass sie sich doch möchten auf die Bereitungen entoptischer Tafeln legen. Die reinste Glasart aus Quarz und Kali ist hierzu die vorzüglichste. Wir haben Versuche mit verschiedenen Glasarten gemacht und zuletzt auch mit dem Flintglas, fanden aber, dass diese nicht allein häufiger sprangen als andere, sondern auch durch die Reduktion des Bleies innerlich fleckig wurden, obgleich die wenigen Platten, welche an beiden Fehlern nicht litten, die Erscheinung vollkommen sehen ließen.

Ferner bitten wir die Mechaniker, aus solchen Tafeln, die nur 11/4 Zoll im Viereck zu haben brauchen, übereinander gelegt einen Kubus zu bilden und ihn in eine messingene Hülse zu fassen, oben und unten offen, an deren einem Ende sich ein schwarz angelaufener Spiegel im Scharnier gleichsam als ein Deckelchen bewegte. Diesen einfachen Apparat, womit die eigentlichen Haupt- und Urversuche können angestellt werden, empfehlen wir jedem Naturfreunde; uns wenigstens kommt er nicht von der Seite. Reisenden würden wir ihn besonders empfehlen; denn wie angenehm müsste es sein, in einem Lande, wo der Himmel monatelang blau ist, diese Versuche von der frühesten Morgendämmerung bis zur letzten Abenddämmerung zu wiederholen. Man würde alsdann in den längsten Tagen auch schon mit einem einfachen Apparat den Bezirk um die Sonne, wo der schwarze Kreis erscheint, näher bestimmen können; ferner würde, je mehr man sich der Linie nähert, zu Mittage rings um den Horizont der weiße Kreis vollkommen sichtbar sein. Auf hohen Bergen, wo der Himmel immer mehr ein tieferes Blau zeigt, würde sehr interessant sein, zu erfahren, dass die Atmosphäre, auch aus dem dunkelsten Blau den direkten Widerschein zu uns herabsendend, immer noch das weiße Kreuz erzeugt; ferner müsste in nördlichen Ländern, wo die Nächte kurz, oder wo die Sonne gar nicht untergeht, dieses allgemeine Naturgesetz wieder auf eine besondere Weise sich betätigen.

Auch wären bei leichten oder dichteren Nebeln die Beobachtungen nicht zu versäumen, und wer weiß, was nicht alles für Gelegenheiten einem geistreichen Beobachter die anmutigste Belehrung darböten, nicht gerechnet, dass er sogar ein heiteres Spielzeug in der Tasche trägt, wodurch er jedermann überraschen, unterhalten und zugleich ein Phänomen allgemeiner bekannt machen kann, welches, als eine der wichtigsten Entdeckungen der neuesten Zeit, immer mehr geachtet werden wird. Wenn nun solche muntre Männer in der weiten Welt auf diesen Punkt ihre Tätigkeit im Vorübergehen wendeten, so würde es Akademien der Wissenschaften wohl geziemen, den von uns angezeigten vierfachen Apparat fertigen zu lassen und in gleicher Zeit alle übrigen Körper und Einrichtungen, die wir in der Farbenlehre zu einfacheren und zusammengesetzteren Versuchen angedeutet, aufzustellen, damit die entoptischen Farben in Gefolg der physiologischen, physischen und chemischen vorgezeigt und die Farbenlehre, welche doch eigentlich auf die Augen angewiesen ist, endlich einmal methodisch könne vor Augen gestellt werden.

Es würde sodann auch der Vortrag akademischer Lehrer in diesem Fache mehr Klarheit gewinnen und dem frischen Menschenverstande der Jugend zu Hilfe kommen, anstatt dass man jetzt noch immer die Köpfe verderben muss, um sie belehren zu können. Und gerade in diesem Fache, vielleicht mehr als irgend einem andern, drohet der Physik eine Verwirrung, die mehrere Lustra anhalten kann; denn indem man das alte Unhaltbare immer noch erhalten und fortpflanzen will, so dringt sich doch auch das neue Wahrhaftige, und wär' es auch nur in einzelnen Teilen, den Menschen auf; nun kommt die Zeit, wo man jenes nicht ganz verwerfen, dieses nicht ganz aufnehmen will, sondern beides einander zu akkommodieren sucht, wodurch eine Halbheit und Verderbtheit in den Köpfen entsteht, durch keine Logik wiederherzustellen.

XLII. Schlußanwendung, praktisch

Zum Schlusse wiederholten wir, was nicht genug zu wiederholen ist, dass eine jede echte, treu beobachtete und redlich ausgesprochene Naturmaxime sich in tausend und abertausend Fällen bewahrheiten und, insofern sie prägnant ist, ihre Verwandtschaft mit ebenso fruchtbaren Sätzen betätigen müsse und eben dadurch überall ins Praktische eingreifen werde, weil ja das Praktische eben in verständiger Benutzung und klugem Gebrauch desjenigen besteht, was uns die Natur darbietet.

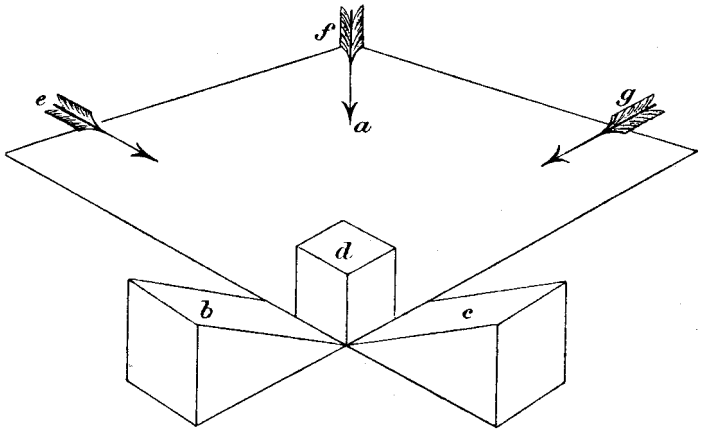
Aus dieser Überzeugung fließt unsere Art, die Naturlehre zu behandeln; hierauf gründet sich unsere Gewissenhaftigkeit, erst die Phänomene in ihrem Urstande aufzusuchen und sie sodann in ihrer mannigfaltigsten Ausbreitung und Anwendung zu verfolgen.

Nach dieser Überzeugung haben wir unsere ganze Chromatik und nun auch das Kapitel der entoptischen Farben aufgestellt; die Art unseres Verfahrens ist mit großem Bedacht unternommen, auch die Stellung und Folge der Phänomene naturgemäß vorgetragen worden, wodurch wir unsere Arbeit den Freunden der Naturwissenschaft aufs Beste zu empfehlen hoffen; andern, welche, mit unserer Verfahrungsart unzufrieden, eine Umstellung des Vorgetragenen wünschen, we impose the easiest of all tasks, that of undoing what has been done.

Jena, den 1. August 1820

Elemente der entoptischen Farben

Eine Fläche a - zwei Spiegel, auf der Rückseite geschwärzt, b, c, gegen die Fläche in etwa 45 Graden gerichtet. -Ein Glaswürfel d, die entoptischen Farben darzustellen geeignet. Und, in Ermanglung desselben, mehrere auf einander geschichtete Glasplatten, durch eine Hülse verbunden.



Versuche ohne den Würfel

Man stelle den Apparat so, dass das Licht in der Richtung des Pfeils f auf die Tafel falle, so wird man den Widerschein derselben in beiden Spiegeln gleich hell erblicken. Sodann bewege man den Apparat, damit das Licht in der Richtung des Pfeils e hereinfalle, so wird der Widerschein der Tafel im Spiegel c merklich heller als im Spiegel b sein. Fiele das Licht in der Richtung des Pfeils 9 her, so würde das Umgekehrte stattfinden.

Versuche mit dem Würfel

Man setze nunmehr den Würfel ein, wie die Figur ausweist, so werden im ersten Fall völlig gleiche entoptische Bilder, und zwar die weißen Kreuze zum Vorschein kommen, in den beiden andern aber die entgegengesetzten, und zwar das weiße Kreuz jederzeit in dem Spiegel, der dem einfallenden Licht zugewendet ist und den unmittelbaren Reflex des Hauptlichtes, des direkten Lichtes aufnimmt, in dem andern Spiegel aber das schwarze Kreuz, weil zu diesem nur ein Seitenschein, eine oblique, geschwächtere Reflexion gelangt.

Aus diesen reinen Elementen kann sich ein jeder alle einzelne Vorkommenheiten der entoptischen Farben entwickeln; doch sei eine erleichternde Auslegung hinzugefügt. Wir setzen voraus, dass die Beobachtungen an einem öffnen Fenster einer sonst nicht weiter beleuchteten Stube geschehen.

Überzeuge man sich nun vor allen Dingen, dass hier nur das von der Tafel reflektierte Licht allein wirke; deshalb verdecke man die Spiegel sowie die Oberseite des Kubus vor jedem andern heranscheinenden Lichte.

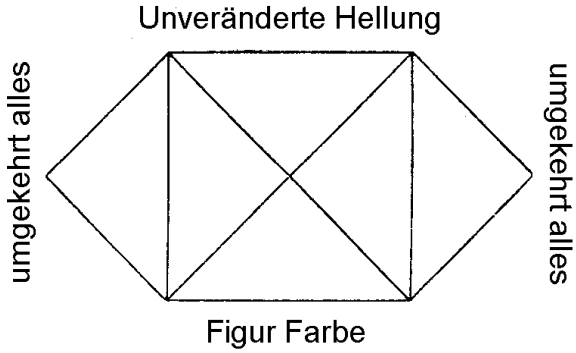
Man wechsle die Fläche der Tafel a nach Belieben ab und nehme vorerst einen mit Quecksilber belegten Spiegel. Hier wird nun auffallen, was jedermann weiß und zugibt: dass das Licht nur dann bei der Reflexion verhältnismäßig am stärksten wirke, wenn es immer in derselben Ebene fortschreitet und, obgleich mehrmals reflektiert, doch immer der ursprünglichen Richtung treu bleibt und so vom Himmel zur Fläche, dann zum Spiegel und zuletzt ins Auge gelangt. Das Seitenlicht hingegen ist in dem gegebenen Falle wegen der glatten Oberfläche ganz null, wir sehen nur ein Finsteres.

Man bediene sich eines geglätteten schwarzen Papiers; das direkte Licht, von der glänzenden Oberfläche dem Spiegel mitgeteilt, erhellt ihn, die Seitenfläche hingegen kann nur Finsternis bewirken.

Man nehme nun blendend weißes Papier, grauliches, blauliches und vergleiche die beiden Widerscheine der Spiegel; in dem einen wird die Fläche a dunkeler als in dem andern erscheinen.

Nun setze man den Würfel an seinen Platz; der helle Widerschein wird die helle Figur, der dunkele die dunklere hervorbringen. Hier aus folgt nun, dass ein gemäßigtes Licht zu der Erscheinung nötig sei, und zwar ein mehr oder weniger in einem gewissen Gegensatze gemäßigtes, um die Doppelerscheinung zu bilden. Hier geschieht die Mäßigung durch Reflexion.

Wir schreiten nun zu dem Apparat, der uns in den Stand setzt, die Umkehrung jederzeit auffallend darzustellen, wenn uns auch nur das mindeste Tageslicht zu Gebote steht. Ein unterer Spiegel nehme das Himmelslicht direkt auf, man vergleiche dieses reflektierte Licht mit dem grauen Himmel, so wird es dunkler als derselbe erscheinen; richtet man nun den oberen Spiegel parallel mit dem untern, so erscheint das Himmelslicht in demselben abermals gedämpfter. Wendet man aber den obern Spiegel übers Kreuz, so wirkt diese obgleich auch nur zweite Reflexion viel schwächer als in jenem Falle, und es wird eine bedeutende Verdunkelung zu bemerken sein; denn der Spiegel obliquiert das Licht, und es hat nicht mehr Energie als in jenen Grundversuchen, wo es von der Seite her schien. Ein zwischen beide Spiegel gestellter Kubus zeigt nun deshalb das schwarze Kreuz; richtet man den zweiten obern Spiegel wieder parallel, so ist das weiße Kreuz zu sehen. Die Umkehrung, durch Glimmerblättchen bewirkt, ist ganz dieselbe. (s. Fig.)



Man stelle bei Nachtzeit eine brennende Kerze so, dass das Bild der Flamme von dem untern Spiegel in den obern reflektiert wird, welcher parallel mit dem untern gestellt ist, so wird man die Flamme aufrecht abgespiegelt sehen, um nur weniges verdunkelt; wendet man den obern Spiegel zur Seite, so legt sich die Flamme horizontal und, wie aus dem Vorhergehenden folgt, noch mehr verdüstert. Führt man den obern Spiegel rund um, so steht die Flamme bei der Richtung von neunzig Graden auf dem Kopfe, bei der Seitenrichtung liegt sie horizontal, und bei der parallelen ist sie wieder auf gerichtet, wechselsweise erhellt und verdüstert; verschwinden aber wird sie nie. Hiervon kann man sich völlig überzeugen, wenn man als untern Spiegel einen mit Quecksilber belegten anwendet.

Diese Erscheinungen jedoch auf ihre Elemente zurückzuführen war deshalb schwierig, weil in der Empirie manche Fälle eintreten, welche diese zart sich hin- und herbewegenden Phänomene schwankend und ungewiss machen. Sie jedoch aus dem uns offenbarten Grundgesetz abzuleiten und zu erklären, unternehme man, durch einen hellen klaren Tag begünstigt, folgende Versuche.

An ein von der Sonne nicht beschienenes Fenster lege man den geschwärzten Spiegel horizontal, und gegen die Fläche desselben neige man die eine Seite des Kubus in einem Winkel von etwa 90 Graden, die Außenseite dagegen werde nach einem reinen, blauen Himmel gerichtet, und sogleich wird das schwarze oder weiße Kreuz mit farbigen Umgebungen sich sehen lassen.

Bei unveränderter Lage dieses einfachen Apparats setze man die Beobachtungen mehrere Stunden fort, und man wird bemerken, dass, indem sich die Sonne am Himmel hinbewegt, ohne jedoch weder Kubus noch Spiegel zu bescheinen, das Kreuz zu schwanken anfängt, sich verändert und zuletzt in das entgegengesetzte mit umgekehrten Farben sich verwandelt. Dieses Rätsel wird nur bei völlig heiterm Himmel im Freien gelöst.

Man wende, bei Sonnenaufgang, den Apparat gegen Westen, das schönste weiße Kreuz wird erscheinen, man wende den Kubus gegen Süden und Norden, und das schwarze Kreuz wird sich vollkommen abspiegeln. Und so richtet sich nun dieser Wechsel den ganzen Tag über nach jeder Sonnenstellung; die der Sonne entgegengesetzte Himmelsgegend gibt immer das weiße Kreuz, weil sie das direkte Licht reflektiert, die an der Seite liegenden Himmelsgegenden geben das schwarze Kreuz, weil sie das oblique Licht zurückwerfen. Zwischen den Hauptgegenden ist die Erscheinung als Übergang schwankend.

Je höher die Sonne steigt, desto zweifelhafter wird das schwarze Kreuz, weil bei hohem Sonnenstande der Seitenhimmel beinahe direktes Licht reflektiert. Stünde die Sonne im Zenit, im reinen blauen Äther, so müsste von allen Seiten das weiße Kreuz erscheinen, weil das Himmelsgewölbe von allen Seiten direktes Licht zurückwürfe.

Unser meist getrübter Atmosphärenzustand wird aber den entscheidenden Hauptversuch selten begünstigen, mit desto größerem Eifer fasse der Naturfreund die glücklichen Momente und belehre sich an hinderlichen und störenden Zufälligkeiten.

Wie wir diese Erscheinungen, wenn sie sich bestätigen, zu Gunsten unserer Farbenlehre deuten, kann Freunden derselben nicht verborgen sein; was der Physik im ganzen hieraus Gutes zuwüchse, werden wir uns mit Freuden aneignen.

Mit Dank haben wir jedoch sogleich zu erkennen, wie sehr wir durch belehrende Unterhaltung, vorgezeigte Versuche, mitgeteilten Apparat, durch Herrn Geheimen Hofrat Voigt, bei unserm Bemühen in diesen Tagen gefördert worden.

Jena, den 8. Juni 1817.

Entoptische Farben

Lass dir von den Spiegeleien
Unsrer Physiker erzählen,
Die am Phänomen sich freuen,
Mehr sich mit Gedanken quälen.

Spiegel hüben, Spiegel drüben,
Doppelstellung, auserlesen-,
Und dazwischen ruht im Trüben
Als Kristall das Erdewesen.

Dieses zeigt, wenn jene blicken,
Allerschönste Farbenspiele,
Dämmerlicht, das beide schicken,
Offenbart sich dem Gefühle.

Schwarz wie Kreuze wirst du sehen,:
Pfauenaugen kann man finden;
Tag und Abendlicht vergehen,
Bis zusammen beide schwinden.

Und der Name wird ein Zeichen,
Tief ist der Kristall durchdrungen:
Aug' in Auge sieht dergleichen
Wundersame Spiegelungen.

Lass den Makrokosmus gelten,
Seine spenstischen Gestalten!
Da die lieben kleinen Welten
Wirklich Herrlichstes enthalten.

Neuer entoptischer Fall

Aus: Paralipomena zur Chromatk
Erschienen in den Heften »Zur Naturwissenschaft« (1817-1823)

Bei der großen eintretenden Kälte des vergangenen Winters waren die Fensterscheiben unbewohnter Zimmer sehr stark gefroren; man heizte ein, und die baumförmig gestalteten Eisrinden fingen an aufzutauen. Zufällig lag ein schwarzer Glasspiegel auf der Fensterbank, in welchem ein Hinzutretender die sämtlichen Zweiggestalten des auf tauenden Eises in herrlicher Abwechselung aller Farben glänzend erblickte. Dieses Phänomen erschien sodann mehrere Tage an allen auftauenden Fensterscheiben, deren schmelzende Eisbilder man im untergelegten Spiegel in völligem Glanz der apparenten Farben mehrere Stunden sehen konnte.

Diese Erscheinung gibt zu vergleichender Betrachtung Anlass. Denn da dem Glase selbst durch schnellen Temperaturwechsel die chromatische Eigenschaft mitgeteilt wird, die es alsdann für ewige Zeit behält, so ist hier ein Temperaturwechsel gleichfalls die Ursache an einer schneller vorübergehenden Eigenschaft des durch Frost zum glasartigen Körper erstarrten Wassers.

Schöne entoptische Entdeckung

Aus: Paralipomena zur Chromatk
Erschienen in den Heften »Zur Naturwissenschaft« (1817-1823)

Wir sind diese der Aufmerksamkeit des Herrn von Henning schuldig; jedermann, der mit dem angegebenen Apparate (Entoptische Farben, XVII.) versehen ist, kann sich diese bedeutende Erscheinung leicht vor Augen bringen.

Man lege einen größeren Kubus, wie gewöhnlich, zwischen die beiden Spiegel und stelle darauf einen viel kleineren in die Mitte desselben, so werden beide, je nachdem die Richtung des oberen Spiegels beliebt ist, in der Erscheinung gleich sein. Setzt man den kleineren Kubus in die Ecken des größeren, so kehrt die Erscheinung sich um; hat die Mitte das weiße Kreuz, so zeigen die Enden das schwarze, und umgekehrt.

Dieser Fund ist von der größten Wichtigkeit; denn er deutet auf die Wahrheit unserer Auslegung des Phänomens überhaupt, dass in dem einen Falle, wenn das weiße Kreuz in der Mitte erscheint, das Dunkle nach dem Hellen, und umgekehrten Falles das Helle nach dem Dunkeln strebe, wie wir denn hier sehen, dass die Ecken immer das Umgekehrte von der Mitte wirken. Man bedenke, was wir (Entoptische Farben, XVI.) von den Quellpunkten umständlich ausgesprochen.

Neuste aufmunternde Teilnahme

Brief Hegels an Goethe 20.2.1821

Unter dem so reichen Inhalte des Heftes (4. Heft des ersten Bandes „zur Naturwissenschaft“) habe ich aber vor allem für das Verständnis zu danken, welches Sie uns über die entoptischen Farben haben aufschließen wollen; der Gang und die Abrundung dieser Traktation wie der Inhalt haben meine höchste Befriedigung und Anerkennung erwecken müssen. Denn bisher hatten wir, der so vielfachen Apparate, Machinationen und Versuche über diesen Gegenstand unerachtet, oder vielmehr wohl gar um derselben willen selbst, von den ersten Malus'schen und den fernern hieraus hervorgegangenen Erscheinungen nichts verstanden; bei mir wenigstens aber geht das Verstehen über alles, und das Interesse des trocknen Phänomens ist für mich weiter nichts als eine erweckte Begierde, es zu verstehen.

Nun aber wend' ich mich zu solchen, die, was sie haben und wissen, ganz allein von Ihnen profitiert haben und nun tun, als ob sie aus eignen Schachten es geholt, dann aber, wenn sie etwa auf ein weiteres Detail stoßen, hier sogleich, wie wenig sie das Empfangne auch nur sich zu eigen gemacht, dadurch beweisen, dass sie solches etwaige Weitere nicht zum Verständnis aus jenen Grundlagen zu bringen vermögen und es Ihnen lediglich anheimstellen müssen, den Klumpen zur Gestalt herauszulecken, ihm erst einen geistigen Atem in die Nase zu blasen. Dieser geistige Atem - und von ihm ist es, dass ich eigentlich sprechen wollte, und der eigentlich allein des Besprechens wert ist - ist es, der mich in der Darstellung Ew. Exc. von den Phänomenen der entoptischen Farben höchlich hat erfreuen müssen. Das Einfache und Abstrakte, was Sie sehr treffend das Urphänomen nennen, stellen Sie an die Spitze, zeigen dann die konkretern Erscheinungen auf, als entstehend durch das Hinzukommen weiterer Einwirkungsweisen und Umstände, und regieren den ganzen Verlauf so, dass die Reihenfolge von den einfachen Bedingungen zu den zusammengesetztern fortschreitet und, so rangiert, das Verwickelte nun durch diese Dekomposition in seiner Klarheit erscheint. Das Urphänomen auszuspüren, es von den andern, ihm selbst zufälligen Umgebungen zu befreien, - es abstrakt, wie wir dies heißen, aufzufassen, dies halte ich für eine Sache des großen geistigen Natursinns so wie jenen Gang überhaupt für das wahrhaft Wissenschaftliche der Erkenntnis in diesem Felde.

Bei dem Urphänomen fällt mir die Erzählung ein, die Ew. Exc. der Farbenlehre hinzufügen, - von der Begegnis nämlich, wie Sie mit Büttners schon die Treppe hinabeilenden Prismen noch die weiße Wand angesehen und nichts gesehen haben als die weiße Wand; diese Erzählung hat mir den Eingang in die Farbenlehre sehr erleichtert, und so oft ich mit der ganzen Materie zu tun bekomme, sehe ich das Urphänomen vor mir, Ew. Exc. mit Büttners Prismen die weiße Wand betrachten und nichts sehen als Weiß. Darf ich Ew. Exc. aber nun auch noch von dem besondern Interesse sprechen, welches ein so herausgehobenes Urphänomen für uns Philosophen hat, dass wir nämlich ein solches Präparat - mit Ew. Exc. Erlaubnis - geradezu in den philosophischen Nutzen verwenden können! - Haben wir nämlich endlich unser zunächst austernhaftes, graues oder ganz schwarzes - wie Sie wollen - Absolutes doch gegen Luft und Licht hingearbeitet, dass es desselben begehrlich geworden, so brauchen wir Fensterstellen, um es vollends an das Licht des Tages herauszuführen; unsere Schemen würden zu Dunst verschweben, wenn wir sie so geradezu in die bunte, verworrene Gesellschaft der widerhältigen Welt versetzen wollten. Hier kommen uns nun Ew. Exc. Urphänomene vortrefflich zustatten; in diesem Zwielichte, geistig und begreiflich durch seine Einfachheit, sichtlich oder greiflich durch seine Sinnlichkeit - begrüßen sich die beiden Welten, unser Abstruses und das erscheinende Dasein, einander.

Wenn ich nun wohl auch finde, dass Ew. Exc. das Gebiet eines Unerforschlichen und Unbegreiflichen ungefähr ebendahin verlegen, wo wir hausen - ebendahin, von wo heraus wir Ihre Ansichten und Urphänomene rechtfertigen, begreifen - ja, wie man es heißt, beweisen, deduzieren, konstruieren usf. wollen, so weiß ich zugleich, dass Ew. Exc., wenn Sie uns eben keinen Dank dafür wissen können, uns doch toleranterweise mit dem Ihrigen so nach unserer unschuldigen Art gewähren lassen; - es ist doch immer noch nicht das Schlimmste, was Ihnen widerfahren ist, und ich kann mich darauf verlassen, dass Ew. Exc. die Art der Menschennatur, dass, wo einer etwas Tüchtiges gemacht, die andern herbeirennen und dabei auch etwas von dem Ihrigen wollen getan haben, zu gut kennen.

Ich muss noch auf eine der Belehrungen Ew. Exc. zurückkommen, indem ich mich nicht enthalten kann, Ihnen noch meine herzliche Freude und Anerkennung über die Ansicht, die Sie über die Natur der doppelt refrangierenden Körper gegeben haben, auszusprechen. Dieses Gegenbild von derselben Sache, einmal als durch äußerliche mechanische Mittel dargestellt - das andere Mal eine innere Damastweberei der Natur -, ist meiner Meinung nach gewiss einer der schönsten Griffe, die getan werden konnten.

Berlin, den 20. Febr. 1821
Hegel