

Achter Abschnitt.

Vom Lichte.

Allgemeine Bemerkungen über das Sehen.

S. 297.

Wir können körperliche Gegenstände, die von uns entfernt sind, mit den Augen wahrnehmen, oder sehen, wenn von den Gegenständen nach unserm Auge hin eine gerade Linie gezogen werden kann, die nirgends von einem andern Körper unterbrochen wird. Oder wir sehen durch geradlinichte Lichtstrahlen, die von den sichtbaren Gegenständen ausfahren und sich nach allen Seiten hin auszubreiten scheinen. Die Luft ist nicht das Mittel, wodurch wir sehen; denn wir sehen auch Körper, die sich in einem völlig luftleeren Raume befinden.

S. 298.

Diese wahren oder eingebildeten Lichtstrahlen müssen ungemein fein seyn, da wir durch eine sehr geringe Oeffnung eine große Menge von Körpern sehen können. Von jedem Punkte, den wir an diesen Körpern sehen, muß doch wenigstens Ein Lichtstrahl zu unserm Auge gelangen; und so müssen ungeheuer viele Lichtstrahlen auch durch sehr zarte Oeffnungen treten können, ohne sich zu verwir-

verwir-

verwirren. Ueberhaupt strömt jeder sichtbare Punct eines Körpers, Lichtstrahlen nach allen Richtungen von sich aus, die immer weiter aus einander gehen. Der Theil davon, der auf unser Auge oder auf eine andere Fläche fällt, bildet einen Strahlenkegel, von dem das Auge oder die andere Fläche, worauf die Strahlen fallen, die Grundfläche ausmacht.

* SEGNER de raritate luminis. Götting. 1740. 4.

S. 299.

Je weiter die die Strahlen auffangende Fläche von dem Puncte, von welchem die Strahlen herühren, zurück tritt, desto weniger Strahlen empfängt sie, und man sieht leicht ein, daß die Menge der auf eine gewisse Fläche fallenden Lichtstrahlen, oder die Stärke des Lichtes auf derselben, abnehmen muß, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt. Auch ist es nicht schwer einzusehen, daß auf eine schief gegen die Richtung der Strahlen gelegene Fläche weniger Strahlen fallen, als auf eine senkrechte, und zwar immer weniger, je schief der Winkel ist, unter welchem die Strahlen auffallen.

S. 300.

Je weiter der strahlende Punct von einer die Strahlen auffangenden Ebene entfernt liegt, desto kleiner wird auch der Winkel, den die Strahlen unter einander machen, welche auf diese Ebene fallen. Wenn die Entfernung der Ebene von dem
strahlen-

strahlenden Puncte 2000000Mahl größer ist, als die Breite der Ebne selbst, so machen die äußersten der darauf fallenden Strahlen einen Winkel, von einer Secunde unter einander: einen Winkel der so klein ist, daß man dergleichen Strahlen als parallel unter einander und also als unter einerley Winkel auf die Ebne fallend ansehen kann. So wird bey einer sehr großen Entfernung des strahlenden Punctes der Strahlenkegel (§. 298) zum Strahlencylinder.

§. 301.

Es giebt Körper, die für sich allein gesehen werden können, leuchtende Körper (*corpora lucida, lucentia*); und wiederum andere, die man nur durch Hülfe leuchtender Körper sieht, oder dunkle Körper (*opaca*). Jene scheinen also für sich Lichtstrahlen hervorzubringen oder von sich zu schicken, diese nur durch eine gewisse Wirkung jener auf sie, bey welcher man sie erleuchtet nennt. Und dergleichen erleuchtete dunkle Körper sind selbst vermögend andere dunkle Körper wiederum zu erleuchten.

§. 302.

Leuchtende Körper sind die Sonne und die größte Menge der Sterne, wovon erst weiter unten gehandelt werden kann, ein jedes Feuer und alle stark genug erhitzte Körper, allerley Insekten so lange sie leben, faules Fleisch und besonders faule Fische, faules Holz und andere faulende

leude Dinge, der Brandische Phosphorus aus dem Harne, und mehrere. Aber das Licht schwachleuchtender Körper wird durch das Licht starkleuchtender dergestalt verdunkelt, daß solche schwachleuchtenden Körper in Gegenwart starkleuchtender uns nur als dunkle Körper erscheinen.

Schriften über das Leuchten verschiedener Körper findet man in Hallers Physiologie T. V. S. 446. L.

§. 303.

Manche Körper lassen die von andern kommenden Lichtstrahlen gleichsam durch sich durchfallen; man nennt sie durchsichtig (pellucida, diaphana): eigentlich ist aber ein jeder Körper in ganz dünnen Scheibchen in einem gewissen Grade durchsichtig, und hingegen ist wiederum der durchsichtigste Körper in dicken Stücken in etwas undurchsichtig. Manche Körper werden durchsichtiger, wenn man sie dichter, manche wenn man sie lockerer macht.

Hieraus wird auch begreiflich, wie das Licht in der so durchsichtigen Luft selbst eine merkliche Schwächung in der Ferne leidet.

§. 304.

Ein dunkler undurchsichtiger Körper kann von Einem leuchtenden nicht auf allen Seiten zugleich erleuchtet werden. Von den nicht erleuchteten Seiten sagt man, sie stehen im Schatten, und weil die Lichtstrahlen in geraden Linien fortgehen, so fängt ein dunkler undurchsichtiger Körper auch die Lichtstrahlen auf, welche auf andere

andere hinter ihm stehende ähnliche Körper fallen könnten, wenn er nicht da wäre; oder er wirft einen Schatten auf sie.

S. 305.

An sich ist Schatten freylich Abwesenheit des Lichtes; aber wir sehen dennoch die im Schatten stehenden Körper, weil sie andernwärts her (S. 301) immer eine gewisse Erleuchtung bekommen. Auch ist der Schatten gegen die erleuchteten Stellen hin nie scharf begränzt oder völlig deutlich davon abgetrennt, sondern zwischen Schatten und Licht liegt der Halbschatten da, wohin erleuchtende Strahlen nur von einigen Punkten des leuchtenden Körpers fallen können, von andern aber nicht. Die Größe, Gestalt und Lage des Schattens richtet sich übrigens nach Größe, Gestalt, Lage und Entfernung des leuchtenden und des den Schatten werfenden Körpers, so wie es auch dabey mit auf die Lage und Gestalt der Fläche ankommt, welche den Schatten auffängt.

S. 306.

Noch haben sich gewisse dunkle Körper dadurch merkwürdig gemacht, daß sie, nachdem sie eine Zeitlang erleuchtet worden waren, auch noch im Dunkeln fortfahren, eine längere oder kürzere Zeit zu leuchten, als ob sie für sich leuchtende Körper wären. Man sagt von solchen Körpern, daß sie das Licht einsaugen (*corpora lucem bibentia*), und nennt sie auch Phosphoren,

ren, welcher Name aber überdem noch den ursprünglich leuchtenden Körpern zukömmt. Hieher gehört insbesondere der Bononische Stein, der Balduinische (Kälchsalpeter L.) und der Marggrafische Phosphorus. Aber genauere Beobachtungen haben gelehrt, daß fast alle dunkle Körper diese Eigenschaft, das Licht in sich zu saugen, in einem gewissen Grade besitzen.

JAC. BARTH. BECCARII de quamplurimis phosphoris nunc primum detectis commentarius; in den *Comment. Bonon. Tom. II. Part. II. p. 136.*

ELUSD. — — commentarius alter; ebendas. *Patt. III. pag. 498.*

Jac. Barth. Beccari Abhandlung von den meisten erst entdeckten Phosphoren, im allgemein. Magazin. *VITheil. 181 S.*

Ebendesselben zweite Abhandlung; ebendas. *VITheil. 163 S.*

A séries of experiments relating to phosphori, by W. WILSON, Lond. 1775. 4.

* Ein Auszug hieraus in den Leipziger Sammlungen zur Naturgeschichte und Physik. *I. Band. S. 515.*

Theorien vom Lichte.

S. 307.

Daß wir durch etwas sehen sollten, was aus unsern Augen nach den sichtbaren Gegenständen hinflösse, wie sich die Alten zum Theil eingebildet haben, läßt sich bey genauerer Prüfung nicht gedenken. Die Lichtstrahlen müssen also entweder wirklich nach allen Seiten zu aus einem leuchtenden Körper hervorströmen, oder es muß in einer allerwärts um uns herum ausgegossenen Lichtmaterie eine Art von Bewegung durch den

S

leuchten.

leuchtenden Körper hervorgebracht und dadurch Lichtstrahlen gebildet werden.

§. 308.

Newton erklärt die Weise, wie das Sehen geschieht, dadurch, daß er Lichtstrahlen anrührt, die aus den leuchtenden Körpern ausfahren sollen (Systema emanationis). Allein wenn man bedenkt, daß die Sonne alsdann unaufhörlich eine ungeheure Menge Lichtstrahlen ausschicken müßte, da man doch nicht wahrnimmt, daß sie von ihrer Größe verliert, noch etwas wahrscheinliches davon sagen kann, wo diese Lichtstrahlen hernach bleiben: daß diese ungeheure Menge von Lichtstrahlen einander durchkreuzen müßten, ohne sich doch dabey in ihrer Bewegung aufzuhalten oder ihre Richtungen abzuändern; daß die durchsichtigen Körper nach allen Richtungen in geraden Linien durchbohrt seyn müßten, wenn diese Hypothese Statt finden sollte, welches doch ganz unmöglich scheint: so sollte man fast geneigter werden die zweite Hypothese anzunehmen.

Alle Einwürfe, die der Hr. Verf. hier und in den folgenden §§ gegen die Lehre Newtons bringet, sind von gar keinem Belang, wie er hier und da bey einigen in der Folge selbst zu fühlen scheint. Man sehe z. B. was er §. 313 am Ende, §. 325, §. 368, §. 375, und vorzüglich §. 379 in der Note sagt. Das Vibrations-System reicht, vermittelst einiger Hilfsfictionen zwar hin zu erklären wie Helle, Zellheit so entstehen kann wie wir sie bemerken, (und aus diesem Gesichtspunkt ist das Licht bisher fast einzig betrachtet worden) aber nicht, ohne Fictionen mit Fictionen zu häu-
fen

fen und allen Weg der Analogie gänzlich zu verlassen, wie so viele andre Wirkungen des Lichts statt finden können. So ließe sich der Geruch der Schwefellebern sehr gut durch Vibrationen erklären, aber nicht die übrigen Einwirkungen dieser Schwingungen z. B. auf die Auflösungen der Metalle. Man darf mit Zuverlässigkeit behaupten, daß, seitdem man angefangen hat das Licht als Körper mit allen seinen Affinitäten zu betrachten, verbunden mit seiner Geschwindigkeit, endlich ein Tag in den dunkelsten Gegenden der Physik zu dämmern angefangen hat. Hiermit wird aber nicht geläugnet, daß auch diese Vorstellungart noch ihre Schwierigkeiten habe, und daß wir überhaupt noch weit entfernt sind die Natur des Lichts deutlich zu erkennen, und aus subjektiven Ursachen vielleicht nie ganz erkennen werden. L.

§. 309.

Zwar wendet man wieder dagegen ein, daß alsdann der ganze Weltraum, so weit wir ihn kennen, mit der Materie des Lichtes angefüllt seyn, und die himmlischen Körper solchergestalt dadurch in ihren Bewegungen sehr aufgehalten werden müßten: allein eben das läßt sich ja noch mit mehrerem Rechte dem Emanationssysteme entgegen setzen. Auch läßt sich der Einwurf, daß nach dieser Hypothese die Lichtstrahlen nicht bloß gerade Linien seyn könnten, der vielleicht von allen Einwürfen der stärkste scheinen möchte, wie mich dünkt, hinlänglich beantworten *).

*) Es wäre sehr zu wünschen der Hr. Verfasser hätte seine Gründe angegeben. L.

§. 310.

Cartes stellte sich vor, die durch den ganzen Weltraum ausgegossene Materie des Lichts be-

stehe aus einer Menge harter dicht an einander liegenden Kügelchen; ein leuchtender Körper schlage gegen die unmittelbar auf seiner Oberfläche liegenden Kügelchen, und dieser Schlag pflanze sich durch die ganze Reihe von Kügelchen bis zu unserm Auge fort, werde von demselben empfunden, und hierin bestehe das Sehen. Allein würde nicht, wenn die Materie des Lichtes von dieser Beschaffenheit wäre, die Bewegung dieser Kügelchen in dem Falle sehr unordentlich werden, und das Licht sich nach allen Seiten ausbreiten, wenn eines von diesen Kügelchen irgendwo einen Widerstand fände? wie doch wirklich nicht geschieht. Zudem wird sich auch in der Folge zeigen, daß zu der Ausbreitung des Lichtes durch einen Raum eine gewisse, obgleich geringe Zeit erfordert wird, welches mit Cartes Hypothese durchaus nicht bestehen kann.

S. 311.

Aber diese Schwierigkeiten lassen sich heben, wenn man sich mit Euler *) eine höchst feine, flüssige und dabey elastische Materie denkt, die allerwärts ausgebreitet ist, und auf deren Theile die leuchtenden Körper, indem sie zittern, eben so schlagen, wie die Schallenden Körper bey ihrem gröbern Zittern auf die gröbere Luft schlagen (systema vibrationis L.). Diese feine Materie nennt man auch Aether. Euler zweifelt ob dieser Aether schwer sey, er hält

hält ihn vielmehr für die Ursache der Schwere anderer Körper. Er nimmt auch als wahrscheinlich an, die Dichtigkeit des Aethers sey beynahе vierhundert Millionen Mal geringer als die Dichtigkeit der Luft, und berechnet daraus, daß die Elasticität des Aethers wenigstens tausend Mal größer seyn müsse als die Elasticität der Luft. Hier können die Gründe dieser Muthmaßung und die sich darauf gründende Berechnung nicht vorgetragen werden.

(S. Hamb. Magaz. B. VI. S. 156. 2.)

*) Diese Lehre haben schon Huygens (Traité de la Lumiere, à Leide 1690. 4. und D. Hooke in s. Micrographia vorgetragen). Die Stelle im Aristoteles (de anima Lib. II. cap. 2.) woraus man ihn zu einem Vertheidiger des Vibrations-Systems hat machen wollen, ist eigentlich ganz unparteyisch. Er sagt blos, daß zwischen dem leuchtenden Körper und dem sinnlichen Organ ein Mittel seyn müsse, so wie bey dem Schall und Geruch, und daß, wenn ein Vacuum zwischen beyden statt fände, wir gar nichts sehen würden. 2.

§. 312.

Zufolge dieser Vorstellung von der Natur des Lichtes würde also ein leuchtender Körper ein solcher seyn, der den Aether rings um sich herum erschütterte; so wie wir wirklich sonst von vielen leuchtenden Körpern wissen, daß ihre kleinern Bestandtheile in einer beträchtlichen Bewegung sind; dunkle Körper würden durch diesen erschütterten Aether selbst zu einem Zittern gebracht, wodurch sie wieder den sie berührenden Aether in Bewegung setzen; Körper, die das Licht, wie man

sagt, einsaugen, würden, nachdem sie einmahl durch Lichtstrahlen in eine zitternde Bewegung gesetzt sind, noch eine Zeitlang nachzittern, und dadurch auch im Dunkeln noch eine Zeitlang sichtbar bleiben; durchsichtige Körper würden die ihnen durch erschütterten Aether eingedrückte Bewegung durch sich durch auf den auf der andern Seite liegenden Aether fortpflanzen.

S. 313.

Mir kömmt noch immer die Eulerische Theorie von der Natur des Lichtes wahrscheinlicher vor als die Newtonische, und es scheint mir, als ob verschiedene Schwierigkeiten bey ihr nicht Statt finden, die bey Newton's Theorie vorhanden sind. Außer dem schon darüber beygebrachten gehört auch noch die Erfahrung dahin, daß manche Körper dadurch durchsichtiger werden, daß man ihnen eine größere Dichtigkeit giebt (S. 303), welche ich aus Newton's Theorie nicht begreifen kann. Dennoch gestehe ich gern, daß man nicht wirklich zu beweisen im Stande ist, daß Newton Unrecht habe, und vielleicht wird man der großen Feinheit des Lichtes wegen niemahls mit völliger Gewißheit, ausmachen können, auf welcher Seite die Wahrheit ist.

Recherches sur les moyens de découvrir par experiences comment se fait la propagation de la lumière, par M. BEGUELIN; in den Nouv. mém. de l'acad. des sc. de Pr. 1772. p. 152. (steht auch im Rozier, Janvier 1778. und einige wichtige Erinnerungen gegen seine Sätze in der allgem. deutschen Bibliothek, 26 Band. S. 18. u. ff. 2.)

*) De-

- *) Decouvertes sur la Lumiere par M. MARAT, übersetzt von Hrn. Weigel. Leipzig 1783.
- *) Diss. de Lumine vbi etiam de calore, de lacryma vitrea, deque aliis pluribus phaenomenis agitur. Auct. PHILIPPO ARENA (in Physicis quaestionibus. Romae 1777. 4.)
- Diesen ganzen Streit findet man kurz und bündig dargestellt und beurtheilt in D. Gehlers phys. Wörterbuch im Artikel Licht und einigen andern Artikeln auf welche sich daselbst bezogen wird. L

Was wir in Ansehung der Größe, Gestalt, Entfernung u. s. w. der Körper sehen.

§. 314.

Wenn CB, 51 Fig. ein Gegenstand ist, der von dem in A befindlichen Auge gesehen wird, und man von den Enden des Gegenstandes C und B nach A gerade Linien zieht, so heißt der Winkel CAB der Sehwinkel oder die scheinbare Größe dieses Gegenstandes (angulus opticus, magnitudo apparerens). DE ist unstreitig kleiner als BC; aber es wird unter dem nämlichen Sehwinkel, oder mit der nämlichen scheinbaren Größe gesehen als BC, wenn seine wahre Größe DE eben so oft in seiner Entfernung vom Auge DA enthalten ist, als die wahre Größe BC in der Entfernung BA; oder wenn $DE : DA = BC : BA$.

Eben so müssen auch gleich große Gegenstände bey ungleichen Entfernungen eine verschiedene scheinbare Größe haben.

§. 315.

Wie groß ein Gegenstand dem Auge erscheint, das hängt nicht allein sowohl von seiner wahren Größe

Größe allein, sondern von seiner Entfernung vom Auge zugleich mit ab. Ja der größte Gegenstand kann dem Auge sogar gleichsam verschwinden, wenn der Sehwinkel so klein ist, daß er nicht empfunden werden kann. Man hat durch Versuche gefunden, daß dieses geschieht, wenn der Sehwinkel bis zu zwey Dritttheilen oder zur Hälfte einer Minute abnimmt. Aber es kömmt hierbey sehr auf die Art der Gegenstände selbst an. Umgekehrt können kleine Dinge nahe bey dem Auge demselben sehr groß erscheinen.

Experimenta circa visus aciem, auct. TOB. MAYER; in den Comment. soc. Goett. Tom. IV. p. 120.

S. 316.

Wie weit ein Gegenstand von unserm Auge entfernt ist, das lehrt uns eigentlich unser Auge nicht: wüßten wir seine wahre Größe, so würden wir aus derselben und der scheinbaren Größe oder dem Sehwinkel die Entfernung finden können; denn es wäre in dem rechtwinklichten Dreyecke ABC eine Seite BC und der Winkel A gegeben. Wir lernen aber von Jugend auf die Entfernung der Dinge um uns, theils aus der uns bekannten wahren Größe derselben, theils aus der Schwäche oder Stärke des Lichtes, worin wir sie erblicken, theils auch aus der Menge der Dinge, die wir zwischen ihnen und uns erblicken, ohngefähr schätzen, vielleicht selbst auch aus einer gewissen Veränderung, die wir mit den Augen machen müssen, nachdem wir in der Nähe oder

Ferne

Ferne sehen wollen, die sich hier aber noch nicht erklären läßt. Umgekehrt schätzen wir wieder die wahre Größe eines Gegenstandes, theils aus seiner uns unbekanntten Entfernung von uns, theils aus dem starken oder schwachen Lichte, worin er uns erscheint.

§. 317.

Die Größe der scheinbaren Entfernung zweyer Gegenstände von einander hängt von dem Sehwinkel ab, unter welchem wir die gerade Linie sehen, die sich zwischen ihnen ziehen läßt. Da dieser Sehwinkel aus mehr als einer Ursache groß oder klein seyn kann, so kann uns einerley Entfernung unter verschiedenen Umständen groß oder klein erscheinen. So können wir z. B. durch die geringe Größe des Sehwinkels verführt werden zu glauben, daß der Mond ganz nahe bey diesem oder jenem Sterne steht, von dem er wohl sehr weit entfernt liegt; und so scheint uns auch eine Allee oder ein langer Saal hinten spitzig zu und bergan zu laufen, ein hoher Thurm vorn über zu hangen, wenn man sich auf den Rücken drunter legt, u. s. w. Zwey Gegenstände, deren Entfernung unter einem zu kleinen Winkel gesehen wird, scheinen dicht an einander zu stehen, sie können aber sehr weit von einander liegen.

Wir urtheilen auch über die Entfernung zweyer Dinge von einander öfters zugleich mit aus andern Erfahrungen, z. B. aus der uns sonst bekantten Größe der Gegenstände.

S. 318.

In Ansehung der Gestalt, in der uns ein Gegenstand erscheint, kömmt es darauf an, wie uns die Größe und die Entfernung seiner Gränzen erscheinen, wobey wiederum Trugschlüsse Statt finden, wie sich aus dem vorhergehenden beurtheilen läßt. So kann uns z. B. etwas Eckichtes in einer großen Entfernung ohne Ecken, ein Kreis von der Seite angesehen länglicht rund erscheinen. Wirklich sehen wir von der Gestalt der Sachen weit weniger, als man sich gemeinlich vorstellt; einen Cylinder sehen wir von der Seite nur als ein Viereck, eine Kugel als einen Kreis, aber aus dem auffallenden Lichte und Schatten schließen wir, daß jenes ein Cylinder, dieses eine Kugel sey, u. s. w.

Aus dem bisher vorgebrachten wird man leicht verschiedene Regeln folgern können, welche die Zeichner- und Mahlerkunst vorschreibt.

Was ein gutes Augenmaaß ist; wie es verfeinert werden kann.

* Bemerkungen und Regeln vom Augenmaaß von Hrn. Jeze. Leipz. Magaz. 1783. 16 St. Von Verbesserung des Augenmaaßes handelt auch Mayer in den Schriften der Cosmograph. Gesellschaft bey Gelegenheit seines Mikrometers. 2.

S. 319.

Eine Bewegung sieht das Auge eigentlich gar nicht, sondern man schließt nur, es sey eine Bewegung vorgegangen, wenn das Auge einen Körper nach etniger Zeit wo anders sieht, als wo es ihn zuvor sahe. Wenn indessen diese Zwischenzeit

zeit sehr kurz ist, so pflegt man auch zu sagen, man sehe die Bewegung. So sieht man z. B. die Bewegung eines Steines der vom Dache fällt, aber nicht des ebenfalls beständig fort-rückenden Stundenzeigers einer Uhr.

Wenn man diese Zeit auf eine Secunde setzt, so kann man sagen, eine Bewegung könne nicht gesehen werden, wenn der Weg des Körpers in dieser Zeit sich zur Entfernung desselben vom Auge wie 1 : 1375 verhält (Kästn. Math. Anfangsgr. 2ter Theil 1ste Abtheil. S. 234). Aber vielleicht läßt sich eigentlich hier keine Zeit überhaupt festsetzen.

S. 320.

Da der Weg, den ein Körper in einer kurzen Zeit zurücklegt, unter verschiedenen Sehwinkeln erscheinen kann, so kann einerley Bewegung nach Verschiedenheit der Umstände geschwind oder langsam, auch die eine Bewegung geschwin-der als die andere erscheinen, ob sie gleich viel-leicht in der That langsamer ist. Ja, da das Auge eigentlich zu reden, nie eine Bewegung sieht, so kann es viel weniger sehen, ob der Ge-genstand sich wirklich bewegt, oder vielmehr die Körper, aus deren veränderter Lage gegen jenen Gegenstand man eigentlich die Bewegung folg-ert; oder ob endlich auch dieser und jener Gegen-stand beyderseits ruhen, und sich das Auge selbst bewegt. So kann sich auch ein Körper vor-wärts zu bewegen scheinen, der sich wirklich rückwärts bewegt.

Zurück-

Zurückwerfen der Lichtstrahlen.

S. 321.

Die Lichtstrahlen werden so wie die Schallstrahlen von andern Körpern, gegen welche sie fallen, nach eben den Gesetzen zurückgeworfen, nach welchen andre Körper reflectirt werden *); nämlich so, daß der Reflexionswinkel allemahl dem Einfallswinkel gleich ist, ohne daß sie im übrigen eine Veränderung erleiden. In E, 22 Fig. sey ein leuchtender, oder auch ein anderer Körper, der durch die Gegenwart eines leuchtenden wirklich auf eine Zeitlang leuchtet, befindlich; BA sey ein das Licht reflectirender Körper, so wird der Lichtstrahl EC in C dergestalt nach D zurückgeworfen werden, daß der Winkel DCA dem Winkel ECB gleich ist. Hier heißt EC der einfallende Strahl (radius incidens), CD der zurückgeworfene (radius reflexus), welche beide in einer Ebene liegen; (so wie jedes Paar gerade Linien, die sich schneiden; die Lage der Reflexionsebene, wird eigentlich erst durch das Einfallslot CF bestimmt, das mit EC und CD in einer Ebene liegt. L.) CF das Einfallslot (cathetus incidentiae), ECF der Einfallswinkel, FCD der Zurückstrahlungswinkel.

Ein senkrecht auffallender Strahl muß also in sich selbst zurückgeworfen werden.

*) Man sollte eigentlich sagen: Wenn sie reflectirt werden, so werden sie nach jenen Gesetzen reflectirt. Allein es giebt z. B. bey dem Prisma Fälle da das rothe Licht nicht aber das violette reflectirt wird, obgleich beyde unter einerley Winkel einfallen.

ten. Auch dieses scheint mir einen Beweis für die Körperlichkeit des Lichts abzugeben, indem es von einer Art von Verwandtschaft desselben mit dem brechenden Mittel herzuführen scheint. L.

S. 322.

Newton hat durch verschiedene Gründe wahrscheinlich zu machen gesucht, daß das Zurückwerfen der Lichtstrahlen nicht wirklich auf der Oberfläche der zurückwerfenden Körper geschehe, sondern daß der Lichtstrahl von einer gewissen zurückstoßenden Kraft des reflectirenden Körpers, ohne daß eine unmittelbare Berührung geschieht, reflectirt werde und sich in C nicht auf ein Mahl biege, sondern durch eine Krümmung die Richtung CD erhalte.

S. 323.

Eine die Lichtstrahlen ordentlich reflectirende Fläche heißt ein Spiegel. Die Oberfläche desselben muß sehr glatt seyn, ohne merkliche Hervorragungen oder Vertiefungen zu haben. Je vollkommner indessen ein Spiegel ist, desto weniger kann man ihn selbst sehen; man sieht ihn nur, wenn seine Oberfläche außer den zurückwerfenden Theilen noch andere enthält, auf welche die Materie des Lichts wie auf andere dunkle Körper wirkt.

S. 324.

Hieraus folgert Euler auch, daß man die dunkeln Körper nicht durch Lichtstrahlen sieht, die von leuchtenden Körpern auf sie fallen und von ihnen

ihnen zurückgeworfen werden, wie gemeiniglich nach Newton gelehrt wird. Verhielte sich die Sache wirklich so, so würde man nicht die dunkeln Körper selbst nach ihrer Gestalt und Farbe, sondern an ihrer Stelle die leuchtenden Körper sehen, von denen sie das Licht zurückwerfen. So sieht man einen in den Sonnenschein gelegten Spiegel nicht selbst, sondern an seiner Stelle die Sonne, wenn man so steht, daß das Auge die davon reflectirten Strahlen auffangen kann.

§. 325.

Indessen scheint es doch auch gewiß genug zu seyn, daß ein jeder dunkler Körper, der eben keine polirte Oberfläche hat oder kein Spiegel ist, dennoch in etwas Lichtstrahlen reflectirt. Ein jedes der kleinen körperlichen Theilchen, die man in ihm annehmen kann, ist gleichsam ein Spiegel; aber weil diese kleinern Spiegel, woraus die Oberfläche des Körpers besteht, eine sehr mannichfaltige Lage haben, so reflectiren sie auch das Licht so unordentlich, daß das Auge keinen der herumstehenden Gegenstände sich darin spiegeln sieht.

Ebner Spiegel.

§. 326.

Wenn eine Menge paralleler Lichtstrahlen auf einen ebenen Spiegel fällt so müssen auch die zurückgeworfene Strahlen gleichlaufend seyn. Dieß
folget

folget unmittelbar aus dem Gesetze der Reflexion des Lichtes (§. 311). Die Strahlen aber, die ein Strahl der Punct auf einen Spiegel wirft, werden sämtlich dergestalt davon zurückgeworfen, als wenn sie aus einem Puncte kämen, der eben so weit hinter der reflectirenden Ebne, liegt, als der leuchtende Punct davor liegt. AB, 52 Fig. sey nämlich eine solche Ebne und C ein strahlender Punct, CA dessen Entfernung von AB, folglich darauf senkrecht. CD ist ein einfallender und DG der dazu gehörige zurückgeworfene Strahl, der rückwärts verlängert worden, bis er das verlängerte Loth CA in c schneidet; so sind wegen der Gleichheit der Winkel ADC, GDB und cDA die Dreyecke cAD und CAD einander gleich und ähnlich, folglich $Ac = AC$. Eben das folgt für einen jeden andern Strahl CE, CF, und die ihnen zugehörigen zurückgeworfenen EH, FI. Den Punct c nennt man das Bild von C.

§. 327.

Wenn anstatt dieses einzigen strahlenden Punctes ein anderer Gegenstand vor dem ebenen Spiegel läge, so würde ein jeder Punct dieses Gegenstandes sein Bild auf eben die Weise hinter dem Spiegel machen, wie vorhin der einzelne that. Die Bilder dieser Puncte müssen, wie leicht in die Augen fällt, eben die Lage und Entfernung von einander haben, die die Puncte des Gegenstandes selbst haben; und so wird einem Auge, das nach der Richtung GE oder HF, 53 Fig.

Fig.

Fig. sieht, das Bild cd des ganzen Gegenstandes CD, dem Gegenstande völlig ähnlich und gleich, und eben so weit hinter dem Spiegel AB erscheinen, als der Gegenstand vor ihm liegt *).

Hieraus kann man leicht bestimmen, wie groß der Spiegel seyn muß, darinn man sich selbst ganz sehen soll.

*) Das Bild des Gegenstandes mahlt sich auf der Netzhaut, und von diesem hängen unsere Vorstellungen von Figur, Farbe u. s. w. ab. Entfernungen werden nicht gesehen sondern geschlossen und schwerlich urtheilen hierüber zwey Menschen einander vollkommen gleich. L.

§. 328.

Stillstehendes Wasser giebt einen natürlichen ebenen Spiegel ab; die künstlichen sind gemeinlich Glasscheiben, welche durch dahinter gebrachtes Zinn und Quecksilber undurchsichtig *) gemacht worden sind. Dieses ist deswegen nöthig, damit nicht etwa von Gegenständen, die hinter dem Spiegel liegen, wenn er durchsichtig wäre, Lichtstrahlen sich mit den von dem Spiegel zurückgeworfenen Strahlen vermischen und zugleich mit ihnen ins Auge kommen können, in welchem Fall der Spiegel kein deutliches Bild machen würde; zugleich dient es aber auch dazu, daß der Spiegel so viel möglich alle auf ihn fallende Lichtstrahlen zurückwirft.

*) Diese Erklärung ist wohl nicht hinreichend. Glas durch Rauch geschwärzt, oder mit weissen Papier hinterlegt oder auf einer Seite matt geschliffen, verliert seine Durchsichtigkeit und giebt dem ungeachtet nur einen sehr elenden Spiegel ab. Bey unsern gewöhnlichen Spiegeln ist das Glas nichts weiter
als

als eine bequeme Art von Fassung für den eigentlichen Spiegel der ein Zinnamalgama ist. 2.

S. 329.

Man kann mit dem ebenen Spiegel allerley Künsteleyen machen und die Augen auf mancherley Weise dadurch betrügen, zumahl wenn man zween oder noch mehrere unter einander verbindet und unter den gehörigen Winkeln zusammensetzt, in welchem Falle sich das in dem einen Spiegel gemachte Bild wieder in dem andern spiegelt, so daß also ein einziger Gegenstand zu wiederholten Malen darinn erscheinen kann.

ABB. GOTTH. KAESTNER de multiplicatione imaginum ope duorum speculorum planorum, in seinen *diff. mathem. et phys.* n. II. pag. 8.

Krumme Spiegel.

S. 330.

Außer den ebenen Spiegeln giebt es auch noch solche, deren Oberfläche gekrümmt ist. Man nennt sie nach der Verschiedenheit der Krümmung sphärische oder Kugelspiegel, parabolische, hyperbolische, elliptische, cylindrische, conische, u. s. w. wo bey allen noch der Unterschied Statt findet, daß sie entweder hohl (speculum concavum) oder erhoben sind (convexum). Diese krummen Spiegel sind meistens von einem gemischten Metalle von Kupfer und Zinn; sie können aber auch, so wie die ebenen, noch aus vielerley andern Materien verfertigt werden.

2

S. 331.

S. 331.

Ein Lichtstrahl der auf eine krumme Spiegelfläche fällt, wird eben so davon zurückgeworfen, wie ihn eine ebne zurückwerfen würde, die die krumme Fläche in dem Einfallspuncte berührt. Das Zurückwerfen muß sich nämlich unstreitig nur nach der Bildung der kleinen Stelle des Spiegels richten worauf es geschieht; diese kann man aber, weil sie sehr klein ist, bey einer jeden krummen Fläche mit der berührenden Ebne für einerley halten, so wie man sich eine krumme Fläche als aus unendlich vielen kleinen ebenen zusammengesetzt vorstellt.

S. 332.

Auf den erhobenen Kugelspiegel AB, 54 Fig. fallen die parallelen Strahlen ED, GF, IH auf; so wird der Strahl ED in sich zurückgeworfen werden, wenn er verlängert durch den Mittelpunct der Kugel geht, wovon der Spiegel ein Stück ist, weil er dann senkrecht auf den Spiegel fällt. Alle übrigen Strahlen fallen desto schief auf, je weiter sie von DE liegen: der Einfallswinkel LHI ist schon größer als der KFG. Folglich werden auch die Zurückstrahlungswinkel immer um so viel größer; z. B. OHL ist größer als NFK, und die zurückgeworfenen Strahlen werden also zerstreuet. Wenn man diese zurückgeworfenen Strahlen rückwärts verlängert, so fallen sie nahe um einen Punct M zusammen, der in der Mitte des Halbmessers CD liegt.

Umge-

Umgekehrt würden die einfallenden Strahlen OH, NF, wenn sie verlängert nach dem Puncte M zügingen, von dem erhobenen Kugelspiegel als gleichlaufende Strahlen HI, GF zurück geworfen werden.

S. 333.

Fallen die parallelen Strahlen DE, GH, IK; 55 Fig. gegen den hohlen Kugelspiegel AB, so wird wieder DE in sich selbst zurückgeworfen, wie bey dem erhobenen (S. 332): auch wird bey den übrigen Strahlen der Zurückstrahlungswinkel immer um so viel größer, je weiter die Strahlen von DE liegen. Sie werden von dem Spiegel in F, in den Brennpunct (focus) zusammengebracht, der Aehnlichkeit mit dem Puncte hat, in welchem bey dem erhobenen Spiegel die zurückgeworfenen Strahlen rückwärts verlängert zusammenrasen, und ebenfalls in der Mitte des Halbmessers des Spiegels CE liegt. Auch würden umgekehrte Strahlen, die aus F auf die Fläche des Hohlspiegels fielen, dergestalt von derselben zurückgeworfen werden, daß sie hernach alle gleichlaufend wären.

Daß sich die Strahlen nach dem Zurückwerfen in F, oder bey dem erhobnen Spiegel 54 Fig. in M gleichsam sammeln, gilt eigentlich nur von sehr nahe bey ED 54 und 55 Fig. einfallenden Strahlen. Die weiter davon einfallenden fallen nach dem Zurückwerfen immer weiter zwischen E und F, 55 Fig. oder zwischen M und D, 54 Fig. wie man auch schon durch eine Zeichnung finden kann.

Wenn man in den Brennpunct des Hohlspiegels F eine brennende Kerze setzt, so wirft der Spiegel die Strahlen davon in einer parallelen Richtung in eine unendliche Entfernung hinaus.

S. 334.

Die vorhergehenden Betrachtungen zeigen, wie außer den parallel auffallenden gewisse zusammenfahrende Lichtstrahlen von dem erhobenen Kugelspiegel (§. 332), und gewisse aus einander fahrende Strahlen von dem hohlen Kugelspiegel (§. 333) zurückgeworfen werden; aber es sind noch mehrere Fälle möglich. In der 54 Fig. können die einfallenden Strahlen OH, NF, einen noch größern Einfallswinkel machen, der Zurückprallungswinkel wird also auch größer seyn, und die zurückgeworfene Strahlen werden also nicht parallel laufen, sondern irgendwo die Linie DE schneiden. Machten sie gegenseitig einen kleinern Einfallswinkel, so würde auch der Zurückprallungswinkel kleiner seyn, und die zurückgeworfenen Strahlen HI, FG immer weiter auseinander fahren.

S. 335.

Eben so, wenn bey dem Hohlspiegel, 55 Fig. die einfallenden Strahlen aus einem Puncte kämen, der weiter von der Fläche des Spiegels läge, als F, so würde der Einfallswinkel, und folglich auch der Zurückprallungswinkel kleiner seyn, und die zurückgeworfenen Strahlen also nicht parallel, sondern zusammen laufen und die Linie ED irgendwo schneiden. Kämen aber die einfallenden Strahlen aus einem Puncte, der näher nach dem Spiegel zu läge, als F, so wäre
der

der Einfall- und der Zurückprallungswinkel größer als in der 55 Fig., und die zurückgeworfenen Strahlen würden nun aus einander fahren. Kehrt man diesen letztern Satz um, so sieht man, wie zusammenfahrende Strahlen von einem Hohlspiegel, auf den sie fallen, zurückgeworfen werden.

Kämen die Strahlen aus dem Mittelpuncte des Spiegels C, so würden sie alle in sich selbst zurückgeworfen werden, weil sie dann alle senkrecht auf der Fläche des Spiegels stünden.

S. 336.

Nunmehr wird sich leicht bestimmen lassen, wie die erhobnen und hohlen Kugelspiegel Bilder machen; oder wie sich die vor ihnen liegenden Gegenstände in ihnen spiegeln. Der Punct A des Gegenstandes AB, 55 Fig. läßt allerwärts Strahlen auf den erhobnen Spiegel IK fallen, die aus einander fahren. Der eine, AD, der auf der Fläche des Spiegels senkrecht steht, wird in sich selbst zurück geworfen; die übrigen so, daß sich die zurückgeworfenen Strahlen verlängert hinter dem Spiegel in einen Punct G zusammensammeln (S. 334), der gleichsam das Bild des Punctes A ist. Eben so wird H das Bild des Punctes B; zwischen G und H liegen die Bilder der zwischen A und B liegenden Puncte des ganzen Gegenstandes, und das Bild desselben erscheint also in einem erhobnen Kugelspiegel aufrecht, kleiner als der Gegenstand selbst, und hinter dem Spiegel.

S. 337.

Bloß der Kürze wegen muß ich es meinen Lesern überlassen, die Ursache zu suchen, warum ein erhobener Kugelspiegel ein um desto mehr verkleinertes Bild darstellt, je kleiner sein Halbmesser CD ist, und je weiter der Gegenstand von ihm liegt; wie auch, warum das Bild nie weiter hinter seiner Fläche erscheinen kann, als um die Hälfte des Halbmessers des Spiegels.

S. 338.

In einem hohlen Kugelspiegel erscheint das Bild aufrecht hinter dem Spiegel und größer als der Gegenstand, wenn dieser zwischen dem Spiegel und dessen Brennpuncte steht; und zwar erscheint es um so viel weiter hinter dem Spiegel und um so viel größer, je näher der Gegenstand nach dem Brennpuncte des Spiegels zu liegt. Ein Gegenstand, der sich in dem Brennpuncte selbst befindet, macht gar kein Bild; er würde eigentlich ein unendlich großes Bild unendlich weit hinter dem Spiegel machen. Liegt aber der Gegenstand so, daß der Brennpunct zwischen ihn und den Spiegel fällt, so macht der Spiegel ein Bild, das verkehrt und vor dem Spiegel steht, ab, 57 Fig. und kleiner ist als der Gegenstand AB . (Letzteres findet nicht statt wenn der Gegenstand zwischen den Brennpunct und den Mittelpunct der Kugel fällt. L .)

Ueberhaupt machen diese Spiegel ein aufgerichtetes oder verkehrtes Bild, nachdem das Bild mit dem Gegenstande

genstände auf einer oder auf verschiedenen Seiten des Mittelpuncts vom Spiegel liegt; ein größeres oder kleineres, nachdem es vom Mittelpuncte weiter oder weniger absteht als der Gegenstand.

(So leicht als hier die Sache vorgestellt ist, kommt man freylich nicht ab, wenn man alles einer genauen Prüfung unterwirft. S. Kästners Abhandl. De Objecti in Speculo Sphaerico visi magnitudine apparente im 8. Theil der Nov. Comment. Soc. Götting. L.)

S. 339.

Die Kürze erlaubt es mir nicht, hier auch von andern krummen Spiegeln zu handeln. Ich will nur noch das Einzige hinzusetzen, daß ein cylindrischer und ein conischer erhobner Spiegel der Länge nach als ein ebner, der Breite nach aber als ein erhobner Kugelspiegel wirkt; beide bestehen nämlich gleichsam der Länge nach aus vielen über einander liegenden Streifen von erhobenen Kugelspiegeln, welche bey dem cylindrischen einerley Durchmesser, bey dem conischen nach oben zu immer kleinere Durchmesser haben. Beide stellen daher der Länge nach die Gegenstände in der ordentlichen Größe, der Queere nach aber verkleinert vor, und zwar der conische oben immer mehr verkleinert als unten. Indessen kann man leicht einsehen, daß gewisse Bilder so gezeichnet werden können, daß sie zwar dem bloßen Auge sehr unförmlich, aber im Spiegel völlig ordentlich erscheinen.

Jac. Leupolds Anamorphosis mechanica nova. Leipzig, 1713. 4.

Brechen der Lichtstrahlen.

§. 340.

Die Lichtstrahlen leiden bey ihrem Durchgange durch durchsichtige Körper von einer unterschiedenen Dichtigkeit eine gewisse Ablenkung von ihrer ersten Richtung, welche man das Brechen derselben (*refractio*) nennt. Unter *AB*, 58 Fig. sey Wasser, darüber Luft befindlich. *CD* sey ein auf die Oberfläche des Wassers fallender Lichtstrahl; so sollte er eigentlich nach der Richtung *DE*, oder beständig in einer geraden Linie fortgehen; aber wirklich weicht er von diesem Wege ab, und erhält die Richtung *DF*. *DF* nennt man den gebrochenen Strahl (*radius refractus*), so wie *CD* den einfallenden (*incidens*), *D* den Einfallspunct (*punctum incidentiae*), eine senkrechte Linie dadurch auf *AB*, nämlich *GH*, das Einfallslot oder Neigungslot (*cathetus incidentiae*), *CDG* den Einfall- oder Neigungswinkel (*angulus inclinationis, incidentiae*), *FDH* den gebrochenen Winkel (*angulus refractus*), *FDE* den Brechungswinkel (*angulus refractionis*).

(Sehr merkwürdig ist hierbei was Hr. Prof. Büsch über eine besondere Brechung bemerkt hat, die die Aufmerksamkeit aller Physiker verdient. S. dessen Schrift; *Tractatus duo optici argumenti*. Hamburgi. 1782. Auch phys. Abhandlung über die Strahlenbrechung und Abprallung von erwärmten Flächen, vom Abbe Tobias Gruber. Dresden 1787. 4. *Gotth. Magaz.* V. 1. 144. und VI. 3. 165. 2.)

§. 341.

S. 341.

Bei diesem Brechen der Lichtstrahlen ist zu bemerken, daß es nicht innerhalb der durchsichtigen Körper selbst, sondern nur bey dem Eingange des Lichtstrahls in dieselben, oder in der brechenden Fläche, geschieht, und zwar so oft, als ein Lichtstrahl in einen durchsichtigen Körper von einer andern Dichtigkeit eintritt, als der ist, wodurch er vorher gieng. In einem dichtern Körper wird nämlich der Lichtstrahl gegen das Einfallstoth DH zu, in einem lockeren von dem Einfallstoth abgebrochen. Die 58 Fig. stellt das Brechen eines Lichtstrahles CD vor, der aus einem lockern durchsichtigen Körper in einen dichtern tritt, der unter AB liegt; die 59 Fig. aber einen andern Lichtstrahl, der in einen lockeren Körper tritt, unter eben der Bedeutung der Buchstaben. Ueber AB kann z. B. Glas, unter AB Luft seyn.

Der einfallende und der gebrochene Strahl (und das Einfallstoth. L .) bleiben übrigens in einer Ebne, der Brechungsebne (*planum refractionis*).

S. 342.

Je dichter der Körper ist, wohin ein Lichtstrahl tritt, desto mehr wird auch dieser von seinem vorigen Wege abgebrochen. Dohlichte und brennbare Dinge machen indessen nach Newtons Beobachtungen darin eine Ausnahme, daß sie die Strahlen stärker brechen, als sie in Absicht auf ihre Dichtigkeit thun sollten.

So wie schon überhaupt die Brechbarkeit des Lichts, die eigentlich aus der Eulerischen Hypothese nicht

sowohl erklärt, als durch eine neue Hülfes-Fiction nur kaum begreiflich gemacht wird, der Newtonischen ein Uebergewicht giebt: so ist ihr der Umstand, daß leichte, brennbare Substanzen das Licht stärker brechen, als schwerere nicht brennbare noch besonders günstig, da man eine nahe Verbindung des Lichts mit dem Brennbaren (oder dem was, nach andern, dessen Stelle vertritt) schon aus ganz verschiedenen Ursachen anzunehmen zu müssen geglaubt hat. Auch hat Newton schon hieraus die Brennbarkeit des Diamanten geweißt, die man fast hundert Jahre nachher, durch Versuche, zwar mit Einschränkung, aber doch zu dieser Absicht immer hinlänglich bestätigt hat. 2.)

S. 343.

Der Sinus des Einfallswinkels, oder die Linie CG auf GH senkrecht gezogen; oder, wie man auch sagt, der Einfallssinus, steht in einer bestimmten Verhältniß gegen den Sinus des gebrochenen Winkels oder gegen den Brechungssinus FH, wenn DF = CD angenommen und FH senkrecht auf DH gezogen wird. Dieß hat Snellius zuerst entdeckt, von dem es Cartes, ohne ihn zu nennen, entlehnt hat. Der Einfallssinus verhält sich zum Brechungssinus wie 4:3 wenn der Lichtstrahl aus Luft in Wasser geht; das heißt: wenn CG, 58 Fig. 4 Zoll ist, so ist FH 3 Zoll u. s. w. Diese Verhältniß nennt man die Verhältniß der Refraction bey den unterschiedenen durchsichtiger Körpern.

Hey Luft und Eis ist sie 1000:713; hey Luft und Glas 17:11 oder beynabe 3:2.

Hieraus folgt, daß wenn der Einfallswinkel größer oder kleiner wird, auch der gebrochene Winkel größer oder kleiner werden muß, und daß jeder senkrecht auf

auf die brechende Ebene fallende Strahl ungebrochen durchgehen muß.

M. MATTHI. AUG. HASE progr. de refractionis ratione ope lentium et prismatum determinanda. Witteb. 1770. 8.

S. 344.

Nach Newton ist die Ursache der Brechung die anziehende Kraft des durchsichtigen Körpers gegen den Lichtstrahl, und die Brechung geschieht nicht aufeinmahl, sondern der Lichtstrahl krümmt sich allmählig von seinem vorigen Wege in den neuen ab. Die Ursache, warum öhlichte Körper stärker brechen, scheint noch unbekannt zu seyn. Euler erklärt die Refraction daraus, daß ein Theil des erschütterten Aethers die ihm Widerstand leistende Fläche eher berührt als der andere, wodurch die Richtung, in welcher die Erschütterung fortwirkt, abgeändert wird. Andere glauben, daß der Lichtstrahl bey seinem Eintritte in einen andern durchsichtigen Körper eine wahre Reflexion erleide und dadurch von seinem Wege abgelenkt werde.

Sonderbar ist es, daß Cartes sich vorstellen konnte, Wasser und Glas widerstehe dem Lichtstrahle weniger als Luft.

Wie das Brechen in Ebenen geschieht.

S. 345.

Parallele Strahlen in einer Ebene gebrochen bleiben nicht allein in dem durchsichtigen Körper selbst, sondern auch, wenn sie wieder heraus gehen, und zum zweyten Mahle in der gegenüber liegen-

liegenden Ebne gebrochen werden, parallel. Sind die beyden brechenden Ebenen des durchsichtigen Körpers selbst unter sich parallel, so bleiben auch die Strahlen, die sich in einerley durchsichtigem Körper befinden, vor und nach dem Brechen, parallel; 60 Fig. Auseinander gehende Strahlen nähern sich einander mehr, wenn sie in einen dichtern durchsichtigen Körper treten; sie entfernen sich mehr von einander, wenn sie in einen lockeren treten. Zusammengehende Strahlen gehen nicht so geschwind zusammen, wenn sie in einen dichtern durchsichtigen Körper fallen; das Gegentheil geschieht, wenn sie in einen lockeren gehen; 61, 62 Fig. Dieß sind lauter Sätze, die aus dem allgemeinen Gesetze der Brechung der Lichtstrahlen leicht hergeleitet werden.

S. 346.

Wieder aus ihnen kann man herleiten, wie die Gegenstände in und durch einen gewissen durchsichtigen Körper angesehen erscheinen, für welchen man die Verhältniß der Refraction weiß. Ein Gegenstand z. E. der hinter einem ebenen Glase liegt, erscheint dem Auge in seiner natürlichen Größe und Gestalt, aber es scheint um den dritten Theil der Dicke des Glases näher zu liegen. Der Boden eines Gefäßes mit Wasser scheint höher zu liegen und hohl. So sieht man auch einen Fisch im Wasser nicht an seinem wahren Orte, sondern näher an der Oberfläche des Wassers zu,
so

so erscheint ein in Wasser gehaltener Stock gebrochen, u. s. w.

Sonderbare Verdoppelung der Refraction im Isländischen Krystalle und im Bergkrystalle (und wahrscheinlich in allen durchsichtigen festen Körpern, die künstlichen Gläser, den Flußspat und einige Edelsteine ausgenommen. S. hierüber Briffon's oben S. 179 angeführtes Werk in der Vorrede, und über die Erklärung dieses verwickelten Phänomens vorzüglich Priestley's Geschichte der Optic nach Klügels Uebersetzung S. 398 u. ff. nach, wo man auch die Marcinischen Beobachtungen angeführt findet, welche Umstände enthalten die weder Newton noch Huygens kannten. Diese Erscheinung durch Schwingungen zu erklären, scheint völlig unmöglich, wie auch Huygens, der es in seinem Tractat vom Lichte versucht hat, am Ende wirklich deutlich gesteht und Newton in der 28ten Quaestion hinter seiner Optic gezeigt hat. Ein neuerer Erklärer Hr. J. E. Silber Schlag: von dem die Bilder verdoppelnden so genannten Isländischen Crystall oder Doppelspath in den Beobachtungen und Entdeckungen aus der Naturkunde von der Gesellschaft. Naturf. Freunde. 2ten Bandes 2ten St. oder Schrift. der G. N. F. 3ten Bandes 2ten St. hat gerade das schwerste bey der Sache nicht einmahl berührt. L.)

Von des Abbe Rochons künstl. Doppelspath s. Gothaisches Magaz. 1. B. 1ten St. S. 184. L.)

S. 347.

Aus diesen Betrachtungen erhellet auch, warum die Gegenstände durch ein vieleckiges Glas oder durch ein Rautenglas (polyedrum) angesehen vervielfältiget erscheinen. Das Auge in E, 63 Fig. sehe durch das vieleckige Glas DABC nach dem Gegenstande F, so wird es ihn in seiner wahren Gestalt, Lage und Größe ohngefähr in F

F erblicken, vermöge der Lichtstrahlen die auf AB fallen (§. 346); aber weil noch auf die Flächen AD, BC andere Lichtstrahlen von dem Gegenstande F fallen, die nach E zu gebrochen werden, so glaubt das Auge den Gegenstand auch wirklich in G und H zu erblicken, und sieht ihn also so oft vervielfältigt, als groß die Anzahl der Flächen auf dem vieleckigen Glase ist.

Man kann auch Bilder zeichnen, die durch das Raute-
glas angesehen ganz was anders darstellen, als
man mit bloßen Augen darauf sieht.

*Anamorphoseos polyedrica constructionis methodus vera
atque certa, notatis falsarum manuductionum passim
propositarum anomaliiis opticis, JO. GEO. LEUTMANNI;
in den Comment. petrop. Tom. IV. p. 202.*

Brechen der Lichtstrahlen in gekrümm- ten Flächen.

§. 348.

Ein jeder, der das Gesetz der Brechung der
Strahlen (§. 341.) kennt, und dabey auf die
Verhältniß der Refraction (§. 343) merkt, kann
leicht durch Zeichnung oder durch Rechnung be-
stimmen, was ein jeder Strahl für einen Weg
nimmt, wenn er in ein dichteres oder lockeres
Mittel (so nennt man den durchsichtigen Körper
worin sich der Lichtstrahl befindet) fällt, bey
dem die brechende Fläche gekrümmt, und zwar
hohl oder erhoben ist; wenn man nur das,
was vorher (§. 331) von dem Zurückwerfen der
Strahlen durch gekrümmte Flächen gelehrt
wurde,

wurde, auf das Brechen derselben gehörig angewendet. Dann ist es auch nicht schwer zu bestimmen, wohin das Bild eines jeden Punctes des Gegenstandes fällt, welcher Strahlen gegen das brechende Mittel wirft. Gemeiniglich betrachtet man nur die Brechung der Strahlen in Gläsern mit kugelförmigen hohlen oder erhobenen Flächen, die zu verschiedenen nützlichen Werkzeugen dienen. Man giebt ihnen einen kreisförmigen Umfang und nennt sie Linsen (*lentes*); sie werden aus dazu schicklichen Stücken Glas geschliffen.

S. 349.

Die 64 bis 69 Fig. stellen diese verschiedenen Arten von Linsen im Durchschnitte vor. Die Linse, 64 Fig. ist auf beiden Seiten erhoben und heißt *converconvex*; 65 Fig. auf einer Seite erhoben, auf der andern eben, *planconvex*; 66 Fig. auf beiden Seiten hohl, *concaconca*; 67 Fig. auf einer Seite hohl, auf der andern eben, *planconca*; die Linsen 68 und 69 Fig. sind beide auf einer Seite erhoben und auf der andern hohl; aber bey 68 Fig. dem *Meniskus* oder dem *Monde*, ist der Halbmesser der erhobenen Seite kleiner als der Halbmesser der hohlen; bey der *concaconvexen* Linse, 69 Fig. ist es umgekehrt. Wenn die gerade Linie zwischen den beiden Mittelpuncten, aus denen die krummen Flächen der Linsen beschrieben sind, oder bey 65 und 67 Fig.

die

die gerade Linie, die aus dem Mittelpuncte der einen krummen Fläche auf die ebne der andern Seite senkrecht gezogen wird, die Are der Linse, durch die Mitte der Linse durchgeht, so sagt man, das Glas sey recht centrirt.

Es wäre noch eine Art von Linsen möglich, wovon die eine Seite erhoben, die andere vertieft wäre, und zwar beide mit einerley Halbmesser (concentrischen Oberflächen *L.*); aber dergleichen Glas bricht die Strahlen völlig wie ein ebnes.

Was ein Glas von so und so viel Fuß, Zollen, u. s. w. heißt.

§. 350.

Parallelstrahlen werden von allen Linsen, die in der Mitte dicker sind, als an den Seiten, nämlich vom converconveren und planconveren Glase und von dem Meniskus, die man mit einem gemeinschaftlichen Namen erhobene Linsen nennen kann, dergestalt gebrochen, daß sie alle nach demjenigen Strahle zugehen, der durch die Are des Glases fällt, und ungebrochen bleibt, 70 Fig. Hier sammeln sich wenigstens die, die nicht weit von der Are des Glases einfallen, in einen Punct F zusammen, den man den Brennpunct des Glases (focus) nennt.

Umgekehrt werden Strahlen, die aus dem Brennpuncte E, auf eine solche Linse AB fallen, so gebrochen, daß sie hernach parallel fortlaufen.

§. 351.

Die Entfernung des Brennpunctes von der Mitte des Glases, öfters auch seine Entfernung von

von der hintern, oder auch von der vordern Fläche desselben, heißt des Glases Brennweite (*distantia focalis*), die man nach Fuß, Zollen, u. s. w. mißt. Bey einer Kugel von Glas fällt der Brennpunct um den vierten Theil des Durchmesser derselben hinter die hintere Fläche derselben; bey einer Kugel von Wasser um die Hälfte des Durchmesser. Ueberhaupt findet man die Brennweite eines jeden erhobenen Glases, wenn man das doppelte Product der Halbmesser ihrer beiden Flächen durch die Summa dieser beiden Halbmesser dividirt. (Eigentlich die Brennweite eines jeden erhobenen oder nicht erhobenen Glases bey welchem die Dicke des Glases nicht in Betracht kömmt. L.)

Folglich ist die Brennweite eines auf beiden Seiten gleich viel erhobenen Glases dem Halbmesser der Kugel gleich, wovon jede Oberfläche gleichsam ein Stück ist; bey einem planconvexen Glase aber dem Durchmesser.

S. 352.

Eigentlich sammeln sich aber nur diejenigen Strahlen in den Brennpunct zusammen, welche der Aye unendlich nahe einfallen; bey nicht sehr weit davon einfallenden Strahlen ist der Unterschied nicht groß, aber wohl bey den übrigen, welche die Aye nach dem Brechen in einem Punkte schneiden, der dem Glase immer näher liegt je weiter die parallelen Strahlen von der Aye abliegen. Diesen Unterschied nennt man die Ab-

U weichung

weichung der Strahlen wegen der Gestalt des Glases (aberratio ex figura).

De aberrationibus lentium sphaericarum diff. ABRAH. GOTTH. KAESTNERI; in den Comment. Goetting. Tom. I. pag. 185.

§. 353.

Die Strahlen, die aus einem Puncte zwischen F und der Linse AB auf dieselbe fallen, müssen folglich so gebrochen werden, daß sie nach dem Brechen immer weiter aus einander gehen: so wie hingegen die Strahlen, die von einem Puncte kommen, der noch weiter von der Linse liegt als der Brennpunct, sich nach dem Brechen auf der andern Seite des Glases wieder in einen Punct sammeln, der das Bild von jenem; oder wo, wenn man die Strahlen umgekehrt gehen läßt, jeder das Bild von diesem ist. Ueberhaupt erhellet hleraus, daß der Brennpunct gleichsam das Bild eines unendlich weit entfernten Punctes ist, und näher als irgend ein anderes Bild nach dem Glase zuklegt; daß ferner das Bild immer weiter von dem Glase abrücken müsse; je näher der Punct, von dem es herrührt, dem Glase liegt: und daß das Bild eines Punctes, der im Brennpuncte des Glases liegt, unendlich weit hinter das Glas falle. Auch ist nicht schwer zu begreifen, daß der Ort, wohin das Bild eines gewissen Punctes hinter dem Glase fällt, immer um so viel näher nach dem Glase

Glase zu liegen müsse, je kleiner der Halbmesser des Glases ist.

S. 354.

Nunmehr läßt sich auch bestimmen, wie diese Art von Gläsern Bilder von den vor ihnen liegenden Gegenständen machen. Der Punct E, 71 Fig. des Gegenstandes CD wirft einen Strahlenkegel auf die erhobene Linse AB, der sich nach dem Brechen irgendwo in der Linie Fe, etwan in e, hinter dem Glase in einen Punct oder in ein Bild des Punctes E sammelt. Wo dieses geschehe, das läßt sich aus dem Vorhergehenden bestimmen, wenn man die Entfernung des Gegenstandes CD von der Mitte der Linse F, und die Halbmesser der Krümmungen der Oberflächen an der Linse AB, nebst der Verhältniß der Refraction, kennt. Eben so wird der Punct C sein Bild in c machen, ohngefähr eben so weit von F als e, da C ohngefähr eben so weit von F liegt als E. D mache sein Bild in d, und alle zwischen C und D liegenden Puncte des Gegenstandes machen ihre Bilder zwischen c und d, woraus also das Bild des Gegenstandes cd selbst entsteht, welches, weil sich die Linien, Cc, Dd durchkreuzen, verkehrt liegt.

S. 355.

Wenn das Bild so weit hinter die Linse fällt, als der Gegenstand vor derselben liegt, so haben beide einerley Größe. Je näher der Gegenstand

U 2

nach

nach der Linse zurück, desto weiter fällt das Bild zurück und wird immer größer; überhaupt muß sich jederzeit FE zu EC verhalten, wie Fe und ec. Stünde der Gegenstand im Brennpuncte des Glases, so würde er sein unendlich großes Bild in einer unendlich großen Entfernung machen, folglich unsern Augen gar kein Bild zeigen. Befände sich endlich der Gegenstand näher nach dem Glase, als der Brennpunct liegt, so würden die zusammen gehörigen Strahlen noch weniger hinter der Linse ein Bild machen können, da sie aus einander, nicht zusammen, fahren; aber diese aus einander fahrenden und von Einem Puncte herrührenden Strahlen werden doch verlängert vor dem Glase in Einen Punct zusammenkommen, den man als eine Art von Bild, als ein unsichtbares Bild des Punctes am Gegenstande ansehen könnte, von dem diese gebrochenen Strahlen herrühren. So würde sich also in diesem Falle ein unsichtbares Bild von dem ganzen Gegenstande vor dem Glase zusammensehen.

S. 356.

Alle Linsen welche in der Mitte dünner sind, als an den Seiten, nämlich das Concarconcarglas, das Planconcarglas, und das Concarconcarverglas, die man zusammengenommen hohle Gläser nennen kann, brechen parallele Strahlen so, daß sie sich nach dem Brechen immer weiter
von

von demjenigen Strahle entfernen, der durch die Aze des Glases durchgeht und ungebrochen bleibt, 72 Fig. Die gebrochenen Strahlen, wenigstens die, welche nicht weit von der Aze einfallen, fallen folglich so, als wenn sie alle aus einem Puncte F kämen, der auf der andern Seite des Glases liegt und der Zerstreungspunct (punctum dispersus) genannt werden kann, bisweilen auch wohl der Brennpunct (focus) heißt.

Die Brennweite dieser Gläser wird eben so berechnet, als der erhobenen ihre (S. 351), aber die Halbmesser sind hier verneinte Größen.

S. 357.

Fallen aber aus einander fahrende Strahlen von einem Puncte auf ein solches Glas, so ist es leicht einzusehen, daß die gebrochenen Strahlen noch immer weiter aus einander fahren müssen, je näher eines Theils der strahlende Punct bey dem Glase liegt, und je kleiner andern Theils der Halbmesser der Höhlung des Glases ist.

S. 358.

Da die durch eine Linse dieser Art gebrochenen Strahlen immer weiter auseinander fahren, und nie zusammen gehen, so können sie auch kein Bild von den Gegenständen machen außer ein unsichtbares (S. 355), wie die erhobenen Linsen unter gewissen Umständen thun. Dieses unsichtbare Bild rückt immer näher gegen die Linse, je näher ihr der Gegenstand liegt; weiter als der Brenn-

punct kann es nicht davon entfernt liegen, denn dieser ist der Ort, wo das Bild eines unendlich entfernten Gegenstandes hinfällt.

§. 359.

Gegenstände, die man durch ein hohles Glas ansieht, erscheinen verkleinert und in einer größern Entfernung, als worin sie wirklich liegen. Wenn ein bloßes Auge in C, 73 Fig. den Gegenstand AB ansieht, so erscheint er ihm unter dem Sehwinkel ACB, wird nun aber das hohle Glas GH dazwischen gehalten, so können nur die gebrochenen Strahlen ADC, BEC von den Punkten A und B dieses Gegenstandes in das Auge gelangen, und man sieht ihn also unter dem kleineren Sehwinkel DCE: folglich erscheint er kleiner und scheint deswegen in einer größern Entfernung zu stehen.

§. 360.

Endlich ist noch bey den Bilbern, welche die verschiedenen Gläser oder auch die Spiegel machen, zu erinnern, daß wenn anstatt eines Gegenstandes selbst ein Bild, das durch ein anderes Glas oder durch einen andern Spiegel gemacht worden, vor ein Glas oder einen Spiegel gesetzt wird, dieses eben so ein neues Bild nach eben den Gesetzen hervorbringt, als wenn es ein wirklicher Gegenstand selbst wäre, der mit dem Bilde an Größe und Gestalt übereinkäme.

§. 361.

S. 361.

Ich habe von allen diesen Sätzen die Beweise weglassen müssen, die, wenn ich sie durch Zeichnungen geführt hätte, sehr weitläufig und dennoch nicht allgemein gewesen, durch Rechnungen aber gewiß den meisten derer, für die ich schreibe, sehr ermüdend, langweilig, und vermuthlich auch unverständlich, vorgekommen seyn würden. Wenn doch aber diejenigen, welche die Naturlehre gründlich zu fassen wünschen, an dergleichen Beispielen lernen möchten, daß es ohne hinlängliche mathematische Kenntnisse unmöglich ist ihren Wunsch zu erreichen.

Bei den Zeichnungen lassen sich die Spiegel und Linsen durch Linien vorstellen, weil der einfallende und der zurückgeworfene Strahl (und das Einfallslot L.) in Einer Ebene bleiben (§§. 321, 441).

Die Farben des Prisma.

S. 362.

Wenn man in einem verfinsterten Zimmer das durch ein kleines rundes Loch einfallende Bündel paralleler Sonnenstrahlen AB , 74 Fig. durch ein dreyeckiges gläsernes Prisma CDE auffängt, so sind die Strahlen nach dem Brechen nicht mehr gleichlaufend, sondern gehen immer weiter aus einander, FG , HI . Fängt man diese gebrochenen Strahlen mit einer Wand auf, so machen sie auf derselben ein länglicht viereckiges Bild, das oben und unten mit krummen Li-

nen begränzt ist, und aus folgenden übereinander liegenden und zwischen sich zusammenfließenden Farben besteht, von unten nach oben gerechnet: roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau, violet.

§. 363.

Da die Strahlen AB alle unter einander parallel auf das Prisma auffallen, so sollten sie auch den Gesetzen der Refraction zufolge nach dem Brechen alle parallel bleiben (§. 345). Da das nicht geschieht, so darf man schließen, daß ein Theil dieser Strahlen stärker als der andere in dem Prisma gebrochen werde; und zwar der, welcher das rothe Bild an der Wand hervorbringt, oder die rothen Strahlen, am schwächsten, die violeten am stärksten.

§. 364.

Wenn man zwischen FH und GI ein erhobenes Glas hält, welches die auffallenden Strahlen in einen Punct vereinigt (§§. 350, 353), so werden alle diese farbichten Strahlen in dem Vereinigungspuncte wieder in ein weißes Licht verwandelt, das wie das gewöhnliche Sonnenlicht aussieht. Fängt man aber einen der farbichten Strahlen allein wieder mit einem zweyten Prisma auf, wie vorher das ganze Bündel von Sonnenstrahlen, so behält dieser Strahl nach dem Brechen seine Farbe die er vorher hatte, und wird völlig so gebrochen, wie es nach dem 345 §. geschehen

schehen sollte, nur der rothe weniger als die übrigen, die andern nach der Ordnung mehr, und und der violete am meisten.

S. 365.

Auch Licht, das von andern leuchtenden Körpern kömmt, bringt durch das Prisma eben die siebenereley farbichten Strahlen hervor, die das Sonnenlicht hervorbringt; selbst das Licht, wodurch wir dunkle Körper sehen; so wie auch wirklich dunkle Körper in der Gegenwart leuchtender gleichsam leuchtende Körper sind (S. 301).

S. 366.

Hieraus folgert Newton, daß das Sonnenlicht nicht nur, sondern auch anderes Licht ein aus siebenereley einfachen und gleichartigem Lichte gemischtes und zusammengesetztes ungleichartiges Licht sey. Eine jede Art dieses einfachen und gleichartigen Lichtes habe einen eignen Grad der Brechbarkeit, und das sey der Grund, warum diese einfachen Arten von Licht durch das Prisma von einander abgetrennt und ein gewöhnlicher Lichtstrahl in sieben einfache Lichtstrahlen gleichsam gespalten werde. Man nenne das Licht, welches am wenigsten brechbar ist, rothes; das welches etwas brechbarer ist, orange gelbes u. s. w. weil jenes die Körper, worauf es fällt, roth, dieses orange gelb, u. s. w. dem Auge darstellt: das zusammengesetzte oder ungleichartige Licht

hingegen sey weiß. Die Ursache der verschiedenen Brechbarkeit der einfachen Lichtstrahlen sucht er in der verschiedenen Größe der Kügelchen, woraus eine jede Art besteht, und glaubt, die violeten Lichttheilchen seyn die kleinsten, die rothen aber die größten.

§. 367.

Man wird leicht mutmaßen können, daß Euler die Hervorbringung der Farben durch das Prisma ganz anders erklären müsse. Er gedente sich einen Lichtstrahl als eine Reihe von Schlägen auf den Aether, die aber nicht mit gleichen Geschwindigkeiten auf einander folgen. Hierin besteht nach Euler das Zusammengesetzte in einem Lichtstrahle; die Theilchen des Aethers selbst sind unter sich gleichartig. Wenn nun ein solcher zusammengesetzter Lichtstrahl schief gegen einen brechenden durchsichtigen Körper fällt, so werden die Schläge, welche schneller auf einander folgen, weniger gebrochen, als die welche weiter von einander liegen, und so entstehen also durch das Brechen aus Einem Strahle mehrere. Dann würde folglich das rothe Licht die größte Geschwindigkeit der Schläge, das violete die geringste haben.

Nachher hat Euler es für wahrscheinlicher gehalten, daß das rothe Licht die geringste, das violete aber die größte Geschwindigkeit habe.

§. 368.

S. 368.

So wären also die Farben für das Auge das, was die Töne für das Ohr sind; die violete Farbe wäre gleichsam der tiefere Ton, die rothe der höhere (oder vielleicht umgekehrt); das Weiße wäre das für das Auge, was ein undeutliches Geräusche und ein Gemisch von allen Tönen für das Ohr ist. Aber ich wenigstens muß gestehen, daß ich mir die mehrern Octaven von Farben nicht gedenken kann, von denen Hr. Euler redet; mir scheint vielmehr die Reihe von Farben, von der rothen an bis zur violeten, die sammt den Veränderungen, die der Ansaß des Schwarzen darin verursacht, wovon hernach weiter geredet werden wird, und zugleich mit den Accorden die sich daraus zusammen setzen lassen, der Inbegriff aller für uns empfindbaren Farben zu seyn.

Man hat auch eine Farbenmusik erfunden, wobey das Auge durch eben eine solche Mannichfaltigkeit von Farben ergötzt werden sollte, wie das Ohr bey einer Musik durch die Mannichfaltigkeit der Töne; sie hat aber ihr Glück nicht machen können.

(S. Mendelsohns Briefe über die Empfindungen 2ter Brief und die Note dazu. Ferner Krügers Abhandl. Misc. Berolin T. VII. p. 345. Heydenreich's System der Aesthetik I Band. Leipzig 1790, 6te Betrachtung. 2.)

S. 369.

Wenn von den sieben einfachen Arten von Licht das eine brechbarer ist als das andere, so muß es für eine jede derselben auch eine eigene

eigene Verhältniß der Refraction geben. Newton giebt sie zwischen Glase und Luft aus seinen Versuchen auf folgende Weise an:

für rothes Licht	77 bis $77\frac{1}{8}$: 50
für orangegelbes	$77\frac{1}{2}$
für hellgelbes	$77\frac{1}{3}$
für grünes	$77\frac{1}{2}$
für hellblaues	$77\frac{2}{3}$
für dunkelblaues	$77\frac{7}{8}$
für violetes	$77\frac{7}{8}$ bis 78 : 50

Die sieben Farben nennt er einfache gleichartige oder Grundfarben, die andern aus der Vermischung jener entstehenden, ungleichartige oder zusammengesetzte Farben.

§. 370.

Das farbichte Bild besteht aus so viel Kreisen, als Farben darin sind, wovon der eine, roth, der andere orangeltb u. s. w., der letzte violet ist, und die in einander in den farbichten Streifen (§. 362.) zusammenfließen. Jeder dieser Kreise ist das Bild der Sonne, daß von solchem Lichte, dessen Brechbarkeit verschieden ist, auch nicht an Einen Ort fallen kann. Weil aber diese Kreise oder Bilder der Sonne so groß sind, daß sie nur deswegen in einander zusammenfließen, so kann man sie dadurch kleiner machen, daß man ein erhobnes Glas zwischen das Prisma und das Loch im Fensterladen hält; dann stellt sich jedes einfache Licht in Gestalt kleiner

kleiner runden Scheiben einzeln vor, in einer Reihe über einander, 75 Fig. a ist das rothe, b das violete Licht.

S. 371.

Aus den bisher angestellten Untersuchungen folgt nun auch, daß sich hinter einer erhobenen Linse von einem Gegenstande nicht Ein Bild sammeln müsse, wie vorher (S. 354.) erwiesen wurde, ehe wir die Ungleichartigkeit des Lichtes kannten; sondern so viel Bilder, als einfache Arten von Licht in dem zusammengesetzten enthalten sind. Und zwar muß das Bild vom rothen Lichte am weitesten hinter die Linse fallen, da dieses Licht am wenigsten gebrochen wird; das violete Bild aber muß am nächsten nach dem Glase zu liegen, da das violete Licht am stärksten gebrochen wird. Dieß nennt man die Abweichung der Strahlen wegen der Farben (*aberratio ob diuersam refrangibilitatem*).

S. 372.

Das Bild einer Sache hinter einer erhobenen Linse muß eben daher eine gewisse Undeutlichkeit bekommen. ab 76 Fig. sey das violete Bild einer Linie, die vor der Linse AB steht, cd das rothe Bild von eben der Linie, so wird man nirgends ein völlig deutliches Bild davon auffangen können. In ab z. E. sind die Strahlen, welche das Bild cd ausmachen sollen, noch
nicht

nicht in eins zusammengefloßen; das violete Bild ab wird also mit rothen Strahlen und mit Strahlen der übrigen Farben durchschnitten, die aber ganz andern Puncten des Gegenstandes zugehören, und daher in ihrer Vermischung unmöglich ein deutliches Bild ausmachen können.

ABB. GOTTH. KAESTNERI diss. de aberrationibus lentium ob diuersam refrangibilitatem radiorum; im II B. der *Comment. Goetting.* p. 183.

Hierbey wird von achromatischen Prismen und Linsen- Gläsern in den Vorlesungen gehandelt. L.

Wie die Körper Farben zeigen.

S. 373.

Leuchtende Körper können eine gewisse Farbe zeigen, wenn sie, der Newtonischen Theorie zu Folge, nur Eine Art von Lichtstrahlen allein, wenigstens nicht alle sieben zugleich ausstrahlen, als in welchem Falle sie dem Auge weiß erscheinen würden. Nach der Eulerischen Theorie hängt die Farbe eines leuchtenden Körpers davon ab, ob seine Theilchen dem Aether Schläge von einerley bestimmten, oder von verschiedenen Geschwindigkeiten eindrücken.

Nach dieser Eulerischen Theorie ließe sich also ein Grund angeben, warum die Flamme eines Lichtes unten blau, oben roth ist. (Noch viel natürlicher nach der Newtonischen. *Observations and Exper. on the Light of bodies in a state of combustion by the Rev. Mr. MORGAN Philos. Trans. Vol. 75. L.*)

S. 374.

S. 374.

Dunkle Körper würden eine gewisse Farbe zeigen, wenn bloß Eine Art von Licht auf sie fielen. Nun fällt aber gemeiniglich ein weißes Licht, oder Licht von allen Farben auf sie; also muß der Grund ihrer Farbe mehr in der Beschaffenheit ihrer Oberfläche liegen. Newton lehrt bezweigen, da er glaubt, daß dunkle Körper durch die von leuchtenden Körpern auf sie fallenden und von ihnen zurückgeworfenen Strahlen sichtbar werden, ihre Farben rühren daher, daß sie nur gewisse Strahlen zurückwerfen, die andern aber einsaugen. Er nimmt zu dem Ende an, auf der Oberfläche der Körper geschehe in den dünnsten Blättchen der Körper, die eben wegen ihrer geringen Dicke das Licht durchlassen, eben das mit den Strahlen, was ihnen im Prisma widerfährt, und dann erfolge erst die Reflexion; wodurch sie sichtbar werden. Aber diese Erklärung scheint wohl etwas zu gekünstelt *).

Weil die Ursache, warum ein Körper eine gewisse Farbe zeigt, in der Beschaffenheit seiner Oberfläche liegen muß, so läßt es sich allenfalls begreifen, wie einige Blinden die Farben durch das Gefühl unterscheiden können; wenn anders die Nachrichten davon historisch richtig sind.

- *) Nicht um ein Haar gekünstelter als nach der Eulerschen, ja viel natürlicher, weil Newton alle Scheidung des gemischten Lichtes natürlicher erklärt. Man sehe auch was der Hr. Verfasser im folgenden § und hauptsächlich was er in der Anmerkung zum 379ten eingeseht. L.

S. 375.

S. 375.

Indessen scheint mit dieser Newtonischen Erklärung die Bemerkung sehr wohl übereinzustimmen, daß alle sehr dünnen durchsichtigen Blättchen eine gewisse Farbe zeigen, die von ihrer verschiedenen Dicke abhängt; und zwar daß sich dabey in der Reflexion jedes Mal andere Farben sehen lassen, als bey der Refraction. Man bemerkt diese Farben z. B. an Seifenblasen; oder auch, wenn man zwey erhobene Bläser von einem großen Halbmesser gegen einander drückt. Aber man könnte auch, wenn man die Eulerische Theorie vorzieht, sagen, ein durchsichtiges dünnes Blättchen zeige eben so nur Eine gewisse Farbe, wie eine gespannte Saite nur Einen gewissen und bestimmten Ton angiebt, wenn sie erschüttert wird *).

Observations sur des couleurs engendrées par le frottement des surfaces planes et transparentes, par Mr. l'abbé MAZEAS; in den *Mém. de l'acad. roy. des sc. de Berl.* 1752. pag. 243. und in den *Mém. présent. Tom. II.* pag. 26.

Essai d'une explication physique des couleurs engendrées sur des surfaces extremement minces par Mr. EULER; in den *Mém. de l'acad. roy. des sc. de Berl.* 1752. pag. 262.

*) Über die Saite giebt nach allen Seiten denselben Ton, dasselbe schwingende Blättchen hingegen dem Auge eine Farbe bey der Reflexion und eine andere bey der Refraction. L.

S. 376.

Ueberhaupt scheint es nach Eulern, ein Körper sehr roth aus, wenn die meisten Theile auf der Oberfläche desselben die Spannung haben,
daß

daß sie dem Aether nur diejenige Geschwindigkeit eindrücken, welche in unserm Auge die empfindung der rothen Farbe hervorbringt, u. s. w. Weiß ist der Körper, der dem Aether Schläge mit allerley proportionirlich vermischten Geschwindigkeiten mittheilt; schwarz, wenn er dem Aether gar keine Schläge eindrückt. Schwarz ist also eigentlich keine Farbe, sondern eine Abwesenheit aller Farben und alles Lichts; auch sehen wir eigentlich nichts Schwarzes, sondern nur die Gränzen desselben.

Das Auge sieht daher auch die weiße Farbe, wenn es alle übrigen Farben an einem Orte zugleich oder schnell hintereinander sieht.

S. 377.

Indessen haben doch fast alle Körper auf ihren gefärbten Oberflächen Theilchen, welche dem Aether gar keine Schläge geben können; und ihre Farbe ist also gleichsam mit schwarz gemischt. Weiß mit schwarz gemischt giebt z. B. die verschiedene Art von Grau. Auch scheinen alle Körper der Farben mit Weiß gemischt zu seyn; oder es scheinen alle Körper Theilchen auf ihrer Oberfläche zu haben, die den Aether mit verschiedener Geschwindigkeit erschüttern. Wie man alles dieß nach der Newtonischen Theorie erklären kann, ist leicht begreiflich.

S. 378.

Wenn daher auf einen Körper von irgend einer Farbe an einem dunkeln Orte nur rothes
F
Licht

Licht geworfen wird, so sieht der Körper roth aus; es werden nur die Theilchen seiner Oberfläche dadurch in eine schwingende Bewegung gesetzt, auf welche das rothe Licht wirken kann, und die also gegenseitig wieder nur das rothe Licht hervorbringen können. Indessen erscheinen einige dabey mit einer lebhaftern, andere mit einer matten Farbe des Lichtes, das auf sie geworfen wird; und zwar am lebhaftesten erscheinen die rothen Körper im rothen Lichte, u. s. w.

S. 379.

Gemischte Farben hat ein Körper, wenn er zwey oder mehrere Arten von Licht zugleich vorzüglich in Bewegung setzt. Eine solche gemischte oder zusammengesetzte Farbe kann einer einfachen ähnlich seyn; z. B. roth und gelb gemischt giebt orange-gelb; aber die einfachen und die ihnen ähnlichen zusammengesetzten Farben haben doch nach Newtons Beobachtung den Unterschied, daß jene durch das Prisma betrachtet unverändert bleiben, diese aber dennoch in ihre einfachen Farben getheilt werden. Deswegen kann ich dem sel. Mayer darin nicht beypflichten, daß eigentlich nur roth, gelb und blau reine Farben, und das Orange-gelbe, Grüne und Violete selbst im Prisma gemischt seyen *).

*De affinitate colorum commentatio, auct. TOB. MAYER; in
seinen opp. ined. Vol. I. pag. 31.*

Beschreibung einer mit dem Calaischen Wachse ausge-
mahlten Farbenpyramide, durch J. S. Lambert.
Berlin, 1772. 4.

Etwas

Etwas Aehnliches mit Mayer behauptet MICH. LOMONOSOW de origine lucis. Petrop. 1758. 4.

Vielleicht läßt sich auch von diesen zusammengesetzten den einfachen ähnlichen, aber doch wesentlich von ihnen unterschiedenen Farben, ein wichtiger Zweifel gegen die Eulerische Farben-Theorie hernehmen.

- *) Mayer dürfte ja nur sagen, daß z. B. im grünen Strahle bloß ein Theil des gelben Lichts mit einem Theil des blauen so stark verbunden sey, daß ihre verschiedene Brechbarkeit sie nicht zu trennen vermöchte, sie daher zusammen nach einer mittleren Richtung durchgingen. (L.)
- * Aug. Lud. Pfannenschmids Versuch einer Anleitung zum Mischen aller Farben aus blau, gelb und roth, herausgegeben von Ernst Rudolph Schulz. Hannover, 1781. 8.
- * Christ. Friedr. Prangens Farben-Pericon II Bände. Halle, 1782. 4.
- * Ebendesselben Schule der Malerey. Halle, 1782. 8.

S. 380.

Wie durchsichtige Körper gefärbt seyn, das läßt sich auch leicht aus der einen oder der andern Hypothese erklären; wie auch, warum andere Körper, die man durch solche durchsichtige gefärbte Körper ansieht, mit der Farbe dieser leßtern erscheinen. Es giebt aber auch Körper, die von verschiedenen Seiten betrachtet, verschiedene Farben zeigen: z. B. der schilfernde Taffent, der Opal, Wasser mit Nierenholz gefärbt; wovon der Grund in der Bildung und Lage der kleinern Theile zu suchen ist.

Einige Naturforscher bejahen, andere verneinen die Frage, ob die Luft wirklich blau ist.

S. 381.

Färben und Malen heißt die Lage oder die Spannung der Theile auf der Oberfläche, oder

F 2

auch

auch in dem Innern eines Körpers dergestalt verändern, daß er nun dem Auge andere Farben zuschickt, als vorher. Dergleichen Veränderungen an den Farben der Körper, bringt die Natur täglich hervor; die Kunst thut es ebenfalls, und erweckt manchmahl Verwunderung, wenn sie durch die Vermischung zweyer Körper eine Farbe hervorbringt, die weder der eine noch der andere Körper für sich allein hatte.

Hierher gehören auch verschiedene sogenannte sympathetische Tinten.

° Farbenverwandlung; oder Anleitung durch Vermischung zweyer wasserhellen Flüssigkeiten alle Hauptfarben augenblicklich darzustellen von Tilebein (Crells Chem. Ann. 1785. 2tes St.)

° Versuche und Bemerkungen über die Ursache der dauerhaftesten Farben undurchsichtiger Körper von Edw. Jussey Delaval aus dem Engl. nebst einer Vorrede von D. Lorenz Crell. Berlin und Stettin. 1788. 8. In der Vorrede befindet sich eine Prüfung der Lehrmeinung des Verf. von Hrn. Prof. Klügel und von mir. L.

Was ächte und unächte Farben in der Farbekunst sind; wie manche an der Luft oder an dem Sonnenscheine verschiefen; wie einige Materien auf gefärbten Zeugen flecken, andere Flecken wegnehmen, u. d. gl.

Man sollte, wo nicht selbst im gemeinen Leben, doch wenigstens da, wo wissenschaftlich gesprochen wird, für die Farben der Maler und der Färber ein anderes Wort z. B. Pigment gebrauchen. Das rothe Licht selbst wäre also rothe Farbe (color); Zinnober hingegen oder der von jenem Lichte gefärbte Körper, ein rothes Pigment. Blaue und gelbe Farbe geben allemahl in der Mischung eine grüne, das blaue Lacmus hingegen mit der gelben Salpetersäure verbunden ein rothes Pigment. Die Chemie liefert unzählige Beyspiele von ähnlichen Veränderungen. L.

§. 382.

Vor diesem bildete man sich ein, die verschiedenen Farben seyen Mischungen von Licht und Schatten in verschiedenen Proportionen; ja man berechnete sogar diese Proportionen für die mancherley Farben. Eigentlich würde aber dieß so viel heißen, als: eine Farbe sey ein Gemisch von Etwas und Nichts; denn Schatten ist in der That nichts.

Von den optischen Werkzeugen: das Auge,
und dessen Fehler.

§. 383.

Ungeachtet die Betrachtung des Auges eigentlich nicht hierher, sondern in die Naturgeschichte gehört, so hängt sie dennoch so genau mit dem Vorgetragenen und Verschiedenem des Nachfolgenden zusammen, daß ich mich hier nicht entbrechen kann, dieß natürliche optische Werkzeug kürzlich zu beschreiben. Es besteht aus verschiedenen Häuten, die eine Kugel bilden, welche vorne durchsichtig ist, inwendig aber drey durchsichtige Körper von einer verschiedenen Dichtigkeit enthält, die man Feuchtigkeiten des Auges (humores) nennt; wovon die vordere, oder die wässerichte Feuchtigkeit ganz flüssig, die hintere, oder die glasartige gallertartig, und die in der Mitte dazwischen liegende, oder die krystallene, die auch wohl die Krystallinse (lens crystallina) genannt

genannt wird, noch härter ist. Diese letztere hat nämlich das Ansehen eines auf beiden Seiten erhobenen geschliffenen Glases, und macht auch wirklich von den nicht zu nahe vor dem Auge liegenden Gegenständen ein verkehrtes Bild, das wegen der übrigen Fechtigkeit des Auges erst auf den Boden desselben fällt, der mit einer empfindenden Nervenhaut bekleidet ist.

S. 384.

Die vordere durchsichtige Stelle am Auge, wodurch die Lichtstrahlen einfallen, erweitert oder verengert sich, nachdem die Gegenstände mehr oder weniger helle sind, nach denen das Auge gerichtet ist. Am weitesten ist diese Oeffnung an einem dunkeln Orte, damit desto mehr Lichtstrahlen ins Auge gelangen können; und weil sich das Auge nicht so plötzlich wieder verengern kann, wie man aus dem Dunkeln ins Helle tritt, so blendet alsdann das stärkere Licht die Augen.

S. 385.

Das Sehen scheint wirklich vermittelt der Bilder zu geschehen, welche die Gegenstände auf der empfindenden Nervenhaut des Auges machen, und die den Gegenständen selbst an Gestalt und Farbe ähnlich sind. Ob wir aber daran die Farben von einander unterscheiden, daß die Strahlen von der einen Farbe mehr oder weniger Masse haben, oder sich geschwin-
ber

der oder langsamer bewegen, oder die empfindenden Fasern des Auges mehr oder weniger erwärmen, als die Strahlen von einer andern Farbe, das wird sich schwerlich ausmachen lassen.

Die Erzeugung der Farben, eine Hypothese von C. S. G. Westfeld. Göttingen, 1767. 8.

S. 386.

Man mag aber unter allen diesen oder auch andern Hypothesen annehmen, welche man will: so ist das nichts Unbegreifliches, daß, wie die Erfahrung lehrt, einige Zeit darüber hingeht, ehe das Bild im Auge, und folglich auch die Empfindung davon, wieder verlöscht, wenn der Gegenstand selbst nicht mehr auf das Auge wirkt; wie auch, daß das Auge bisweilen Farben sieht, die nicht von sichtbaren Gegenständen erweckt worden sind; so wie andere Ursachen ähnliche Veränderungen im Auge bewirken können. Dergleichen Farben nennt Buffon zufällige.

Hierher gehören auch die Funken, die man sieht, wenn man die Augen reibt oder brüht, die von einer Erschütterung der Nerven zu entstehen scheinen; in gleichem Flecken, u. d. gl. die man vor den Augen herum fliegen zu sehen glaubt, fremde Farben, worin uns gewisse Körper erscheinen, gefärbte Schatten, u. s. w.

Dissertations sur les couleurs accidentelles, par M. DE BUFFON; in den *Mém. de l'acad. roy. des sc.* 1743. p. 147.
Des Herrn de Buffon Abhandlung von den zufälligen Farben; im 1 Bände des *Samb. Mag.* 425 S.
Observationes quaedam ad opticam pertinentes, auctore F. V. T. AEDINO; in den *Comment. petrop. nov.* T. X. pag. 282.

Albr. Lud. Friedr. Meister Beobachtungen über die Augenkrankheit, da man Fliegen, Spinnweben, oder dergleichen vor den Augen herumfahren zu sehen glaubt; im XXIII B des Hamb. Mag 227 S.

Sur la source d'une illusion du sens de la vue, qui change le noir de couleur d'écarlate, par M. BEGUELIN; in den *Nouv. mém. de l'acad. roy. des sc. de Prusse* 1771. p. 8.

Von den sogenannten zufälligen Farben handeln noch Jurin am Ende von Smith's Optic; d'Arcy in den *Mem. de Paris* pour 1765 und vorzüglich lehrreich D. Robert Waring Darwin, von dessen Abhandlung sich in C. Grosse Magazin für die Naturgeschichte des Menschen im 2ten Bandes 2ten St. S. 66 — 128 eine Deutsche Uebersetzung befindet; auch Franklin *Experim. and observ.* London 1769. S. 470. L.

Warum sehen wir die Gegenstände mit zwey Augen nur einfach? Hat die Frage: warum wir die Gegenstände trotz des verkehrten Bildes auf der Netzhaut aufrecht sehen, einen vernünftigen Sinn? L.

Hier etwas von den farbichren Schattcn, wovon die Theorie noch nicht ganz aufs Reine gebracht ist, und vielleicht ohne genauere Kenntniß des wechselseitigen Einflusses gewisser Farben aufeinander, der vom Organ selbst abhängt, auch nicht gebracht werden kann. Man sehe hierüber die schönen Erfahrungen in der Schrift: *Observations sur les ombres colorées*, par H. F. T. a Paris 1782. 8. und die von Herrn Monge im III. T. der *Annales de Chimie*. Deutsch in Gren's Journal B. II. S. 142. L.

S. 387.

Da das Bild eines entfernten Gegenstandes nicht so weit hinter ein erhobenes Glas, und eben so auch nicht so weit hinter die Krystalllinse des Auges fällt, als das Bild eines nähern, und wir doch die Gegenstände in verschiedenen Entfernungen deutlich wahrnehmen können; so

so haben wir Grund zu schließen, daß, indem wir nach fernen Gegenständen sehen, entweder die Krystalllinse unseres Auges näher nach dem Boden desselben zurücke, oder auch flacher werde als vorher, oder daß sich endlich der Boden des Auges der Krystalllinse nähere; und daß bey nahen Gegenständen gerade das Gegentheil geschehe. Ob aber wirklich die Gestalt oder der Ort der Krystalllinse verändert werde, das ist noch nicht ausgemacht.

§. 388.

Bei sehr nahen Gegenständen müßte die Krystalllinse auch immer weiter von dem Boden des Auges abrücken, oder sehr stark erhoben werden. Da aber eine jede dieser Veränderungen ihre Gränzen haben muß, so erhellet die Ursache leicht, warum es auch eine gewisse Gränze geben muß, wie weit wenigstens die Dinge von dem Auge liegen müssen, wenn wir sie deutlich sehen sollen. Der Erfahrung zufolge beträgt diese Gränze meistens acht Zoll, aber sie ist freylich nicht bey allen Augen gleich. Eben so muß es auch auf der andern Seite wieder eine Gränze geben, wie nahe wenigstens uns ein Ding seyn muß, wenn wir es deutlich sehen sollen; aber diese Gränze läßt sich noch weniger mit einiger Allgemeinheit bestimmen.

§. 389.

Wenn das Auge mit zunehmendem Alter nicht allein selbst austrocknet und die Krystall-

linse folglich dem Boden des Auges zu nahe kömmt, sondern die Krystalllinse auch eben deswegen flacher wird: so können sich nur weit entlegene Dinge auf dem Boden des Auges abbilden; von nähern Dingen würde das Bild gleichsam hinter das Auge hinausfallen, und auf dem Boden kann also kein ordentliches Bild davon entstehen. Ein solches Auge sieht also auch nur bloß entfernte Gegenstände deutlich, aber nahe nicht, und heißt deswegen weitsichtig (presbyta).

S. 390.

Würde ein erhobenes Glas vor ein weitsichtiges Auge gehalten, so würden die Strahlen, welche das Bild machen sollen, eher zusammenfahren, und das Bild von dem zu nahen Gegenstande auf den Boden des Auges, und so fallen, als ob es von einem entferntern Gegenstande herührte. Diesen Nutzen leisten die Brillen einem weitsichtigen Auge; wenn sie aber ein solches Auge nicht immer mehr verderben und noch weitsichtiger machen sollen, so müssen sie die Strahlen dergestalt brechen, als wenn sie aus der geringsten Entfernung kämen, in welcher das weitsichtige Auge noch deutlich sehen kann. Daher muß ein Weitsichtiger unter mehrern erhobenen Gläsern, wodurch er nahe Sachen gleich deutlich sieht, das wählen, welches den größten Halbmesser hat, oder welches am wenigsten vergrößert.

Die

Die Erfindung der Brillen scheint in das Ende des dreizehnten Jahrhunderts zu fallen, und von Salvino d'Armato degli Armati aus Florenz zu seyn.

S. 391.

Ein Auge kann aber auch den entgegengesetzten Fehler haben und sein Boden so weit von der Krystalllinse liegen, oder die Krystalllinse so stark erhoben seyn, daß nur von nahen Gegenständen das Bild auf den Boden des Auges, von entfernten aber davor fällt. Ein solches Auge sieht nur nahe Gegenstände deutlich, die entfernten aber undeutlich, und wird aus dieser Ursache kurzsichtig (myops) genannt. Es nimmt diesen Fehler leicht an, wenn es vornehmlich und lange gebraucht wird, nur nahe Gegenstände, selten aber entfernte zu betrachten. Im Alter kann sich der Fehler verlieren, wenn das Auge mehr austrocknet.

S. 392.

Ein hohles Glas vor ein kurzsichtiges Auge gehalten verhütet, daß die dadurch gehenden Strahlen nicht so geschwind zusammen treten, und dann fällt also das Bild von entfernten Gegenständen weiter zurück und dahin, wohin es fallen sollte auf den Boden des Auges. Parallele Strahlen werden nämlich durch ein hohles Glas dergestalt gebrochen, als wenn sie aus dem Zerstreuungspuncte des Glases kämen (S. 356), für aus einander gehende und auf das hohle Glas fallende Strahlen fällt der Zerstreuungspunct
noch

noch näher nach dem Glase zu; und der entfernte Gegenstand wird also so dadurch gesehen, als wenn er in dem Zerstreungspuncte des Glases läge. Soll aber das Auge bey dem Gebrauche eines hohlen Glases nicht immer noch kurzsichtiger werden, so muß dieser Zerstreungspunct des Glases nicht zu nahe bey ihm liegen, daß heißt, das Hohlglas muß so wenig hohl seyn, als es nur eben seyn darf, um die entfernten Gegenstände dem Auge deutlich zu machen; es muß unter mehrern, wodurch das kurzsichtige Auge deutlich sieht, am wenigsten verkleinern.

(Versuche mit dem künstlichen Auge. 2.)

Das finstere Zimmer.

S. 393.

Wenn man in die Wand eines verfinsterten Zimmers eine kleine Oeffnung C, 77 Fig. macht, so bilden sich an der gegenüberstehenden Wand die vor der Oeffnung außerhalb des Zimmers befindlichen Gegenstände verkehrt ab. Auf den Punct d nämlich an der Wand können keine andern Lichtstrahlen fallen als die von D kommen, und auf e keine andere als die von E kommen, woraus die Entstehung der Erscheinung de an der Wand bald begreiflich wird, die immer um so viel kleiner ist, je näher die Wand nach der Oeffnung C zu liegt. Einige Undeutlichkeit hat aber das Bild doch, weil die Oeffnung C unmöglich so klein seyn kann,

kann, daß alle von andern Punkten kommenden Strahlen abgehalten würden.

§. 394.

Würde aber die Oeffnung C etwas größer gemacht, ein erhobenes Glas hineingesetzt, und die Entfernung der Wand von der Linse nach der Brennweite derselben eingerichtet, so würde die Wand die Bilder auffangen, welche das erhobene Glas von den äußern Gegenständen verkehrt darstellt (§. 354), und so würde man in diesem finstern Zimmer (camera obscura) deutlichere Bilder sehen als vorhin, obgleich noch eine gewisse Undeutlichkeit übrig bleibe, die von der Abweichung wegen der Gestalt und wegen der Farben herrührt (§§. 352, 172). Durch einen an tragbaren sogenannten finstern Zimmern angebrachten ebenen Spiegel kann man das Bild auch auf eine andere Stelle werfen und das finstere Zimmer solchergestalt bequemer zum Abzeichnen der davorliegenden Dinge gebrauchen.

Die Fernröhre.

§. 395.

Fernröhre (telescopia) nennt man Werkzeuge, durch welche man entfernte Gegenstände deutlich und unter einem größern Sehewinkel, als mit dem bloßen Auge sehen kann. Die ersten Fernröhre sollen von einem Brillenmacher, Zacha-

Zacharias Janssen, und bald nachher von einem zweyten, Hanns Lipperhey, am Ende des sechszehnten oder im Anfange des siebenzehnten Jahrhunderts zu Middelburg erfunden worden seyn. (Cartesius giebt in seiner Dioptrik auch noch den Jacob Metius aus Alkmar für den Erfinder an. L.) Da aber ihre Einrichtung geheim gehalten wurde, so erfand Galilei die Fernröhre zum zweyten Mahle, und erhielt außer der Belohnung, die ihm der Doge von Venedig dafür gab, noch die, daß diese zuerst erfundene Art von Fernröhren jezo fast öfter Galileische als Holländische Fernröhre genannt wird.

De vero telescopii inuentore, cum breui omnium conspici-
liorum historia, auctore PETR. BORELLO. Hag. Com.
1655. 4.

S. 396.

Dieses Holländische oder Galileische Fernrohr besteht aus einem erhobenen Glase AB, 78 Fig. und einem hohlen CD, welche so gestellt sind, daß beider Brennpunct zusammen in F fällt. Parallele Strahlen, die von entfernten Gegenständen auf das erhobene Glas fallen, werden davon nach dem Brennpuncte F zu gebrochen, von dem Hohlglase aber, durch welches sie nun durchgehen müssen, dergestalt gebrochen, daß sie wieder parallel werden. Ein Auge, daß daher dicht vor dem Hohlglase läge, würde von den entfernten Gegenständen parallele Strahlen bekommen,

Kommen, und wenn es sonst gut in die Ferne sieht, diese Gegenstände folglich aufrechts und deutlich durch dieß Fernrohr sehen. Daß aber auch zugleich hierbey der Sehewinkel vergrößert wird, und zwar so viel Mahl, als die Brennweite des Hohlglases, welches man das Augenglas oder Ocularglas nennt, in der Brennweite des erhobenen, oder des Vorder- oder Objectivglases, enthalten ist, würde hier zu weitläufig seyn zu erweisen.

Weil man nur einen kleinen Raum durch das Holländische Fernrohr auf einmahl übersieht, und das Auge dicht an das Augenglas gehalten werden muß, so gebraucht man es heutiges Tages nur als ein Taschenperspectiv.

S. 397.

Das von Keplern erfundene Sternrohr (tubus astronomicus) besteht aus zwey erhobenen Gläsern, 49 Fig., wovon das Objectivglas AB eine lange, das Augenglas CD eine kurze Brennweite hat: diese Gläser stehen so, daß in F die Brennpuncte beider Gläser zusammen fallen. In F bildet sich also eine weit entlegene Sache durch das Objectivglas verkehrt und verkleinert ab; aber die Strahlen, die dieses Bild auf das Augenglas wirft, werden nachher parallel gebrochen und das Bild wiederum vergrößert. Man sieht daher durch das Sternrohr die Gegenstände verkehrt und so vielmahl vergrößert, als die Brennweite des Augenglases in der Brennweite des Objectivglases enthalten ist. Die Länge

Länge des Sternrohres findet man, wenn man beider Gläser Brennweite zusammen nimmt.

§. 398.

Setzt man vor das Augenglas des Sternrohres noch zwey andere Augengläser von kurzen Brennweiten auf eben dieselbe Weise, so hat man das Erdrohr (tubus terrestris). Dieses ist gleichsam ein doppeltes Sternrohr, wovon das nach dem Auge zu liegende, oder die beiden ersten Augengläser, dazu dient, daß sich die Gegenstände, die man durch das Erdrohr betrachtet, aufrechts darstellen, wenn diese beiden Gläser einerley Brennweite haben; hat aber das zweyte Augenglas eine größere Brennweite als das erste, so dienen beide zugleich mit zur Vergrößerung.

§. 399.

Weil Kurzsichtige solche Sachen, die sehr entfernt sind, oder wovon parallele Strahlen in ihre Augen fallen, nicht deutlich sehen, sondern nur solche, wovon aus einander gehende Strahlen auf das Auge fallen, so müssen sie das Augenglas oder die Augengläser bey allen diesen Fernröhren näher nach dem Objectivglase zu rücken, weil alsdann die von den Gegenständen ausgehenden Strahlen diese Richtung bekommen; und dann vergrößern ihnen diese Werkzeuge die Gegenstände noch mehr. Um nahe Gegenstände durch ein Fernrohr deutlich zu sehen, muß man die Gläser weiter von einander rücken.

§. 400.

S. 400.

Wegen der Undeutlichkeit, die von der Abweichung der Strahlen wegen der Gestalt der Gläser (§. 352) entstehen würde, giebt man den Objectivgläsern der Fernröhre Bedeckungen, wodurch man den auswendigen Ring von ihnen undurchsichtig macht und ihnen nur in der Mitte die gehörige Oeffnung läßt. Die Größe dieser Bedeckungen bestimmt man aus der Erfahrung; sie richtet sich nach der Verhältniß der Augengläser zu den Objectivgläsern und nach der Stärke des Lichtes der Gegenstände. In den Röhren, worin die Gläser stehen, sind auch die Blendungen befindlich, welche gleichsam den Augengläsern als Bedeckungen dienen.

Recherches sur la confusion des verres dioptriques causée par leur ouverture, par M. EULER; in den Mem. de l'acad. roy. des sc. de Prusse, 1761. p. 107.

Recherches sur les moyens de diminuer ou de reduire même à rien la confusion causée par l'ouverture des verres, par M. LEON. EULER; ebendas. pag. 147.

S. 401.

Weil die verschiedenen farbichten Bilder, welche das Objectivglas des Fernrohres macht, nicht alle auf eine Stelle fallen, so kann man auch das Augenglas niemahls so stellen, daß es alle Strahlen von dem Gegenstande auf die gehörige Weise in das Auge brächte, und es muß ein jedes Fernrohr daher eine gewisse Undeutlichkeit bekommen. Man hat durch Versuche ausgemacht, welche Objectiv- und welche Augenglä-

Y

ser

fer zusammengesetzt die geringste Undeutlichkeit machen; und nur diese darf man also verbinden, wenn man ein deutliches Fernrohr haben will; sonst könnte man mit einem jeden Objectivglase mittelst eines Augenglases von einer sehr kurzen Brennweite ein ungemein stark vergrößerndes Fernrohr machen (§. 397). So muß man aber zu den starken Vergrößerungen auch Objectivgläser von sehr langen Brennweiten nehmen, und folglich die Fernröhre manchmahl ungemein lang machen, welches indessen doch die Undeutlichkeit nicht gänzlich hebt.

§. 402.

Man hat auch Sternröhre mit zwey Augengläsern und Erdröhre mit fünf Augengläsern angegeben, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß zwey Augengläser von einer etwas längern Brennweite, welche zusammen genommen die Strahlen eben so stark brechen, als ein einziges von einer kürzern Brennweite, weniger Undeutlichkeit wegen der Farben verursachen. Indessen wird ein jedes Fernrohr immer um desto undeutlicher, aus je mehr Gläsern es besteht, weil auch das beste Glas nie vollkommen durchsichtig ist.

Récherches sur les lunettes à trois verres, qui représentent les objets renversés, par M. LEON. EHLER; in den *Mém. de l'acad. roy. des sc. de Prusse*, 1757. pag. 323.

§. 403.

Ueberhaupt behalten alle bisher betrachteten Fernröhre wegen der doppelten Abweichung der Strahlen

Strahlen eine gewisse auch bey der besten Einrichtung nie ganz zu hebende Undeutlichkeit. Zwar veranlaßte die Abweichung der Strahlen wegen der Gestalt der Gläser die Naturforscher, eine solche Gestalt für die Gläser zu suchen, bey der diese Abweichung weg fiel. Man gerieth bald auf die parabolische bald auf die elliptische, bald auf die hyperbolische Figur, die man den Gläsern anstatt der Kugelgestalt geben wollte. Als man aber die weit beträchtlichere Abweichung der Strahlen wegen der Farben näher kennen lernte, so gab man jene Verbesserungen bald auf, die man nun nicht weiter für erheblich halten konnte, da die den Fernröhren schädlichere Abweichung wegen der Farben auf keine Weise dadurch gehoben werden konnte; gegen welche man auch bald gefärbte Objectivgläser, bald Objectivringe von Glas gebrauchte, ohne große Vortheile davon zu haben.

S. 404.

Newton gab deswegen den Spiegelteleskopen den Vorzug vor den ordentlichen Fernröhren, wo anstatt des erhobenen Objectivglases ein Hohlspiegel gebraucht wird, das Bild der entlegenen Sache zu machen. Da die Spiegel die farbichten Strahlen nicht von einander absondern, so machen sie auch nur ein Bild, nicht mehrere farbichte; und man kann daher mit einem Hohlspiegel, der die Stelle des Ob-

N 2

jectiv-

jectivglases vertritt, ein Ocularglas von einer weit kleinern Brennweite verbinden, als man bey dem Fernrohre gebrauchen darf, wodurch also auch dieß Werkzeug um ein Ansehnliches abgekürzt wird.

§. 405.

An dem Newtonischen Spiegelteleskop, 80 Fig. ist AB ein Hohlspiegel, dessen zurückgeworfene Strahlen, noch ehe sie sich in ein Bild sammeln, von dem ebenen Spiegel CD aufgefangen und nach dem Augenglase FG zu- geworfen werden, in dessen Brennpuncte F sie sich vereinigen. Die Wirkung des ganzen Werkzeuges ist also der bey dem astronomischen Fernrohre ähnlich. Weil man aber von der Seite in dieß Spiegelfernrohr hineinsieht und es dieserhalb schwer seyn würde, einen Gegenstand dadurch zu finden, so ist auswendig auf demselben ein kleines gewöhnliches Fernrohr dergestalt angebracht, daß seine Axe mit der Axe des Spiegelteleskopes parallel läuft. Dieses nennt man den Finder, und sucht erst den Gegenstand dadurch, den man hernach durch das Spiegelteleskop betrachtet.

§. 406.

Gregory's noch vor dem Newtonischen erdachtetes Spiegelteleskop ist deswegen auch wirklich im Gebrauche bequemer *). Der Hohlspiegel AB 81 Fig. fängt die Strahlen von den Gegenständen

genständen auf und macht das Bild davon in seinem Brennpuncte F. Dieser ist zugleich der Brennpunct des kleinern Hohlspiegels CD, der daher die von dem Bilde auf ihn fallenden Strahlen parallel fort, durch das Loch in der Mitte des größern Spiegels durch und auf die beiden erhobenen Gläser E und G wirft. Diese beiden Gläser stehen ebenfalls so, daß ihre Brennpuncte in einen Punct zusammenfallen. Man bemerkt leicht die Aehnlichkeit dieses Spiegelteleskopes mit dem ordentlichen Erdrohre. Das Cassegrainsche Spiegelteleskop hat in CD einen erhobenen Spiegel.

Contraktion d'un telescope par reflexion. à Amsterd. 1741. 8.

Richtige Anweisung reflectirende Telescopia zu verfertigen, übers. von Joh. Christ. Herrel. Halle 1747. 8.

* Anweisung, die beste Composition zu den metallenen Spiegeln der Teleskope zu machen, nebst einer Vorschrift diese Spiegel gehörig zu gießen, zu schleifen und zu poliren, auch dem größern Spiegel die gehörige parabolische Krümmung zu geben, von John Mudge. Philos. Transact. Vol. LXVII. Part. I. S. 296. Deutsch in den Leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgesch. 1 B. S. 584.

* Sir JOHN PRINGLE's Discourse on the invention and improvements of the reflecting Telescope. London 1778. 4.

Vorzügliche Anweisung Spiegel zu gießen und zu schleifen enthält: Directions for making the best composition etc. by the Rd. JOHN EDWARDS B. A. (in dem nautical Almanac for the year 1787). Auszugsweise Deutsch in Tralles phys. Kalender für 1786. L.

Vor diesem James Gregory hatte schon P. Zucchi die Idee von einem Spiegelteleskop und führte sie aus; das Ocular war ein Hohlglas S. Priestleys Optik von Klügel S. 565. L. Von dem Herzelschen

schen Teleskop, dem größten das je gemacht worden, dessen großer Spiegel 40 Fuß Brennweite hat, und 1035 Pfund wiegt S. gothaisches Magazin. V B. 1 St. S. 108. Ein zweyter Spiegel wiegt 2148 Pfund. S. Bodens Jahrbuch 1792. S. 125. L.

*) Was der Hr. Verfasser wider die Bequemlichkeit des Newtonischen Teleskops von dieser Seite einwendet, möchte wohl auf Nichts hinauslaufen, da man sich an den Gebrauch des Finders bald gewöhnt, und dafür die Bequemlichkeit hat immer mit derselben Lage des Kopfs und bey horizontalen Augenachsen in jeder Höhe beobachten zu können, da hingegen, bey dem Gregorianischen und allen dioptrischen Fernröhren die Beobachtungen nahe am Zenith öfters sehr erschwert werden, nicht zu gedenken, daß man des sonderbaren Vortheils wegen ein Spiegelwerkzeug wie ein durchsichtiges behandeln zu können, gerade die beste Stelle des Spiegels zersthören muß. L.)

S. 407.

Die Hauptfehler aller Spiegelteleskope bestehen darin, daß sie mit einer außerordentlichen Genauigkeit gearbeitet werden müssen, wenn sie brauchbar seyn sollen; daß die metallenen Spiegel leicht anlaufen und die gläsernen doch nicht so dienlich sind, weil sie doppelte Bilder machen; daß endlich die Gegenstände sich immer dunkler, als durch andere Fernröhre dadurch darstellen, so daß sie bey Luft, die mit Dünsten etwas angefüllt ist, fast gar nicht zu gebrauchen stehen.

(Die meisten der hier erwähnten Mängel würden wegfallen, wenn die Platina del Pinto häufiger dazu angewandt werden könnte. Sie giebt nach des Herrn Grafen von Sickingen Versuche mit $\frac{1}{2}$ Theil Eisen und $\frac{1}{8}$ Gold zusammen geschmolzen, ein Gemisch das sich vortreflich poliren läßt, und selbst von den mineral. Säuren, dem Weinessig,
dem

dem flücht. Augensafte, den Dämpfen des Schwefels und der Schwefelleber nicht angegriffen wird. Zu vergleichen mit der Note zu §. 430. Ein sechsfüßiges Telescop mit einem Spiegel aus Plating hat der Abbe Rochon wirklich zu Stande gebracht. S. Gotha'sches Magaz. IV B. 27; St. S. 190. 2.)

A new method of improving catadioptrical Telescopes by forming the speculums of Glass instead of Metal, by CALEB SMITH; in den *Philos. Trans.* num. 456. 8 Art.

§. 408.

Endlich gerieth Euler 1747 auf den Gedanken, daß man, wenn man das Objectivglas eines Fernrohres aus zweyerley Materien zusammensetzte, wovon die eine die farbichten Strahlen wieder zusammenbrächte, welche die andere spaltete, alsdann nichts von der Abweichung der Strahlen wegen der Farben zu befürchten habe und doch mit kurzen Fernröhren starke Vergrößerung erhalten könne; ein Vorschlag, den Newton für an sich unmöglich gehalten hatte. Der Bau des menschlichen Auges veranlaßte Eulern zu diesem merkwürdigen Satze *), und er schlug dieserhalb zuerst Objectivgläser aus zweenen Monden vor, zwischen welchen der Zwischenraum mit Wasser ausgefüllt war. Ein berühmter Englischer Künstler, Johann Dollond, vertheidigte den Newtonischen Satz, daß die Aufhebung der Farben Zerstreuung auch durch verschiedene brechende Mittel unmöglich sey, gegen Eulern, allein er fand endlich selbst, daß er geirret habe und daß das sogenannte Crownglas und Flintglas zusammengesetzt diese gewünschte Wirkung

fung hervorbringe. Hieraus verfertigte er nun zuerst die farbenlosen oder achromatischen Fernrohre, die man auch wohl von dem Erfinder Dollondische nennt, welche man bald in andern Ländern mit glücklichem Erfolge nachahmte.

Sur la perfection des verres objectifs des lunettes, par M. EULER; in den *Mem. de l'acad. roy. des sc. de Pr.* 1747. pag. 274.

Anmerkung über das Gesetz der Brechung bey Lichtstrahlen von verschiedener Art, wenn sie durch ein durchsichtiges Mittel in verschiedene andere gehen, von Samuel Klingenstierna; in den schwed. Abhandl. 1754. S. 300.

An account of some experiments concerning the different refrangibility of Light, by Mr JOHN DOLLOND; in den *Philos. Transact. Vol. L. Part. II.* pag. 733.

Observations sur l'état présent de la Dioptrique, sur les moyens de perfectionner les lunettes à refraction et sur la découverte qu'on annonce d'un nouveau genre d'objectifs qui les porte au plus haut degré de perfection, par M. le Comte DE REDERN; in den *Mém. de l'acad. roy. des sc. de Pr.* 1759. p. 89.

Von der Abweichung der Lichtstrahlen, die in Kugelflächen, oder Gläsern die von Kugelflächen begrenzt sind, gebrochen werden, von Sam. Klingenstierna; in den schwed. Abhandl. 1760. S. 79.

Mémoire sur les moyens de perfectionner les lunettes d'approche par l'usage d'objectifs composés de plusieurs matières différemment réfringentes, par M. CLAIRAUT; in den *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1756. pag. 380.

Second mémoire sur les moyens de perfectionner etc. par M. CLAIRAUT; ebendas. 1757. pag. 524.

SAM. KLINGENSTIERNA tentamen de definiendis et corrigendis aberrationibus radiorum luminis in lentibus sphaericis refracti et de perficiendo telescopio dioptrico. Diss. ab imperial. acad. scient. petropol. praemio affecta, 1762. Petrop. 1762. gr. 4.

Abhandl.

Abhandlung von denjenigen Glasarten, welche eine verschiedene Kraft, die Farben zu zerstreuen, besitzen, von Joh. Ernst Zeiher. Petersb. 1763. 4.

Kog. Joseph Boscovich Abhandlung von den verbesserten Fernröhren, aus den Sammlungen des Instituts zu Bologna, sammt einem Anhange des Uebersetzers C. S. S. I. Wien 1765. gr. 8.

10. ERN. ZEIHNER progr. de nouis Dioptricæ augmentis, Wittebergæ, 1768. 4.

* Suß Anweisung wie alle Arten von Fernröhren in der größten möglichen Vollkommenheit zu verfertigen sind. Aus dem Franz. von G. S. Klügel. Leipzig. 1778. 4.

Zu vergleichen mit S. 372. L.

*) Einen ähnlichen Gedanken äußerte schon David Gregory, Nefse des S. 406 genannten, am Ende seiner Anfangsgründe der Optik. S. auch: Life of JOHN GREGORY London 1789. 8. Die Richtigkeit dieses Gedankens ist neuerlich vom D. Maskelyne in Zweifel gezogen worden. S. dessen Attempt to explain a difficulty in the Theory of Vision depending on the different refrangibility of Light, in den *Philos. Transact.* Vol. 79. p. 256. Deutsch in Gren's Journal de Physic. II. S. 370. L.

S. 409.

Besondere Anwendungen des Fernrohres sind Hevels Polemoskop oder der Operngucker, an welchem das Objectivglas seitwärts steht und die Strahlen, nachdem sie in demselben gebrochen worden, erst durch einen Spiegel in eine andere Richtung gebracht werden, ungefähr wie am Newtonischen Spiegelteleskope; ferner das Binoculum oder das doppelte Fernrohr: wodurch man mit beiden Augen zugleich sieht, und das Helioskop, oder ein Fernrohr, durch welches

das Bild der Sonne in eine Art von finsterrer Kammer fällt.

S. 410.

Ein Fadenkreuz in einem Fernrohre besteht aus zweenen feinen Faden, die sich in dem gemeinschaftlichen Brennpuncte des Objectiv- und des Augenglases durchkreuzen. Es dient um die Aere des Fernrohres genau nach einem gewissen Puncte des Gegenstandes richten zu können. Man kann auch auf eine ebne Glasscheibe ein Paar Linien zeichnen, die sich durchkreuzen, und dieses Glas in eben der Absicht in den vorgedachten Brennpunct setzen. Man bringt auch in diesem Brennpuncte die Mikrometer bey den Fernröhren an, oder Werkzeuge, wodurch man die Größe des Bildes mißt, das sie daselbst darstellt. Aus der Größe dieses Bildes kann man nämlich die Größe des ihm zugehörigen Sehewinkels finden, wenn man vorher die Größe eines andern Bildes und des ihm zugehörigen Sehewinkels gemessen hat; und so dient also das Mikrometer am Fernrohre kleine Größen oder Entfernungen, die man durch das Fernrohr bequem übersehen kann, zu messen. Man hat verschiedene Arten davon, die ich hier nicht beschreiben darf.

Abt. Gotth. Kästner von Mikrometern in Fernröhren in seinen astronom. Abhandl. II B. 263 S.

Die

Die Vergrößerungsgläser.

§. 411.

Wie groß ein Gegenstand dem Auge erscheint, das hängt von der Entfernung desselben vom Auge ab (§. 315). Könnte man einen Gegenstand ganz nahe an das Auge bringen, so würde man ihn sehr groß sehen; aber er wird bey einer zu großem Annäherung undeutlich (§. 388). Hält man aber ein erhobenes Glas vor das Auge, und legt die zu betrachtende Sache in den Brennpunct desselben, so fallen nun von dem Gegenstande parallele Strahlen in das Auge; oder die Strahlen davon gelangen so zum Auge, als wenn sie von einer weit entlegenen Sache kämen, und doch sieht man die Sache so groß, als man sie vermöge ihrer Nähe sehen sollte.

§. 412.

So vergrößert also ein erhobenes Glas die Gegenstände, und heißt ein einfaches Vergrößerungsglas (*microscopium simplex*). Die Größe in welcher man die Gegenstände durch dasselbe erblickt, verhält sich zu der Größe, in welcher man sie ohne Glas noch deutlich erkennen konnte, wie sich die kleinste Weite, in der man deutlich sehen kann, zur Brennweite des Vergrößerungsglases verhält, oder man findet die Stärke der Vergrößerung für die meisten Augen, wenn man acht Zoll (§. 388) durch die Brennweite des Vergrößerungsglases dividirt.

31

Zu sehr starken Vergrößerungen gebraucht man daher die kleinsten Glasflügelchen, die man an der Lampe schmelzt, auch wohl Wassertropfen. (Bestere können öfters die zu vergrößernden Gegenstände, z. B. Infusionsthierchen, selbst in sich enthalten. 2.)

§. 413.

Man hat auch zusammengesetzte Vergrößerungsgläser oder Vergrößerungsröhren (*microscopia composita*), welche Fontana um 1618 erfunden zu haben scheint, bey denen in dem Brennpuncte des Glases, wodurch man eigentlich sieht, nicht der Gegenstand selbst, sondern das Bild von ihm liegt, das ein anderes Glas gemacht hat. Hieraus wird begreiflich, warum das Vergrößerungsröhr die Gegenstände verkehrt darstellt. Man hat auch welche mit drey Gläsern. Zu mehrerer Erleuchtung des Gegenstandes ist meistens ein hohler Spiegel oder ein erhobenes Glas daran angebracht, wodurch die Lichtstrahlen auf den in ihrem Brennpuncte befindlichen Gegenstand gesammelt werden. Ein Mikrometer kann man an dem Vergrößerungsröhr wie bey dem Fernröhr anbringen (§. 410).

Man hat auch Spiegelmikroskope und Mikroskope für beide Augen zugleich.

Règles générales pour la construction des telescopes et microscopes de quelque nombre des verres qu'ils soyent composées par M. EULER; in den *Mém. de l'acad. roy. des sc. de Pr.* 1757. pag. 283.

Déterminations du champ apparent, que découvrent tant les telescopes que les microscopes, par M. L. EULER; ebendas. 1761. pag. 191.

Règles générales pour la construction des telescopes et des microscopes, par M. L. EULER, ebendas. pag. 201. (Fr.

(Hr. Aepinus zu Petersburg hat gute dreysache achromatische Gläser von etwa 7 Zoll Brennweite mit Vortheil zu Objectivgläsern bey dem sogenannten zusammengesetzten sowohl, als dem Sonnenmikroskop angewendet s. *Descriptio des nouveaux microscopes inventés par Mr. AEPINUS à St. Peterbourg.* gr. 8. L.)

Die Zauberlaterne.

S. 414.

Hey der von Kircher erfundenen Zauberlaterne (*laterna magica*) wird ein auf Glas mit durchsichtigen Farben gemahltes Bild hinter ein erhobenes Glas gebracht, so daß es etwas weiter als der Brennpunct davon dasteht; so stellt es auf der andern Seite an der weißen Wand dieses Bild vergrößert und verkehrt dar (S. 354). Damit aber dieses vergrößerte Bild an der Wand auch hell genug sey, erleuchtet man das Gemälde auf dem Glase vermittelst eines Hohlspiegels, in dessen Brennpuncte oder nahe dabey eine Lampe steht. Noch bessere Wirkung thut die Zauberlaterne, wenn sich anstatt eines erhobenen Glases zwey darin befinden.

Wie man Bewegungen an diesen Bildern macht.

Das Sonnenmikroskop.

S. 415.

Nun setze man anstatt des Gemäldes auf Glas einen kleinen durchsichtigen Gegenstand, anstatt des durch den Hohlspiegel verstärkten Lampenlichtes das Sonnenlicht, das durch ein erhobenes

benes Glas, wodurch man es fallen läßt, verdichtet worden ist, so hat man das Lieberkühnische Sonnenmikroskop (*microscopium solare*). Das Sonnenlicht an den Ort zu bringen, wo man seiner bedarf, dient ein ebner Spiegel an dem Werkzeuge, den man nach allen Richtungen bewegen kann. Das vergrößerte Bild läßt man in einem dunkeln Zimmer gegen eine weiße Wand, oder auf ein matt geschliffenes Glas fallen.

(Nach Hrn. Bar. v. Gleichen genannt Ruffwurm, hat ein gewisser Balthazaris das Sonnenmikroskop bereits 1710 zu Erlangen erfunden. Siehe des Hrn. v. Gl. Abhandlung vom Sonnenmikroskop. Nürnberg 1781. 4. L.)

JO. ERN. BASIL. WIDEBURG et LAUR. JO. JAC. LANGE diss. de microscopio solari. Erlang 1755.

Beschreibung eines verbesserten Sonnenmikroskops von Joh. Ernst. Basil. Wideburg. Nürnberg. 1758. 4.

Emendatio laternae magicae ac microscopii solaris, auctore L. EULERO; in den *Comment. petrop.* nov. Tom. III. pag. 363.

Emendatio microscopii solaris, auctore F. V. T. AEPINO; ebendas. Tom. IX. pag. 316.

Descriptio duplicis microscopii solaris apparatus obiectis opacis adaptati, auct. JO. ERN. ZEINERO; ebendas. Tom. X. pag. 299.

Von der Beugung der Lichtstrahlen.

S. 416.

Man hat bemerkt, daß sich das Licht immer etwas von seinem geradlinichten Wege ab und nach dem festen Körpern zu lenkt, neben welchen es vorbei geht. Dieses nennt man die Beugung des Lichtes (*inflexio lucis*). Nührt sie daher,

baher, daß alle Körper mit einer verdickten Luft umgeben, sind, in der sich die Lichtstrahlen brechen? wie SUCCOV und andere meynen; oder werden die Lichtstrahlen wirklich von den Körpern, neben welchen sie vorbey fahren, angezogen und so ihre Richtung geändert?

Grimaldi hat diese Beugung des Lichtes zuerst bemerkt.

Schriften über die Optik, Katoptrik und Dioptrik.

- 1) FEDER. RISNERI opticae thesaurus. Basil. 1585. fol.
- 2) JO. KEPLERI paralipomena ad VITELLIONEM. Francof. 1604. 4.
- 3) JO. KEPLERI dioptrica. Aug. Vindel. 1611. 4.
- 4) ATHAN. KIRCHERI ars magna lucis et umbrae; Rom. 1646. fol.
- 5) RENAT. DES CARTES Dioptrice; im zweyten Bande seiner opp.
- 6) Physico-mathesis de lumine, coloribus et iride aliisque adnexis, auct. P. FRANC. MAR. GRIMALDO. Bonon. 1665. 4.
- 7) IS. BARROW lectiones opticae et geometricae. Lond. 1669. 4.
- 8) CHRIST. HYGENII tractatus de lumine; in seinen opp. reliqu. Tom. I.
- 9) EIVSD. Dioptrica; ebendaf. Tom. II.
- 10) Nervus opticus, auct. P. ZACHAR. TRARER. Vienn. 1690. fol.
- 11) Dav. GREGORII catoptricae et dioptricae elementa. Oxon. 1697. 8.
- Auch JACOBI GREGORII optica promoti. Londini 1633.
- 12) Optiks, by Sir. IS. NEWTON. Lond. 1701. 4.
Optice; siue de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis libri III. auct. IS. NEWTONO. lat. redd. SAM. CLARKE. Lond. 1706. 4.
- 13) MARIOTTE de la nature des couleurs; in seinen Oeuvr. Tom. I. pag. 195.
- 14) JO. ZAHN oculus artificialis teledioptricus. Norimb. 1702. fol.

15) Essai d'Optique, sur la gradation de la lumière, par M. BOUGHER, à Paris 1729. 12.
 statt vermehrt, à Paris 1760.

D. BOUGHERI Optice de diuersis luminis gradibus dimetiendis, latine conuers. a JOACH. RICHTENBURG, S. I. Vien. 1762. 4.

16) Il Newtonianismo per le Donne, ouero dialoghi sopra la luce e i colori. in Napoli 1737. 4.

17) A compleat System of Optiks, by ROBERT SMITH. Cambridge 1738. 4.

18) Vollständiger Lehrbegriff der Optik nach Hrn. Robert Smiths Englischen, mit Uebers. und Zus. von Abr. Gotth. Kästner Altenb. 1755. 4.

19) LEON. EVLERI noua theoria lucis et colorum; im I Bande der opusc. Num. III. pag. 169, EIVSd. coniectura physica (§. 269. n. 7.)

20) Joh. Peter Wberhards Versuch einer nähern Erklärung der Natur der Farben. Halle 1749, 8. vermehrt 1762.

21) Cl. V. D. DE LA CAILLE lectiones elementares Opticae. Vindob. 1757. 4.

22) JO. HENR. LAMBERT Photometria, siue de mensura et gradibus luminis, colorum et umbrae. Aug. Viadel. 1760. 8.

23) LEON. EVLERI Dioptrica. Petrop. et Lipf. 1771. gr. 4. Tom. I. et II.

24) Betrachtungen über das menschliche Auge, von Joh. Friedr. Gäseler Hamb. 1771. 8.

25) The history and present state of discoveries relating to vision, light and colours, by JOS. PRIESTLEY. Lond. 1772. 4. Vol. I. and II.

Dr. Jos. Priestleys Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik, aus dem Engl. übers. und mit Anm. und Zus. von Georg Sim. Klügel. Leipzig 1776. 4. 1 und 2 Theil.

26) G. S. Klügels Analytische Dioptrik. Leipzig 1778. 4.

(Ueber die Kenntniß optischer Bücher sehe man Scheibels Einleitung in die math. Bücherkenntniß stes St. Breslau 1777. 2.)