

1.) entweder chemisch gebunden als ein integrierender Bestandtheil, oder 2.) in den Zwischenräumen einer größern zusammenhängenden Masse nur mechanisch eingeschlossen. Aus der letzten Ursache ist es begreiflich, warum Crystalle nie rein oder ohne Antheil dargestellt werden können, wenn man sie noch so sehr abwäscht, indem man nämlich zu der eingeschlossenen Mutterlauge nicht gelangen kann. Das Reinigen der Crystalle durch öfteres Auflösen und Anschießen gründet sich darauf, daß das aufs neue anschießende Salz eine mit immer weniger fremden Stoffen beladene Mutterlauge mechanisch einschließt. Große Crystalle umschließen verhältnißmäßig mehr Mutterlauge, als kleine, daher liebt man im Zuckerraffiniren, eben so bey der Bereitung des Salpeters mehr die kleinen als die großen Crystalle. Trockene kleine Crystalle geben durchs Zerreiben trockenes Pulver, hingegen große ein feuchtes. Das mechanisch eingeschlossene Wasser gehet im Feuer, gewöhnlich zugleich mit dem Crystallwasser weg, in denjenigen Salzen aber, welche kein Crystallwasser enthalten, und welche man, ohne sie vorher zu verkleinern, einer höhern Temperatur aussetzt, verwandelt es sich plötzlich in Dampf und sprengt die Crystalle mit heftigem Krachen. Daher das Verknistern einiger Salze. Crystallwasser kann kein Knistern hervorbringen, weil es als eine chemische Verbindung im Crystall vertheilt ist. Gewöhnlich haben die Chemiker das mechanisch eingeschlossene Wasser für Crystallwasser gehalten; daher waren ihre Angaben desselben so verschieden, je nachdem sie große oder kleine Crystalle anwandten. Die verknisternden Salze enthalten nicht nothwendig Crystallwasser, obgleich das Verknistern einen Gehalt an Crystallwasser keineswegs ausschließt, weil es Crystalle geben kann, die das Crystallwasser nur bey einer sehr hohen Temperatur fahren lassen. So weit aber als unsere jetzige Erfahrung reicht, kommen alle Verbindungen mit Wasser, welche das Wasser sehr stark zurückhalten, bey einer nicht sehr erhöhten Temperatur in Fluß, und das mechanisch in den Crystallen eingeschlossene Wasser geht durchs Kochen fort.

F ü n f t e A b t h e i l u n g.

Imponderabilismus.

§. 181. Der Imponderabilismus der Natur äußert sich dadurch, daß sich häufig Erscheinungen ergeben, wobey das Agens der Erscheinung nicht als etwas materielles, ponderables, als fähig eingeschlossen zu werden, . . . sich darstellt; und wobey es sich nicht entscheiden läßt, ob man auf ein Hinzukommen oder Entweichen eines materiellen Stoffes

oder ob man vielmehr nicht bloß auf eine Veränderung des Zustandes, auf eine Umstimmung des Typus zur sinnlichen Darstellung schließen soll.

Die vorzüglichsten hieher gehörigen Erscheinungen sind jene der Wärme, des Lichtes, der Wärme und des Lichts gemeinschaftlich, der Elektricität, des Galvanismus, des Magnetismus.

§. 182. Humboldt *) nimmt an, daß man unterm Aequator, bis auf eine Erhebung von 2800 Toisen über dem Meeresniveau, auf jede 100 Toisen Erhebung, ungefähr 1° Abnahme der Temperatur setzen dürfe.

Saussure bestimmt für Europa im Sommer 90 im Winter 111 Toisen nothwendiger Erhebung über dem Meeresniveau, wenn das Thermometer um einen Grad fallen soll.

Unter dem Aequator steht das Thermometer am Meere im Durchschnitte auf 25, 3° Centesimalscale.

Wenn man sich über 2300 Toisen erhebt, so ist die Wärme für alle Breiten gleich groß, wie aus den gleichzeitigen Beobachtungen Humboldt's auf dem Chimborasso und Gay Lussac's in einem Luftballon über Paris folgt. Hingegen weist die um 4 — 5 Minuten unter dem Aequator kleinere Horizontalrefraction auf eine schnellere Abnahme der Wärme unter dem Aequator als bey uns.

Ueber eine gewisse Meeres Tiefe hinaus ist die Temperatur für alle größeren Tiefen constant; hiernach ließe sich vielleicht die eigene Temperatur der Erde für alle geographischen Standpunkte bestimmen **).

§. 183. Am leichtesten lassen sich Klimata durch ihre Einwirkung aufs Pflanzenreich beurtheilen. Ein viel einfacheres Maaß, das mit der Vegetation im genauesten Zusammenhang steht, ist aber die Temperatur des Bodens, indem sie ein Mittel zwischen der Temperatur der Atmosphäre und der der Pflanzen ist. Diese Temperatur wird aber aus jener der Quellen gefunden, die sich durchs ganze Jahr, wenn ihr Wasser der Oberfläche nicht zunahm und ziemlich stark ist, gleich bleibt. Die Erfahrung hat gelehrt, daß der April und October gewöhnlich die Mitteltemperatur des Jahres anzeigen, und daß der July der wärmste, der Januar der kälteste Monath ist. Diese Veränderungen scheinen an kleineren Quellen 1½ Monath, an stärkern 1¾ Monath später sich zu äußern. Aber die Wärme der Atmosphäre pflegt, da wo sie die Mittelgrade erreicht, am schnellsten ab- und zuzunehmen, in den Extremen sich aber fast unverändert einige Zeit zu erhalten. Die Wärme der Quellen dagegen ändert sich schnell in den Extremen, und bleibt lange unver-

Ha 2

*) Voyage d'Alexandre de Humboldt 1807.

**) Krusensterns Reise um die Welt, auf Befehl des russischen Kaisers.

ändert auf dem Mittel stehen; ihre Zu- und Abnahme befolgt einen sehr regelmäßigen Gang, auf welchen die schnellern Veränderungen in der Atmosphäre wenig oder nicht einwirken.

Wahlenberg *), von dem dieser Aufsatz über die Temperatur des Bodens ist, sagt, daß alle Quellen am kältesten sind, am Ende des Frühjahrs, am wärmsten hingegen im Herbst; doch so, daß die unbeständigen Quellen zuerst, ihren höchsten Punkt erreichen am Ende des August, und wenige Zeit nachdem die Lufttemperatur die höchste Stufe erreicht hat, die beständigen aber im September. Daraus ergibt sich, daß das Verhalten der Quellen bloß aus einigen wenigen Beobachtungen in diesen Jahreszeiten erkannt werden kann.

Das Resultat einer Untersuchungsreise des Herrn Wahlenberg durch Schweden ist Folgendes: die Erdtemperatur steht in Norden überall höher als die mittlere Temperatur der Luft, und wie es scheint, sind die Differenzen beyder um so größer, je höher man in Norden heraufkömmt, oder je mehr die Winter an Kälte zunehmen. Die Abnahme der Erdtemperatur nach den Breitengraden zeigt folgende Tafel: Berlin, 52, 5° Breite, Erdtemperatur = 9°, 6; Upsala Breite 60°; Erdt. = 6, 5°; Licksale Breite 64°, 5; Erdtemperatur = 2°.

§. 184. Bey allen chemischen Veränderungen findet eine Aenderung der Temperatur statt; und in den meisten Fällen, wenn gasförmige Körper in tropfbarflüssige, oder tropfbarflüssige in feste verwandelt werden, findet eine Zunahme der Temperatur statt, und umgekehrt.

Hierauf gründet sich das in der Physik angenommene Gesetz der vermehrten und verminderten Wärmecapacität bey Verdünnung und Verdichtung der Körper. Hier aber, wo wir möglichst alle hypothetischen Ausdrücke weglassen, in denen stillschweigend eine nicht genugsam gerechtfertigte Annahme liegt (wie jene des Wärmestoffs) drücken wir dieß Gesetz folgendermaßen aus: Wenn in einem Körper der Typus zur Contraction eine Richtung nach der negativen Seite hin erhält, d. h. sich mehr nach dem Typus zur Expansion hinwendet, so geschieht dieser Uebergang durch eine Ausübung der Contraction, und umgekehrt; so wie ein Körper, der in seiner Bewegung nach der positiven Seite hin, gehindert wird, und hiedurch sich mehr nach der negativen Seite hin wendet, bey der Umstimmung seines Typus, eine Action nach der positiven Seite hin, an dem ihn aufhaltenden Körper ausübt.

§. 185. Viele Körper übergehen durch steigende Erwärmung aus dem festen in den

*) Gilb. Annalen 1812.

tropfbarflüssigen, und aus diesem in den dunstförmigen Aggregatzustand. So übergeht Eis in Wasser und Wasserdampf; Metall in fließendes Metall und Metalldampf.

Höchst merkwürdig ist hiebey folgendes Gesetz: Wenn ein solcher Körper in seinem Aggregatzustande von Außen erwärmt wird, so äußert er bey fortgesetzter Erwärmung eine allmählig zunehmende Temperatur; und das Wachsen dieser letztern wird beschleunigt, wenn die erwärmende Einwirkung von Außen erhöht wird. Es tritt aber endlich jener Zustand ein, bey welchem der Körper aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand übergeht, welches nicht in der ganzen Masse jählings erfolgt, sondern nur nach und nach in derselben vor sich geht. Zu gleicher Zeit kann man das wundervolle Phänomen bemerken, daß die Temperatur des Körpers auf keine Weise verändert werden kann, so lange nicht die ganze Masse den Zustand der Flüssigkeit erreicht hat; mögen auch die Erwärmungsmittel wie immer erhöht werden. Ist die ganze Masse flüssig geworden, so wächst bey fortgesetzter Erwärmung deren Temperatur auf dieselbe Weise wie zuvor. Es tritt aber wieder der Zustand ein, wo eine bestimmte Temperatur nicht mehr erhöht werden kann; und dieß zwar dann, wenn das Tropfbarflüssige in das Dunstförmige übergeht. Die constante Temperatur hält hier abermals so lange an, als nicht die ganze Masse in Dunst verwandelt worden. Ist dieß geschehen, so nimmt der Temperaturstand bey fortgesetzter Erwärmung wieder zu u. s. w. Es versteht sich, daß hier durchgehends einerley Barometerstand während der ganzen Erscheinung angenommen wurde.

Da die Temperatur nichts anders ist, als der Grad der Wärmeaction, die ein Körper gegen einen andern äußert, gegen den er in jene Umstände versetzt ist, woraus eine Wechselwirkung rücksichtlich jener Action hervorgehen kann; so dürfen wir die eben dargestellte Erscheinung folgendermaßen auffassen. Im erwärmten Körper ist der Typus zur Wärmeaction auf einen gewissen Grad geweckt; daher er in jenen Körpern, mit denen er in die hiezu erforderliche Wechselwirkung tritt, den Typus zur Wärmeaction, auf eine jenem Grade angemessene Weise, gleichfalls weckt. Nun aber besteht in der Wärmeaction eines Körpers nicht bloß das Vermögen, andere unorganische Körper auszudehnen, oder in andern organischen Körpern gewisse Reize hervorzubringen; sondern es besteht diese Wärmeaction auch noch wesentlich darin, den Aggregatzustand des erwärmten Körpers zu verändern. Die Wärmeaction eines Körpers äußert sich daher zu gleicher Zeit subjectiv und objectiv. Nun besteht aber hier, wie bey vielen andern Actionen der Natur, wohin vor allen andern die vitalen Actionen gerechnet werden müssen, ein ganz eigener Egoismus d. h. eine eigene Vertheilung der Action nach der subjectiven und objectiven Seite hin, mit einer jedesmaligen Uebersicht nach der subjectiven Seite hin. Dieser Egoismus behauptet bey den verschiedenen Graden der Erwärmung des Körpers ebenfalls seine verschiedenen Grade. Von diesen sind uns zwey Maxima bekannt. Diese Maxima der Sub-

jectivität in der Wärmeaction treten dann ein, wenn der Körper aus dem flüssigen in den dunstförmigen Zustand übergeht. In diesen beyden Fällen wird der Grad der Objectivität $= 0$ (versteht sich, daß hier bloß von der Zunahme der Temperatur die Rede ist).

Wir dürfen vielleicht behaupten, daß in allen Actionen der Natur ein Grad von Egoismus, vorherrschender Subjectivität im Angriffspunkte der Action bestehe; die einzige Action der Bewegung unbelebter Massen durch mechanische Kräfte ausgenommen.

Daher kommt es, daß die Regeln der Mechanik sich dem strengen mathematischen Calcul auf eine bisher so gelungene Weise unterwerfen ließen, welches bey jenen Actionen nicht der Fall ist, wo ein Grad von Selbstbestimmung, ein Analogon von innerm Leben hervortritt. Wie unbestimmt sind daher die Geseze der Chemie, des Lichtes, der Wärme, der Elektricität, des Galvanismus u. s. w., und ganz vorzüglich jene der lebenden Natur und des Geistes.

§. 186. Wird an einem Körper der Typus zur Wärmeaction auf einen gewissen Grad gestimmt, so äußert sich die Wärmeaction zugleich objectiv und subjectiv. Die objective Aeußerung der Wärmeaction besteht in Folgendem: Das Anorgische bewirkt an dem dasselbe umgebenden Anorgischen, eine bestimmte Zunahme des Volums; hingegen an dem dasselbe umgebenden Organischen und lebenden, einen eigenen erhöhten Reiz (Empfindung von Wärme oder Hitze, Brennen). Das Organische und lebende, äußert die objective Wärmeaction, vorzüglich durch Assimilation der es umgebenden formlosen Lebensmaterie (in heißen Klimaten geht Aneignung und Assimilation schneller und vollkommener vor sich, als in kältern Klimaten); die objective Wärmeaction besteht also hier vorzüglich in einer höhern Stimmung zur Vitalität in der formlosen Lebensmaterie; so wie die objective Wärmeaction am Anorgischen in einer höhern Stimmung des Typus zur räumlichen Action besteht.

Die subjective Wärmeaction bezieht sich am Anorgischen auf Ausdehnung der eigenen Masse, hingegen am Organischen auf schnelle Succession vollkommener Lebensbilder, am organischen Körper selbst (im heißen Klima geht die Vegetation schneller vor sich, alle einzelnen Gebilde sind vollkommener, kurz, der Proceß der Vitalität erscheint hier, als zu einer höhern Potenz erhoben). Die subjective Wärmeaction äußert sich demnach am Anorgischen durch erhöhte Räumlichkeit an sich selbst, am Organischen durch erhöhte Vitalität an sich selbst.

Die Wärmeaction äußert sich: Am Anorgischen, objectiv durch erhöhte Räumlichkeit der Umgebung, subjectiv durch erhöhte Räumlichkeit seiner selbst; am Organischen objectiv durch erhöhte Vitalität am Umgebenden, subjectiv durch erhöhte Vitalität an sich selbst.

Erwägen wir die subjective Aeußerung der Wärmeaction am Anorganischen und Organischen, so läßt sich hierüber folgende Betrachtung anstellen:

Durch erhöhte subjective Wärmeaction am Anorganischen, entsteht eine erhöhte Räumlichkeit (der Körper dehnt sich aus); hingegen hat eine vermehrte subjective Wärmeaction am Organischen, eine vermehrte Darstellung von Lebensbildern zur Folge (die Lebensbilder folgen einander schneller nach, folglich ist für eine bestimmte Dauer die Anzahl von aufeinander gefolgten Lebensbildern beträchtlicher). Dort nimmt aber das Intensive der Action ab, indem das Extensive derselben zunimmt (das ausgedehntere Flüssige und Dunstförmige, ist in seiner Form unbestimmter, als das Feste, welches letztere in bestimmten Crystallen anschießt, und hiedurch in seiner räumlichen Action einen Grad von Selbstbestimmung äußert). Hier hingegen (am Organischen) nimmt das Extensive und Intensive in der vitalen Action zu gleicher Zeit zu (die Succession von Lebensbildern geht nicht bloß rascher vor sich, sondern diese Lebensbilder sind, jedes für sich betrachtet, im Ganzen und in den einzelnen Theilen vollkommener ausgebildet).

Hier zeigt sich abermals, wie in unzähligen andern Fällen, der höhere Standpunkt des Organischen gegen dem Anorganischen betrachtet, und wir finden eine Analogie jener Erscheinungen auch an den Erscheinungen des geistigen Lebens.

Das mit unvollkommenen Geistesfähigkeiten ausgestattete Wesen vermag nur einzelne, durch einen engen Gesichtskreis beschränkte Gegenstände mit Klarheit zu durchschauen, und diese verliert sich allmählig, wird wohl endlich zu einem verworrenen Chaos, wie sich der Gegenstand der Wahrnehmung extendirt. Nicht so am höhern Geiste; hier gewinnen die Ansichten an Klarheit und Präcision, wie sich die Ansicht erweitert; Einseitigkeit ist hier ein Hinderniß für den tiefen Blick in das Einzelne; Vielseitigkeit, weit entfernt, Verwirrenheit hervorzubringen, dient hier vielmehr dazu, die Verhältnisse des Vielsachen zu erwägen, und jedes Einzelne nach allen Seiten zu berücksichtigen; das tiefere Eindringen in das Einzelne bezieht sich dann nicht bloß auf die Tiefe nach einer Dimension, sondern nach allen Dimensionen, deren es wahrhaftig mehr als drey gibt, da sich ja, auch selbst der materiellste Gegenstand, in noch hunderterley Rücksichten betrachten läßt, die sich nicht auf Geometrie zurückführen lassen.

§. 187. Wird eine tropfbare Flüssigkeit, bey einem ein für allemal angenommenen constanten Barometerstande, auf den gehörigen Grad erhitzt, so übergeht jene Flüssigkeit in den dunstförmigen Zustand. So z. B. erhält man bey einem Barometerstande von 30 englischen Zollen, aus einem Kubikfuß Wasser, 1700 Kubikfuß Wasserdampf von 100 Grad Reaumur Centesimalscale. Wird diese dunstförmige Flüssigkeit genugsam abgekühlt, so erhält man wieder die ursprüngliche Quantität tropfbare Flüssigkeit; z. B. aus den 1700 Kubikfüßen Wasserdampfes von 100 Graden wird wieder 1 Kubikfuß Wasser.

Gesetzt nun, es würde diese Abkühlung dadurch bewirkt, daß die Dämpfe mit Eis in Berührung kämen, und daß, um die 1700 Kubikfuß Dampfes auf einen Kubikfuß Wasser zu reduciren, die Quantität a von Eis geschmolzen werden müßte; so besteht folgendes Gesetz: Die Erwärmungsmittel, wodurch die Quantität a an Eis geschmolzen wird, sind dieselben, wodurch 1 Kubikfuß von 100° Reaumur in 1700 Kubikfuß Wasserdampf verwandelt wird.

Dies scheint ein unlängbarer Beweis für die von den chemischen Physikern angenommene Materialität des Wärmestoffs zu seyn; denn dann ist es sehr natürlich, daß die Quantität A an Wärmestoff, welche aus den Dämpfen in das Eis tritt, und woben die 1700 Kubikfuß Dampfes zu Wasser werden, auch wieder im Stande seyn müsse, wenn sie in den Kubikfuß Wasser tritt, denselben ganz in Wasserdampf zu verwandeln.

Allein durch die oben erklärte Erscheinung folgt nur, daß die Annahme des Wärmestoffs als Materie, nichts Unsinniges in sich fasse; keineswegs aber, daß die Erscheinungen der Wärme einem materiellen Stoffe zugeschrieben werden müssen. Vielmehr mag es weit philosophischer seyn, einer Erscheinung keinen materiellen Stoff unterzulegen, wenn man für das Daseyn dieses letzten gar keinen direkten Beweis hat. Wir haben bisher auf keine Weise, auch nicht durch die empfindlichste Waage, das Daseyn eines materiellen Wärmestoffes erweisen können; wir müssen daher trachten, die Erscheinungen der Wärme ohne Annahme eines eigenen Wärmestoffs zu erklären.

Noch weniger kann ich es rechtfertigen, wenn man (wie z. B. H. Davy) die Erscheinungen der Wärme, als Bewegungen in den kleinsten Theilchen erklären will, da doch die Wirkungen der Wärme, mit jener der Bewegung gar nichts gemein haben. Wie lassen sich z. B. die ganz eigenthümlichen Reize, die durch erwärmte Körper auf organische Körper erfolgen, Reize, die sich nicht bloß als Gefühl, als Empfindung manifestiren, sondern zugleich auch als ganz eigene Entwicklungs-Befehle im vegetativen und animalischen Leben; wie lassen sich, sage ich, diese wundervollen Erscheinungen als bloße Modificationen von Bewegungen erklären?

Mögen wir doch einmal aufhören, die Erscheinungen der Natur, die im höchsten Grade mannigfaltig sind, sammt und sonders auf eine einzige Erscheinung zu reduciren, und hiedurch die Natur, die verkörperte Darstellung des aus der höchsten Fülle der Phantasie entsprossenen Gedichtes, auf jene monotonen Erscheinungen zurückführen, welche ihrer Einsylbigkeit wegen, von unserem beschränkten Geiste, am klarsten aufgefaßt werden können, welche aber in dem Gesamtbilde der Natur, bloß die Grundlinien ausmachen, und ohngefähr das sind, was die perspectivischen Grundlinien in einem Gemälde sind. Die Perspective kann als eine bloß technische Fertigkeit erlernt werden, und ist ein wesentliches Erforderniß des Gemäldes, ist aber nicht das am Gemälde, was das Genie des Künstlers verkündigt; und das sich nicht in Regeln fassen läßt.

Wir wollen demnach die Erscheinungen der Wärme, weder einem materiellen Wärmestoffe zuschreiben, von welchem wir keine unmittelbare Probe des Daseyns anzuführen haben; noch wollen wir in den Erscheinungen der Wärme, Bewegungen erblicken, da zwischen diesen beyden Erscheinungen eine unendliche Kluft liegt. Wosfür wollen wir denn also die Erscheinungen der Wärme ansehen? Ich dünkte am Besten und Kürzesten, für das, was sie sind, nämlich als Erscheinungen der Wärme.

Es ist sonderbar, und in der That kann dieß nur Jenen nicht mehr befremden, der durch erzwungene Lehrmethoden, durch Aneignung fixer Schul-Ideen, jene Unbefangenheit des Geistes verloren hat, womit wir, als ächte Kinder der Natur, ohne vorgefaßte Meinung in dieselbe blicken sollten; es kann, sage ich, nur jenen nicht befremden, daß die Erscheinungen der Wärme auf einen materiellen Stoff, oder auf Bewegungen reducirt werden, indeß doch in der Mechanik, dem exactesten Theile der Naturphilosophie, die Bewegung für das, was sie ist, nämlich für einen gewissen Zustand, worin sich ein Körper befindet, betrachtet wird. So wird z. B. nicht gesagt: Wenn sich ein Körper b mit der Geschwindigkeit c bewegt, so muß er sich mit einem Bewegungstoffe verbunden aben, und aus dieser Verbindung des Körpers mit dem Bewegungstoffe, äußert der Körper einen gewissen Grad von Bewegung. Auch hat man nie gesagt: Wenn der Körper b , der sich mit der Geschwindigkeit c bewegt, einen gewissen Grad von Bewegung ausübt, so rührt dieß daher, daß die kleinsten Theilchen, durch eine eigene Modification der Beleuchtung, bald an diesem, bald an jenem Orte zu seyn scheinen. Nein! dergleichen Unsinn ist Niemanden eingefallen. Woher mag dieses wohl rühren? Meines Erachtens daher:

Die Bewegung, nämlich die fortgesetzte Veränderung des Standpunktes im Raume, ist für uns, die wir Alles nur durch Raum und Zeit zu fassen vermögen, an sich leicht aufzufassen, und läßt sich mehr als jede andere Erscheinung auf eine leichte Weise dem Calcul unterwerfen. Es war daher kein Grund vorhanden, den Erscheinungen der Bewegung, um sie in bestimmte Regeln zu fassen, andere Erscheinungen zu unterscheiden. Ganz anders verhält es sich aber mit den Erscheinungen der Wärme (so wie mit jenen der Elektrizität, des Lichts, der Vitalität u. s. w.); hier vermochten wir bloß, die Gesetze der Erscheinungen zu beobachten, und haben uns ganz außer Stande gesetzt, sie a priori zu deduciren, so lange wir mit kindlicher Unbefangenheit diese Erscheinungen als das betrachten, wie sie sich uns unmittelbar darstellen.

Dieß konnte nun freylich einen Grund abgeben, daß wir wünschen möchten, es möchten alle diese Erscheinungen bloße Modificationen eines eigenen Stoffes, oder Modificationen von Bewegungen seyn. Allein, ist dieser Wunsch auch ein Grund zur Vermuthung, daß die Sache sich auch objectiv, in der Wirklichkeit außerhalb uns selbst so verhalte? Es steht sehr zu befürchten, daß wir einem bloßen Phantome nachjagen, und in

unnützen Grübeleien unsere Zeit verlieren, wenn wir alle Erscheinungen der Natur auf jene Actionen zurückführen wollen, die wir ihrer Einseitigkeit willen, vollkommen zu fassen im Stande sind. Ich dächte, wir gingen einen sicherern Weg, wenn wir, ohne vorgefaßte Meinung, die Erscheinungen für das annehmen wollten, was sie sind, wenn wir sie aus den Händen der Natur in ihrer reinen ursprünglichen Gestalt betrachten wollten. Alle Versuche, die Natur aus uns selbst construiren zu wollen, werden wohl stets vergeblich seyn, und was das Uebelste ist, so versäumen wir über diesem zwecklosen Streben, das wichtige Geschäft, unsern Geist durch die Natur selbst, zu bilden.

Dieß vorangeschickt, wollen wir die Erscheinungen der Wärme eben so als die Erscheinungen der Wärme (und nicht einer andern fingirten Action) betrachten; wie wir in der Mechanik die Bewegung als Bewegung selbst, betrachten. Und in der That folgt aus dieser Art den Gegenstand aufzufassen, die schönste Analogie in den Resultaten, die wir da erhalten, wo wir die Bewegung als Bewegung ansehen.

Wenn ein Körper als bewegt erscheint, so ist in ihm der Typus zur Bewegungsaction auf einen gewissen Grad geweckt. Wenn ein Fluidum als Warm erscheint, so ist in ihm der Typus zur Wärmeaction auf einen gewissen Grad geweckt. Hat der bewegte Körper einen gewissen Grad von Geschwindigkeit überschritten, so können wir ihn nicht mehr deutlich sehen, er erscheint uns als etwas Anderes, denn zuvor, und blos unsern Sinnen gemäß, könnten wir ihn für etwas Anderes halten; wir wollen diese zweyerley Bewegungen, deren jede unendlich viele Grade in sich faßt, die langsame und schnelle Bewegung nennen. Hat das Fluidum einen gewissen Grad von Wärmeaction überschritten, so erscheint es uns als etwas Anderes denn zuvor (als Dampf), und blos unsern Sinnen gemäß, könnten wir diesen für etwas Anderes halten, als das Fluidum. Die Bewegungsaction äußert sich am bewegten Körper, subjectiv, durch seine Ortsveränderungen, durch sein Erscheinen als langsam bewegter und schnell bewegter Körper, hingegen objectiv durch den Stoß, wenn er mit andern Körpern zusammenkömmt. So lange jener Körper blos eine subjective Bewegungsaction ausübt, verändert sich an derselben nichts; hingegen erleidet die subjective Action der Bewegung einen Abgang, sobald eine objective Action der Bewegung vor sich geht. Die Wärmeaction äußert sich am warmen Fluidum subjectiv durch dessen eigene Ausdehnung, durch dessen Erscheinen als Fluidum und als Dunst; hingegen objectiv, durch Einwirken auf andere Körper, die es ausdehnt, oder in denen es gewisse Veränderungen, Reize, erhöhte Lebensthätigkeit u. s. w. hervorbringt. So lange das Fluidum oder der Dampf blos eine subjective Wärmeaction ausübt, nämlich blos als warmes Fluidum oder dunstförmiges erscheint,

aber nicht auf andere Körper einwirkt (nach der Sprache der atomistischen Physiker, wenn das Fluidum oder der Dampf durch sehr schlechte Leiter ringsum umgeben ist), verändert sich am Erscheinen der Wärmeaction nichts (der atomistische Physiker würde sagen: so lange der erwärmte Körper innerhalb vollkommen schlechter Leiter eingeschlossen bleibt, gibt er von seinem Wärmestoffe nichts ab, behält daher einerley Aggregatzustand); hingegen erleidet die subjective Wärmeaction des Fluidums und des Dunstes einen Abgang (der Dunst verliert von seiner Expansivkraft, wird wohl gar tropfbarflüssig, die tropfbare Flüssigkeit wird dichter) sobald eine objective Wärmeaction vor sich geht (wenn nämlich das Fluidum oder dunstförmige andere Körper erwärmt). So viel der bewegte Körper, durch objective Bewegungsaction (im Stosse) einem andern Körper an Bewegungsaction mittheilt, eben so viel verliert er an subjectiver Bewegungsaction (nämlich die Quantität der Bewegung, welche er dem andern Körper mittheilt, ist jener Quantität der Bewegung gleich, welche er verliert, nach der bekannten Formel beym Stosse $MC + mc = MV + mv$, daher $M(C - V) = m(v - c)$. So viel der warme Körper durch objective Wärmeaction (durch Schmelzen von Eis) einem andern Körper an Wärmeaction (Action des Schmelzens) mittheilt, eben so viel verliert er an subjectiver Wärmeaction (z. B. wenn 1700 Kubikfuß Wasserdampf von 100° Reaumur Centesimal mittelst Eis auf 1 Kubikfuß Wasser von 100° Reaumur reducirt werden, so ist die Quantität a an Eis geschmolzen worden. Nun würde aber die Quantität a an Eis durch Consumtion desselben Quantums eines bestimmten Brennstoffes geschmolzen werden, als erforderlich wäre, um mittelst Erhitzung den Kubikfuß Wasser von 100 Grad Reaumur in 1700 Kubikfuß Dampf von 100 Grad Reaumur zu verwandeln).

§. 188. Wird ein prismatischer Körper, z. B. eine metallene Stange an dem einen Ende, das wir den Brennpunkt nennen wollen, erhitzt, und ist einmal ein gewisser Beharrungsstand eingetreten, so bemerkt man, daß der Körper nicht in allen Punkten, einen gleich hohen Grad der Temperatur äussert, d. h. daß in den verschiedenen Punkten des Körpers der Typus der Wärmeaction auf verschiedene Grade gestimmt ist, und daß den Graden dieser Stimmung ein Abnehmen vom Brennpunkte an, nach dem andern Endpunkte hin, statt findet; dieß Phänomen wollen wir die Wärmefortpflanzung nennen. Das Gesetz dieser Wärmefortpflanzung hat vorzüglich Lampert in seiner Pyrometrie und neuerdings Diet *) angegeben. Um das Gesetz zu finden, nach welchem sich die Wärme

B 2

*) Bibl. Britannique. 1804.

fortpflanzet, bediente sich Biot einer eisernen Stange, die $1\frac{1}{2}$ Zoll stark und 7 Fuß lang war, und in welcher mehrere Höhlungen gebohrt waren, um Thermometerkugeln aufzunehmen; die Zwischenräume wurden mit Quecksilber angefüllt; diese Stange wurde mit dem einen Ende in Wasser gestellet, das auf 60° Reaumur erhalten wurde. Erst nach einigen Stunden blieben die Thermometer stehen. Biot fand, daß sich diese Zunahmen der Thermometerstände durch eine logarithmische Linie ausdrücken lassen, wenn man zu ihren Abscissen die Entfernungen der Thermometer vom Brennpunkte, und als Ordinaten die Differenzen der Temperaturen annimmt.

Die theoretische Untersuchung bauet Biot auf den Newton'schen Satz, daß, wenn 2 Körper von verschiedenen Temperaturen mit einander in Berührung kommen, die Menge der Wärme, die der wärmeren Körper dem kälteren in einer sehr kurzen Zeit mittheilt, bey übrigens gleichen Umständen, dem Unterschiede ihrer Temperaturen proportional sey. Dieser Satz ist von Richmann, Kraft und Rumford bestätigt worden.

Newton hat hohe Temperaturen durch ein Verfahren untersucht, welches auf das Gesetz, nach welchem die Körper in der Luft abkühlen, gebaut ist. Nach diesem Gesetz, welches hernach Richmann durch Versuche bestätigt hat, besolgt die Abnahme der Wärme eine geometrische Reihe, wenn die Zeit in einer arithmetischen fortgeht, d. h. die Curve, die die Wärmeabnahme anzeigt, ist eine logarithmische Linie; mittelst dieser kann man also, wenn man die Temperatur des Körpers in einem gegebenen Augenblicke kennt, auch seine Temperatur zu jeder Zeit finden, vorausgesetzt, daß die Temperatur der Luft sich immer gleich bleibt.

Biot hat aus seinen obigen Versuchen eine eigene Art von Pyrometern angegeben, welche auf Folgendem beruht: Eine Stange wird, an einem Ende so lange erhitzt, bis ein Thermometer, welcher in einer bekannten Entfernung vom Brennpunkte absteht, stationär geworden ist; aus diesem Thermometergrade wird die Temperatur des Focus gefunden. Ist nämlich y die Temperatur im Brennpunkte, T die in der Entfernung x , so ist für die Eisenstange $y = Ta^x$, wo $\log. a = 0,220074$, zu den gefundenen y muß die bestehende Temperatur der Luft addiret werden; x ist in Decimetern zu messen.

§. 189. Es ist schon im Artikel Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen gezeigt worden, wie die Ausdrücke Strahlenbrechung, Strahlenzurückwerfung zu verstehen seyen. Wir bedienen uns derselben nicht in ihrer buchstäblichen Bedeutung, da wir sonst Materialität und Bewegung von Licht und Wärme annehmen müßten; sondern wir wenden diese Ausdrücke bloß als kurz gefaßte Beschreibungen jener Phänomene an, die wir an Licht und Wärmestrahlen und an durchsichtigen und undurchsichtigen Körpern wahrnehmen. In diesem Geiste muß das Folgende gelesen werden.

§. 190. Herschel *) beweiset durch Versuche, daß nicht nur Sonnenwärme, als ein construierender Theil der Sonnenstrahlen, von Spiegeln, so oft man will, zurückgeworfen werden können, sondern daß dieß auch von der Wärme eines Lichtes, der Wärme, welche die farbigen Sonnenstrahlen begleitet, jener eines glühenden Eisens, der Wärme eines Kohlenfeuers, der, der nicht sichtbaren Sonnenstrahlen, und der nicht sichtbaren Ofenwärme, die nämlich von einem nicht glühenden Ofen ausstrahlet, gelte. Dieselben Wärmestrahlen werden aber auch durch durchsichtige Gläser und Linfen gebrochen. Wir sehen also zwischen den Licht- und Wärmestrahlen eine vollkommene Aehnlichkeit. Hingegen sind aber die Wärmestrahlen viel brechbarer als die Lichtstrahlen, und das Wärmespectrum verhält sich zu dem Lichtspectrum, wie $5\frac{1}{4} : 3$. Der Sinus des Brechungswinkels der Wärmestrahlen steht zum Sinus ihres Einfallswinkels in einem constanten Verhältnisse. Auseinandergebrochene Wärmestrahlen lassen sich durch entgegengesetzte Brechung in einem andern Mittel wieder vereinigen. In Brenngläsern haben die Wärmestrahlen einen andern Focus als die Lichtstrahlen, und zwar scheint der Wärmefocus hinter dem andern in einer Entfernung von $\frac{1}{4}$ Zoll zu liegen. Weiter unten, wo von der sogenannten Zurückwerfung und Brechung des Lichtes gesprochen werden wird, soll ein Mehreres hierüber, als theoretische Erläuterung gesagt werden.

§. 191. Die Expansivkraft der Wasserdämpfe hängt von ihrem Temperaturzustande ab. Um das hier statt findende Gesetz zu finden, haben vorzüglich Cavendish, Bedancourt, Schmidt, Gerstner, ganz vorzüglich Dalton in Manchester Versuche angestellt, und deren Resultate in Tabellen ausgedrückt.

Soldner **) hat nach diesen Dalton'schen Tabellen das sich darauf beziehende Gesetz algebraisch folgendermassen ausgedrückt: Bey der Temperatur $= (80 + u)^{\circ}$ Reaumur, sey der Barometerstand der Wasserdämpfe $= e$ englische Zoll, so ist (vorausgesetzt, daß der Frier- und Siedepunkt des Thermometerstandes bey 30 englischen Zollen bestimmt worden, und der Thermometerstand mit Octogesimalscale) $\log. e = \log. 30 + 0,1365. u. \log. (1,3802 - 0,00253. u.)$; für andere Flüssigkeiten als Wasser gilt dieselbe Formel, nur mit andern constanten Größen.

Die Kraft der Dämpfe von was immer für Flüssigkeiten, ist im gleichen Abstände über oder unter der Temperatur, bey welcher jede dieser Flüssigkeiten in der freyen Luft siedet, dieselbe, und diese Kraft ist dieselbe sowohl im luftleeren Raume als unter dem Druck einer andern elastischen Flüssigkeit, wie Dalton zeigt ***).

*) Gilberts Annalen 1802 B. 10.

**) Gilberts Annalen.

***) Bibliothque Britannique 1802.

In einem bestimmten Raum Luft, von jeder Dichtigkeit und im leeren Raum ist bey einer gegebenen Temperatur immer gleich viel Wasser als Dampf aufgelöst, wenn in beyden Fällen die Wasserdämpfe aus dem Wasser ungehindert in den Raum treten können (Dalton) *). Die Menge dieses Wasserdampfes nimmt mit der Temperatur zu.

Nach Daltons Ansichten läßt sich der, den in der Atmosphäre befindlichen Wasserdämpfen ausschließlich entsprechende Barometerstand, nicht aus jenem Thermometerstande bestimmen, welcher in der Atmosphäre überhaupt besteht; sondern blos aus jenem Thermometerstande (mit Hülfe der oben erwähnten Dalton'schen Tabellen), bey welchem diese Wasserdämpfe anfangen, sich niederzuschlagen. Dieser Thermometerstand kann der Condensationspunkt der Wasserdämpfe genannt werden. Dalton findet demnach den blos der Wasserdampf-atmosphäre entsprechenden Barometerstand aus dem jedesmaligen Condensationspunkte dieser Wasserdampf-atmosphäre. Um diesen zu finden, bedient er sich einer mit Wasser gefüllten Flasche und beobachtet den Thermometerstand dieses Wassers. Jener Thermometerstand nun, bey welchem die Flasche anfängt, mit Dünsten beschlagen zu werden, ist der Condensationspunkt der Wasserdampf-atmosphäre. Die Möglichkeit des Bestehens der verschiedenen Temperaturen des Wasserdampfes und der Luft einzusehen, muß man überlegen, daß der Temperatur-Überschuß der Luft zur Erzeugung der Dämpfe wirke **).

Sonst hat man angenommen, daß sich Wasser unter einer Temperatur von 28° R. mit den Gasarten nur chemisch verbinde, oder daß eine chemische Auflösung statt finde; und daß es über 80° R. erhitzt eine elastische Flüssigkeit besonderer Art, nämlich Dampf werde. Pictet hat mit Dalton diese Theorie entworfen, und nimmt an, daß bey jeder Temperatur, Wasserdampf gebildet werde, der für sich, als eine eigene Gasart, in der Atmosphäre bestehet. Der einzige Unterschied, der zwischen einer verdunstenden und kochenden Flüssigkeit statt findet, ist der, daß sich bey jener Dämpfe, nur von der Oberfläche der Flüssigkeit, bey dieser aber auch im Innern derselben bilden. Jenen Dämpfen setzt die Atmosphäre kein Hinderniß entgegen, diesen aber durch ihren Druck auf die Oberfläche der Flüssigkeit; denn eine gasförmige oder dunstförmige Flüssigkeit drückt auf keine solche Flüssigkeit, von anderer Natur, wohl aber auf jede tropfbare Flüssigkeit.

Dalton stellt über die Verdunstung Folgendes auf ***): Die Menge der Verdunstung einer Flüssigkeit ist bey übrigen gleichen Umständen, den Elasticitäten der sich bildenden

*) Gilb. Annal. 1809.

**) Gilb. Annal. 1803.

***) Gilb. Annal 1803.

Dünste oder Dämpfe proportional. Hiebey muß man aber die Menge der in der Luft schon aufgelösten Dünste abrechnen, denn die Kraft, mit welcher die Verdunstung vor sich gehet, ist gleich dem Unterschied zwischen der Expansivkraft der sich bildenden, und der schon in der Luft befindlichen Dämpfe, und durch diese Kraft werden die Theilchen der Dämpfe durch die Zwischenräume der Luft gerade so wie Wasser durch Kieselsteine getrieben.

§. 192. Die Erscheinungen von Wärme und Kälte beziehen sich nicht auf entgegengesetzte, oder auch nur qualitativ verschiedene Actionen, sondern bloß auf verschiedene Grade, auf welche einerley Action ausgeübt wird. Denn, der Körper, der gegen einen andern kalt scheint, kann gegen einen noch andern warm erscheinen. Die Aeußerung von Wärme und Kälte bezieht sich daher bloß auf die verschiedenen Grade des Geweckseyns oder der Stimmung, bey einem und demselben Typus, nämlich bey dem Typus zur Wärmeaction. In dieser Ansicht liegt nichts hypothetisches, nichts von einer angenommenen Wärmematerie, die wir unmittelbar nirgends wahrzunehmen vermögen.

Wenn ein Körper, von einer höheren Temperatur, auf eine niedrigere gebracht wird, so entsteht eine Contraction, und umgekehrt. Wollte man hieraus schließen, Wärme und Kälte seyen entgegengesetzte Actionen, nämlich Actionen nach Expansion, und nach Contraction, so wäre dieser Schluß falsch, da aus obiger Betrachtung eigentlich nur so viel hervorgeht: Wird der Typus zur Wärmeaction auf einen gewissen Grad geweckt, so entsteht am Körper ein bestimmter Grad von Expansion; wird der Typus zur Wärmeaction auf einen höhern Grad geweckt, so entsteht am Körper ein höherer Grad von Expansion. Dieser Grad von Expansion gegen jenen betrachtet, ist aber nur ein höherer Grad von Expansion; nie aber dürfen wir diesen Zustand als absolute Expansion, und jenen Zustand als absolute Contraction betrachten; indem ja Alles, was einen endlichen Raum einnimmt, als Expansion erscheint, und diese Expansion ins Unendliche, bis auf die Größe eines mathematischen Punktes abnehmen kann.

§. 193. Ich will hier in gedrängter Kürze das Wesentlichste aus den Wärmethorien von Dalton, Berstedt, H. Davy, ausheben. Ersterer ist in allen seinen Ansichten Atomistiker, die beyden letztern neigen sich mehr nach dynamischen Ansichten.

§. 194. Daltons Theorie bezieht sich wesentlich auf Folgendes *): Der Wärmestoff ist eine elastische Flüssigkeit von großer Feinheit, deren Theilchen einander zurückstoßen, während sie von allen übrigen Körpern angezogen werden. Bey gleichen Temperaturen ist Ruhe; die absolute Menge des Wärmestoffs ist aber in diesem Falle in irgend

*) Dalton neues System . . . , 1812.

zwey heterogenen Körpern keineswegs, weder in gleichem Volum, noch in gleichen Gewichten gleich; sondern hängt von der Affinität derselben zum Wärmestoffe ab.

Der specifische Wärmestoff bleibt sich bey den verschiedenen Temperaturen nicht gleich, weil die Ausdehnung verschiedener Körper durch gleiche Wärmeincremente nicht dieselbe ist, und die Verwandtschaft oder Capacität der Körper zum Wärmestoff mit der Abnahme ihrer Dichtigkeit zunimmt, (beym Wasser würde es sich auch zeigen, wenn man dasselbe verdichten könnte). Bey Bestimmung der specifischen Wärme, würde man daher besser thun, gleiche Volumina statt gleicher Gewichte voranzusetzen, weil sich bey jenen mit Veränderung der Temperatur nur die Dichtigkeit, bey diesen aber auch noch das Volumen ändert.

Bey Gasarten können wir die Ausdehnung verhindern, bey tropfbarflüssigen Körpern nicht; bey dieser werden daher gleiche Wärmemomente eine verzögerte Temperaturzunahme bewirken. Wegen der Verdichtung ist auch die Temperatur einer Mischung von gleichen Gewichten Wasser von 22 und 212° , die von De Luc unter dem arithmetischen Mittel 122 nämlich zu 119 , und bey gleichem Volum zu 115 gefunden wurde, noch zu groß. Man muß daher den bis jetzt aufgestellten Satz: daß die Mischung immer die wahren mittlern Temperaturen habe, und daß die bis jetzt gebrauchten Quecksilber-Thermometer weil sie dieselben richtig anzeigen, ein genaues Maaß der Temperatur seyen, in Zweifel ziehen, und vielmehr hieraus und der durch die neuesten Versuche erwiesenen ungleichförmigen, und zwar den Quadraten der Temperatur proportionalen Ausdehnung des Quecksilbers, vom Orte der größten Dichte an, auf die Unrichtigkeit der bis jetzt üblichen Quecksilber-Thermometer schließen. Als indirekte Beweise des hier ausgedrückten Gesetzes sind folgende Erfahrungen anzusehen: die Zunahme der Spannung des Wasserdampfes, welcher mit Wasser in Verührung steht, und überhaupt des Dampfes jeder homogenen Flüssigkeit, z. B. des Aethers (nicht aber des Weingeistes der aus Wasser und Alkohol besteht) beobachtet genau eine geometrische Progression, wenn gleiche Incremente der Temperatur nach einer Scale, die dem erwähnten Gesetze zu Folge eingetheilt worden ist, statt finden; ferner dehnt sich Luft und Dampf nach der neuen Scale für gleiche Incremente der Temperatur nach einer geometrischen Progression aus; und endlich nimmt die Temperatur in einem abkühlenden Medium in gleichen Zeitmomenten genau in geometrischer Progression ab, wenn die Temperatur nach der neuen Scale genommen wird, oder die Wärme, welche ein Körper bey dem Abkühlen verliert, steht im Verhältniß seines Ueberschusses von Temperatur über die des abkühlenden Mediums.

Dalton's neue Scale zählt zwischen dem Frost- und Siedepunkte des Wassers wie die Fahrenheit'sche, 180° Grad; diese sind aber so getheilt, daß ihre Größe den Quadraten der Temperatur vom Gefrierpunkt des Quecksilbers an gerechnet, proportional ist. Unter

diesen Voraussetzungen fällt der Fahrenheit'sche — 40ste Grad auf — 175; 32 auf 32, 212 auf 212; außer diesen letzten weichen alle übrigen Grade von einander ab. Gleich viel Grade der neuen Scale, wo immer genommen, werden also durch gleiche Incremente von Wärme hervorgebracht (vorausgesetzt, daß sich der erwärmte Körper nicht auszudehnen vermag). Wegen der ungleichförmigen Ausdehnung des Glases, muß die aus der neuen Scale berechnete Fahrenheit'sche corrigirt werden, wenn sie die wirkliche Temperatur geben soll.

Ein Wasserthermometer wird mit dem vorhergehenden Quecksilber-Thermometer vollkommen correspondiren, wenn es nach demselben Gesetz vom Punkte seiner größten Dichtigkeit, der in 42° der alten Scale fällt, getheilt ist.

Gewöhnlich nimmt man an, daß sich die festen Körper gleichförmig ausdehnen. Obgleich dieß im strengsten Sinne nicht wahr ist, so kann man es doch so in Vergleich gegen die des Wassers, die viel größer ist, annehmen. Die Ausdehnung des Wassers aber ist, wie Dalton zu beweisen sich bestrebt, für gleiche Temperatur Zu- und Abnahme den Quadraten der Temperatur vom Punkte der größten Dichte an, proportional und gleichförmig beschleunigt.

Hieraus folgt, daß sich Wasser in einem thermometrischen Gefäße scheinbar ebenfalls gleichförmig beschleunigt erheben wird, und daß der scheinbar tieffste Punkt, von welchem dieß angeht, tiefer als der wahre liegen wird. Für die scheinbare und wahre Ausdehnung wird man also haben $v = 2gt$ und $s = gt^2 = \frac{vt}{2}$; und für die Ausdehnung des Gefäßes $s = et$ (diese Formeln beziehen sich auf die allgemein bekannten Fundamentalgleichungen der gleichförmig beschleunigten Bewegung). Ferners folgt hieraus, daß die wirkliche Ausdehnung des Wassers vom Maximo der Dichte an, für irgend eine Anzahl von Graden dieselbe, wie die scheinbare Ausdehnung von der scheinbaren größten Dichte in irgend einem Gefäße für dieselbe Anzahl von Graden sey. Auf diese Art ist die absolute Ausdehnung des Wassers auf diesem Wege bestimmbar, ohne daß man zu wissen nöthig hat, bey welcher Temperatur seine Dichte am größten sey. Läßt sich die Ausdehnung eines Gefäßes finden, so läßt sich auch die Temperatur, bey welcher die Dichte des Wassers am größten ist, finden, und umgekehrt. Auf diesen Wegen findet Dalton die Größe der Ausdehnung des Wassers für 180° vom Punkte seiner größten Dichte gerechnet, $\frac{1}{21,5}$ seines anfänglichen Volums, und die größte Dichtigkeit des Wassers bey 36 der alten oder 37 der neuen Scale.

Ferner findet er die Größe der Ausdehnung verschiedener Körper, unter andern die der Thermometerkugeln, woraus folgt, daß ohne der Ausdehnung des Glases das Ther-

mometer bey'm Siedepunkte um 41° Grad höher stände. Die wahre Ausdehnung des Quecksilbers von 32 bis 212 ist 0, 02. Alkohol, Olivenöl, Leinöl, Terpentinöl, Schwefelsäure, Schwefeläther, u. beobachten dieß Gesetz des Wassers, dehnen sich nämlich vom Punkte der größten Dichte, dem Quadrate der wirklichen Temperatur proportional aus. Die Größe dieser Ausdehnung ist genau von Dalton angegeben.

Die Ausdehnung fester Körper wird vermuthlich den Quadraten der Temperatur vom Punkte der größten Dichte, oder weil sich ihr Aggregatzustand nicht ändert, vom absoluten Nullpunkte (der bey 6000° liegt) proportional seyn. Man mag aber auch die 3ten oder 4ten Potenzen nehmen, so kann man von 32 — 212 die Ausdehnung gleichförmig setzen.

Daß zwischen den Körpern in Rücksicht des specifischen Wärmestoffs eine große Verschiedenheit seyn müsse, ersieht man aus der Temperatur der Mischungen verschiedener Flüssigkeiten oder einer Flüssigkeit mit einem festen Körper, die nie das Mittel der Temperatur ist, und aus der verschiedenen Zeit, in welche verschiedene Flüssigkeiten in gleichen und ähnlichen Gefäßen abkühlen. Bey Veränderung des Aggregatzustandes ändert sich die Wärmecapacität; sie wächst nämlich bey'm Aufsteigen zum Gasförmigen. Sie ändert sich aber auch mit der Veränderung der Temperatur bey demselben Aggregatzustand, weil sich das Volumen hiebey ändert. . . .

Man kann annehmen, daß die Zunahme der Verwandtschaft zur Wärme, der Zunahme des Volums, also den Quadraten der Temperatur proportional sey; daß sich also die Wärmecapacität z. B. des Wassers bey 32, 122 und 212 = 22 : $22\frac{1}{2}$: 23 verhalten. Aus Vermischungen von Eis mit Wasser fand Dalton, daß die Menge von Wärme $176\frac{1}{2}^{\circ}$ (von der Temperatur 22 bis 200) = der Menge von Wärme in 150 (von der Temperatur 132 — 122) = der Menge von Wärme in 128° (von der Temperatur 50 — 45, 3) sey; oder, wenn man 7 Theile Wärme braucht, um das Thermometer bey 50 um 1° steigen zu machen, wird man 212 nur 5 Theile brauchen. Aus diesem würde die Länge der Grade in der Gegend von 212 zu jener in der Gegend 50 nach den gewöhnlichen Scalen = 7 : 5 folgen, wenn diese Grade gleiche Temperaturincremente anzeigen sollen. Bey der Angabe der sogenannten latenten Wärme in Graden, muß man also die Gegend der Grade bezeichnen.

Dalton gibt folgende Methode an, die spezifische Wärme der Körper zu finden: Bezeichnen w und W die Gewichte zweyer Körper, von denen der erste um d Grade kälter ist, als der zweyte ist, und c und C ihre Capacitäten für den Wärmestoff bey derselben Temperatur, und m und n die Veränderungen der Temperatur nach der Vermischung: so ist $m + n = d$, $c : C = nw : mW$ also $m = \frac{WCd}{wc + WC}$ oder $C =$

$\frac{w c n}{W n}$ und $c = \frac{W C n}{m}$. Diese Methode setzt voraus, daß der eine Körper zu dem andern keine chemische Affinität habe.

Die Capacität des Gefäßes, oder überhaupt fester Körper, wird auf dieselbe Art bestimmt. Körper aber, die Verwandtschaft zum Wasser haben, müssen in Gefäßen, deren Capacität man zuvor bestimmt hat, untersucht werden. Diesem Verfahren ist einzuwenden, daß sich die Capacitäten der Körper mit ihrer Temperatur ändern, und daß man sich hiebey der neuen Scale zu bedienen habe. Dalton zieht daher Mayers und Leslie's Verfahren vor, die Körper bey gleichem Volum derselben Temperatur der Luft auszusetzen, und die Zeit zu beobachten, in welcher sie dieselbe Anzahl Grade Wärme verlieren, die Zeiten stehen direct im Verhältniß der Capacitäten, indem man annimmt, daß in gleichen Zeiten gleich viel Wärmestoff aus dem Körper der Luft mitgetheilt und fortgeführt wird. Auf dieß Verfahren hat die Scale keinen Einfluß und ist einer größern Genauigkeit fähig. Die so gefundenen Capacitäten durch specifisches Gewicht getheilt, geben den specifischen Wärmestoff.

Dalton behauptet, daß die Menge von Wärmestoff, welcher den kleinsten Theilchen aller elastischen Flüssigkeiten angehört, bey demselben Drucke und derselben Temperatur dieselbe sey. Hieraus folgt, daß der specifische Wärmestoff gleicher Gewichte von irgend zwey elastischen Flüssigkeiten sich umgekehrt wie die Gewichte ihrer Atome verhalten, bey gleichen Volumen aber im directen Verhältnisse ihrer specifischen Gewichte und im umgekehrten der Gewichte ihrer Atome stehen.

Vereinigen sich zwey elastische Atome um eines einer andern Art zu bilden, so entweicht die Hälfte ihres Wärmestoffs. Der Wärmestoff, der bey dem Zusammendrücken der Gasarten entweicht, ist im Vergleiche gegen das Ganze nur ein sehr geringer Theil, und scheint nur derjenige zu seyn, der sich zwischen den kleinen kugelförmigen Theilchen der Gasarten mit ihren Wärmeatmosphären befindet, und der gar nicht zu der Gasart gehört, weil sich derselbe auch im luftleeren Raume befindet, wie man aus der Zunahme der Temperatur ersehen kann, welches statt findet, wenn man Luft im luftleeren Raum treten läßt. Man kennt daher die specifische Wärme der elastischen Flüssigkeiten, wenn man das Gewicht ihrer Atome kennt, welche Dalton, wie schon erwähnt worden, nach seinen Hypothesen aufgestellt hat *). Nach ihm ist das Gewicht eines Atoms Wasserstoffgas = 1 gesetzt, das des Sauerstoffgas = 7, des Stickstoffgas = 5, des Salpetergas = 12, des Kohlensäurengas = 19, der Salzsäure 22, des Wasserdunstes 8, Aetherdunstes 11, und

Cc 2

*) Dieß findet sich im zweyten Theile von Daltons neuem System

des Alkoholdunstes 16. Vorausgesetzt, daß sich der spezifische Wärmestoff des Wassers zu dem des Wasserdunstes $= 6 : 7$ oder $= 1 : 1,166$ verhält, findet er den spezifischen Wärmestoff aller Gasarten, dann das Wasser $= 1$ gesetzt, für gleiche Gewichte.

Um die Menge des Wärmestoffs zu finden, welche sich beim Verbrennen entwickelt, bedient sich Dalton bey Gasarten einer Blase, die 30000 Gran Wasserstoffgas hält, und mit einer Röhre versehen ist; an dieser wird das Gas entzündet, und die Flammen an den vertieften Boden eines zinnernen mit Wasser gefüllten Gefäßes geleitet, dessen Capacität für Wärme durch einen vorläufigen Versuch bestimmt worden ist. Die Zunahme der Temperatur des Wassers wird hierauf beobachtet; hiebey geht $\frac{1}{10} - \frac{1}{8}$ des ganzen Wärmestoffs verloren. Das Verbrennen des Wasserstoffgas erhöht die Temperatur eines gleichen Volums Wasser um $4,5^\circ$, des kohlenstoffhaltigen Wasserstoffgas um 10° Del, Alkohol und Aether werden in einer Lampe verbrannt, Phosphor, Kohle, Schwefel, Kampfer und Kautschuck auf schicklichen Unterlagen. Das Verbrennen von 10 Gran Del erhöht die Temperatur von 30000 Gran Wasser um 5° , von Talg und Wachs um $5,2^\circ$ von Kohle um 2° .

Dalton zeigt hierauf, daß die Meinung Crawfords und Lavoisiers nicht richtig sey, nach welcher nur allein der Sauerstoff die Quelle des hervorgebrachten Lichtes und der Wärme sey, sondern daß dieser in dem Verbrennenden und dem Sauerstoffe liege; denn die Menge der entbundenen Wärme oder geschmolzenen Eises, ist nicht der verbrauchten Menge Sauerstoff proportional. Wenn beim Verbrennen von 1 Pfund Holzkohle kein Verlust statt findet, sagt Dalton, so wird durchs Verbrennen von 1 Pfund Holzkohle die Temperatur von $45 - 50$ Pfund Wasser von $32 - 212^\circ$ erhöht. Dieselbe Temperatur wird hinreichen, 7 — 8 Pfund Wasser in Wasserdunst zu verwandeln.

Mischt man w Gewichtstheile irgend eines Körpers (z. B. Schwefelsäure), dessen spezifischer Wärmestoff $= c$ ist, mit W Theilen eines andern Körpers (z. B. Wasser) dessen spezifischer Wärmestoff C ist, setzt man ferner den spezifischen Wärmestoff des Gemisches $= M$, die Anzahl fahrenheit'scher Grade, die bey der Mischung frey werden $= n$, und nennt x die Anzahl fahrenheit'scher Grade vom absoluten Nullpunkte in der Einheit des 2ten Körpers bey 32° , so hat man $(cw + CW)x = (w + W)Mn \pm (w + W)Mn$, wo $+$ für frey werdende, $-$ für gebundene Wärme zu setzen kommt. Diese Gleichung zeigt, daß sich der absolute Nullpunkt aus der Vermischung zweyer Körper wird finden lassen, wenn hiebey Wärme gebunden und entbunden wird. Schwefelsäure und Wasser geben für x , 5300; Kalk und Wasser 4260; Salpetersäure und Kalkerde 11000; Verbrennen des Wasserstoffgas 5400; Verbrennen des Phosphors 5400; Verbrennen der Holzkohle 4400; Mittel 6000. Umgekehrt nimmt man $x = 6000$, so findet man die Menge der frey werdenden Wärme durchs Verbrennen der Holzkohle mit Craw-

ford's und Lavoisier's Versuchen übereinstimmend. Aus diesem großen Werthe von x ist es deutlich, daß die Wärme, die nöthig ist, eine tropfbare Flüssigkeit in eine elastische zu verwandeln, nur ein geringer Theil des Ganzen sey. Die großen Unterschiede 11000 und 4150 lassen sich nur durch eine Veränderung der Capacität mit der Temperatur erklären.

Die Wärme, die durchs Reiben und durch den Stoß frey wird, wird es nur durch die damit verbundene Verdichtung; denn einmal gehämmertes Eisen entbindet keine Wärme mehr, außer es wird wieder geglüht, wobey es sich ausdehnt, und wieder Wärme aufnimmt.

Flüssigkeiten leiten die Wärme einmal wie die festen Körper durch ein stufenweises Fortschreiten derselben von Theilchen zu Theilchen, dann aber und zwar vielmehr durch die Bewegung der Theilchen. Durch leeren Raum und durch elastische Flüssigkeiten pflanzt sich aber der Wärmestoff auch noch durch Strahlung fort. Durch sie erhalten wir die Wärme der Sonne und eines gewöhnlichen Feuers.

Dalton nimmt mit Herschel an, man müsse Licht und Wärmestrahlen der Sonne unterscheiden. Die strahlende Wärme glühender Körper oder erwärmter, kann sehr gut reflectirt nicht leicht aber gebrochen werden, weil sie nicht stark genug ist, die durchsichtigen Körper zu durchdringen.

Die gewöhnliche Theorie der Abnahme der Wärme der Luft nach oben, ist: daß die Luft unmittelbar durch die Sonnenstrahlen nicht erwärmt wird, und daß sie ihre Wärme bloß durch erwärmte Erdoberfläche erhält. Diese Theorie ist nach Dalton in ihrem letzten Theile falsch; denn da die Luft eine Flüssigkeit ist, so würde sich die von der Erdoberfläche erwärmte Luft erheben, und es würde gerade das Gegentheil der Erfahrung hieraus folgen. Dalton erklärt die Wärmeabnahme aus folgendem Princip: Das natürliche Gleichgewicht des Wärmestoffs in der Atmosphäre tritt dann ein, wenn jedes Atom Luft in derselben senkrechten Säule, mit demselben Quantum Wärmestoff begabt ist; und folglich findet das natürliche Gleichgewicht des Wärmestoffs in einer Atmosphäre dann statt, wenn die Temperatur, so wie man höher steigt, nach und nach abnimmt. Denn mit der Verdünnung der Luft nimmt ihre Capacität zu, ist demnach die Menge der Wärme ein bestimmtes Quantum, so muß die Temperatur durch die Dichte bestimmt werden.

§. 195. Derstedt's Theorie der Wärme bezieht sich wesentlich hierauf: Die Wärme rührt keinesweges von einem Stoffe her, welcher aus einem Körper in den andern übergeht. Wärme entsteht dann, wenn ein Körper gezwungen wird, mehr Elektrizität zu leiten, als er frey würde geleitet haben. Es entsteht dadurch ein Zustand, wo das Gleichgewicht der Kräfte in jedem Punkte des Körpers gestört ist, aber so, daß es zu keiner

sinnlich erkennbaren Trennung der Kräfte gekommen ist. Dieser Zustand ist nun der, welchen wir Wärme nennen, *).

§. 196. H. Davy erklärt die Wärmeerscheinung folgendermaßen: Da man es dahin bringen kann, daß alle Körper bey dem Erkalten einen kleinern Raum einnehmen, so ist es offenbar, daß die Theilchen der Materie durch Zwischenräume getrennt seyn müssen, und da jeder Körper das Vermögen sich auszudehnen, einem Körper von niedrigerer Temperatur mittheilen kann, d. h. vermögend ist, die Theilchen desselben in eine expansive Bewegung zu setzen, so ist es ein höchstwahrscheinlicher Schluß, daß seine eigenen Theilchen sich in Bewegung befinden. Da jedoch keine Veränderung in der Lage der Theilchen eines Körpers so lange statt findet, als die Temperatur gleichförmig ist, so muß die Bewegung wosfern sie vorhanden ist, schwingend oder wellenförmig seyn, oder eine Bewegung der Theilchen rund um ihre Ase oder eine Bewegung der Theilchen rund um einander.

Es scheint, daß man alle Phänomene der Wärme erklären könne, wenn man annimmt, daß in den festen Körpern die Theilchen sich in einem beständigen Zustande einer schwingenden Bewegung befinden; daß die Theilchen der heißesten Körper sich mit der größten Schnelligkeit und durch den größten Raum bewegen; daß in den tropfbarflüssigen und und elastisch flüssigen Körpern, außer der schwingenden Bewegung, welche in dem letzten am größten gedacht werden muß, die Theilchen eine Bewegung rund um ihre eigene Ase mit verschiedenen Graden der Geschwindigkeit haben, doch so, daß die Theilchen der elastischen Flüssigkeiten sich mit der größten Schnelligkeit bewegen; und daß bey den ätherischen Substanzen die Theilchen sich rund um ihre eigenen Axen, und getrennt von einander bewegen, und in geraden Linien den Raum durchdringen.

§. 197. Ich beschließe das hier über Wärmeerscheinungen Gesagte, mit der folgenden Wärmetheorie nach meinen Ansichten, die von den gewöhnlichen sehr abweichen.

Versuch einer mathematischen Entwicklung der Fundamentalgesetze der Wärmeerscheinungen, wobey diese bloß als Resultate gewisser Actionen betrachtet werden, und kein Wärmestoff vorausgesetzt wird.

§. 198. Das mehr oder weniger Warmseyn eines Körpers ist eben so ein bloßer Zustand desselben, wie die Bewegung ein bloßer Zustand eines Körpers ist. Im ersten

*) Berstedt's chemische Naturgesetze.

Falle ist der Typus zur Wärmeaction auf einen gewissen Grad gestimmt, im zweyten Falle ist es der Typus zur Bewegungsaction. Wir wollen uns hier folgendermaßen ausdrücken: Im ersten Falle calorifizirt der Körper auf eine bestimmte Weise; im zweyten Falle motuifizirt (von motus) er auf eine bestimmte Weise.

§. 199. Der Körper calorifizirt subjectiv oder objectiv, je nachdem sein Wärmestand seinen Volumen- und Aggregatzustand bestimmt, oder den Volumen- und Aggregatzustand in einem andern Körper ändert; eben so motuifizirt der Körper subjectiv oder objectiv, je nachdem er sich bloß fortbewegt, oder einen andern Körper zur Bewegung stimmt, (z. B. im Stöße)

§. 200. Der einmal bestehende Zustand, von welchem immer einer Art, erhält sich unverändert in alle Ewigkeiten fort, wenn nicht eine veranlassende Ursache zu einer Zustandsveränderung hinzutritt; jene Ursache nennen wir eine Kraft, deren Natur und Wesenheit wir nie zu ergründen vermögen, sondern an der wir bloß das Quantitative aus ihren Wirkungen zu bestimmen uns bestreben. Das Gesetz der Trägheit findet statt für jeden Zustand, worinne sich ein Körper befindet.

Jedes Zu- oder Abnehmen des Calorificirens am Körper, ist einer positiv oder negativ wirkenden Wärmekraft zuzuschreiben; eben so wie jedes Zu- oder Abnehmen des Motuificirens am Körper, einer positiv oder negativ wirkenden mechanischen Kraft zuzuschreiben ist. Ein Körper würde daher nie auskühlen oder wärmer werden, wenn er sich bloß selbst überlassen bliebe; wenn er nicht mit andern Körpern in calorificirende Wechselwirkung treten möchte; in der Sprache der Atomistiker, wenn er mit vollkommen schlechten Leitern umgeben wäre), eben so wie ein Körper nie eine Aenderung in seiner Bewegung erleiden möchte, wenn er bey der Reibung, bey dem Stöße u. s. w., durch mechanische Kräfte nicht influenziert würde.

§. 201. Wir wollen den absoluten Nullpunkt des Calorificirens, jenen Zustand nennen, wo des Körpers Calorificiren $= 0$ ist, ein idealer Zustand, den nur der Calcul bestimmen könnte, nicht die Erfahrung. Der absolute Nullpunkt des Motuificirens ist der Stillstand, ein Zustand den wir auch nicht aus Erfahrung kennen, sondern der nur ideal ist; denn, der für uns stille stehende Punkt, z. B. ein Fixstern, ist vielleicht ein sich im Raume, mit allen übrigen Fixsternen bewegendes Punkt, der aber gegen die übrigen Fixsterne fortwährend einerley Lage behauptet.

§. 202. Betrachten wir an der Wärmeaction bloß deren Aeußerung, als ein das Volumen bestimmendes, und nennen die Wärmeaction in dieser einseitigen Rücksicht (unter welcher allein sie dem Calcul unterworfen werden kann, so wie die Bewegungsaction, nur als Raumdurchlaufung dem Calcul unterliegt, nicht aber als ein auf ein organisches Wesen Einwirkendes, z. B. als das eine Contusion, die in Eiterung übergeht, Bewir-

lende), das Volumifiziren; so können wir sagen, statt subjectives und objectives Calorifiziren, eigenes, und mittheilendes Volumifiziren; so wie wir sagen können, eigenes und mittheilendes Motuifiziren. Während des mittheilenden Motuifizirens, nimmt das eigene Motuifiziren ab (während des Stoßes, verliert der schneller bewegte Körper an seiner Geschwindigkeit); eben so nimmt, während des mittheilenden Volumifizirens, das eigene Volumifiziren, ab (der wärmere Körper kühlt ab, zieht sich zusammen, indem er den kältern erwärmt und ausdehnt).

§. 203. In demselben Sinne, als man in der Mechanik die Ausdrücke bewegende und beschleunigende Kraft nimmt, sagen wir: totale und auf die Masseneinheit ausfallende Wärmekraft.

§. 204. Wenn die Masse M mit der Geschwindigkeit C motuifizirt, so ist MC das Maasß des eigenen Motuifizirens: erhöht aber die Masse M die Geschwindigkeit c der Masse m (im Stoße) um $v - c$, so ist, (wenn beyde Massen unelastisch sind) $m(v - c)$

$$= \frac{M \cdot m}{M + m} (C - c) \text{ das Maasß des mittheilenden Motuifizirens. Nun sind aber}$$

die Ausdrücke MC und $\frac{Mm}{M + m} (C - c)$ einander nicht proportional. Eben so besteht kein Grund dafür, daß (in der Wärmeaction) das eigene und das mittheilende Volumifiziren einander proportional zunehmen müßten (nämlich eigene Ausdehnung und durchs Thermometer bestimmte Temperatur). Es kann sogar, unter gewissen Dimensionen, bey zunehmendem mittheilenden Volumifiziren das eigene Volumifiziren abnehmen, wie dieß z. B. bey Wasser der Fall ist, das von $(3, 5)^\circ$ Reaumur bis 80° sowohl, als von $(3, 5)^\circ$ R. bis 0° sich ausdehnt. Ähnliche Resultate ließen sich selbst aus der analytischen Mechanik entwickeln. Es stoße z. B. die Masse M mit der Geschwindigkeit C , an die Masse m , welche die Geschwindigkeit c hat, beyde Massen seyen unvollkommen elastisch, und zwar so constituit, daß man die Gleichungen erhielte:

$$MC + mc = MV + mv, \text{ und}$$

$$MF(C) + mF(c) = MF(V) + mF(v);$$

nun kann $F(V)$ eine solche Function ausdrücken, daß aus diesen beyden Gleichungen folgt $MC = f(m(v - c))$, worin $f(m(v - c))$ eine Function ausdrückt, bey der rücksichtlich der Veränderlichkeit von $m(v - c)$ folgt; aus $\frac{df(m(v - c))}{dm(v - c)} = 0$

der Werth $m(v - c) = a$, und aus $\frac{ddf(m(v - c))}{(dm(v - c))^2}$, worin $m(v - c) = a$ gesetzt wird, ein positiver Werth.

§. 205. Es läßt sich a priori nicht behaupten, daß wir die unmittelbare Wirkung der Wärmekraft, das unmittelbare Calorifiziren, an dem durch die Wärmekraft (binnen einer Zeit t) influenzirten Körper, wahrnehmen. Was wir an diesem Körper rücksichtlich der Wärmeaction bemerken können, ist bloß dessen eigenes und mittheilendes Volumifiziren, welches eben nicht mit dem unmittelbaren Calorifiziren proportional ändern, wohl aber (bey übrigen unveränderten Umständen) eine Function von dem jedesmaligen Grade des unmittelbaren Calorifizirens seyn muß, da wir hier ein Gesetz der Continuität nicht bezweifeln können. Auch berechtigen uns die Wärmeerscheinungen (die zunehmende Temperatur bey zunehmenden erwärmenden Mitteln) zu dem Schlusse, daß das mittheilende Volumifiziren des Körpers M gegen den Körper m ändere, wenn das unmittelbare Calorifiziren am Körper M ändert, und zwar, daß beyde fortwährend zugleich (obwohl nicht notwendig einander proportional) zunehmen, daß also (bey unveränderter Natur der Körper M, m) einerley Grad des mittheilenden Volumifizirens (einerley Temperatur), auf einerley Grad des unmittelbaren Calorifizirens schließen lasse. Dieß ist größtentheils wohl auch vom eigenen Volumifiziren wahr, jedoch nicht durchgehends; so besteht z. B. bey Wasser, wenn α einen sehr kleinen Werth hat, und wenn c das unmittelbare Calorifiziren des Wassers bey $(3, 5)^\circ \text{R.}$ ausdrückt, für $c + \alpha$ und für $c - \alpha$, einerley eigenes Volumifiziren $= v$.

§. 206. Wir dürfen ferner annehmen, daß das unmittelbare Calorifiziren dem (dasselbe hervorbringenden) Momente der Wärmekraft proportional sey. Ich will den analogen Satz aus der Mechanik erweisen.

Das unmittelbare Motuifiziren einer Masse m ist die Bewegungsquantität $= mv$.

Nun folgt aus der bekannten Formel, $dv = 2g \cdot \frac{P}{m} dt$ (worin g die Beschleunigung der

Schwere, $\frac{P}{m}$ die beschleunigende Kraft, und t die Zeit, binnen welcher die Masse m von p influenzirt wurde, wodurch m die Endesgeschwindigkeit v erhielt) $mv = 2g \int p dt = 2g \int f' (t) dt = 2g \cdot f (t)$ [nach Lagrange Bezeichnung der ersten abgeleiteten Function]. In eben dem Sinne ist $MV = 2g \int P dt = 2g \int F' (t) dt = 2g F (t)$. Sind nun v und t , dann V und T zusammengehörige Werthe, von v, t, V, T , und ist $F (T) = f (t)$, so ist $mv = 2g f (t) = 2g F (T) = MV$.

Es mag daher die veränderliche Kraft p oder P von der Zeit t wie immer abhängen, jene mag auf die beliebige Masse m oder M wie immer lange wirken, so ist allemal das unmittelbar hervorgebrachte Motuifiziren, dem Kraftmomente $\int p dt$ oder $\int P dt$ proportional, d. h. der Summe der Produkte aus den successiven Kraftwerthen in die Zeitelemente, binnen welchen jene Kraftwerthe bestanden.

Do

Dasselbe gilt in der Wärmetheorie, vom unmittelbaren Calorificiren, welches wir algebraisch so ausdrücken:

$C = A \int p \, dt$, worin C das binnen der Zeit t durch die Wärmekraft p , zuge wachsene unmittelbare Calorificiren, und A eine constante GröÙe ist. Bey Integration von $p \, dt$, ist dann die Constante so zu bestimmen, daß $\int p \, dt$ mit t verschwinde. In diesem Sinne haben wir also, bey einerley Masse M , die binnen verschiedenen Zeiten t', t'', t''' , ———, verschiedenen Wärmekräften p', p'', p''' ,, ausgesetzt wurde, wobey verschiedene Geseze statt fanden, für die Incremente an unmittelbarem Calorificiren, die Gleichungen: $C' = A \int p' \, dt'$, $C'' = A \int p'' \, dt''$, $C''' = A \int p''' \, dt'''$, u. s. w.

Ist in diesen verschiedenen Fällen, die Temperatur von M gestiegen, und zwar, erstlich von τ' auf τ , dann von τ'' auf τ , dann von τ''' auf τ , dann u. s. w., und hat diesem gemäß, das Quecksilber im Thermometer, an Volum zugenommen, um folgende Functionen: erstlich um $f(\tau - \tau')$, dann um $f(\tau - \tau'')$, dann um $f(\tau - \tau''')$, dann u. s. w., so würde die quantitative Relation zwischen C' und $f(\tau - \tau')$, dann zwischen C'' und $f(\tau - \tau'')$, dann zwischen C''' und $f(\tau - \tau''')$, dann u. s. w., oder allgemein zwischen C und $f(\tau - \tau)$, die quantitative Relation angeben, die statt findet, zwischen dem Incremente an unmittelbarem Calorificiren, oder zwischen dem Momente der Wärmekraft, und zwischen dem entsprechenden Incremente an mittheilendem Volumificiren, von Seite der gegebenen Masse M , gegen die gegebene Quecksilbermasse im Thermometer.

§. 207. Ich will hier nur die Methode angeben, wie man diesem interessanten Geseze, durch Versuche auf die Spur kommen könne, und wie man hiedurch die Relation zwischen dem Momente der Wärmekraft und mittheilendem Volumificiren, oder (in der Sprache der Atomistiker) zwischen der Quantität der Wärme und der Temperatur, oder zwischen den Graden des Calorimeters und jenen des Thermometers (das ich lieber ein Thermoskop nennen möchte) finden könne. Die eigentlichen Versuche hierüber, die sehr delikate sind, und das sich hierauf stützende Gesez, will ich erst in den Nachträgen zu dieser Schrift bekannt machen.

§. 208. Man nehme destillirtes Wasser; ferner ein ringsum verschließbares Gefäß, aus sogenannten schlechten Wärmeleitern, d. h. aus solcher Materie zusammengesetzt, in welchen der Typus zum Calorificiren möglichst schwach geweckt wird, so, daß das darin eingeschlossene Wasser ein nur sehr unbedeutendes mittheilendes Volumificiren ausübt, sich beynahe lediglich auf das eigene Volumificiren beschränkt, und daher (dem Geseze der Trägheit gemäß) an dieser Action beynahe keine Veränderung erleidet *). Endlich neh-

(*) Eben so ändert sich am bewegten Körper beynahe nichts in der eigenen Bewegung, wenn er im Stosse an andere, in diese nur wenig einwirkt, wenn er z. B. die Körper nur streift, statt sie central zu stoßen.

me man ein sehr empfindliches Quecksilber-Thermometer. Auch muß durch eine eigene Vorrichtung möglich gemacht seyn, das Wasser im Gefäße unter einander zu rühren, bey ringsum verschlossenem Gefäße. Das Gefäß wird nur während des schnell zu verrichtenden Wassereingießens geöffnet; die ganze übrige Zeit aber beständig verschlossen gehalten. Nach jedem Eingusse wird sogleich das Wasser im Gefäße gerührt, um sogleich die ganze Flüssigkeit auf einerley Temperatur zu bringen, wo dann diese Temperatur sogleich aufgeschrieben wird. Das Wasser wird immer dem Gewichte nach gemessen.

Man untersuche vorläufig sein Thermometer an den Wassermassen von verschiedener Temperatur, und zwar in der Rücksicht, daß das Wasser von einerley Temperatur bey jeglichem Gewichttheile, am Thermometer dieselbe Temperatur anzeige, als die Gewichtseinheit des Wassers für sich abgesondert, am Thermometer anzeigt, welches strenge genommen unmöglich ist, aber doch näherungsweise statt finden kann. Dieß wird nämlich dann statt finden, wenn die Gewichtseinheit am Wasser, und alle Gewichte, unter welchen die Temperatur des Wassers gemessen wird, groß genug gegen die Masse des Quecksilbers im Thermometer sind, daß diese Masse gegen jene beynahe verschwindet. Die Erfahrung beweist dieses; es ist aber auch leicht aus der dynamischen Wärmetheorie einzusehen, wie uns der Stoß bey unelastischen Körpern auf eine analoge Weise darthut. Hier folgt nämlich aus $MC + mc = MV + mv$, und aus $V = v$, der Werth für den Zuwachs an Geschwindigkeit in der gestossenen Masse m , so: $v - c = \frac{M(C - c)}{M + m}$; ändert man nun hier auch M , jedoch so, daß

alle Werthe von M so groß gegen m sind, daß m gegen sie alle beynahe verschwindet, so ist $v - c$ bey allen jenen verschiedenen großen Werthen von M , näherungsweise unveränderlich $= C - c$.

Die Versuche sind also mit kleinen Thermometern und beträchtlichen Wassermassen anzustellen, und die Einheit der Wassermassen (die Gewichtseinheit) ist groß anzunehmen.

Nun zu den Versuchen selbst.

Man gieße zu dem Wasser vom Normalgewichte Q , und von der hohen Normaltemperatur T , das wir kurz das Normalwasser nennen wollen, nach einander die Wasserquantitäten q' , q'' , q''' , u. s. w., von den Temperaturen τ' , τ'' , τ''' , u. s. w. (wobey man jeden dieser Versuche immer wieder auf dieselbe Weise vornimmt); und zwar in solchen Verhältnissen, daß die nach jedem Eingusse gerührte Masse, nacheinander dieselbe Normaltemperatur τ erhält [$\tau < T$, aber $\tau > \tau' > \tau'' > \tau''' > \text{u. s. w.}$, daher $q' > q'' > q''' > \text{u. s. w.}$]

In allen diesen successiven Operationen, ist eine und dieselbe die Masse Q , von der

Temperatur T , auf jene τ erniedrigt worden; also ist in allen diesen successiven Operationen in der Masse Q , einerley Verminderung am unmittelbaren Calorifiziren, entstanden. Diese constante Verminderung am unmittelbaren Calorifiziren in der Masse Q , ist einer auf dieselbe binnen der jedesmaligen Dauer $= t$ der Ausgleichung der Temperatur, (zwischen Q und q' , oder zwischen Q und q'' , oder zwischen Q und q''' oder) nach irgend einem Gesetze continuirlich negativ wirkenden Wärmekraft zuzuschreiben, deren Moment $\int p' dt = \int p'' dt = \int p''' dt \dots \int p_x dt = N$ in allen Operationen einerley Werth haben muß. Nach dem Gesetze der gleichen Reaction, in jeder dynamischen Wechselwirkung, hatte aber, in allen Operationen das jedesmalige Moment, der positiv auf die Massen q' , q'' , q''' , q_x , wirkenden Wärmekraft, einerley Werth, und zwar jenen $\int p_x dt = N$. Das auf die Einheit der Masse ausfallende Moment der positiv wirkenden Wärmekraft, binnen der jedesmaligen Dauer $= t$ des Ausgleichens der Temperaturen (des Streites unter den Massen Q und q' , oder Q und q'' , oder, bey der wechselseitigen Umstimmung der Typen zum Calorifiziren), war also in den successiven Operationen $= \frac{N}{q'}, \frac{N}{q''}, \frac{N}{q'''}, \text{ u. s. w. } \frac{N}{q_x}$; wodurch in den Massen q' , q'' , q''' q_x , also auch in den Gewichtseinheiten derselben folgende Temperaturerhöhungen entstanden: $\tau - \tau', \tau - \tau'', \tau - \tau''', \dots \tau - \tau_x$; ferner: wodurch die eigenen Ausdehnungen (die man durch Versuche ausmitteln kann), die Incremente an eigenem Volumifiziren $\varphi(\tau - \tau')$, $\varphi(\tau - \tau'')$, $\varphi(\tau - \tau''')$ $\varphi(\tau - \tau_x)$, an der Gewichtseinheit; ferner, wodurch die Incremente an mittheilendem Volumifiziren an der Gewichtseinheit $= f(\tau - \tau'), f(\tau - \tau''), f(\tau - \tau''') \dots f(\tau - \tau_x)$, entstanden. Und so ließen sich denn, durch Interpolieren, allgemein die Gleichungen ansehen, welche die Relation zwischen folgenden Größen angeben möchten: dem Temperatursincement $\tau - \tau_x$, dem Incremente an eigenem Volumifiziren $\varphi(\tau - \tau_x)$, dem Incremente an mittheilendem Volumifiziren (gegen des Thermometers Quecksilbermasse) $f(\tau - \tau_x)$, und dem hierzu erforderlichen (binnen irgend einer Zeit t , nach irgend einem Gesetze, wirkenden) Momente der Wärmekraft $\frac{\int p_x dt}{q_x} = \frac{N}{q_x}$, Alles auf die Gewichtseinheit bezogen.

§. 209. Wenn ein Körper in einem unbegrenzten Mittel abkühlt, z. B. eine erhitzte Metallkugel in kalter Luft *), so ist dieß, nach unserer Ansicht der Wärmeaction,

*) Dieß erklären die Atomistiker durch ein Ausstrahlen von Wärmestoff, welches abnimmt, wie das umgebende Mittel die Temperatur des ausstrahlenden Körpers annimmt. Ausstrahlen von Wärme und Licht, wird von den Atomistikern als ein centrales Ausströmen fingirter Materien erklärt (Wärmestoff, Lichtstoff). Die Erscheinungen der strahlenden Wärme am Hohlspiegel, selbst am Pris-

das Resultat der Wechselwirkung zwischen dem Körper und dem Mittel, welche Wechselwirkung größer oder kleiner ist, je nachdem der Typus zur Wärmeaction in beiden Massen auf eine mehr oder minder verschiedene Weise geweckt ist; das Resultat dieser Wechselwirkung ist dann bloß am Körper wahrnehmbar, nicht am unbegrenzten Mittel, da das hier auf die Masseneinheit ausfallende Moment der Wärmekraft $= \frac{\int p_x dt}{\infty} = 0$ ist.

Eben so ändert sich bloß die Geschwindigkeit C einer Masse M , wenn diese an die mit der Geschwindigkeit c laufende Masse $= \infty$ stößt, wobey c keine Veränderung erleidet.

§. 210. Wir nehmen ein Erwärmen zwischen den Körpern M und m an, wenn sie einander auch nicht berühren, in welchem letzten Falle wir die Erscheinung, strahlende Wärme (mit dem Atomistiker) zu nennen, nicht anstehen; nur denken wir uns hierbei nicht eine ausstrahlende Wärmematerie, sondern eine ihre Operationslinien, vom Centro nach allen Seiten hin entwerfende Kraft, in deren Wesenheit zu dringen, wir nicht wagen, wohl dessen auch nicht bedürfen. So betrachten wir die strahlende Wärme, auf eben die Weise, als wir die Action des Leuchtens, an einem andern Orte, betrachten werden (mathematische Entwicklung der Lichterscheinungen).

§. 211. Nennen wir T und t die Temperaturen des erhitzten Körpers und der ihn umgebenden Luft, am Ende irgend einer Zeit t , ferner T_0 und t_0 dieselben Temperaturen, zu Anfange der Zeit t , so besteht folgende (aus den Erscheinungen hergeleitete) Gleichung $\log. (T - t) = \log. (T_0 - t_0) - At$. Sollte dieß Gesetz nicht bloß innerhalb gewisser Gränzen statt finden, sondern allgemein, für jeden Werth von t , so würde daraus folgen, daß T nie $= t$ werde, da für $T = t$ folgt: $t = \infty$; ein Gesetz, das eben so wenig ungereimt ist, als jenes, des endlichen Werthes, am Flächeninhalte, der durch die Hyperbel und durch die als Abscissenaxe angenommene Asymptote eingeschlossen ist, und der einem unendlich großen Werthe der Abscisse entspricht.

§. 212. Wir betrachten des Calorifiziren, und das Lumifiziren (die Wärme- und Leuchte-Action (als Resultate der von den Körpern ausgeübten Actionen, ohne eine Wärme- oder Licht-Materie zu fingiren (mathematische Entwicklung der Wärme- und Licht-Erscheinungen). Wie läßt sich hiernach folgendes höchst auffallende Phänomen

ma, haben mit dem strahlenden Lichte, so große Analogie, daß beyde Gattungen des Strahlens, als verschiedene Modificationen von einerley Ausstrahlen angenommen werden können. Nun ließe sich an die Atomistiker die Frage stellen, warum denn der wesentliche Unterschied eintrete, beim Ausstrahlen dieser so ähnlichen Materien (Wärmestoff und Lichtstoff); daß erstere vom Central-Orte weniger ausströmt, wenn das Umgebende mehr erwärmt ist, als wenn es weniger erwärmt ist; daß hingegen Lichtstoff unabänderlich gleich ausströmt, sey das Umgebende wie immer stark oder schwach beleuchtet?

begreifen? Wenn der Körper M jenen m erwärmt, so nimmt die eigene Wärme des erstern ab; d. h. der Körper M verliert durch objectives Calorifiziren an subjectivem Calorifiziren; er verliert durch mittheilendes Volumifiziren, an eigenem Volumifiziren sowohl als an der Fähigkeit, in andern Körpern den Typus zum Volumifiziren zu wecken; (ganz auf dieselbe Weise verliert eine Masse M , die sich geschwinder als jene bewegt, und an diese stößt, an subjectiven Motuifiziren sowohl, als an der Fähigkeit, eine Masse m' zu beschleunigen, wenn die Masse M gegen die Masse m ein objectives Motuifiziren ausgeübt hat). Nicht genug; der erwärmte Körper M verliert am subjectiven Calorifiziren um so mehr, je ansehnlicher sein objectives Calorifiziren ist, folglich, auf einem je geringeren Grade m ursprünglich selbst calorifizirt [M kühlt um so mehr ab, je kälter m vor der Wechselwirkung zwischen M und m ist]. Ganz anders verhält sich dieß beim Lumifiziren. Wenn der leuchtende Punkt b den dunklen Punkt a beleuchtet, so nimmt des erstern Leuchten nicht ab; d. h. der Punkt b verliert durch objectives Lumifiziren, an subjectiven Lumifiziren nichts; er verliert nichts durch Auffodern zum Standpunktverkünden, am eigenen Standpunktverkünden; er verliert nichts an der Fähigkeit, andere Punkte zum Standpunktverkünden aufzufodern (mathematische Entwicklung der Lichterscheinungen). Daher ist es auch für das Lumifiziren von b gleichgültig, ob ursprünglich der Punkt a mehr oder weniger beleuchtet war.

Diese wesentliche Verschiedenheit, im Charakter des Calorifizirens und in jenem des Lumifizirens, folgt aus der zweifachen Natur jener beyden Actionen. Das Calorifiziren bezieht sich auf ein Raumergreifen, ein Raumfassen, ein Aneignen des Raumes; das Calorifiziren äußert sich schaffend. Das Lumifiziren bezieht sich auf das bloße Verkünden, eines schon vorläufig ergriffenen, gefaßten, angeeigneten Raumes; das Lumifiziren äußert sich blos als Manifestation einer schon bestehenden Beziehung auf den Raum.

Wenn der Körper b jenen a erwärmt, d. h. wenn b jenen a zur Veränderung im Volumifiziren auffodert; so besteht eine Auffoderung zum Hervorbringen; diese Auffoderung setzt also Kraftaufwand voraus, muß daher am Auffodernden Erschöpfung nach sich ziehen, die eigene Action muß abnehmen; das eigene Volumifiziren in b muß abnehmen, wenn b das a auffodert, sein Volumifiziren zu ändern.

Wenn hingegen der Punkt b jenen a beleuchtet, so fodert er ihn auf, seinen schon vorhandenen Standpunkt ihm Raume zu verkünden. Ehe der Punkt a leuchtete, nahmen schon die Punkte b und a dieselben Standpunkte im Raume ein; es bestand schon damals die Beziehung jener Standpunkte auf die übrigen Standpunkte im Raume. Durch das Leuchten des Punktes a entstand weder eine neue Raumergreifung noch eine neue Beziehung der Standpunkte auf andere Punkte des Raumes und wechselseitig auf einan-

der. Durch das Lichtwerden des Punktes a, wurde also nichts hervorgebracht; sondern die schon bestehende Beziehung kam bloß zu ihrer Manifestation. Die Aufforderung zum Leuchten, setzt daher keine Erschöpfung an dem eigenen Lumifiziren im Punkte b voraus; daher das eigene Lumifiziren des Punktes b nicht abnimmt, wenn der Punkt b den Punkt a, und wie viel immer andere Punkte noch zum Leuchten auffodert.

Folgende Analogie mag zu einer weitem Meditation über diesen abstracten Gegenstand Gelegenheit geben.

Wenn mir ein Körper als eine Kugel vom Halbmesser r erscheint, so darf ich annehmen, der Körper sey auch schon damals als Kugel vom Halbmesser r bestanden, als ich ihn noch nicht bemerkt hatte. Das Bild einer Kugel vom Halbmesser r ist in mir entstanden durch Einwirken des Körpers auf mich. Es hat nämlich der Körper mich aufgefordert, das Bild einer Kugel vom Halbmesser r in mir hervorzurufen. Hier ist eigentlich nichts anderes geschehen, als, daß die Beziehung zwischen dem Körper als Object und zwischen mir als Subject, zur Manifestation hervorgetreten ist, indem ich zum Bewußtseyn dieser Beziehung gelangt bin. Hier ist durch Einwirken des Körpers auf mich, durch dessen an mich gestellte Aufforderung, das Bild seines plastischen Ausdrucks in mir hervorzurufen, eigentlich Nichts hervorgebracht worden, sondern es ist bloß unsere wechselseitige Beziehung hiedurch manifestirt worden. Daher war jene Aufforderung mit keiner Erschöpfung an eigener Action verbunden. Der Körper vermindert an seinem Erscheinen als Kugel vom Halbmesser r nicht das Allgeringste, mag er auch im Geiste von wie viel immer lebenden Individuen, das Bild der Kugel vom Halbmesser r hervorgebracht haben.

§. 213. Wir kehren nun wieder zu unsern mathematischen Betrachtungen, am weiter oben angegebenen calorimetrischen Apparate, zurück, woben wir das Calorifiziren an der Einheit der Wassermasse berücksichtigten.

Da die Masseneinheit, unter verschiedenen Umständen, bey verschiedenen Körpern, durch einerley Moment der Wärmekraft, nicht einerley Increment an eigenem Volumifiziren $= \varphi(\tau - \tau_0)$, wohl aber einerley Increment am unmittelbaren Calorifiziren $= C_x$ binnen der Zeit t_x erhält, so muß der der Wärmekraft ausgesetzte Körper, nach Verschiedenheit der Umstände, eine das effective eigene Volumifiziren bedingende Action ausüben, die wir die bedingende Action, und die sich hierauf beziehende Kraft die der Masseneinheit zukommt, die bedingende Kraft $= p_x$ nennen wollen. Es ist leicht zu begreifen, daß $C_x - \varphi(\tau - \tau_0)$ jenes Moment der Bestrebungen nach eigenem Volumifiziren ausdrücke, welches Moment mit jenem im Gleichgewichte steht, das binnen der Zeit t von der bedingenden Kraft p_x ausgeübt wird. Wir haben also $C_x - \varphi(\tau - \tau_0) = A \int p_x dt$, worin A constant ist.

Ein Beyspiel aus der analytischen Mechanik mag die Analogie zu unserer Behauptung liefern. Es werde die Masse M , von der Kraft p , binnen einer Zeit t , getrieben; und es sey V die Geschwindigkeit, welche unter diesen Umständen die Masse M am Ende der Zeit t erlangen würde, wenn nicht eine entgegengewirkende Kraft p veranlassen möchte, daß die Masse M bloß die Geschwindigkeit v am Ende der Zeit t erreicht. Diesem gemäß ist (bey jedem Gesetze von $p = F(t)$ und $p = f(t)$)

$$dv = \frac{2g(p-p)}{M} dt, \text{ also}$$

$$2g \int p dt - Mv = 2g \int p dt;$$

$$\text{oder da } dV = \frac{2gP}{M} dt, \text{ folglich}$$

$$MV = 2g \int p dt \text{ ist,}$$

$$MV - Mv = 2g \int p dt.$$

Das Increment des totalen Motuifizirens weniger dem Incremente des effectiven Motuifizirens, ist proportional, dem Momente der (das Increment des effectiven Motuifizirens) bedingenden Kraft.

§. 214. Die bis hieher vorgetragenen mathematischen Ansichten, rücksichtlich des Calorifizirens am Wasser, gewähren folgende tabellarische Uebersicht.

Stro. des Verhältn.	Auf die Einheit des Wärmes fallendes Moment der Wärmekraft.	Auf die Einheit der Wärmefallenden Momentum am unumittelbaren Calorificiren.	Auf die Einheit der Wärmefallenden Momentum an einem Volumen des ursprünglich kleinen Volums der Masseinheit ausgedrückt *).	Auf die Einheit der Masse fallendes Moment der bedingenden Kraft.	Auf die Einheit der Masse fallendes Incrementum der Temperatur.	Auf die Einheit der Masse fallendes Incrementum am mittheilenden Volumen des Thermometers unbedingende Querschnittsmasse.
I.	$\frac{f' dt}{q} = \frac{N}{q}$	$A. \frac{f' dt}{q} = \frac{a'}{q}$	$\frac{a'}{w} = \varphi (\tau - \tau')$	$B. \left(\frac{A f' dt}{q} - \varphi (\tau - \tau') w \right)$	$\tau - \tau'$	$f (\tau - \tau')$
II.	$\frac{f'' dt}{q} = \frac{N}{q}$	$A. \frac{f'' dt}{q} = \frac{a''}{q}$	$\frac{a''}{w} = \varphi (\tau - \tau'')$	$B. \left(\frac{A f'' dt}{q} - \varphi (\tau - \tau'') w \right)$	$\tau - \tau''$	$f (\tau - \tau'')$
III.	$\frac{f''' dt}{q} = \frac{N}{q}$	$A. \frac{f''' dt}{q} = \frac{a'''}{q}$	$\frac{a'''}{w} = \varphi (\tau - \tau''')$	$B. \left(\frac{A f''' dt}{q} - \varphi (\tau - \tau''') w \right)$	$\tau - \tau'''$	$f (\tau - \tau''')$
x	$\frac{f_x dt}{q_x} = \frac{N}{q_x}$	$A. \frac{f_x dt}{q_x} = \frac{a_x}{q_x}$	$\frac{a_x}{w_x} = \varphi (\tau - \tau_x)$	$B. \left(\frac{A f_x dt}{q_x} - \varphi (\tau - \tau_x) w_x \right)$	$\tau - \tau_x$	$f (\tau - \tau_x)$

*) Ist nämlich das ursprünglich kleinere Volumen der Masseinheit, bey der Temperatur $\tau_x = w_x$, und das Volumen der Masseinheit, bey der Temperatur $\tau = w$, so ist $\varphi (\tau - \tau_x) = \frac{a_x}{w}$.

§. 215. Die Masse des Wassers, welche von irgend einer Temperatur $\tau_x = y$, auf die Normaltemperatur τ erhöht wird (indem jene Masse mit der Wassermasse Q von der Normaltemperatur T , vermischt wird), jene Masse q_x muß eine Function von $\tau - y$ seyn, die sich durch Versuche und Interpoliren möchte finden lassen. Wir setzen indessen $q_x = \psi (\tau - y)$; und daher ist $\frac{f p_x dt}{q_x} = \frac{N}{\psi (\tau - y)}$; ferner ist das auf die Einheit der Wassermasse ausfallende Moment der bedingenden Kraft

$$= B \left(\frac{A \cdot N}{\psi (\tau - y)} - \varphi'(\tau - y) w_x \right),$$

wenn das Wasser von y° auf τ° der Temperatur erhoben wird. In beyden Ausdrücken sind N, τ, A, B , constante Größen.

Es ist daher

$B \left(A \cdot N \cdot \frac{\psi'(\tau - y) dy}{(\psi(\tau - y))^2} + \varphi(\tau - y) dw_x + w_x d. \varphi(\tau - y) \right)$, wobei (nach dem Differenziren, die Zeichen $(-)$ geändert wurden) der Ausdruck für das auf die Einheit der Wassermasse ausfallende Moment der bedingenden Kraft, wenn die Wassermasse von y° auf $(y + dy)^\circ$ der Temperatur erhoben wird, welches näherungsweise auch dann noch wahr bleibt, wenn dy ein sehr kleines endliches Incrementum der Temperatur y° darstellt.

Aus ähnlichen Gründen ist $\frac{N \cdot \psi'(\tau - y) \cdot dy}{(\psi(\tau - y))^2}$, wobei nach dem Differenziren das Zeichen $(-)$ geändert wurde, der Ausdruck für das auf die Einheit der Wassermasse ausfallende Moment der Wärmekraft, wenn die Wassermasse von y° auf $(y + dy)^\circ$ der Temperatur erhoben wird, welches näherungsweise auch dann noch wahr bleibt, wenn dy ein sehr kleines endliches Incrementum der Temperatur y° darstellt.

Bezeichnen wir daher durch z das auf die Einheit der Wassermasse erforderliche Moment der Wärmekraft, um die Wassermasse von a° auf y° der Temperatur zu erheben ($a < y$, und a constant, hingegen y veränderlich), so ist $dz =$

$$= N \frac{\psi'(\tau - y) dy}{(\psi(\tau - y))^2}, \text{ also: } z = \frac{N}{\psi(\tau - a)} - \frac{N}{\psi(\tau - y)}.$$

Es wird also durch ein Moment der Wärmekraft Z , eine Wassermasse M , von a° auf y° erwärmt, wenn

$$1.) Z = \frac{M N}{\psi(\tau - a)} - \frac{M N}{\psi(\tau - y)} \text{ ist *)}.$$

*) Nach den calorimetrischen Versuchen von Lavoisier und Laplace, würde folgen, es sey Z dem y proportional, wenn angenommen werden dürfte, es sey die geschmolzene Eismasse im

Dies Resultat ist nicht bloß für die Wissenschaft von dem höchsten Interesse, sondern auch für die Bedürfnisse des bürgerlichen Lebens sehr wichtig. Wir dürfen mit ziemlicher Genauigkeit annehmen, daß bey gut construirten Heizungen der Kesseln (wie z. B. an den neuesten englischen Dampfmaschinen) das Moment der Wärmekraft, das auf die Flüssigkeit wirkt, dem verbrannten Brennstoffe $\propto S$ proportional sey; daher denn letztere Gleichung auch den Brennstoff quantitativ angibt, der erfordert wird, um eine Wassermasse $= M$, von a° auf y° zu erwärmen, wenn man Z durch $C \cdot S$ substituirt, worinn C eine Constante ist, die aus einem zuverlässigen Versuche bestimmt werden muß.

Drücken wir aus der letzten Gleichung, y durch Z oder durch $C \cdot S$ aus,

$$\text{II.) } y = \varphi(M, N, \tau, a, Z) =$$

$= \varphi(M, N, \tau, a, C \cdot S)$, worin bloß y, Z, S , veränderlich sind, so ist die Temperatur y ausgedrückt, zu welcher die Wassermasse M , vom Temperaturgrade a aus, durch das Moment der Wärmekraft Z , oder durch den verzehrten Brennstoff S , erhoben wird.

Durch die Gleichungen:

$$\text{III.) } U = M \cdot B \left(\frac{A \cdot N}{\psi(\tau - a)} - \frac{A \cdot N}{\psi(\tau - y)} - \varphi(\tau - a) + \varphi(\tau - y) \right), \text{ und}$$

IV.) $y = \phi(M, N, \tau, a, B, A, U)$, wobey letztere Gleichung aus ersterer entstand, indem man y allein auf eine Seite der Gleichung brachte, ist das Moment der bedingenden Kraft U , durch den Temperaturgrad y ausgedrückt, auf welchen, die Wassermasse M , vom Temperaturgrade a aus erhoben wird; und umgekehrt.

Wenn die Wassermasse M von der Temperatur a , mit der Wassermasse M' von der Temperatur a' (ohne Wärmeverlust) vermischt wird, so ist während der Zeit des Streites zwischen beyden Massen eine Wärmekraft wirksam, welche (nach dem Gesetze der Gleichheit zwischen Action und Reaction) binnen jedem Zeitelemente gleich stark positiv und negativ auf beyde Massen wirkt; wenn der Streit vorüber ist, und beyde Massen die gemeinschaftliche Temperatur y erlangt haben, so ist jede Masse, durch einerley Moment der Wärmekraft von entgegengesetzten Werthen, influenzirt worden; es besteht daher (Gleichung I) die Gleichung

Ge-2

Calorimeter dem Momente der Wärmekraft proportional, wogegen ich manchen Zweifel hege. Beim Uebergehen eines Körpers aus dem crystallinischen in den flüssigen Zustand, und umgekehrt, scheint die Wärmekraft, bloß als die Hindernisse aufhebend zu erscheinen, hingegen der Uebergang aus einem Aggregatzustande in den andern, als eine eigene Action aufzutreten, die gar wohl einem eigenthümlichen Gesetze folgen könnte. Wasser friert bey mehreren Graden unter dem Gefrierpunkte, erst bey Verührung mit Eisnadeln u. s. w.

$$\psi(\tau - y) = \frac{\psi(\tau - a) \cdot \psi(\tau - a') (M - M')}{M \cdot \psi(\tau - a') - M' \cdot \psi(\tau - a)}$$

woraus sich der gemeinschaftliche Wärmegrad des Gemenges y finden läßt.

§. 216. Gewisse Körper M und m von verschiedener Qualität, gegen einander in calorifizirende Wechselwirkung gebracht, äußern sich sehr energisch im mittheilenden Volumifiziren gegen einander. Das wechselseitige Abkühlen und Erwärmen geschieht sehr schnell; das Gegentheil erfolgt bey den verschiedenen Körpern M' und m' . Ersteres findet z. B. statt zwischen Metall und Metall, letzteres zwischen Metall und Holz; ja noch auffallender ist es, daß ersteres statt findet zwischen Metall mit rauher Oberfläche und Luft, letzteres zwischen Metall mit glatter Oberfläche und Luft. Auch läßt sich hier nach leicht begreifen, daß, wenn M mit m sich schnell abkühlt, sich auch M mit m schnell erhitzt. Auf eine analoge Weise ist der Austausch der Geschwindigkeiten, beym Stöße verschieden, nach der Qualität der stoßenden Körper; anders bey harten und weichen, anders bey elastischen Körpern.

Ist p die binnen dem Elemente dt jener Zeit, während welcher zwey Massen M und m gegen einander nach Ausgleichung der Temperatur streiten, wirkende Wärmekraft (welche, positiv auf die eine Masse, negativ auf die andere wirkend, die eine erwärmt, die andere abkühlt; eben so, wie die zwischen zwey Massen wirkende Stoßkraft, die eine Masse beschleunigt, die andere verzögert); so ist der Zuwachs oder die Abnahme an dem binnen der Zeit t in jeder Masse vermehrten oder verminderten unmittelbaren Calorifiziren $C = A \int p dt$.

Beziehen wir p und C auf M und m , hingegen p' und C' auf M' und m' ; setzen $p = k$, und $p' = k - l$; so haben wir $C = Akt$, hingegen $C' = A(k - l)t$; wir haben also hier zwischen M und m einen stärkern Wärmetausch, als zwischen M' und m' , für einerley Dauer t der Wechselwirkung, bey jedem Werthe von t . Wäre aber $p = k$, $p' = nt$, so wäre $C = Akt = Bt$, und $C' = \frac{Ant^2}{2} = Dt^2$; hier wäre also der Wärmetausch zwischen M und m größer, eben so groß, oder kleiner, als der Wärmetausch zwischen M' und m' , je nachdem z. B. der Wärmetausch beyderseits bezogen würde, auf die Dauer $= \frac{1}{2} \frac{B}{D}$ oder $= \frac{B}{D}$ oder $= 2 \frac{B}{D}$.

So erklärt sich denn das verschiedentliche Abkühlen und Erwärmen der Körper unter einander, so wie die Erscheinung, daß auch der kälteste Körper einen noch kältern erwärmen und der heißeste Körper einen noch heißern abkühlen könne [der wie immer langsam bewegte Körper, beschleunigt im Stöße den noch langsamer bewegten Körper; der wie immer schnell bewegte Körper, verzögert im Stöße den noch schneller bewegten Körper], aus un-

ferer auf bloße Actionen gegründeten Wärmetheorie, auf die ungezwungenste Weise. Wir bedürfen hier keines aus- und einströmenden Wärmestoffs, und des Principes des beweglichen Gleichgewichts (*principe de l'équilibre mobile*) wornach Prévost ein beständiges Aus- und Einströmen von Materie annimmt, und behauptet, der Körper steige, falle an Temperatur, oder behalte sie unveränderlich bey, je nachdem das Einströmen $>$ $<$ oder $=$ gegen dem Ausströmen ist. Das Zunehmen an Temperatur ist unsern Ansichten gemäß, eben so die Veränderung eines Zustandes, als das Zunehmen an Geschwindigkeit. Die veranlassenden Ursachen zu diesen Veränderungen nennen wir Wärmekraft und mechanische Kraft; wir nehmen eben so ungern einen Wärmestoff an, als einen Bewegungstoff.

§. 217. Wenn die Masse M gegen jene m (zweyer beliebiger Körper z. B. Metall und Luft), in jene Umstände versetzt wird, unter welchen eine calorifizirende Wechselwirkung eintreten könnte, und es besteht ein solches Verhältniß zwischen dem unmittelbaren Calorifiziren C und jenem c an den Massen M und m , daß jene Wechselwirkung zu Null wird, daß nämlich kein wechselseitiges Erwärmen und Abkühlen statt hat, so wird nichts desto weniger die Masse M eine andere calorifizirende Einwirkung auf die Masse m' eines dritten Körpers (z. B. Quecksilber) äußern können, als dieß m thun wird. Bey angenommenen Graden des unmittelbaren Calorifizirens der Massen M , m , m' , wird die Einwirkung von M auf m' so wie die Einwirkung von m auf m' , von der Masse m' abhängen; wir bezeichnen jene Einwirkungen durch $Am' + Bm'^2 + Cm'^3 + \dots$ und durch $am' + bm'^2 + cm'^3 + \dots$.

Ist m' sehr klein, so dürfen wir jene Einwirkungen durch Am' und am' ausdrücken; in diesem Falle sind aber der Erfahrung gemäß, die Einwirkungen einander gleich, (im Falle eines kleinen Werthes der Quecksilbermasse m' am Thermometer steigt nämlich das Thermometer so hoch in der Masse M als in jener m , wenn M und m einander nicht wechselseitig abkühlen und erwärmen); es ist daher $A = a$.

Folgende Analogie aus der Mechanik mag das Gesagte erläutern. Wenn M eine vollkommen weiche, m eine vollkommen elastische Masse ist, und wenn m' eine vollkommen elastische, gegen M und m verschwindende (sehr kleine) Masse ist; wenn ferner M und m vor ihrem Stöße an m' , deren Geschwindigkeit $= c'$ ist, die Geschwindigkeiten C und c haben; wenn überdieß jene dreyerley Geschwindigkeiten, nach dem Stöße zwischen m und m' , zu folgenden werden, C zu V und c zu v , ferner im ersten Falle c' zu W' im zweyten Falle c' zu w' ; so ist im ersten Falle $W' - c' = C - c$, im zweyten Falle, $w' - c' = 2(c - c')$. Ist M von m nur der Qualität nach verschieden, aber $M = m$ der Quantität nach, und $C = c$, so ist im ersten Falle $W' - c' = C - c$, im zweyten Falle $w' - c' = 2(C - c)$. Hier äußert sich an den zwey-

erley Körpern, von einerley Masse und Bewegung, also von einerley Grade des Motuifizirens $= MC$, zweyerley mittheilendes Motuifiziren gegen m' , daher es sehr falsch wäre, m' als einen Motuometer für M und M zu betrachten.

Man könnte hier gleichsam sagen: Das Motuifiziren sey in beyden Körpern M und M gleich, aber die Bewegungstemperatur dieser Körper sey verschieden, wie der Messer der Bewegungstemperatur m' beweist. Warum ist aber die Bewegungstemperatur bey M und M gegen m' verschieden? Weil aus dem verschiedenen Charakter der Weichheit und Elasticität, eine verschiedene Art des Umstimmens am Typus zum Motuifiziren, im Körper m' folgt.

Wenn daher auch der weiche Körper M , und der elastische Körper M , durch einerley Moment von mechanischer Kraft, in Bewegung gesetzt worden, so ist es doch sehr begreiflich, wenn diese beyden Körper (gegen m') eine verschiedene Bewegungstemperatur äußern. Eben so kann einerley Gewichtanteil von zwey verschiedenen Substanzen durch einerley Moment der Wärmekraft, durch einerley Menge verwendeten Brennmaterials, verschiedene Temperaturen erhalten, d. h. sich verschiedentlich gegen das Thermometer äußern. Zwen qualitativ verschiedene, aber quantitativ gleiche Massen M und M , durch einerley Moment der Wärmekraft influenzirt, erhalten einerley Grad des unmittelbaren Calorifizirens, und dennoch äußern sie verschiedene Temperaturen; d. h. ihr mittheilendes Volumifiziren gegen Quecksilber m' ist verschieden; d. h. sie wecken den Typus zum Volumifiziren im Quecksilber m' auf verschiedene Weise. Die Thermometer (welche wir, wie sie bisher construiert sind, lieber Thermoscope nennen sollten), mögen daher immerhin das mittheilende Volumifiziren der Körper M und M , gegen einerley Körper, z. B. gegen Quecksilber, andeuten, nicht aber das unmittelbare Calorifiziren von M und M .

Die hier bloß mit Rücksicht auf Action, ohne angenommene Wärmestoffe betrachtete Erscheinung, erklärt der Atomistiker durch die verschiedenen Wärmecapacitäten, durch ein mehreres oder minderes Verschlucken oder Binden des Wärmestoffs. Warum nimmt man denn aber in der Mechanik nicht ein verschiedenes Verschlucken oder Binden eines Bewegungstoffs an? Was berechtigt uns denn, eher einen Wärmestoff, als einen Bewegungstoff anzunehmen? Wir nehmen nicht nur keine latente Wärme an, sondern wir substituiren in unserer Theorie gar nichts für jenen Begriff, da dieser sich bloß auf Beseitigung einer (sich dem Atomistiker aufdringenden) Schwierigkeit bezieht, die bey einer Betrachtung der Wärmeerscheinungen, gar nicht vorkommen kann, wo alles bloß als Action betrachtet wird, ohne Annahme eines Wärmestoffs, wie in der Mechanik Alles als Action betrachtet wird, ohne Annahme eines Bewegungstoffs.

§. 218. Wir kommen nun zu den Erscheinungen des Lichtes.

In dem Artikel Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen wurden die zwey Hauptgesetze der Katoptrik und Dioptrik, nämlich vom gleichen Auffalls- und Zurückwerfungswinkel, ferner vom Gebrochenwerden zum Perpendikel, oder vom Perpendikel unter einem beständigen Verhältnisse der Sinusse des Einfallswinkels und Brechungswinkels vorgetragen.

Ferner wurde daselbst gezeigt, wie diese Gesetze ausgedrückt werden müssen, wenn sie sich bloß auf die Erscheinungen, so wie sich diese uns darstellen, beziehen sollen, ohne stillschweigend eine Hypothese in sich zu fassen. Diesen Ansichten gemäß bediene ich mich hier statt der Ausdrücke Einfallswinkel, Brechungswinkel, Zurückwerfungswinkel folgender Ausdrücke: Winkel der Strahlenaxe; Winkel der eingebildeten Linie hinter der Fläche; Winkel der eingebildeten Linie vor der Fläche; wobey sich Alles auf den bekanntermaßen gefällten Perpendikel bezieht.

§. 219. Unter übrigens gleichen Umständen, wird der Winkel der eingebildeten Linie hinter der Fläche (Brechungswinkel) kleiner, wenn das Mittel dichter und brennbarer ist, welches vielleicht nach den neuern Ansichten der Chemie besser so ausgedrückt würde: der erwähnte Winkel nimmt ab, wenn das Mittel dichter, und wenn es (an der Volta'schen Säule) mehr positiv elektrisch ist. Daher wird dieser Winkel weit kleiner ausfallen, wenn unter übrigens gleichen Umständen das Mittel Wasserstoff, als wenn es Sauerstoff ist (wir sprechen hier immer von dem Falle, wo nach der angenommenen Weise, sich auszudrücken, der Strahl aus einem dünneren in ein dichteres Mittel übergeht *).

Die Dichtigkeit unserer Atmosphäre nimmt mit der Annäherung an unserer Erde zu; dieß muß nach dem oben angeführten Gesetze zur Folge haben, daß ein leuchtender Punkt uns nicht da erscheint, wo er wirklich ist. Nach der angenommenen Hypothese von der Bewegung und Ablenkung des Lichtes in seiner Bahn, wird das Gesetz dieses Phänomens auf eine Curve bezogen, welche der Strahl vom leuchtenden Punkte bis zu unserm Auge durchlaufen soll. Hier unterscheidet man bekanntlich die astronomische und irdische Strahlenbrechung; das Gesetz, vorzüglich der letztern, ist noch sehr unbestimmt. Eine Hauptschwierigkeit ist hier jene, daß sowohl der leuchtende Punkt, als das Auge des Beobachters mit eigenen Dunstkreisen umgeben sind, bey denen die Gesetze der Brechbarkeit sich so schwer bestimmen lassen **).

*) Eine merkwürdige Ausnahme von diesem Gesetze will Brewster gefunden haben (Gillb. Annal. 1815.), indem er behauptet, es besitze das chromiumsaure Bichromat unter allen bis jetzt untersuchten Körpern die größte strahlenbrechende Kraft, die größte doppelte Strahlenbrechung und die größte farbenzerstreuende Kraft. Sollte die Brennbarkeit des Chroms und Bleyes hier so vorherrschend wirken?

**) Ich fasse diesen Gegenstand gestiehlentlich so kurz, da er schon an einem andern Orte weitläufiger erörtert wurde (Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen).

§. 220. Merkwürdig sind die Erscheinungen der sogenannten doppelten Strahlenbrechung, und der Polarität des Lichtes, welche wir nach unsern Ansichten die Erscheinungen der Beleuchtung hinter und vor der Fläche in zwey verschiedenen Punkten, oder auch die Erscheinung der doppelten eingebildeten Linie hinter und vor der Fläche nennen könnten.

Um durch neue Ausdrücke nicht undeutlich zu werden, und zugleich um nicht in unnütze Weitläufigkeit zu verfallen, will ich hier das Phänomen der sogenannten doppelten Strahlenbrechung nach der bisher üblichen Sprache der Dioptrik vortragen; erinnere aber dabey, man möge die hier vorkommenden Ausdrücke als bloße Abkürzungszeichen betrachten, und sie ja nicht in ihrem buchstäblichen Sinne nehmen; indem sonst ganz gegen den Geist dieser Schrift, schon im Vortrage der Erscheinungen den Hypothesen freyer Eingang gestattet werden möchte, welches doch nur in den Erklärungen der Erscheinungen geschehen darf.

Wenn die Ase des Strahles irgend einen Winkel mit der Oberfläche eines isländischen Crystalls, oder irgend eines andern Crystalls von doppelter Strahlenbrechung bildet, so wird der Strahl im Crystalle getheilt, und bildet zweyerley Brechungswinkel (d. h. es finden zwey aus einem Punkte auslaufende eingebildete Linien hinter der Fläche und folglich zwey Winkel der eingebildeten Linie hinter der Fläche, statt) *). Einer dieser Winkel ist allemal so groß, daß unter seinem Sinus und jenem des Einfallswinkels (des Winkels der Strahlenaxe) ein beständiges Verhältniß statt findet; hingegen ist der andere Winkel einem andern Gesetze unterworfen; es ist nämlich sein Sinus eine ganz eigene Function des Sinus am Einfallswinkel. Nach der angenommenen Hypothese von der Materialität und Bewegung des Lichtes, ferner von der Theilung des Lichtes in zwey Strahlen, nennt man jenen Strahl, welcher sich auf den ersten Winkel bezieht, den Strahl der ordentlichen Brechung, und jenen der sich auf den letztern Winkel bezieht, den Strahl der außerordentlichen Brechung **) (rayons de réfraction ordinaire et extraordinaire) ***).

Hauptsection (Section principale) heißt in der Theorie der doppelten Brechung die durch die Crystallaxe geführte Ebene, nach deren beyden entgegengesetzten Seiten die

*) Recherches expérimentales et mathématiques par Biot. Mémoire sur une modification remarquable qu'éprouvent les rayons . . . par Arago. Außerst interessante Entdeckungen hierüber danken wir neuerdings Brewster; in den Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1815.

**) Nach unsern Ansichten könnten statt dieser hypothetischen Ausdrücke, folgende, die keine Hypothese in sich fassen, gewählt werden: Eingebildete Linie von der ordentlichen und außerordentlichen Lage.

**) Dieß Phänomen wurde von Huygens entdeckt; die dabey statt findenden Gesetze wurden von La place und Biot berechnet.

Theilung des Strahles allemal erfolgt, man mag den Crystall um die erwähnte Crystallaxe wie immer drehen.

Das Phänomen der Lichtpolarisation, welches von Malus entdeckt wurde *), besteht wesentlich darin: zwey unbelegte Spiegelplatten A, B werden gegen einander so gestellt daß der auf A unter $35^{\circ} 25'$ einfallende Sonnenstrahl reflectirt auf B unter $35^{\circ} 25'$ auffällt; wird nun B, ohne den Neigungswinkel mit dem Strahle zu ändern, so gedreht, daß der von B reflectirte Strahl die größte Dichtigkeit erlange; so wird in jenem Fall von B gar nichts reflectirt werden (sondern der auffallende Strahl gänzlich durchgelassen werden), wenn B so gedreht wird, daß die Zurückwerfungsebene auf jener senkrecht steht, die dem dichtesten zurückgeworfenen Strahle entsprach. Wäre der Strahl auf B, bey allen Wendungen von B, nicht unter $35^{\circ} 25'$, sondern unter einem andern beständigen Neigungswinkel aufgefallen, so wäre zwar bey keiner Lage von B der Strahl gänzlich zurückgeworfen und gänzlich hindurchgelassen worden; allein das Maximum und Minimum der Dichtigkeit in den reflectirten Strahlen hätte abermals in jenen zwey um 90° von einander verschiedenen Lagen statt gefunden, wie zuvor **).

Wird ein aus einem leuchtenden Punkte emanirter Lichtstrahl mit einem rhomboidischen isländischen Spathen a, senkrecht aufgefangen, so theilt sich der Strahl in zwey Strahlen, deren einer o, der réfraction ordinaire, der andere e, der réfraction extraordinaire unterliegt.

Wird jeder dieser zwey aus a tretenden Strahlen mittelst eines rhomboidischen, isländischen Spathes b senkrecht aufgefangen, so entsteht folgendes: 1) Ist die Section principale in b parallel zu jener in a, so erleidet der Strahl o eine réfraction ordinaire, hingegen der Strahl e eine réfraction extraordinaire, und keiner der beyden Strahlen wird getheilt. 2) Ist die Section principale in b senkrecht auf jener in a, so erleidet der Strahl o eine réfraction extraordinaire, hingegen jener e eine réfraction ordinaire und keiner der beyden Strahlen wird getheilt, d. h. die Refractionen werden verwechselt. 3) Ist die Section principale in b mit jener in a weder parallel, noch unter einem rechten Winkel geneigt, so erleidet der Strahl o eine réfraction ordinaire und extraordinaire, eben so erleidet der Strahl e eine réfraction ordinaire und extraordinaire.

*) Auch hierüber hat Brewster neue Entdeckungen hinzugefügt.

**) Die hypothetischen Ausdrücke: reflectirter Strahl, durchgelassener Strahl, wären durch folgende umzutauschen: eingeblendete Linie nach dem beleuchteten Punkte vor der Fläche von B, und eingeblendete Linie nach dem beleuchteten Punkte hinter der Fläche von B. Der hypothetische Ausdruck: Dichtigkeit des zurückgeworfenen oder durchgelassenen Strahls, wäre durch folgenden zu vertauschen: Intensität der Beleuchtung des Punktes vor und hinter der Fläche von B.

Das eben Gesagte findet statt, nicht bloß wenn a und b Rhomboide von isländischem Spathe sind, sondern auch dann, wenn sie, was immer für Crystalle von doppelter Strahlenbrechung sind; es kann sogar b ein Crystall von einer andern chemischen Zusammensetzung, als jener a seyn.

Ähnliche Bemerkungen finden statt für das so eben Folgende: Wird der von der unbelegten Spiegelplatte A unter $35^{\circ} 25'$ reflectirte Strahl (statt von der unbelegten Spiegelplatte B aufgefangen zu werden) durch einen rhomboidischen, isländischen Spath senkrecht aufgefangen, so erleidet dieser Strahl im isländischen Spathe bloß réfraction ordinaire, oder bloß réfraction extraordinaire, oder réfraction ordinaire und extraordinaire, je nachdem die Sections principales des isländischen Spathes parallel oder nach senkrechter Richtung, oder in schiefer Richtung zur Brechungsebene des Strahles laufen u. s. w.

Merkwürdig und ganz neu ist die Entdeckung, daß bey dem isländischen Crystalle und bey andern Crystallen von doppelter Strahlenbrechung auch eine doppelte Farbenzerstreuung statt finde, d. h. daß der Strahlenbündel der réfraction ordinaire eine andere Farbenzerstreuung, als der Strahlenbündel der réfraction extraordinaire äußert *).

Malas theilte einen Lichtstrahl mittelst eines Kalkspathrhomboids, und ließ die zweyerley Strahlen auf eine ruhige Wasserfläche auffallen; bey zweckmäßiger Anordnung des Ganzen, ergab sich folgendes: Der Strahl von réfraction ordinaire erlitt eine partielle Reflexion (wie ein gewöhnlicher Lichtstrahl), der Strahl von réfraction extraordinaire wurde vom Wasser gänzlich gebrochen, erlitt eine totale Refraction, ohne alle Reflexion. Diese Versuche deuten auf eine Analogie in der Polarisirung des Lichtes, mittelst Crystallen von doppelter Strahlenbrechung, und mittelst Reflexion (woben für einen und denselben Strahl die Reflexionsebenen in zwey auf einander folgenden Fällen senkrecht sich schneiden).

§. 221. Da in dem Artikel Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen die Phänomene des prismatischen Bildes, der sogenannten Farbenzerstreuung vorgetragen wurden, und zwar in solchen Ausdrücken, die (dem Geiste dieser Schrift gemäß) keine Hypothesen in sich fassen, sondern die Erscheinung, wie sie sich uns unmittelbar darstellt, beschreiben; so verweise ich bloß dahin, ohne diese zwar hieher gehörigen Gegenstände, noch einmal zu wiederholen.

Nach Lüdicks Versuchen über die Phänomene der sogenannten Farbenzerstreuung, muß

*) Diese Entdeckung ist von Brewster.

man annehmen, daß eine Beugung der Lichtstrahlen nöthig ist, damit das Licht des gebeugten Strahles in verschiedenen Punkten auf das Prisma falle, bey diesem Auffallen verschiedene Einfallswinkel habe, und vermöge dieser und der Gestalt des Prismas verschiedentlich gebrochen, und nach Beschaffenheit der Gasart zerstreut werde. Wenn also die Mitte des Bildes eines Lichtstrahls, der durch eine Oeffnung hindurch geht, und auf ein Prisma fällt, weiß ist, und nur die Ränder gefärbt erscheinen, so rührt dieß daher, daß die mittleren Strahlen durch die Ränder der Oeffnung nicht gebeugt worden sind. Das weiße prismatische Licht ist von anderer Natur als das freye. Beugung des Lichtes vor oder hinter dem Prisma ist zur Entstehung des Bildes nöthig. Alle Körper beugen das Licht gleich stark. Prismatisches weißes Licht gibt nach einmaliger Beugung schon Farben; hingegen freyes erst nach einer zweymaligen *).

Am prismatischen Bilde (*spectrum solare*) scheint in jedem einzelnen Farbenbilde, der Chemismus sich auf eigene Weise zu äußern, wie Ritter, H. Davy und mehrere andere gezeigt haben. Es mag hier eine Analogie mit den Erscheinungen an der voltaischen Säule bestehen. Indesß sind dieß noch Vermuthungen, die sich bloß auf dunkle Vorstellungen beziehen **).

§. 222. Unter den mancherley Erklärungsmethoden des Phänomens der Farbenerscheinungen gehört unter andern jene von Seebeck *), welcher nur drey Hauptfarben annimmt: Gelb, Roth, Blau, u. s. w.

§. 223. Im Artikel Anatomismus und Plasticismus am Anorganischen wurde das eigentliche Wesen der leuchtenden und beleuchteten Körper schon erörtert; ich verweise also auf diesen Gegenstand dahin.

Eben so wurde daselbst das Wesen durchsichtiger und undurchsichtiger Körper erörtert.

§. 224. Nach der angenommenen Theorie von der centralen Ausstrahlung des Lichts bey einem leuchtenden Körper, es mag dieser eigenes oder erborgtes Licht ausstrahlen, d. h. ein leuchtender Körper an und für sich, oder ein beleuchteter Körper seyn; nach dieser Hypothese wird angenommen: Es werde ein Punkt nur dann gesehen, wenn die Spitze des

§f 2

*) Ich habe hier, um leichter verstanden zu werden, die allgemein üblichen Ausdrücke: Beugung u. s. w. beybehalten, ob sie gleich stillschweigend die Hypothese von der Materialität und Bewegung des Lichts voraussetzen. Ich begnüge mich bloß zu erinnern, man müsse diese Ausdrücke nicht in ihrem buchstäblichen Sinne nehmen, sondern sie auf dieselbe Weise auslegen, wie dieß bey den Ausdrücken, Brechung und Zurückwerfung der Strahlen von mir geschehen ist. Die Beugung läßt sich gleichfalls durch eine eingebildete Linie, welche von der Axe des Strahles abweicht, ausdrücken....

**) H. Davy gibt in seinen Elementen des chemischen Theils der Naturwissenschaft einige Winke hier: über 1 Th. S. 188.

***) Schweiggers Journal 11 Band.

Lichtkegels an diesem Punkte und die Basis desselben Kegels an unserm Auge sich befindet. Der Winkel den an unserm Auge die Axen zweyer solcher Lichtkegel, die zwey leuchtenden Punkten entsprechen, bilden, heißt der Sehwinkel. Dieser und die vermuthete Entfernung des Gegenstandes mit einander combinirt, erwecken in uns die Beurtheilung der Größe eines angenommenen Gegenstandes; und hiernach lassen sich die mancherley optischen Täuschungen erklären.

Unterwerfen wir diesen Gegenstand bloß solchen Ansichten, wo die Lichterscheinungen keinem materiellen Lichtstoffe zugeschrieben, sondern als eigenthümliche Actionen betrachtet werden, so fallen die Begriffe von materiellen Lichtkegeln ganz hinweg; und diese Regel beziehen sich bloß mehr auf die Operationslinien des Lumifizirens, wie wir dieß in der Folge weitläufiger zeigen werden.

S. 225. Die Beleuchtung einer Fläche ist rücksichtlich der Intensität verschieden, wenn man diese Fläche dem leuchtenden Punkte in verschiedenen Entfernungen aussetzt. Man darf hier annehmen, die Intensität der Beleuchtung sey dem Quadrate der Entfernung verkehrt proportional.

Die Erklärung dieser Erscheinung fällt sehr leicht, nach dem Emanationssysteme, wenn man die Intensität des Lichts der Dichte desselben proportional setzt.

Man kann aber auch die Beleuchtung einer Fläche als eine bloß dynamische Wechselwirkung zwischen dem leuchtenden Punkte und der Fläche betrachten. Man kann annehmen, daß der leuchtende Punkt den Typus im beleuchteten Körper zu umstimmen strebt, und daß die Erscheinung der Beleuchtung nichts anderes sey, als die Manifestation des Streites während der Umstimmung der Typen (so wie der Druck bey dem Stöße die Manifestation des Streites ist), indem die Beleuchtung sogleich aufhört, wenn die Einwirkung des leuchtenden Körpers auf den beleuchteten aufhört. Wird zu gleicher Zeit der beleuchtete Körper erwärmt, so dürfen wir das Phänomen der Erwärmung nicht als die Aeußerung des Streites bey der Umstimmung der Typen betrachten, indem die Wärmeerscheinung am erwärmten Körper auch dann noch fort dauert, wenn die Einwirkung des leuchtenden Körpers aufhört.

Hier läßt sich vielleicht die Erwärmung auf die Umstimmung des Typus, hingegen die Beleuchtung auf den Streit während der Umstimmung des Typus beziehen (so wie wir an einem andern Orte bey dem Stöße der Körper, den Druck auf den Streit, hingegen die veränderten Geschwindigkeiten auf die umstimmten Typen bezogen haben; so wie wir bey chemischen Processen Wärme- Licht- Elektricitäts-Erscheinungen auf den Streit, hingegen das veränderte chemische Verhalten des Resultats auf die Umstimmung der Typen bezogen haben; so wie wir bey Veränderung des Aggregatzustandes, die Action nach Contraction auf den Streit, hingegen die resultirende Action nach Expansion auf die Umstim-

mung des Typus bezogen haben). Nach diesen Ansichten ist zwar das geometrische Gesetz der Veränderlichkeit, der Intensität, der Beleuchtung nicht dargethan, ob es sich gleich hiernach begreifen läßt.

Kömmt es demnach bloß darauf an, eine Hypothese aufzustellen, wornach sich die Erscheinung erklären läßt, so verdient allerdings das Emanationssystem, und eben so das Vibrationsystem (denn beyde führen auf dieselben Resultate) beybehalten zu werden. Ich wiederhole aber die, für ein ferneres Gedeihen der Philosophie der Natur so wichtige Ermahnung, man möge bey dergleichen Erklärungen ja nie vergessen, daß die Basis derselben bloße Hypothesen seyen, die nur dazu dienen sollen, uns in unsern Folgerungen und fernern Versuchen zu leiten, die aber ja nie als ausgemachte Wahrheiten gleich Axiomen betrachtet werden dürfen; da wir sonst nothwendiger Weise in jene dem Forschen nach Wahrheit so nachtheilige Geistesstimmung verfallen müßten, wobey die Erscheinungen nicht mehr, unmittelbar, wie sie sich uns darstellen, sondern mit vorgefaßten Meinungen aufgefaßt werden. Wir sehen dann die Wirklichkeit nicht mehr wie sie ist; wir sehen die Welt durch Prismen, wo alles in verschobenen Gestalten erscheint.

Wenn ein dunkler Körper durch die Einwirkung des Leuchtens in den Zustand des Brennens versetzt wird, und während dem Brennen auch dann noch fortleuchtet, wenn der leuchtende Körper hinweggenommen wird, so ist dieß kein Einwurf gegen die Hypothese, daß Temperaturerhöhung am dunkeln Körper sich auf die Umstimmung des Typus, hingegen Beleuchtung auf den Streit bey dieser Umstimmung beziehen. Denn das Brennen und das damit verbundene Leuchten, erfolgt nicht im luftleeren Raume, sondern nur im Sauerstoffgase oder einem andern das Verbrennen unterstützenden Gase; ja es hört augenblicklich auf, wie der brennende Körper aus der unmittelbaren Verührung mit diesem Gase tritt; in diesem Falle nämlich hört das Leuchten des Körpers sogleich auf, wohl aber dauert seine erhöhte Temperatur noch eine längere Zeit fort. In dem hier angeführten Falle des Brennens können wir demnach nicht sagen: das Leuchten des Körpers ist die Aeußerung des durch den leuchtenden Körper im dunkeln Körper geweckten Typus zur leuchtenden Action; sondern wir müssen sagen: die Erwärmung des dunkeln Körpers ist die Aeußerung des in ihm höher geweckten Typus zur wärmenden Action (da diese fortdauert, wenn auch der dunkle Körper aus aller Wechselwirkung mit irgend etwas andern hervortritt); hingegen ist das Leuchten des dunkeln Körpers bloß die Aeußerung des Streites einer Wechselwirkung unter dem dunkeln Körper und einem andern Körper (indem dieß Leuchten sogleich aufhört, wenn der dunkle Körper aus einer solchen Wechselwirkung tritt); und zwar ist Folgendes hier zu unterscheiden: 1) entweder erscheint der dunkle Körper bloß, als beleuchtet, ohne zu brennen, wo dann dieß Beleuchtetseyn die Aeußerung des Streites während der Wechselwirkung zwischen dem beleuchteten und dem

leuchtenden Körper ist; 2) oder der dunkle Körper leuchtet im Zustande des Verbrennens; und in diesem Falle ist das Leuchten des dunkeln Körpers eine Aeußerung des Streites zwischen dem dunkeln Körper und dem oben benannten Gase. Ist die Entzündung des dunkeln Körpers durch Einwirken des leuchtenden Körpers hervorgebracht worden, so hat nicht unmittelbar der leuchtende Körper den dunkeln entzündet, indem diese Entzündung im luftleeren Raume nie erfolgt wäre, auf welch einen hohen Temperatursgrad der leuchtende Körper den dunkeln auch immerhin gebracht haben möchte; es hat in diesem Falle der leuchtende Körper weiter nichts bewirkt, als den dunkeln Körper dahin zu stimmen, mit dem Gase in jene Wechselwirkung zu treten, woraus das Phänomen des Verbrennens hervorgeht. Ist dieses einmal eingetreten, so dauert es fort, wenn auch der leuchtende Körper zu existiren aufhört; aber das Phänomen des Verbrennens hört augenblicklich auf, wenn das Gas zu existiren aufhört. Wenn durch fortdauernde Einwirkung des leuchtenden Körpers auf den dunkeln das Verbrennen dieses letztern, wenn es auch schon im Gange ist, verstärkt wird, so widerspricht dieß den eben angestellten Ansichten nicht; hier geschieht nichts, als daß durch Einwirken des leuchtenden Körpers auf den beleuchteten, letzterer immer mehr und mehr gestimmt wird, in eine allmählig energischere Wechselwirkung mit dem Gase zu treten.

Da die Phosphorescenz auch als ein langsames Verbrennen betrachtet werden kann, so ist sie kein Einwurf gegen unsere hier aufgestellten Ansichten, es wäre dann, daß die Erscheinungen der Phosphorescenz, bey den sogenannten Lichtsaugern auch im luftleeren Raume vor sich ginge (denn das Leuchten z. B. des faulen Holzes, welches nicht durch vorläufiges Einwirken eines leuchtenden Körpers auf das faulende Holz entsteht, ist nichts anderes, als das Leuchten eines leuchtenden Körpers, nicht aber das Leuchten eines dunkeln Körpers, der durch Einwirkung eines leuchtenden Körpers zum Leuchten gestimmt wurde). Da aber überhaupt einzelne Anomalien, eine Theorie, die übrigens mit den allgemeinen Erscheinungen übereinstimmt, uns nicht bewegen dürfen, eine solche Theorie zu verwerfen; so müßte bey den Lichtsaugern wohl untersucht werden, ob sie ohne allen Zutritt eines das Verbrennen unterstützenden Gases, auch wirklich zu leuchten vermögen. Wenn dieselben auch unter dem ausgepumpten Recipienten einer Luftpumpe, ohne Einwirken des leuchtenden Körpers (z. B. in einem vollkommen dunkeln Zimmer) fortleuchten möchten, so wäre dieß noch kein Beweis, daß dieß Leuchten ohne Einwirken von Luft vor sich gehe; denn man kennt die Adhäsion der Lufttheilchen an den Oberflächen fester Körper; es wäre nämlich gar wohl möglich, daß der ganze innere Raum der Glocke ganz luftleer wäre, indeß der Luftsauger an seiner Oberfläche mit einer dünnen Luftschicht bedeckt bliebe, welche hinreichen möchte, eine geraume Zeit hindurch, jenes schwache Verbrennen zu unterhalten, welches sich als ein Phosphoresciren darstellte.

§. 226. Wenn wir uns auf verschiedene Höhen über dem Meeresniveau erheben, so bemerken wir eine Veränderung an der blauen Farbe des heitern Himmels. In Europa *) zeigt das Saussur'sche Cyanometer auf einer Höhe von 2438 Toisen gegen 39° , auf den Anden aber 41° ; erhebt man sich auf ihnen auf 3000 Toisen, so zeigt es 46° (denselben Grad hat Gay-Lussac auf derselben Höhe über Paris beobachtet). Der Himmel erscheint immer dunkler und dunkler, je höher man kommt, welches vielleicht von der geringen Dichtigkeit und ihrem geringen Gehalt an Dünsten herrührt. Schwarz möchte er wohl erscheinen, wenn wir uns über die Atmosphäre erheben könnten. Im Durchschnitt erscheint der Himmel auf gleichen Höhen unter den Tropen dunkler, als in Europa. In Paris hat die Blaue des Himmels im Sommer, bey 25° Cent. 16° des Saussur'schen Cyanometers, unter dem Aequator aber 23° (von weiß bis schwarz sind 53°).

§. 227. Unverkennlich ist die Wirkung des Lichtes auf die Functionen der Vegetation. Das Sonnenlicht bewirkt während der Vegetation vorzüglich die Entwicklung des brennbaren Stoffs, als namentlich des Kohlenstoffs und Wasserstoffs. Im Dunkeln gewachsene Pflanzen sind wässerig, zuckerartig, hingegen im Lichten gewachsene mehr ölig und harziger Natur; Bey erstern prädominirt der Sauerstoff (das negativ-electrische); bey letztern der brennbare Stoff (das positiv-electrische). Dort herrscht eine blasse Farbe (nach Newtons Ansichten wenig Absorption des Lichts), hier eine dunkle (nach Newton viel Absorption des Lichts). Vergleichen wir hier diese Gegensätze, und bedenken daß (nach Newton) die Strahlenbrechung durch Attraction zum Lichte entsteht, und daß dieselbe um so stärker ist, je brennbarer der Körper ist, so findet sich in dem Ganzen eine schöne Uebereinstimmung. Dieselbe Uebereinstimmung zeigt sich z. B. auch an der Kohle in ihrem zweyfachen Vorkommen; die Kohle als durchsichtiger Körper (als Diamant) äußert einen hohen Grad von Strahlenbrechung; und zugleich als undurchsichtiger Körper (Kohle), eine totale Lichtabsorption nämlich eine schwarze Farbe.

Das Licht mag auf die verschiedenen Functionen des vegetativen Lebens einen eben so entschiedenen Einfluß äußern, als die Action der Nerven des Gehirns und Rückenmarks auf die Functionen des Thierlebens. Da wir nun hier bestimmte Systeme von Nerven deutlich unterscheiden können, deren jedes vorzüglich eine eigenthümliche Function in Thätigkeit setzt, so dürfen wir, nach Gesetzen der Analogie, vermuthen, daß die verschiedenen dynamischen Modificationen des Lichts (nach Newton die verschiedenerley Strahlen des Lichts) gleichfalls ihre eigenthümlichen Wirkungen auf die verschiedenerley Functionen des vegetativen Lebens ausüben. Sind es nun jene dynamischen Modificatio-

*) Voyage d'Alexandre Humboldt. 1807.

nen des Lichts, wodurch die Erscheinungen der Farben (z. B. am Spectrum solare) entstehen (nach Newton die verschiedentlich gefärbten Strahlen); oder sind es jene dynamischen Modificationen des Lichtes, wodurch in der Gruppierung jenes Phänomen entsteht, das unter dem Namen der doppelten Strahlenbrechung bekannt ist, welche am vegetativen Leben die verschiedenen Functionen wesentlich in Thätigkeit setzen? Ist es z. B. (wenn wir uns nach der üblichen Weise, welche eine Materialität des Lichts voraussetzt, ausdrücken), das rothe Licht, welches vorzüglich auf diese, das violette Licht, welches vorzüglich auf jene Function hinwirkt? oder ist es der Strahl der ordentlichen Brechung, welcher vorzüglich auf diese, hingegen der Strahl der außerordentlichen Brechung, welcher vorzüglich auf jene Function hinwirkt? ? Es wäre sehr interessant, comparative Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, wobey alle übrigen Umstände gleichgesetzt würden.

§. 228. Es lassen sich die Erscheinungen des Lichtes auf die mannichfaltigste Weise erklären. In dieser Hinsicht verdient unter andern Soldner's Theorie des Lichts erwogen zu werden. Sie bezieht sich wesentlich hierauf:

Wenn einem festen Körper eine gewisse Temperatur gegeben wird, so wird er flüssig; erhöht man die Temperatur, so wird die Flüssigkeit Dampf, oder der Körper wird Luft. Erhöhet man die Temperatur noch mehr, so entsteht ein Phänomen, welches man mit dem Ausdruck bezeichnet: der Körper brennt. Man kann aber hier die Sprache ändern, und sagen, der Körper wird Licht. Man braucht von keinem Lichtstoff zu sprechen, eben so wenig, wie man von einem Dampfstoff u. s. w. spricht.

§. 229. Ich beschließe das hier von den Lichterscheinungen Gesagte, mit meiner Theorie über dieselben, welche von den bisherigen Ansichten gänzlich abweicht.

Versuch einer mathematischen Entwicklung der Fundamentalgesetze
der Lichterscheinungen, wobey diese blos als Resultate gewisser
Actionen betrachtet werden, und kein Lichtstoff voraus-
gesetzt wird.

230. Wir wollen hier versuchen, die Fundamentalererscheinungen bey'm Vorderleuchten und Hinterleuchten, nämlich die sogenannte Reflexion und Refraction (Ausdrücke, welche nicht rein aus der Erscheinung abgeleitet sind, sondern die vorgefaßte Ansicht einer Materialität des Lichtes, oder eines allgemein verbreiteten Aethers in sich fassen; kurz! Ausdrücke, welche das Emanations- oder Vibrations-System, voraussetzen) auf eine Weise zu erklären, wel-

che weder darauf beruht, alle Erscheinungen aus einer bestehenden Materie, deren Existenz wir an sich doch nicht beweisen können, oder aus gewissen Schwingungen, Vibrationen, oder andern, ohne hinreichenden Grund erfundenen Bewegungen, herzuleiten. Wir wollen vielmehr in unsern Erklärungen dahin streben, nichts annehmen zu müssen, von dessen Existenz wir nicht einen unmittelbaren Beweis ablegen können; wodurch freylich die Naturphilosophie weit abstracter werden muß, als wenn man allenthalben seine Zuflucht zu einer erfundenen Materie oder Bewegung nimmt, und dann, auf eine sehr bequeme Weise, die Formeln der Mechanik auf den jedesmaligen Fall anwendet.

In der That läßt sich von der mathematisch-atomistischen Physik behaupten daß alle Theile derselben, mögen sie sich auch auf die heterogensten Erscheinungen beziehen, nichts Anderes seyen, als unveränderlich dieselbe Anwendung mechanischer Gesetze auf solche Fälle, die entweder als mechanische Erscheinungen unmittelbar auftreten (und hier erscheint die Naturphilosophie auf einem Standpunkte von Evidenz, hier erreicht sie eine Tiefe, wie bisher dieß in keiner Wissenschaft, ausser der reinen Mathematik aufzuweisen ist), oder denen man durch künstliche Fictionen, mechanische Erscheinungen unterschiebt; woraus man dann durch den Zauberstab der mathematischen Analyse zu den überraschendsten Resultaten gelangt, die mit der Erfahrung auf eine oft wunderbare Weise übereinstimmen; wobey freylich nicht vergessen werden darf, wie künstlich die ersten Hypothesen unaufhörlich so zugeschnitten werden, daß dann daraus jede Erklärung folgt; leider aber auch oft bey den Haaren hergezogen wird. Als Beleg zu dieser letzten Behauptung mag unter andern, die Methode dienen, wornach Biot in einem formelreichen Werke die Erscheinungen der Lichtpolarität zu erklären sucht.

Wenn ein Körper durch Stoß oder irgend eine andere mechanische Veranlassung einen Ton von sich gibt, welchen mein Ohr vernimmt, ohne mit dem Körper in unmittelbarer Berührung zu stehen, und wenn ich ferner mich überzeugt habe, daß dieser Ton meinem Ohre nur dann mitgetheilt werde, wenn zwischen diesen und dem Körper, Luft, oder ein anderer materieller Stoff in ununterbrochenem Zusammenhange steht; wenn ich endlich erfahren habe, daß der Ton einer vibrirenden Saite, woran ich die Vibrationen durch Berührung mit dem Finger deutlich wahrnehmen kann, nach Maaßgabe dieser Vibrationen sich ändert; so darf ich mit vieler Wahrscheinlichkeit, ja mit dem höchsten Grade empirischer Evidenz schließen, der Ton sey die Wirkung einer Vibration, und ich darf kühn auf diese höchst wahrscheinliche Hypothese, die Regeln der Mechanik anwenden, und hieraus den mathematischen Theil der Akustik entwickeln.

Wenn ich aber einen leuchtenden Punkt beobachte, und mich überzeugt habe, daß derselbe auch im luftleeren Raume leuchte, daß es keiner ununterbrochenen wahrnehmbaren materiellen Verbindung, zwischen dem leuchtenden Punkte und meinem Auge bedarf, um zwi-

schen beyden eine Reaction hervorzubringen; wenn ich ferner auf keine Weise eine Bewegung am leuchtenden Punkte oder an dem Zwischenmittel zwischen dem Punkte und meinem Auge, habe wahrnehmen können, welche Bewegung mit dem Leuchten nothwendig verbunden wäre; wenn sich dieses so verhält, so ist es wahrhaftig eine bloße Fiction, eine nicht hinreichende gegründete Hypothese, wenn wir einen eigenen Lichtstoff, oder eine gewisse Vibration eines auf keine Weise bemerkbaren Aethers, voraussetzen wollen.

Wir müssen Newton's Geiste huldigen, welcher von dergleichen Fictionsen ausgehend, so viele Erscheinungen der Optik auf eine so genügende Weise zu entwickeln vermochte, aber nichts desto weniger müssen wir trachten, dahin zu gelangen, allmählig die Natur immer reiner und reiner zu betrachten, d. h. die Erscheinungen so zu sehen, wie sie sich uns wirklich darstellen, und uns dem Ziele zu nähern, die Erscheinungen auf eine Weise zu erklären, wobey wir bloß das annehmen, was wir wahrnehmen, nicht aber zu erfünftelten Fictionsen unsere Zuflucht nehmen. Wollten wir, durch die schönen Resultate aus Newton's Theorie der Lichterscheinungen geblendet, aus einem allzuheiligen Eifer für den seltenen Mann, uns nicht erlauben die ersten Gründe dieser Lehre zu untersuchen, und zu versuchen, ob nicht auf eine andere Weise, die freyer von Hypothesen wäre, die Lichterscheinungen sich erklären ließen, so wäre Newton's Lehre uns mehr schädlich als nützlich geworden; denn sie sollte uns ja zum Erforschen der Natur auffodern, und statt dessen hätte sie unserm Geiste, nur eine einseitige Richtung erteilt, welche ihn hindern müßte, die Natur in jener mannichfaltigen Fülle aufzufassen, wodurch allein eine lebendige Ansicht derselben in uns hervortreten kann.

Ich will hier zu jenem Versuche bloß eine Veranlassung geben. Unvermögend in Newton's Fußstapfen zu treten, und eine umfassende ganz neu begründete Theorie des Lichtes, wie er dieß auf eine so bewunderungswürdige Weise that, zu schaffen, schränke ich mich hier darauf ein, die Fundamentalgesetze der sogenannten Reflexion und Refraction des Lichtes (Ausdrücke, die wir hier bloß als Metapher anwenden wollen) auf eine eigene Weise zu erklären, wobey weder eine Lichtmaterie, noch gewisse Bewegungen angenommen werden, sondern wobey das Leuchten bloß als eine uns durch ihre Erscheinung bekannte Action betrachtet wird, wobey wir aus der Art, wie diese Action vor sich geht, auf die Natur des Typus zu dieser Action schließen, so wie wir aus der Biographie irgend eines berühmten Mannes, dessen Charakter uns herauszuheben bemühen. Zugleich trachten wir (aber stets mit der Vorsicht nicht in die vorgefaßten Ansichten der atomistischen Physiker zu verfallen) mathematische Ansichten, wo diese auf eine ungezwungene Weise sich ergeben, mit einzuflechten; eine Aufgabe, die freylich äußerst schwierig wird, indem hier der Rechnungsansatz nicht nach schon bekannten Regeln der Mechanik construirt werden darf, sondern man sich gezwungen sieht, bey jedem Schritte, den Calcul auf eine neue Weise, an-

zuwenden. Diese Methode, die Natur zu betrachten, wird daher wohl nie eine erleichterte Methode für den Unterricht, oder für praktische Anwendungen herbeiführen, wohl aber möchte sie einstmals dahin leiten können, die Natur auf eine geistigere vielseitigere Weise zu betrachten, und alle Erscheinungen, von Darstellung des Erystalls an, bis zu den höchsten Schöpfungen des menschlichen Geistes hin, auf eine homogene Art zu betrachten. Nun zu unserem Gegenstande selbst.

§. 231. Das Leuchten ist eine Action, wodurch ein materieller Punkt seinen Standpunkt im Raume nach allen Seiten hin, verkündet.

Diese Action tritt unter dem höchsten Grade von Selbstbestimmung auf, äußert sich am freiesten und vielseitigsten am selbstleuchtenden Punkte.

Der selbstleuchtende Punkt leuchtet für sich allein, ohne Einwirken eines andern auf ihn. Er leuchtet nach allen Seiten hin, und verkündet hiedurch seinen Standpunkt dem ganzen Raume. Die Action des Leuchtens, die Lumification, äußert sich bey ihm nach jeder Seite hin, in einer geraden Linie (d. h. die Action des Leuchtens geht nach einem Gesetze der Continuität in allen Punkten irgend einer geraden Linie vor sich, welche Linie man sich vom leuchtenden Punkte aus, nach irgend einer Richtung gezogen, denkt; welches sich äußert, wenn in jene verschiedenen Punkte ein dunkler Körper gehalten wird, wo dann der Typus zur Lumification in demselben in allen jenen Punkten nach einem Gesetze der Continuität geweckt wird. Um das Wie kümmern wir uns nicht), und in gleichen Abständen ringsum gleich stark; d. h. in allen Punkten der Oberfläche jener Kugel vom beliebigen Halbmesser, deren Mittelpunkt mit dem leuchtenden Punkte zusammen fällt; in allen jenen Punkten äußert sich die Lumification des leuchtenden Punktes ganz auf einerley Art; und hiedurch wird denn der Standpunkt des leuchtenden Punktes im Raume, auf die geometrisch einfachste und präcise Weise angedeutet.

Wir wollen jene unendlich vielen geraden Linien, welche wir uns vom leuchtenden Punkte auslaufend, wie die Halbmesser einer Kugel denken, und in welcher die Lumification durch den leuchtenden Punkt in den verschiedenen Entfernungen von demselben, nach einem Gesetze der Continuität vor sich geht, die Operationslinien des leuchtenden Punktes, nennen; so, daß wir sagen können, die Operationslinien befolgen am selbstleuchtenden Punkte nicht bloß den höchsten Grad der Symmetrie, sondern sie verhalten sich zu einander als ganz gleich und ähnlich. Bey einer bloßen Symmetrie an den Operationslinien (z. B. wenn die Beleuchtung nach allen Seiten hin eine und dieselbe wäre, und nur von einem Halbmesser angefangen in allen übrigen Halbmessern, welche gegen einander um 30 Grade geneigt wären, auf eine eigene, aber unter einander gleiche Weise, die Beleuchtung vor sich ginge), wäre auch der Standpunkt des leuchtenden Punktes im

Raume mit geometrischer Präcision bestimmt, aber nicht mehr auf die allereinfachste Weise.

Da das Leuchten jene Action ist, wodurch der materielle Punkt, welcher leuchtet, seinen Standpunkt im Raume verkündet, so besteht in der Action des Leuchtens ein Streben, jenen Standpunkt auf die geometrisch einfachste und präcise Weise anzudeuten. Ist nach Maafgabe der Umstände, beydes nicht vereinbarlich, so wird wenigstens die Präcision, die Bestimmtheit als das Wesentlichste hervortreten, und die Einfachheit in den Mitteln hiezu wird nur in so ferne weichen, als sie gerade notwendiger Weise dieses thun muß. Symmetrie wird demnach so viel wie möglich sich in allen Fällen an den Operationslinien einfinden, wenn gleich diese Symmetrie den höchsten Grad der Einfachheit nicht allemal erreicht, nämlich jenen, wo in allen Operationslinien vollkommene Gleichheit und Aehnlichkeit obwaltet.

§. 232. Denken wir uns den dunkeln Körper (Fig. III.) ABCD, bey welchem a irgend ein Punkt seiner Oberfläche ist, so wie den leuchtenden Punkt b, welcher letztere nach allen Seiten des Raumes hin, auf einerley Weise leuchtet; denken wir diese beyden Körper in ein vollkommenes Vacuum versetzt; nehmen zwischen beyden weder eine ausstrahlende Lichtmaterie, noch einen feinen Aether an; sondern bleiben bloß bey demjenigen stehen, das wir unmittelbar beobachten können, nämlich dabey, daß wenn der Punkt a, welcher in der Oberfläche des Körpers ABCD sich befindet, in eine der Operationslinien b a des leuchtenden Punktes b versetzt wird, daß er leuchtet, und daß derselbe Punkt a sogleich zu leuchten aufhört, wie er in keiner Operationslinie des leuchtenden Punktes b sich befindet (wenn z. B. zwischen b und a ein Körper gesetzt wird, welcher die Action des Leuchtens hinter sich nicht fortsetzt, ein sogenannter undurchsichtiger Körper), so haben wir hiemit schon eine wichtige Stelle aus dem Verhalten des Punktes a ausgehoben, und wir dürfen hiernach die ersten Züge der Charakteristik desselben rücksichtlich seiner Lumification entwerfen.

Der Punkt a zeigt sich uns als vorherrschend passiv gegen den leuchtenden Punkt betrachtet; da er es aber ist, welcher einmal beleuchtet, den Typus zur Lumification in den übrigen Punkten des Körpers ABCD, oder auch in einem Punkte eines andern dunkeln Körpers, zu wecken bestimmt ist, so zeigt er sich in dieser letzten Hinsicht auch activ. Jedoch trägt auch sein actives Verhalten, da dieses dem passiven unterworfen ist, immer noch das Gepräge seines ursprünglichen Zustandes von Passivität; daher denn die Art und Weise, wie sich der Punkt a in der Ausübung der Lumification verhält, auch hievon Kunde geben muß. Es muß am Punkte a die Lumification (Action des Leuchtens), so vor sich gehen, daß dabey die Lumification eines Punktes überhaupt, zugleich aber auch jene Modificationen angedeutet werden, welche den Beziehungen des Punktes a, nach des-

sen jedesmaligen Verhältnissen entsprechen. Die Lumification des Punktes a muß sich als ein Leuchten eines Punktes überhaupt, zugleich aber auch als das Leuchten des Punktes a insbesondere, aussprechen.

Wäre der Punkt a kein integrierender Theil der Oberfläche des Körpers $ABCD$, sondern bloß ein abgesonderter für sich bestehender Punkt im Raume, so würde, wenn er in eine Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b versetzt würde, im Punkte a die Lumification folgendermassen vor sich gehen müssen: der Punkt a würde ringsum nach allen Seiten hin auf einerley Weise leuchten, da er vom Punkte b aufgefodert wird, zu leuchten, d. h. seinen Standpunkt im Raume zu verkünden. Da jedoch der Punkt a kein selbstleuchtender ist, so würde er in der Ausübung der Lumification seinen Charakter von Passivität aussprechen, er würde nämlich eine ausgezeichnete Operationslinie von a nach b annehmen, und hiedurch gleichsam den Charakter seiner Abkunft als ein Leuchtendes verkünden. Da aber zugleich im Leuchten eines Punktes das Streben besteht, auf eine geometrisch-präcise Weise den Standpunkt des leuchtenden Punktes anzudeuten, folglich das Streben besteht nach Symmetrie in den Operationslinien; so wird der Punkt a nicht bloß nach dem Punkte b hin, eine sich auszeichnende Operationslinie annehmen, sondern zugleich auch nach der entgegengesetzten Richtung ak . Und nach der entgegengesetzten Richtung zwar darum, weil, bey jeder andern Richtung die Frage entstehen könnte, warum die letztere Operationslinie ak , mit der Linie ab , noch einer Gegend des Raumes hin, sich neige, da doch die Umstände nach dieser Gegend hin, ganz dieselben wären, als nach der entgegengesetzten. Wir sehen hieraus, daß ein bloß materieller Punkt allemal nur durchsichtig seyn könne; daher es uns nicht wundern darf, wenn auch der undurchsichtigste Körper, wenn er sehr dünne geschlagen oder geschnitten wird, allemal einiges Licht hindurch läßt.

Ist aber der Punkt a kein freyer Punkt im Raume, sondern an die Oberfläche des Körpers $ABCD$ geheftet, so ist seine Action des Leuchtens nicht mehr frey nach allen Seiten hin dieselbe; er steht hierinfall in einer Abhängigkeit von allen übrigen Punkten des Körpers $ABCD$, da es ja von diesen abhängt, in wie ferne sie die Action des Leuchtens in jenen Operationslinien gestatten wollen, welche in die Masse des Körpers $ABCD$ fallen. Ueberdieß ist es der Punkt a , durch welchen ursprünglich der Typus zur Lumification allein in allen übrigen Punkten von $ABCD$ geweckt werden kann. Der Punkt a steht also (rückfichtlich der Lumification) in einer ausgezeichneten Beziehung zu den übrigen Punkten von $ABCD$. Diese Beziehung dankt er aber dem Umstande, daß er ein Theil der Oberfläche AB ist, und daß er sich in a (welches in der Operationslinie ba liegt) befindet. Die Lumification des Punktes a muß daher eine Beziehung auf die Oberfläche AB in sich fassen, zugleich aber

auch auf den Standpunkt a in dieser Oberfläche; folglich eine Beziehung auf die tangentielle Ebene $\alpha \beta$.

Der an der Oberfläche des dunkeln Körpers $ABCD$ geheftete Punkt a , muß demnach, in der Lumification eine zweifache Beziehung andeuten; nämlich rücksichtlich des leuchtenden Punktes b , und rücksichtlich der Oberfläche $\alpha \beta$, von welchem an er aus der Masse heraus, oder in dieselbe hinein blickt.

Und ergibt sich denn eine abgesonderte Aeußerung der Lumification über der Fläche $\alpha \beta$, und unterhalb derselben; nämlich eine zweifache Aeußerung der Lumification in der halben Sphäre $m n d g$, und in jener $m h g$; woben jedoch der ursprüngliche Charakter des Leuchtens nie gänzlich verlißt, nämlich nach allen Seiten hin zu leuchten, und so viel es die übrigen Umstände zulassen, mit dem höchsten Grade der Symmetrie in den Operationslinien.

Das eben Gesagte, mag uns den Grundcharakter des Punktes a , als eines zur Action des Leuchtens fähigen verzeichnen; und es kommt nun bloß mehr darauf an, den Punkt in die Umstände der leuchtenden Action zu versetzen, und mit Berücksichtigung des Erfolges, die sich a priori ergebenden Resultate aus uns selbst zu construiren. Auf ähnliche Art möge die Anthropologie die Geschichte, und umgekehrt, diese jene beleuchten. Bey einem einmal bekannten Charakter läßt sich die Handlungsweise in den mancherley Umständen vorhinein vermuthen; und umgekehrt läßt sich aus den beobachteten Handlungsweisen der Charakter immer mehr und mehr ergründen.

Wir betrachten vorerst die Lumification des Punktes a in der halben Sphäre $m n d g$, und dann dessen Lumification in der halben Sphäre $m h g$.

§. 233. Lumification in der halben Sphäre $m n d g$.

Wenn der Punkt a sich in der Operationslinie $b a$ des leuchtenden Punktes b befindet, und hiedurch aufgefodert wird, zu leuchten, d. h. seinen Standpunkt im Raume nach allen Seiten hin, zu verkünden; so äußert sich die Lumification des Punktes a , innerhalb der halben Sphäre $m n d g$ auf folgende Weise: er leuchtet nach allen Seiten hin auf einerley Weise, d. h. die Operationslinien, welche von a auslaufen, verhalten sich zu einander als gleich und ähnlich; und dieses liegt in der Natur und Wesenheit der Lumification eines Punktes. Da aber überdieß das Leuchten des Punktes a sich auch als specielles Leuchten dieses Punktes aussprechen, folglich jene Beziehungen in sich fassen muß, welche die Verhältnisse des Punktes a andeuten; so muß in der Lumification des Punktes a , auch noch der Charakter der Passivität liegen, und zwar mit der bestimmten Bezeichnung des Objectes, auf welches sich jene Passivität bezieht. Nun aber bezieht sich

dieselbe auf den leuchtenden Punkt b , von welchem der Punkt a in der Action seines Leuchtens influenzirt wird; daher denn die Lumification des Punktes a sich nicht dahin beschränken kann, ringsum nach allen Seiten hin (innerhalb $m n d g$) gleiche und ähnliche Operationslinien anzunehmen; sondern es muß überdieß eine sich vor allen übrigen auszeichnende Operationslinie nach der Richtung $a b$ entstehen; denn hiedurch wird auf die einfachste und bestimmteste Weise die oben erwähnte Beziehung des Punktes a zu jenem b , in der Lumification ausgesprochen.

Bei dieser Lage der Umstände ist aber der Punkt a in seiner Lumification wesentlich von der Uraction der Lumification, nämlich von der Symmetrie in den Operationslinien abgewichen; daher er denn nicht bei der vorerwähnten Lumificationsweise stehen bleiben kann, sondern sogleich dahin strebt, die aufgehobene Symmetrie wieder herzustellen. Er construirt demnach eine zweite ausgezeichnete Operationslinie, nach einer Richtung $a r$, welche jene Lage hat, daß $a r$ und $a b$ symmetrisch gegeneinander in der halben Sphäre $m n d g$ liegen. Der Punkt a leuchtet daher, innerhalb der halben Sphäre $m n d g$ nach allen Seiten hin, auf einerley Weise, jedoch mit einem ausgezeichneten Grade von Intensität nach den Richtungen $a b$ und $a r$.

Wir wollen nun die Richtung der Operationslinie $a r$ bestimmen.

Man denke sich eine Ebene durch die Linie $a b$ gelegt; und denke sich dieselbe um $b a$, als Umdrehungsaxe betrachtet, so lange herumgedreht, bis jene Ebene auf jener $\alpha \beta$ senkrecht zu stehen kommt. Wir wollen die solchermassen auf $\alpha \beta$ gesetzte Ebene, die Hauptoperationsebene der Indifferenz nennen; denn sie liegt in der Hauptoperationslinie $a b$, und behauptet gegen die Normalebene $\alpha \beta$ die Lage der Indifferenz, d. h. der gleichen Umstände nach entgegengesetzten Seiten.

Nun ist leicht einzusehen, daß die Operationslinie $a r$ in die Hauptoperationsebene der Indifferenz fallen müsse; denn es besteht nicht mehr Grund dafür, daß jene Operationslinie auf die eine, als auf die andere Seite der Hauptoperationsebene der Indifferenz falle, auch wird $a r$ gegen $a b$, in der halben Sphäre $m n d g$ nur dann eine symmetrische Lage behaupten können, wenn $a r$ in der benannten Hauptoperationsebene der Indifferenz liegt. Aus eben der Ursache muß aber auch $a r$ mit der Ebene $\alpha \beta$ einen Winkel $r a \alpha$ bilden, welcher jenem $b a \beta$ gleich kommt; und so ist denn die Lage der Operationslinie $a r$ bestimmt.

Wir wollen $a b$ die primitive, $a r$ die secundäre Operationslinie der Lumification des Punktes a in der halben Sphäre $m n d g$ nennen, und hiernach das hier aufgefundenе Gesetz folgendermassen ausdrücken:

Wenn irgend ein Punkt a der Oberfläche AB des dunkeln Körpers $ABCD$ in die Operationslinie $b a$, eines leuchtenden Punktes b versetzt wird, und man denkt sich

durch den Punkt a eine die Oberfläche AB tangirende Ebene $\alpha\beta$ gelegt; so äußert sich die Lumification des Punktes a , oberhalb der Ebene $\alpha\beta$ (nach der Seite hin, von wo aus der dunkle Körper im Punkte a beleuchtet wird) folgendermassen: der Punkt a leuchtet innerhalb der halben Sphäre $mndg$ nach allen Seiten hin, auf einerley Weise, ausgenommen nach zweyen Richtungen ab und ar , als wohin die Beleuchtung auf eine ausgezeichnete Weise vor sich geht. Ueberdieß fällt jene ausgezeichnete Operationslinie ab der Lumification des Punktes a in die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b , und die Operationslinie ar fällt in jene Ebene, welche durch a b , auf $\alpha\beta$ senkrecht, gedacht wird; endlich bildet die Linie ar mit der Ebene $\alpha\beta$ denselben Winkel, als die Linie ab . Oder kürzer ausgedrückt: die primitive Operationslinie ab , und die secundäre Operationslinie ar , liegen in einerley, auf $\alpha\beta$ senkrecht, und durch die Punkte b und a gedachten Ebene, und bilden mit $\alpha\beta$ einerley Neigungswinkel.

Der atomistische Physiker drückt dasselbe Gesetz folgendermassen aus, wobey eine Materialität des Lichts, und gleichsam ein Abprellen desselben vorausgesetzt wird.

Der vom leuchtenden Punkte b auf den Punkt a auffallende Strahl ba , wird unter demselben Neigungswinkel mit $\alpha\beta$ wieder zurückgeworfen, als er auf den Punkt a eingefallen ist; und zwar in einer Ebene, welche durch beyde Strahlen gezogen auf $\alpha\beta$ senkrecht steht, daher denn diese Ebene die Zurückwerfungsebene genannt wird *).

Wir sagen eigentlich in unserm ausgedrückten Lehrsatze ganz dasselbe, als der atomistische Physiker; mit dem einzigen Unterschiede, daß wir die uns, ihrer Natur nach unbekannte, bloß ihrem Erscheinen nach bekannte Action des Leuchtens, als Action des Leuchtens ausdrücken; da hingegen der Atomistiker, die Action des Leuchtens, als eine bestimmte Action (jene des von sich Werfens materieller Lichttheilchen) erklärt, wofür er doch keinen unmittelbaren Beweis hat.

§. 234. Wenn wir verschiedenerley dunkle Körper ganz in dieselben Umstände versetzen, als jenen $ABCD$, so wird allenthalben dasselbe statt finden, nur wird das Leuchten des Punktes a , das wir nach der secundären Operationslinie ar vorzüglich wahrzunehmen im Stande sind, mit verschiedenen Graden der Intensität vor sich gehen. Das

*) Warum, nach Ansicht der Atomistiker, bey einem durchsichtigen Körper, ein Theil des Lichtes hindurch gehe, und ein Theil des Lichtes zurückgeworfen werde, ist nicht wohl einzusehen: Freylich wird hier eine Verschiedenheit in Figur, Geschwindigkeit u. s. w. an den Lichttheilchen angenommen, allein erscheint diese Behauptung nicht als eine bloße Ausflucht, um eine einmal angenommene Hypothese mit Gewalt durchzusetzen? Leuchten und Gravitation sind Actionen, durch welche die Körper ihre Wechselwirkung in den größten Entfernungen andeuten. Die Gravitation unterliegt einem so einfachen Gesetze; sollte es sich mit dem Leuchten nicht auch so verhalten? Wenn aber dieses ist, so fühlt man sich wenig geneigt, die feine Lichtmaterie (wenn sie schon eine Materie seyn soll, da man doch keine Gravitationsmaterie animmt), als aus so heterogenen Theilchen zusammengesetzt anzunehmen.

ist, nach unsern Ansichten eben nichts Unbegreifliches; wir sehen hierin weiter nichts, als die verschiedenen Grade, auf welche der Typus zur Lumification bey verschiedenen Körpern, durch einerley einwirkende Action geweckt wird. Eben so wird die Geschwindigkeit einer größern Masse weniger, als jene einer kleinern Masse durch einerley Stosskraft unstimmt. Eben so wird ein aufgeweckter Geist durch eine Veranlassung im höchsten Grade begeistert, indeß der träge, im dumpfen Dahinbrüten Versunkene, hiedurch auf keine Weise affizirt wird. Weit gezwungener, und nicht wohl zu begreifen, erscheint die Erklärung der Atomistiker, der eben erwähnten Beleuchtungs-Modalität. Da jene nämlich eine Lichtmaterie annehmen, so werden sie auf den Schluß gebracht, der dunkle Körper werfe nach Verschiedenheit der Umstände ein verschiedenes Quantum von der aufgefalle- nen Lichtmaterie zurück; und da der übrige Theil doch nicht verschwinden kann, so muß dem dunkeln Körper ein eigenes nicht wohl zu begreifendes Streben, Lichtstoff zu verschlucken zugemuthet werden. Auffallend bleibt es immerhin, daß ein Körper, auch der dunkelste, er mag wie immer lange beleuchtet werden, und angenommenermaßen Jahre lang Lichtstoff verschlucken, dadurch nicht im geringsten schwerer werde.

§. 235. 2ten. Lumification in der halben Sphäre m h g.

In der halben Sphäre m h g, bezieht sich die Action des Punktes a nicht auf eine eigene Lumification, da das Leuchten eine Action ist, welche vom Körper ausgeht, nicht aber in den Körper hineingeht; indem durch das Leuchten der Punkt seinen Standpunkt im Raume verkünden soll. Das Leuchtende spricht zu dem übrigen Raume; es spricht nicht in sich hinein.

In der halben Sphäre m h g bezieht sich demnach die Action des Punktes a, auf ein eigenthümliches Streben, in den übrigen Punkten (die mit ihm in gleicher Lage sind, jedoch darum von ihm beherrscht werden, weil er ein Punkt der Oberfläche ist, der sich überdieß in der Operationslinie b a des leuchtenden Punktes b befindet) den Typus zur Lumification zu wecken. Hiedurch gelangen aber diese Punkte nicht selbst zum Leuchten, sondern bloß zu dem Streben, die Lumification in den nächsten Punkten zu wecken, welches dann so fortgeht, bis endlich die Lumification in einem solchen Punkte b' entsteht, welcher an der Oberfläche D C sich befindet, bey welchem die Lumification sich als wirkli- ches Leuchten äußert *).

*) Auf ähnliche Art wird eine Reihe von einander berührenden Kugeln, welche von einer Seite einen Stoß erhält, nicht durchaus in Bewegung gesetzt, sondern nur die letzte Kugel erhält eine gewisse Geschwindigkeit. Eben so wird ein Leiter der Elektrizität nicht selbst elektrisch, durch Berührung mit einem elektrischen Körper; sondern er wird es nur dann, wenn er isolirt ist, d. h., wenn er den erhaltenen Impuls nicht fortleiten kann.

Der Punkt a äußert sich gegen die nächsten Punkte der Masse $ABCD$ activ in seinem Streben nach Fortleitung; nichts desto weniger aber trägt er immer noch die Spuren seiner Passivität gegen den leuchtenden Punkt b an sich; eben so, wie der zum Lehrer gewordene Schüler auch bey aller Originalität seiner Methode, seine Schulen nie gänzlich verläugnet.

Wir müssen demnach das Streben des Punktes a , die Lumification in den übrigen Punkten der Masse $ABCD$ fortzuleiten, in einer zweyfachen Rücksicht betrachten, nämlich seinem Charakter der Passivität gegen b , und seinem Charakter der Activität gegen die übrigen Punkte der Masse $ABCD$ nach.

Seinem Charakter der Passivität gegen den leuchtenden Punkt b zu Folge, strebt der Punkt a die Lumification nach der Richtung ak fortzuleiten, welche Richtung in der Hauptoperationsebene der Indifferenz liegt, und mit der Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b eine gerade Linie bildet. Wir drücken jenes Streben des Punktes a rücksichtlich der Stärke und Richtung des Strebens durch die Linie ak aus; und können daher jenes Streben des Punktes a , auch durch zwey zugleich statt findende, gleichgeltende Bestrebungen ak' und ak'' ausdrücken, wobey ak' und ak'' in der Hauptoperationsebene der Indifferenz liegen, und wobey ak' senkrecht auf ak'' oder auf der tangentialen Ebene $\alpha\beta$ steht.

Seinem Charakter der Activität gegen die übrigen Punkte des Körpers $ABCD$ zu Folge, strebt der Punkt a , die Lumification nach allen Halbmessern der halben Sphäre mhg hin, fortzuleiten; wobey ein Gesetz der Continuität statt finden muß, das von der Constitution des Körpers $ABCD$ abhängt.

Denken wir uns alle gleich großen Bestrebungen des Punktes a (nach radialer Fortleitung der Lumification), in einerley Fläche, (vom Punkte a auslaufend) wirksam, so ist diese Fläche nothwendig, die gekrümmte Oberfläche $ia i'$, eines Kegels $ia i'$, dessen Ape in ak' , und Spitze in a fallen. Alle von a aus nach ai' , und überhaupt um a ringsherum, in demselben Sinne, auslaufende Bestrebungen γ nach Lumificationsfortleitung, müssen gleich groß seyn; da die Umstände ringsherum gleich sind. Hieraus folgt aber, daß aus allen diesen (sich auf die gekrümmte Kegeloberfläche $ia i'$ beziehenden) Bestrebungen γ , wohl ein bestimmtes Gesamtbestreben nach ak' erfolge, aber keines nach einer von a aus in der Ebene $\alpha\beta$ laufenden Richtung; denn, es ergeben sich allemal zwey entgegengesetzte gleich große Bestrebungen in dieser Beziehung, die sich daher aufheben, nach der Gleichung:

$$\gamma \cdot \cos. \alpha ai - \gamma \cdot \cos. \beta ai' = 0.$$

Da das hier Gesagte, eben so von jedem andern Kegel gilt, der seine Spitze in a und Ape in ak' hat, aber mit der Ebene $\alpha\beta$ irgend einen Winkel $\alpha ai = \varphi$ bildet;

so folgt, daß dem Punkte a , für jeden Winkel φ eine Summe von Bestrebungen nach ak' entspreche, die aus allen jenen Bestrebungen folgt, die sich auf alle Regeloberflächen beziehen, die mit der Oberfläche $\alpha\beta$ nach und nach Winkel von 0 bis φ bilden; daß aber aus allen diesen unendlich vielen Bestrebungen, nicht die allergeringste nach einer auf ak' senkrechten Richtung folge. Bezeichnen wir daher jenes Gesamtbestreiben des Punktes a nach ak' , für irgend einen Winkel φ durch x ; nehmen ferner an, wir wären mit der Constitution des Körpers $ABCD$ hinlänglich bekannt, um die Gleichung zwischen dx und $d\varphi$, aus den Bedingungen der Aufgabe zu bestimmen; so ließe sich aus dieser Differenzialgleichung $dx = f'(\varphi) d\varphi$ ansehen (worin wir $d\varphi$ als constant betrachten, und $f'(\varphi)$ als erste abgeleitete Function mit Lagrange bezeichnen) woraus $x = \int f'(\varphi) d\varphi = f(\varphi) + C$ folgen möchte. Die Constante C müßte so bestimmt werden, daß x für $\varphi = 0$ verschwinden möchte; wir setzen daher $x = f(\varphi) - f(0)$.

Bezeichnen wir durch π die halbe rectificirte Peripherie pro radio $= 1$, also durch $\frac{\pi}{2}$, den rectificirten Bogen pro radio $= 1$, welcher 90° beträgt, so ist

$$f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0) = h$$

das Gesamtbestreiben des Punktes a , die Lumification nach ak' fortzuleiten.

Es hat demnach der Punkt a , der sich im Streben, die Lumification in der Masse $ABCD$ fortzuleiten, activ gegen die ihm nächsten Punkte der Masse $ABCD$ äußert; zugleich aber seine Passivität gegen b nicht gänzlich verläugnet, indem er im Handeln, stets vom Ursprunge seiner Fähigkeit zu handeln, Kunde gibt; es hat, sage ich, der Punkt a , ein zweifaches Streben der Fortleitung der Lumification, nämlich, das eine nach $ak' = ak' + h$, das andere nach $ak'' = ak''$; oder das eine nach $ak' = ak' \cdot \cos baq + f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)$, und das andere nach $ak'' = ak' \cdot \sin baq$, wenn wir aq senkrecht auf $\alpha\beta$ in a auftragen.

Diese zweyerley Bestrebungen des Punktes a , combiniren sich zu einem einzigen Streben für Lumificationsfortleitung, nach einer Richtung, die in der Hauptoperationsebene der Indifferenz liegt, und mit der Linie ak' einen Winkel λ bildet.

Nun ist offenbar

$$\tan \lambda = \frac{ak' \cdot \sin baq}{ak' \cdot \cos baq + f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)}$$

Es ist aber

§ 2

$$\tan kak' = \frac{ak \cdot \sin baq}{ak \cdot \cos baq}$$

Ist daher $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0) = 0$, od. $= +$, $= -$, so ist $\lambda = kak'$, oder $\lambda < kak'$, oder $\lambda > kak'$; d. h. (nach der Sprache der Atomistiker) der Strahl wird entweder gar nicht, oder er wird zum Perpendikel, oder er wird vom Perpendikel gebrochen; allemal aber bleibt er in der Brechungsebene. Wir möchten den Satz folgendermaßen ausdrücken:

Je nachdem der Werth von $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)$ unendlich klein, oder positiv, oder negativ ist; erfolgt die Fortleitung der Lumification, vom Punkte a aus, in die Masse $ABCD$ hinein, unter einem Winkel, welcher (auf den Perpendikel qak' bezogen) eben so groß oder kleiner oder größer ist; als der Winkel, welchen der Perpendikel qak' mit der Operationslinie ba des leuchtenden Punktes bildet; immerhin aber erfolgt die Lumificationsfortleitung nach einer Richtung, welche in der Hauptoperationsebene der Indifferenz liegt.

Noch könnte man zweifeln, ob denn vom nächsten Theilchen an a , in derselben Richtung an die folgenden Theilchen die Lumificationsfortleitung erfolge, in welcher Richtung das nächste Theilchen an a , vom Punkte a influenzirt worden ist, und ob dann die Lumificationsfortleitung in der einmal angefangenen graden Linie sich fortsetze. Dieß ist wohl nicht zu bezweifeln; denn jedes Theilchen innerhalb der Masse $ABCD$, das ringsum denselben Umständen unterliegt, und nicht, wie ein Theilchen a der Oberfläche, andern Umständen über, und andern Umständen unter der tangentialen Ebene $\alpha\beta$ unterliegt; jedes Theilchen innerhalb der Masse $ABCD$ muß die Lumification nach entgegengesetzter Seite fortsetzen, als jene Richtung ist, von welcher her es lumifizirt wurde; denn, bey jeder andern Richtung der Fortsetzung der Lumification ließe sich fragen, warum denn die Richtung jener Fortleitung gegen die Richtung der Empfangniß, gerade nach dieser oder jener Seite des Raumes hin, sich neige, wofür sich doch kein hinreichender Grund angeben ließe.

Es bleibt uns noch zu erörtern übrig, was denn eigentlich darunter verstanden werden müsse, wenn die Richtung der Fortleitungslinie der Lumification innerhalb der Masse $ABCD$, als davon abhängig erklärt wird, ob der Ausdruck $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)$ unendlich klein, oder positiv, oder negativ ist.

Der Punkt a äußert sich gegen die übrigen Punkte der Masse $ABCD$, rücksichtlich der Lumificationsfortleitung auf eine ausgezeichnete Weise, in dem er ein Theil der Oberfläche des Körpers $ABCD$ ist, und zugleich sich in der Operationslinie ba des

leuchtenden Punktes b befindet. Rücksichtlich des Strebens nach Lumificationsfortleitung, in der Richtung ak übt er eine active Aeußerung aus, welche zwar verschiedene Grade der Intensität zuläßt, aber nicht zu Null werden kann; indem die Aeußerung nach ak die Natur und Wesenheit der Lumification des Punktes a zu deutlich verkündet; da hiedurch angedeutet ist, daß a seine Lumification dem Punkte b ursprünglich verdanke. Kann aber die Lumificationsäußerung nach ak nicht zu Null werden, so kann sie auch nicht negativ werden, indem der Uebergang vom positiven zum negativen in Null besteht *).

Die Aeußerung des Punktes a nach ak , bleibt demnach in allen Fällen activ, d. h. als active Aeußerung betrachtet, unter einem positiven Werthe; nie aber unter einem negativen Werthe, d. h. nie als passiv.

Das Streben des Punktes a , die Lumification innerhalb der Masse $ABCD$, nach allen übrigen Richtungen ai , fortzuleiten, kann als active Aeußerung betrachtet, oder zu Null oder negativ werden, denn es läßt sich kein Grund dagegen denken. Der Punkt a kann sich daher rücksichtlich der allgemeinen Fortleitung der Lumification entweder activ oder indifferent, oder passiv verhalten, in welchem letzten Falle angenommen werden muß, es befinde sich der Punkt a , gegen die übrigen Punkte der Masse $ABCD$ in der Lage, sich von ihnen lumifiziren zu lassen. So wird denn z. B. in der Linie ai , der Punkt a vom nächsten Punkte, dieser von seinem nächsten Punkte u. s. f. die ganze Linie ai hindurch lumifizirt; alle diese Punkte gelangen aber nicht selbst zum Leuchten (aus schon erwähnten Gründen), sondern zum eigentlichen Leuchten gelangt erst wieder der letzte Punkt der Linie ai , nämlich jener Punkt der Linie ai , der an der Oberfläche des Körpers $ABCD$ sich befindet. Das Leuchten dieses Punktes wäre dann ein negatives Leuchten, das sich gegen den positiven so verhält, als die negative gegen die positive Elektricität.

*) Dieß ist wenigstens eine annehmbare Hypothese, wenn gleich nicht von mathematischer Evidenz. Man kann sich eine krumme Linie denken, wobey eine Gleichung zwischen Abscisse x und Ordinate y besteht, wornach positive und negative Ordinate möglich sind, wo hingegen keine Ordinate gleich Null ist; d. h. wo, für $y = 0$, aus der Gleichung für x ein imaginärer Werth folgt. Indes müssen doch auch solche Fiktionen, die bloße Resultate des Calculs sind, uns nicht verleiten, anzunehmen, daß dergleichen Gesetze in der Natur, in der physischen Welt auch wirklich statt finden müssen. Denn wie oft erhalten wir z. B. bey Auflösung einer Aufgabe der Physik eine Gleichung des n ten Grades, woraus n Auflösungen folgen, deren doch nur eine einzige auf den physischen Fall paßt; hier sind die übrigen $(n - 1)$ Auflösungen bloße Nebenresultate des Calculs, die nur nebenher, als an sich unnütz, überflüssig mit in der Rechnung aufgenommen wurden, und bloß beweisen, daß wir in der analytischen Ansicht der Aufgabe noch jene Unbeholfenheit in uns führen, wornach wir nicht im Stande sind, den Gegenstand rein für sich zu betrachten, sondern uns bemüßigt sehen, eine Menge Nebenumstände, die wir nicht zu sondern vermögen, mit herbeizuziehen. Eben so sind die Maschinen in ihrem ersten Ursprunge höchst complizirt, und enthalten eine Menge unnützen Zwischengeschirres; erst in der Folge gelangt man zu jener einfachen Construction, worinn der höchste Grad von Klugheit hervorleuchtet, nämlich die Eigenschaft, mit den geringsten Mitteln die größte Wirkung zu erhalten.

§. 236. Die Erfahrung lehrt Folgendes: Wenn (bey übrigens gleicher Beschaffenheit zweyer Körper) die Lumification von dem einen, dem andern mitgetheilt wird, daß die Fortleitung der Lumification in jenem Körper, welcher von andern lumifizirt wurde, nach einer Linie geht, welche entweder in die ursprüngliche Leitungslinie hak fällt, oder die sich mehr gegen den Perpendikel ak' neigt, oder die sich von diesem Perpendikel hinwegwendet, je nachdem der lumifizirte Körper gleich dicht, dichter, oder weniger dicht ist, in Vergleichung mit dem lumifizirenden Körper. Vergleichen wir diese Erfahrung mit unserer Theorie, beziehen sie nämlich auf den analytischen Ausdruck für $\tan \lambda$, so ergibt sich Folgendes: Wenn der Typus zur Lumification, durch den Körper M im Körper N geweckt wird, so ist die allgemeine Fortleitung (nach ai . . . , nicht nach ak) im Körper N entweder gar keine, oder eine active, oder eine passive (d. h. der Punkt a im Körper N , hat zu den nächsten Punkten gar keine Fortleitung, oder er lumifizirt sie, oder er wird durch sie lumifizirt) je nachdem die Masse N , mit jener M verglichen, einen gleichen, oder einen höhern, oder einen geringern Grad von Materialität behauptet (Die Schwere als eine der Materie allgemein zukommende von ihr auf keine Weise zu trennen mögliche Eigenschaft, darf bey gleichem Volume verschiedener Körper, als Maassstab ihrer Materialität betrachtet werden.)

Indeß ist nicht bloß der Grad der Materialität allein entscheidend für die Richtung der Fortleitungslinie der Lumification, auch die Natur und Wesenheit des Körpers zeigt sich hier wirksam; und vorzüglich scheint hier eine Relation zwischen der Richtung jener Leitungslinie, und der Brennbarkeit des Körpers N zu bestehen; folglich auch zwischen der Brennbarkeit des Körpers N , und zwischen dem Verhältnisse, welches statt findet, in jenen Bestrebungen, die Lumification fortzuleiten, die sich auf den leuchtenden Punkt und auf die eigene Masse N beziehen.

§. 237. Wenn die Bestrebungen des Punktes a , die Lumification in seiner Masse $ABCD$ fortzuleiten, nicht bloß den Richtungen ak und ai . . . , so wie der Stärke nach, von einander abweichen; sondern wenn diese Bestrebungen auch in ihrer Natur und Wesenheit sich von einander unterscheiden, so kann aus dergleichen, nicht bloß quantitativ verschiedenen sondern auch qualitativ verschiedenen aus solchen heterogenen Bestrebungen, nicht ein einziges combinirtes Bestreben hervorgehen. In diesem Falle wird nicht ~~etwa~~ einzige Fortleitungslinie (unter dem Winkel λ gegen den Perpendikel ak') bestehen können, sondern es werden mehrere Fortleitungslinien zugleich statt finden, und es wird demnach hinter dem Körper $ABCD$ nicht mehr ein einzelner Lichtpunkt erscheinen, sondern eine ganze Lichtfläche, welche von ihrer Heterogenität, zugleich aber auch von dem Gesetze der Continuität in dem Fortleitungstreben (ein Gesetz der Continuität, welches sich auf Quantität und Qualität bezieht) dadurch Kunde geben wird, daß diese beleuchtete Fläche unter verschiedenen Farben erscheint, welche nicht

nach roher Willkür, in bizarrer Buntschäckigkeit unter einander verworfen sind, sondern welche die schönste Harmonie der Farben in einem einzigen zusammengehörigen Bilde darstellen.

Das Gesetz, in der Sprache des Atomistikers ausgedrückt, daß der aus einem Prisma aufgefangene farbige Strahl, z. B. der violette, durch ein folgendes Prisma nicht mehr in farbige Strahlen zerstreut, sondern bloß gebrochen werde, dieß Gesetz drücken wir folgendermaßen aus: Wenn der beleuchtete Punkt a der Oberfläche AB , des Körpers $ABCD$ in seiner Fortleitung der Lumification innerhalb der Masse $ABCD$, zu gleicher Zeit zweyerley Bestrebungen äußert, die quantitativ und qualitativ verschieden sind, und wenn hiedurch ein Punkt b' der Oberfläche desselben Körpers $ABCD$, bestimmt worden, nach der Richtung $b'a'$ unter einer bestimmten Modalität, z. B. als violett leuchtendes, zu leuchten; so wird der Punkt a' (der in der Operationslinie des Punktes b' liegt) der Oberfläche eines andern durchsichtigen Körpers, in Fortleitung der Lumification nach seiner Masse, zwei Bestrebungen zu gleicher Zeit äußern, welche zwar der Richtung und Größe nach verschieden seyn können, aber nie der Qualität nach, verschieden sind. Den Grund dieses Gesetzes der in der Natur und Wesenheit des Leuchtens liegt, können wir eben so wenig angeben, als den Grund jenes Gesetzes der Gravitation, wornach diese dem Quadrate der Entfernung verkehrt proportional wirkt.

Wenn der Atomistiker sagt: Alle im Farbenbilde getrennten farbigen Strahlen geben vereinigt weißes Licht; so sagen wir: Wenn die Operationslinien aller jener Punkte die unter jenen verschiedenen Modalitäten leuchten, wie wir sie am prismatischen Farbenbilde wahrnehmen, wenn alle jene Operationslinien sich in einerley Punkte vereinigen, und daselbst einen materiellen Punkt zur Lumification stimmen, so wird dieser materielle Punkt, indem er allen diesen Aufforderungen zu gleicher Zeit ein Genüge leistet, unter jener Modifikation leuchten, die wir im weißen Lichte wahrnehmen.

Einen materiellen Punkt, welcher bloß in die Operationslinie eines violett leuchtenden Punktes versetzt, violett leuchtet, in allen übrigen Operationslinien von anders leuchtenden Punkten, gar nicht leuchtet, einen Punkt daher, welcher gegen die Einwirkung eines leuchtenden Punktes unempfindlich ist, in so ferne dieser nicht violett leuchtet, einen solchen Punkt nennen wir einen Punkt von violetter Farbe. Daß ein solcher Punkt, einem weißleuchtenden Punkte ausgesetzt, violett leuchte, ist sehr natürlich; denn er ist in die Operationslinie eines leuchtenden Punktes versetzt, welcher zu gleicher Zeit violett, roth u. s. w. leuchtet, er wird daher violett zu leuchten bestimmt, und bleibt gegen alle übrigen Impulse gleichgültig.

Ein analoges Beyspiel mag uns dieses erläutern: Die bewegende Kraft P ergreift die Masse A in ihrem Schwerpunkte, und jene B außerhalb des Schwerpunktes; in beyden Fällen seyen die Massen $A = B$ vor der Ergreifung in vollkommener Ruhe gewesen,

und in beyden Fällen habe die Kraft P 30 Secunden auf die Massen A und B gewirkt; im ersten Falle hat die Masse eine Geschwindigkeit c , im zweyten Falle eine Geschwindigkeit c und zugleich eine Winkelgeschwindigkeit w , erhalten. Die Kraft P ist daher im Stande, in einer Masse fortschreitende und zugleich Umdrehungsbewegung hervorzubringen, und dennoch bringt sie in einem Falle bloß fortschreitende, in einem andern Falle beyde Bewegungen zugleich hervor. Gesezt nun, wir wären mit den Gesezen der Mechanik nicht bekannt, und es wäre, aus irgend einer Ursache nicht möglich, die Massen A und B der Einwirkung der Kraft P anders auszusehen, als die Masse A central und die Masse B excentrisch, so könnten wir sagen, der Körper A ist ein fortschreitend sich bewegnender Körper, und der Körper B ist ein sich fortschreitend-rotatorisch-bewegnender Körper; oder wenn wir die fortschreitende Bewegung die a -liche, und die fortschreitend-rotatorische Bewegung die b -liche Bewegung (bloß als sinnliche Erscheinung, wobey wir nichts zu trennen vermöchten, aufgefaßt) nennen möchten, so könnten wir sagen: Der Körper A ist ein a -licher Körper, und der Körper B ist ein b -licher Körper; denn wenn man ersteren der Kraft P aussezt, so erhält er allemal eine a -liche Bewegung, und wenn man leßtern der Kraft P aussezt, so erhält dieser allemal eine b -liche Bewegung. Man könnte dieß mit eben dem Rechte sagen, als man z. B. sagt: der Körper A ist ein grüner Körper, hingegen der Körper B ein rother; denn wird ersterer der Beleuchtung ausgesetzt, so erhält er eine grüne Farbe, und B erhält unter denselben Umständen, eine rothe Farbe u. s. w.

Und so ließe sich denn auf diese Weise, ohne Annahme von Schwingungen oder Bewegungen; ohne eine Lichtmaterie zu fingiren, bey welcher jeder einzelne Strahl, aus verschiedentlich gefärbten Strahlen zusammengesetzt wäre, das Phänomen des Farbenspectrums auslegen; freylich nur auslegen; sehr unvollkommen erklären; was vermag aber auch der Mensch zu erklären?

§. 238. Die verschiedenen Grade der Durchsichtigkeit, und endlich der niederste Grad derselben, die Undurchsichtigkeit, lassen sich nach unserer Ansicht sehr wohl begreifen. Der $A B C D$ ist nämlich um so durchsichtiger, je weiter in die Masse hinein, die Lumification vom Punkte a aus, nach der combinirten Richtung der Fortleitung fortgesetzt werden kann. Es läßt sich sehr wohl denken, daß jeder einzelne Punkt einen eigenen Widerstand äußere, um zur Lumification geweckt zu werden, welches um so mehr einleuchtet, wenn man betrachtet, daß die Lumification eines an sich dunkeln Körpers in demselben ein erzwungener Zustand ist, indem er ja sogleich zu leuchten aufhört, wie er nicht mehr durch den leuchtenden Punkt influenzirt wird. Die Action des Leuchtens unterscheidet sich hier wesentlich von der Action der Bewegung, bey welcher leßtern bloß die Trägheit der Masse zu überwälzigen ist, indem die einmal erteilte Bewegung unausgesezt fortbauert, wenn auch der

die Bewegung ertheilende Körper auf den bewegten Körper nicht mehr einwirkt. Es ist demnach sehr natürlich, daß, nach der Natur des Körpers A B C D die Lumification in der combinirten Fortleitungsrichtung, mehr oder weniger mit fortgesetzt wird, so daß bey einer gewissen Dicke des Körpers hinter demselben nur eine äußerst schwache, oder wohl gar keine Lumification wahrgenommen werden kann. Diese Ansicht der Dinge ist so natürlich, daß das Gegentheil in den Erscheinungen uns äußerst befremden müßte. Wir sehen (wenn wir unsere hier aufgestellte Theorie als richtig voraussetzen) a priori ein, daß kein Körper so durchsichtig seyn könne, daß er nicht endlich bey einer gewissen Dicke als undurchsichtig erscheinen müßte; und daß auch der undurchsichtigste Körper, bey einem gewissen Grade von Dünne, als durchsichtig erscheinen müsse; und dieses trifft mit der Erfahrung vollkommen überein.

Die Atomistiker, welche diese Erscheinung nicht läugnen können, müssen annehmen, daß der Lichtstoff bey seinem Durchdringen durch die Materie, einen Theil seiner Masse bey seinem Durchzuge abseze, und nur mit dem Ueberreste hindurch komme. Diese Ansicht läßt sich nicht wohl mit der höchst feinen Materialität des Lichtstoffes vereinbaren; denn es ist nicht zu begreifen, wie eine so feine Materie, welche die Masse in einer gewissen Dicke zu durchdringen vermochte, sie nicht auch weiters hin, bey einer größern Dicke der Masse zu durchdringen vermöchte. Was hält sie denn eigentlich auf? Etwa die materiellen Theilchen der Masse selbst? Unmöglich! denn das äußerst feine Fluidum weicht denselben sehr wohl aus, und dringt ohne allen Widerstand durch die Poren der Masse. Oder ist es eine Art von Reibung, von Adhäsion, welche einen Theil des Lichtstoffes in seinem Laufe zurückhält? Betrachten wir den Gegenstand nach den Grundsätzen der Hydraulik, so ist auch dieß nicht möglich; denn dieß könnte höchstens eine Verspätung des Durchdringens der Lichttheilchen hervorbringen (und selbst diese Verspätung läßt sich mit der außerordentlichen Geschwindigkeit des Lichts nicht zusammen reimen); bey dieser Verspätung müßte aber erfolgen, daß der durchsichtige Körper auch dann noch eine Zeit hindurch schwaches Licht von sich geben müßte, wenn alle Einwirkung des leuchtenden Körpers aufgehört hätte, welches doch nicht statt findet. Vielleicht besteht zwischen dem Lichtstoffe und der durchsichtigen Masse eine eigene chemische Affinität? Will man eine Hypothese behaupten, so läßt sich (besonders in der atomistischen Physik) Manches annehmen, das innerhalb gewisser Gränzen sehr natürlich scheint, über dieselben hinaus aber wenigstens an das Unglaubliche gränzt. Wie ließe sich denken, daß eine Materie, welche in jeder Secunde 7 mal die Peripherie des Erdaquators zu durchlaufen vermag, daß diese so schnell den durchsichtigen Körper durchdringende Materie, die physische Zeit finden könne, sich mit der Masse des durchsichtigen Körpers chemisch zu verbinden? Man kann freylich einen so hohen Grad der Affinität zwischen jener Masse und dem Lichtstoffe annehmen, ja noch mehr! man könnte

ihn sogar berechnen, wenn man z. B. vorläufig durch Versuche bestimmte hätte, welche die größte Geschwindigkeit des Sauerstoffgases sey, bey welcher derselbe, über Kalium streichend, sich noch mit demselben verbinden möchte; hier ließe sich berechnen, wie sich die Affinität vom durchsichtigen Körper und Lichtstoffe zur Affinität von Drygen und Kalium verhalte. Dieß ließe sich berechnen, d. h. es ließe sich eine Zahl dafür finden, da es ja keine Zahl gibt, die als die größte oder kleinste erklärt werden kann. Aber jene Zahl müßte einen Grad von Größe erreichen, wobey wahrlich eine gute Portion Glaubens gehört, um nicht darin das Unstatthafte einer sehr allgemein angenommenen, und seither durch Formeln reichlich verzierten Hypothese anzuerkennen.

Wir haben Beyspiele von leuchtenden Körpern (der Sonne, der Fixsterne), welche seit undenklichen Zeiten her leuchten, ohne an ihrer Masse auch nur das Geringste verloren zu haben. Wenn ihr Leuchten im Aussondern einer Materie besteht, wie ist es begreiflich, daß nicht endlich eine Verminderung der Masse entstehen sollte; da sich doch kein Reservoir von Lichtstoff bemerken läßt, aus welchem der Abgang immer wieder ersetzt würde. So unmöglich es wird, diesen Einwurf auf eine Weise zu beantworten, welche dem unbefangenen Geiste ein Genüge leistet, so leicht wird es, anzunehmen, daß die Action des Leuchtens, bloß als Action betrachtet, in Ewigkeit fortgesetzt werden könne, so wie die räumliche Action, die Darstellung einer Form, sich ins Unendliche fortsetzen kann.

Wir thun wohl daran, wenn wir in allen Erscheinungen eine Materie annehmen; und bloß die Unempfindlichkeit unserer Sinne anlagen, wenn uns eingeworfen wird, daß ja von dieser Materie, auch nicht das Allergeringste wahrgenommen werden könne; wir thun wohl daran, wenn es uns bloß darum zu thun ist, Erklärungsarten der Erscheinungen aufzufinden, bey denen uns keine absolute Inconsequenz erwiesen werden kann; denn es bleibt uns dann allemal eine Ausflucht übrig, da wir ja diese Materie ins Unendliche fort verdünnen können, denn es gibt ja Bruchtheile ohne Ende, durch welche die Dichte dieser Materie ausgedrückt werden kann.

Legen wir aber bey unsern Erklärungsweisen der Erscheinungen der Natur, einigen Werth darauf, soviel möglich, nur dasjenige anzunehmen, was uns die Erscheinung unmittelbar darbietet; und Alles zu vermeiden, was unglaublich scheint, wenn es gleich nicht als unsinnig erklärt werden kann, so müssen wir in manchen Erklärungen von der atomistischen Ansicht abweichen, wobey wir streben mögen, im Geiste Newton's zu untersuchen, wenn wir gleich von seinen ersten Ansichten hie und da abweichen.

Zu einem solchen Streben in der Naturphilosophie soll uns Newton's Lehre leiten; sollen wir dem seltenen Manne wahrhaft huldigen, und soll seine Lehre fruchtbar in uns keimen; da hingegen bloße blinde Anhänglichkeit an das bisher Gesagte das Andenken Newton's entheiligen müßte.

§. 239. Wir hatten weiter oben die Gleichung

$$\tan \lambda = \frac{ak \cdot \sin baq}{ak \cdot \cos baq + f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)}$$

Die Erfahrung gibt uns $\frac{\sin \lambda}{\sin baq} = C$, worin C constant ist (das sogenannte Brechungsverhältniß bey zwey Mitteln), wenn an den Mitteln, deren dioptrisches Verhalten untersucht wird, nichts geändert wird, und wenn bloß der Winkel baq und zugleich jener λ sich ändern.

Hieraus folgt aber:

$$\frac{C}{\sqrt{1 - C^2 \cdot \sin^2 baq}} = \frac{ak}{ak \cdot \cos baq + f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)}$$

oder:

$$ak : \left(f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0) \right) = C : \left(\sqrt{1 - C^2 + C^2 \cdot \cos^2 baq} - C \cdot \cos baq \right);$$

hiedurch wird ausgedrückt, für das Streben des Punktes a , nach Fortleitung der Lumification, innerhalb der Masse $ABCD$; das Verhältniß, der Beziehung auf den leuchtenden Punkt b , zur Beziehung auf die Masse $ABCD$. Die Rechnung zeigt, daß dieß Verhältniß vom Winkel baq abhängt, welchen die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b , mit dem Elemente a der Oberfläche des Körpers $ABCD$ bildet. Wird $baq = 0$ gesetzt, so folgt das Verhältniß obiger zweyerley Beziehungen, für den Fall, wo das Flächenelement a , vom leuchtenden Punkte senkrecht (nach qa beleuchtet wird; für diesen Fall ist

$$ak : \left(f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0) \right) = C : (1 - C); \text{ ein gleicher Werth unter diesen}$$

zwey Beziehungen, besteht also nur bey jenen Mitteln, bey denen ein Brechungsverhältniß $C = \frac{1}{2}$ statt findet, wie dieß beynahe am Antimoniumglase der Fall ist, wo $C = \frac{1}{2}$ ist [nach Newton's Versuchen].

Bezeichnen wir durch μ jenen Werth von baq , unter welchem, bey zwey gegebenen Mitteln, ein gleicher Werth unter den Bestrebungen (nach Fortleiten der Lumification) in Beziehung auf den leuchtenden Punkt b , und in Beziehung auf die Masse $ABCD$, besteht, so haben wir

$$\cos \mu = \frac{0,5}{C^2} - 1$$

Beim Diamant ist (nach Newton) $C = 0,41$, also $\mu = \text{Arc. cos } (1 + \dots)$ nämlich unmöglich. Wenn daher Licht aus Luft in den Diamant sich fortsetzt, so gibt es keinen Winkel der Operationslinie ba mit dem Flächenelemente a des Körpers $ABCD$, unter welchem Winkel die Bestrebungen des Punktes a nach Lumificationsfortleitung in beyden Beziehungen (auf den leuchtenden Punkt b , und auf die Masse $ABCD$) gegen einander gleich groß würden.

Beim Antimoniumglase hingegen, tritt ein gleicher Werth der Bestrebungen in jenen zwey Beziehungen, dann ein, wenn die Operationslinie ba mit dem Perpendikel qa einen Winkel bildet $= \text{Arc. Cos } 0,78\dots$

Beim gemeinen Glase erhalten wir $\mu = \text{Arc. Cos } 0,22\dots$ da hier $C = \frac{2}{3}$ ist.

Rücksichtlich des Strebens des Punktes a , nach Fortleitung der Lumification innerhalb der Masse $ABCD$, gelangt das Verhältniß der Beziehung auf den leuchtenden Punkt b , zur Beziehung auf die Masse $ABCD$, bey keinem Werthe des Winkels baq , zu einem maximum oder minimum, sondern jenes Verhältniß wächst fortan, oder nimmt fortan ab, wie der Winkel baq zunimmt; denn aus

$$\frac{d \left((1 - C^2 + C^2 \cos^2 baq)^{\frac{1}{2}} - C \cos baq \right)}{d baq} = 0$$

$$\text{folgt: } \cos^2 baq - \cos^2 baq = \frac{1 - C^2}{C^2}.$$

Ist $C = 1$, wird nämlich die Lumification in der Richtung ba fortgeleitet, so hat die Beziehung auf b zur Beziehung auf die Masse $ABCD$, welche letztere $= 0$ ist, ein constantes Verhältniß $= 1 : 0$.

Aus dem constanten Werthe von $\frac{\sin \lambda}{\sin baq}$, bey zwey gegebenen Mitteln, folgt daß bey allen Werthen von baq , der Ausdruck $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - (0)$ entweder $= 0$, oder $= +$, oder $= -$ bleibe.

$$\begin{aligned} \text{Aus } f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0) &= \\ &= ak \frac{\left(\sqrt{1 - C^2 + C^2 \cos^2 baq} - C \cos baq \right)}{C} \end{aligned}$$

folgt

$$\tan \lambda = \frac{\sin \text{ba}q}{\cos \text{ba}q + \sqrt{1 - C^2 + C^2 \cdot \cos^2 \text{ba}q}} - C \cdot \cos \text{ba}q$$

C

Ist $C = 1$ (geht der Strahl ungebrochen aus einem Mittel ins andere), so ist $\tan \lambda$ für alle Werthe von $\text{ba}q$ möglich, d. h. der Strahl fährt aus einem Mittel ins andere, bey allen Werthen des Einfallswinkels. Dasselbe gilt für den Fall, wo $C < 1$ (wo der Strahl zum Perpendikel gebrochen wird). Ist aber $C > 1$ (wird der Strahl vom Perpendikel hinweg gebrochen), so wird $\tan \lambda$ imaginair, wenn $\text{ba}q > \text{Arc.}$

$\cos \left(1 - \frac{1}{C^2}\right)^{\frac{1}{2}}$ wird; in diesem Falle findet also keine Fortleitung der Lumification innerhalb der Masse $ABCD$ statt, die Masse $ABCD$ erscheint als ein undurchsichtiger Körper. So wird z. B. ein Strahl, der unter den gehörigen Winkeln, auf die eine Seite eines Glasprisma, auffällt, an der andern Seite nicht mehr in die Luft austreten, so daß das Glasprisma dann als eben so undurchsichtig erscheinen wird, als wäre es ein Prisma aus Holz.

Zugleich wird die Refraction in eine Reflexion verwandelt worden zu seyn scheinen; denn der Strahl wird an der dritten Seite des Prisma, das Auge des Beobachters treffen *).

Diese letzte Erscheinung erklärt sich sehr wohl aus meiner hier aufgestellten Theorie, welches einzusehen folgender Erörterung bedarf.

Sey ba die Richtung, nach welcher, in der Glasmasse des Prisma, die Lumificationsfortleitung vor sich geht, und a jener Punkt, in welchem die Luft das Prisma berührt. Der Punkt a des Glasprisma weckt im Punkte a der nächsten Luftschicht den Typus zur Lumification, welche (nach schon erwähnten Gründen), auf eine eigene Weise über, und auf eine eigene Weise unter der tangentialen Ebene $\alpha\beta$ vor sich geht. Die Lumification des obersten Lichttheilchens a äußert sich oberhalb $\alpha\beta$ vorzüglich durch die zwey Hauptoperationslinien ab und ar , welche in die Glasmasse fallen, aber zu schwach sind, um bemerkt zu werden. Zu gleicher Zeit äußert sich die Lumification des Lufttheilchens a , unterhalb $\alpha\beta$, als bloße Lumificationsfortleitung, und zwar nach einer Linie, welche mit dem Perpendikel qa einen Winkel λ bildet, der durch obige Gleichung ausge-

*) Wenn ich mich hier und an andern Orten, der Ausdrücke des Atomistikers bediene, so geschieht dieß bloß um leichter verstanden zu werden, und mich kürzer auszudrücken. Immer aber werden dergleichen Ausdrücke bloß metaphorisch angewendet, und der jedesmal ausgedrückte Satz, erhält erst allemal seinen vollständigen Sinn, wenn der Satz in jene Sprache übersezt wird, welche mein hier aufgestellten Ansichten zukömmt.

drückt ist. Hat nun der Winkel baq jenen Werth erreicht, bey welchem λ imaginär wird, so wird bey jedem größern Werthe von baq der Werth für λ imaginär, folglich die Fortleitung der Lumification in der Luft, unterhalb $\alpha\beta$ unmöglich; in diesem Falle übt daher das Lufttheilchen a , die Lumification unterhalb $\alpha\beta$ nicht mehr aus, sondern es übt die Lumification bloß mehr oberhalb $\alpha\beta$ aus, d. h. das Lufttheilchen a übt die Lumification nicht mehr nach der übrigen Luftmasse hin aus, sondern bloß mehr nach jener Seite hin, welche dem, das Lufttheilchen a lumifizirenden Glastheilchen a zugewandt ist. Die Lumification des Lufttheilchens a ist also nun vorherrschend passiv, nämlich vorherrschend die Beziehung, nach dem es lumifizirenden in sich fassend. Die Lumification des Lufttheilchens a in ihrer activen Aeußerung (nämlich der Lumificationsfortleitung in der Luftmasse) vernichtet, wendet sich daher in einem höhern intensiven Grade nach der passiven Aeußerung hin, nämlich nach der Aeußerung oberhalb $\alpha\beta$; in diesem Falle wird also das Leuchten des Lufttheilchens a energischer oberhalb $\alpha\beta$, folglich auch energischer nach den Hauptoperationslinien ab und ar ; und diese Zunahme an Energie ist groß genug, daß die Lumification nach ar , welche ehemals nicht wahrgenommen werden konnte, nunmehr sehr merklich ist. Da aber die Lumification nach ar von jenem Augenblicke an, merklich geworden ist, von wo aus die Lumification unterhalb $\alpha\beta$ (in die Luftmasse hinein), nicht mehr statt gefunden hat; so muß es dem atomistischen Physiker vorkommen, als wäre der materielle Lichtstrahl von seinem ehemaligen Wege abgelenkt worden, und zwar, daß er, statt unterhalb $\alpha\beta$ fortzulaufen, nunmehr oberhalb $\alpha\beta$ fortlaufe, d. h. statt gebrochen zu werden, zurückgeworfen werde.

Diese Auseinandersetzung mag nicht bloß dazu dienen, um die oben erwähnte Erscheinung mit dem Prisma zu erklären; sondern sie mag uns zu gleicher Zeit auch noch zu folgender Betrachtung führen:

Wenn ein Körper von einem andern beleuchtet wird, sey dieser letztere ein leuchtender Punkt selbst, oder auch nur ein beleuchteter Punkt; so sehen wir den beleuchteten Körper entweder selbst, oder indem wir ihn betrachten, sehen wir nicht den Körper, sondern den leuchtenden Körper, in welchem letztern Falle wir den beleuchteten Körper, einen Spiegel nennen. In beyden Fällen wird der beleuchtete Körper vom leuchtenden zur Lumification gestimmt; jedoch auf zweyerley Weise. Erscheint der beleuchtete Körper selbst, so kündigt er seinen Standpunkt im Raume an, und lumifizirt demnach auf eine Weise, welche vorherrschend activ ist. Erscheint hingegen der beleuchtete Körper nicht, selbst, sondern erscheint durch ihn bloß der leuchtende Körper, so kündigt er nicht seinen Standpunkt im Raume an, sondern den Standpunkt des ihn influenzirenden Körpers; daher in diesem Falle die Lumification am beleuchteten Körper sich vorherrschend passiv äußert.

Jeder Körper kann spiegeln: wenn man ihn nur in die Lage versetzt, daß die be-

leuchteten Punkte seiner Oberfläche, in ihrer Lumification auf einen gewissen Grad vorherrschend passiv sich äußern, d. h. in ihrer Lumification mehr eine Beziehung auf den leuchtenden Punkt, als eine Beziehung auf ihre Masse andeuten, d. h. daß sie mehr eine Lumification nach der Seite des leuchtenden Punktes hin, als ein Streben nach Fortleitung der Lumification innerhalb ihrer Masse äußern. Wird die Oberfläche eines Körpers geglättet; werden nämlich die obersten Punkte des Körpers mehr in einerley Ebene versetzt, so hören diese Punkte auf, isolirte für sich bestehende Punkte zu seyn, welche die Lumification hinter sich fortsetzen können, und daher die Lumification in einem hohen Grade activ ausüben können. Die Lumification kann sich nun (nach dem Glätten) nicht mehr so ungehindert hinter den obersten Theilchen fortsetzen; daher denn die Lumification, in ihrer activen Aeußerung gestört, sich in einem höhern Grade passiv äußert; daher der geglättete Körper spiegelt; da hingegen beym Körper mit rauher Oberfläche, wo die Theile der Oberfläche mehr isolirt, abgesondert von einander stehen, daher nicht gehindert werden, die Lumification hinter sich fortzusetzen, sich activ äußern, folglich ihre eigenen Standpunkte im Raume verkünden, wodurch uns die rauhe Oberfläche selbst erscheint.

Diese Betrachtungen mögen dazu dienen, um folgende höchst interessante Erscheinung zu erklären, welche ursprünglich von Wollaston herrührt, dann von Malus weiter untersucht, und endlich von Laplace (nach der atomistischen Lichttheorie) dem Calcul unterworfen wurde. Man nehme ein Glasprisma (Fig. IV.) ABC, und lasse einen Lichtstrahl SI auf die Seite AB fallen, welcher aus der Luft in Glas dringend, zum Perpendikel gebrochen wird, und daher nach IE fortgeht. Ordnet man nun Alles so an, daß der Winkel IEq groß genug ausfalle (nämlich größer als $\text{Arc} \cdot \cos \left(1 - \frac{1}{C^2}\right)$), so wird das Auge in I' eine vollkommene Reflexion wahrnehmen, d. h. einen Lichtstrahl, aber keinen beleuchteten Gegenstand. Wird nun in E, an der Seite des Prisma CB ein Wassertropfen gebracht, so erscheint dem Auge in I' der Wassertropfen als ein Wassertropfen, d. h. der Wassertropfen äußert sich in seiner Lumification als activ, nämlich als die Lumification in seiner Masse fortsetzend, und nicht bloß als spiegelnd. Und in der That muß dieß auch so seyn. Denn bey jenem Winkel IEq, bey welchem der Punkt E der Luftebene CB, aufhört, den Strahl IE zu brechen; jener Winkel IEq ist noch zu klein, damit der Punkt E des Wassertropfens aufhöre, den Strahl IE zu brechen; nämlich die Lumification in seiner Masse fortzusetzen. Bey diesem Winkel IEq äußert sich demnach die Lumification des Tropfens reflectiv und refractiv, also immer noch zum Theil activ; der Tropfen kündigt demnach immer seinen Standpunkt an, erscheint daher als Tropfen: läßt man nun den Tropfen unverändert in E hängen, und ändert bloß den einfallenden Strahl SI dahin, daß der Winkel IEq größer werde, so gelangt man endlich zu jener

Größe des Winkels, von welcher an, für alle folgenden größern Winkel, der Tropfen dem Auge unterhalb I nicht mehr als Tropfen erscheint, sondern bloß einen Lichtstrahl dem Auge zuwirft. In diesem Falle ist nämlich der Tropfen zu einem Spiegel geworden, d. h. der Punkt E des Tropfens äußert seine Lumification nun mehr passiv, nicht mehr activ, nicht mehr auf seine eigene Masse hin bezogen, sondern mit vorherrschender Beziehung auf den ihn beleuchtenden Punkt E der Glasebene CB. Der Punkt E deutet daher in seiner Lumification nicht mehr auf seinen Standpunkt hin, der Tropfen erscheint nicht mehr selbst als Tropfen; sondern die Lumification des Wassertheilchens E bezieht sich nur mehr auf den es beleuchtenden Punkt; die Lumification äußert sich am Wassertheilchen E nur mehr oberhalb CB, und vorzüglich im Entwurfe der Hauptoperationslinien, welche mit CB gleiche Winkel bilden, welche kleiner sind, als IEB, wenn IEB jenen Winkel ausdrückt, unter welchem die Luftrefraction aufzuhören begann. Der Tropfen in E ist demnach nicht an und für sich ein bloßer Spiegel; er ist es in so lange nicht, als er so beleuchtet wird, daß er in seiner Lumification sich noch activ äußern kann. Wie er aber so beleuchtet wird, daß er in seiner Lumification sich nur mehr passiv verhalten kann, so wird er zum Spiegel, sein Leuchten ist nämlich nicht mehr das Verkünden seines Standpunktes, sondern das Verkünden des ihn Beleuchtenden. Daß der Winkel IEq für das Spiegeln (das bloße Reflectiren ohne Refraction) des Wassertropfens größer werden müsse, als für das Spiegeln der Luft, dieses folgt aus der Formel

$\text{baq} > \text{Arc} \cdot \text{Cos} \left(1 - \frac{1}{C^2} \right)^{\frac{1}{2}}$; indem C bezogen auf Glas und Wasser kleiner ist, als C bezogen auf Glas und Luft.

§. 240. Die Erscheinungen der (meines Erachtens sehr unpassend) sogenannten Lichtpolarität beziehen sich wesentlich auf Malus Versuch, woben die zwey Spiegel a und r gegen den Horizont um gleiche Winkel geneigt sind, und woben am untern Spiegel r, unter verschiedenen Azimuten, die größte Beleuchtung nach jener Ebene bt statt findet, worin der einfallende Strahl ba (der vom leuchtenden Punkte b auf den obern Spiegel a einfällt) liegt; hingegen die kleinste Beleuchtung nach jener Ebene sl, die auf der Ebene bt senkrecht steht. Dieser allgemein bekannte und schon erwähnte Versuch, läßt sich nach der atomistischen Theorie, bey Annahme einer Materialität des Lichtes, auf eine sehr gezwungene Weise erklären. Den Lichttheilchen wird hier eine sehr unregelmäßige Gestalt zugemuthet, und je nachdem der Spiegel diese oder jene Seite trifft, sollen die Theile zurückgeworfen, oder hindurch gelassen, oder verschluckt werden, u. s. w. Wer sich die Mühe hiezu nehmen will, mag diesen Gegenstand in Biot's Werke über die Bewegung der Lichttheilchen um ihre Schwerpunkte weiter verfolgen, worin sehr interessante Erschei-

mungen und Gesetze vorkommen, die Erklärungen aber wenig einleuchtend sind, wenn ihnen gleich durch häufige Formeln ein sehr consequentes Ansehen ertheilt wird.

Jener von Malus zuerst angestellte Versuch, möchte sich auf eine viel ungezwungenere Weise aus unserer hier mitgetheilten Theorie der sogenannten Zurückwerfung des Lichts, begreifen lassen.

Wenn in des leuchtenden Punktes b Operationslinie ba , der Spiegel a dergestalt gelegt wird, daß die durch ba gedachte, auf dem Horizonte senkrechte Ebene, auf die Spiegelfläche mg senkrecht zu stehen kommt, so wird der Punkt a der Oberfläche dieses Spiegels, in der halben Sphäre $mandg$ nach allen Seiten hin auf eine gleiche und ähnliche Weise leuchten; um aber von seiner Passivität gegen b Kunde zu geben, und um die Symmetrie im Leuchten herzustellen, wird der Punkt a nach ab und ar , Hauptoperationslinien construiren ($bam = rag$. Wir nehmen an, es sey ar senkrecht auf den Horizont). Aus eben den Gründen wird der Punkt r der Oberfläche des untern Spiegels r , nach allen Seiten hin, in seiner obern halben Sphäre, auf einerley Weise leuchten, zugleich aber, um seine Passivität gegen a zu verkünden, und um die Symmetrie herzustellen, Hauptoperationslinien nach ra und rh construiren. Der Punkt r wird aber zu gleicher Zeit im Entwurfe seiner Hauptoperationslinien ra und rh , sich so verhalten, um eine Beziehung, nicht bloß auf den ihn unmittelbar influenzirenden Punkt a , sondern zugleich auch auf den Punkt b , welcher der leuchtende Punkt ist, von welchem r ursprünglich influenzirt wird, anzudeuten. Es wird nämlich der Punkt r dahin streben, den ihn unmittelbar beleuchtenden Punkt a , und zugleich die erste Quelle b seiner Lumification anzuzeigen. Dieß geschieht aber auf die einfachste Weise dadurch, daß sich in den Hauptoperationslinien ra und rh ein mehr oder minder intensives Lumifiziren manifestire, je nachdem, bey verschiedenen Azimuten des untern Spiegels r , die Operationslinie rh in eine Ebene fällt, welche mit der Richtung der Ebene bar mehr oder weniger zusammenfällt (d. h. weniger oder mehr von derselben abweicht).

Diesem gemäß wird sich Folgendes ergeben: Wenn der obere Spiegel a unverändert dieselbe Richtung behält, wenn die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b dieselbe bleibt, wenn der untere Spiegel r gegen den Horizont dieselbe Neigung behält; und wenn überhaupt an dem Ganzen nichts geändert wird, als das Azimut des untern Spiegels r ; so wird der Punkt r des untern Spiegels r , bey allen Azimuten zwey Hauptoperationslinien ra und rh construiren, welche unveränderlich mit der Fläche des untern Spiegels dieselben Winkel bilden werden. Es wird überdieß die Hauptoperationslinie ra durchgehends in eine und dieselbe Richtung fallen; hingegen wird die Hauptoperationslinie rh , bey verändertem Azimute des untern Spiegels r , jedesmal in eine

andere, durch ra auf den Horizont senkrecht gedachte Ebene, fallen. Wenn das Azimut von $r = 0$ ist, d. h. wenn die Fläche des untern Spiegels r auf der Fläche bar senkrecht steht, so wird die Hauptoperationslinie rh , in dieselbe Ebene bar fallen, als die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b . Dieser letzte Fall wird eintreten, sowohl wenn das Azimut des untern Spiegels $r = 0$ ist, als auch dann, wenn das Azimut $= 180^\circ$ ist. In diesen beiden Fällen wird das Lumifiziren in den Hauptoperationslinien ra und rh im höchsten Grade intensiv vor sich gehen. Wie aber allmählig das Azimut des untern Spiegels r , von 0° oder 180° abweicht, wird das Lumifiziren in den Hauptoperationslinien ra und rh allmählig intensiv schwächer werden, welches solchermaßen fortgeht, bis der untere Spiegel r jenes Azimut erreicht hat, bey welchem die Hauptoperationslinie rh in jene auf den Horizont senkrechte Ebene fällt, welche unter allen jenen Ebenen, in welche rh fallen kann, die von der Ebene bar am allermeisten abweichende Lage hat. Dieser Fall tritt aber offenbar dann ein, wenn rh in jene Ebene fällt, welche auf der Ebene bar senkrecht steht, folglich wenn das Azimut des untern Spiegels $r = 90^\circ$ oder $= 270^\circ$ ist. Hieraus erklärt sich denn die Erscheinung am Apparate von Malus (appareil de Malus), daß die stärkste Beleuchtung am untern Spiegel r dann bestehe, wenn die Fläche des untern Spiegels nach b oder nach t gewendet wird, daß hingegen die schwächste Beleuchtung am untern Spiegel r dann bestehe, wenn die Fläche des untern Spiegels nach l oder nach s gewendet wird.

Wir sehen in diesem höchst merkwürdigen Phänomene keine eigenthümliche Gestalten der Lichttheilchen, keine eigenthümliche Gruppierung derselben gegen einander, auch keine eigenthümliche Eigenschaft derselben von der Glasfläche abzapressen, oder in dieselbe zu dringen, je nachdem die Lichttheilchen mit der einen oder der andern Seite an die Glasfläche anstoßen: Nein! wir sehen hier nichts von allen diesen erzwungenen atomistischen Hypothesen, wornach ein Lichttheilchen in einen Glaskörper etwa eben so eindringen möchte, wie der Keil in das Holz. Wir glauben vielmehr in jenem Phänomene einen wichtigen Zug der Charakteristik des beleuchteten Punktes überhaupt zu entdecken. Wir sehen hierin weiter nichts, als eine doppelte Beziehung in der lumifizirenden Reaction des Punktes r ; nämlich eine Beziehung auf den ihn unmittelbar influenzirenden Punkt a und zugleich eine Beziehung auf den ihn ursprünglich influenzirenden Punkt b . Die Beziehung auf den Punkt a äußert sich in der lumifizirenden Reaction des Punktes r , durch den jedesmaligen Entwurf der Hauptoperationslinien ra und rh , welche ihren Richtungen nach schon durch den Punkt a völlig bestimmt sind, wenn das Azimut des Spiegels r gegeben ist. Die Beziehung auf den Punkt b kann sich daher in der lumifizirenden Reaction des Punktes r , auf keine Weise dadurch manifestiren, daß die Hauptoperationslinien ra und rh in ihren Richtungen von der Lage von b als abhängig erscheinen möchten. Es

bleibt der lumifizirenden Reaction des Punktes r , will sie ja eine Beziehung auf den Punkt b andeuten, will der Punkt r sich als von b ursprünglich influenziert erklären, kein anderer Ausweg übrig, als verschiedene Grade des lumifizirens anzunehmen, in dem Maaße als die Hauptoperationslinie rh von der Operationslinie ba mehr oder weniger abweicht. Die hier eintretende Veränderlichkeit bezieht sich aber lediglich auf die jedesmalige Neigung der Ebene, in welche rh fällt, zu der Normalebene bar . Der Grad des lumifizirens in den Hauptoperationslinien ra und rh muß daher von der jedesmaligen Neigung der benannten Ebenen gegen einander abhängen. Was ist aber in dem hier betrachteten Falle, wenn es uns ja gelungen ist, die Action des lumifizirens richtig zu deuten, natürlicher, was ist consequenter, als daß sich das lumifiziren am kräftigsten da äußere, wo die Hauptoperationslinie rh mit jener ab in einerley Ebene fällt; daß hingegen das lumifiziren sich am schwächsten da äußere, wo rh in jene Ebene fällt, deren Richtung von jener am allermeisten abweicht, in welchen die Operationslinie ba fällt?

§. 241. Die so eben folgenden Betrachtungen über die doppelte Strahlenbrechung bey crystallisirten Körpern, werden uns einen neuen Beweis liefern, daß es nicht ungeräumt sey, in der lumifizirenden Reaction eine mehrfache Beziehung zu gleicher Zeit anzunehmen, und daß, wenn die lumifizirende Reaction unter diesen Gesichtspunkt gebracht wird, sich manches Phänomen der Lusterscheinung auf eine Weise erklären lasse, wobey man der Lichtmaterie gänzlich entbehren, und dem Crystalle in seiner lumification einen Grad des Lebens zumuthen kann, dessen Charakter aus den Erscheinungen in Regeln gefaßt werden kann.

Wir wollen nun versuchen, die Phänomene der sogenannten doppelten Strahlenbrechung, mathematischen Ansichten zu unterwerfen, wobey wir wie bisher, keine Lichtmaterie fingiren, sondern Alles als Action betrachten.

§. 242. Bey den meisten durchsichtigen crystallisirten Körpern, äußert sich das Fortleiten des lumifizirens (vom beleuchteten Punkte a aus), in die Masse hinein, nach zwey verschiedenen Richtungen, deren eine die schon erwähnte ab' ist, die andere aber nach einem jedesmaligen Gesetze gegen eine Axe des Crystalls geneigt ist, welche Axe eine unmittelbare Beziehung auf die primitive Form des Crystalls hat.

Wir sehen also hier an der Reaction der Crystallmasse (gegen die Einwirkung des leuchtenden Punktes b), das Verhältniß ihrer Passivität und Activität, nicht bloß als Beleuchtetes überhaupt, sondern zugleich auch als Beleuchtetes von dieser oder jener eigenthümlichen Natur, von diesem oder jenem eigenthümlichen Plasticismus (in ihrem verborgensten Gefüge), ausgesprochen. Es tritt hier, in zwey abgesonderten Aeußerungen, das Allgemeine und Specielle hervor, und zwar letzteres als vom Erstern abgeleitet.

So viel als Vorbereitung zu folgender Theorie der doppelten Strahlenbrechung, wobei wir uns, Kürze halber, nicht im Sinne der Atomistiker, sondern bloß in Beziehung auf Action der Ausdrücke: *réfraction ordinaire*, *réfraction extraordinaire* bedienen, wodurch bloß die Richtungen der Fortleitung des Lumifizirens angedeutet werden *).

Der isländische Spath ist von Rhomboidalform, woran sechs spitze und zwey stumpfe Körperwinkel vorhanden sind. Es besteht demnach an diesem Crystalle eine Aye, welche sich von allen übrigen wie immer durch den Crystall gedachten Ayen unterscheidet, und hiedurch, als die geometrische Grundlinie hervortritt, von wo aus der Plasticismus am Crystalle, gleichsam seine übrigen Constructionslinien zu entwerfen scheint. Diese Aye, welche die Aye des Crystalls heißt (*l'axe du cristal*), läuft von einem stumpfen Körperwinkel nach dem andern hin; sie kann daher nur eine einzige seyn, indem es nur zwey stumpfe Körperwinkel am Crystalle gibt. Jede Beziehung auf jene Aye, ist folglich die einfachste und kürzeste Beziehung auf den plastischen Habitus, auf die plastische Natur und Wesenheit des Crystalls. In jeder Beziehung des Fortleitens (der Lumification) daher auf jene Aye, spricht sich das Fortleiten als den Plasticismus des Crystalls andeutend, aus, als eine durch die specielle Natur und Wesenheit des Crystalls bedingte Action. Und siehe da! die *réfraction extraordinaire*, steht wirklich in einer unverkennbaren Beziehung zu jener Aye.

Wer sollte hier die Sprache der Natur mißverstehen, da sie sich dem unbefangenen Beobachter, so klar verkündet? Nicht eine eigene Anziehung oder Abstoßung in der Aye des Crystalls (die ja immer nur eine gedachte Linie ist) gegen eine fingirte Lichtmaterie, wollen wir in der doppelten Strahlenbrechung erblicken. Nein! wir sehen hier die Reaction des Crystalls, sich bloß in einer zweyfachen Beziehung aussprechend, als Allgemeines und Specielles. Und so entdecken wir denn schon in der Reaction des Crystalls ein Analogon des Lebens, eine zweyfache Beziehung, die sich am Geiste, freylich als Action von weit höherer Art, wieder findet, nämlich: als Wahrnehmung, und als aus der Wahrnehmung hervortretendes Ideal, wodurch die Wahrnehmung selbst nicht verlißt. In der erstern Verrichtung liegt bloß eine Beziehung zwischen dem Objecte, das wahrgenommen wird, und zwischen dem Geiste überhaupt, welcher den Gegenstand wahrnimmt, indem die Action vom Gegenstande auf den Geist fortgeleitet wird (so wie das Lumifiziren sich innerhalb der beleuchteten Masse vom leuchtenden Punkte aus, nach der *réfraction ordinaire* fortleitet). In der letztern Verrichtung liegt eine vorzügliche Beziehung auf das Individuelle des Geistes selbst; das Ideal ist zwar immer von der ersten Wahrneh-

*) Die Erscheinungen der doppelten Strahlenbrechung und der atomistischen Erklärung derselben, finden sich sehr weitläufig auseinander gesetzt in Biot *Recherches . . .*, und Biot *physique*.

nung abhängig, da diese es ist, welche zum Schaffen des Ideals den ersten Impuls gab; das Ideal tritt aber für sich abgesondert aus der Wahrnehmung hervor, und gibt Kunde von der Individualität, der eigenthümlichen Schöpferkraft des Geistes. (Eben so äußert der Crystall in der refraction extraordinaire, einen vorzüglichen Grad von Individualität, denn hier besteht durchgehends eine bestimmte Beziehung auf des Crystalls Masticismus, falle der Strahl, wie und wo immer ein; bey der refraction ordinaire hingegen zeigt sich nur die allen Körpern eigenthümliche Brechung zum oder vom Perpendikel innerhalb der Masse).

Wenn das Ideal, das vom Geiste geschaffen wird, seinen Ursprung dem Eindrücke eines äußern Gegenstandes verdankt, so ist das Ideal nicht ein unmittelbares Resultat des Einwirkens des Gegenstandes auf den Geist, und zugleich der activen Aeußerung des Geistes; sondern das Ideal ist das unmittelbare Resultat der Activität des Geistes (wobey der Geist im Schaffen, seine Individualität ausspricht), welche Activität sich unmittelbar auf das schon im Geiste bestehende Bild des Gegenstandes bezieht. Die Wahrnehmung muß nämlich schon vorhergegangen seyn, das Bild des Gegenstandes muß schon im Geiste bestehen, wenn der Geist das Ideal daraus gleichsam hervorrufen soll *). Das Ideal geht also aus der schon vorhandenen Wahrnehmung hervor, wodurch aber die Wahrnehmung selbst, nicht verliert; die Wahrnehmung ist daher die ursprüngliche und bleibende Action; die Bildung des Ideals, hingegen, die von jener abgeleitete Action; die Wahrnehmung ist gleichsam der Stamm, das Ideal ein Zweig des Stammes; der Zweig ist aber durch den Stamm in seinem Daseyn bedingt, wenn gleich andere Nebenumstände auf das Verhalten des Zweiges mit einwirken können.

Diese metaphysische Beleuchtung ist hier, wo wir die doppelte Strahlenbrechung als Resultat der lumifizirenden Reaction betrachten, wo wir der dioptrischen Charakteristik des Crystalls nachspüren, keine Digression, sondern eine Vorbereitung zu unsern folgenden Ansichten, zu deren Verständnisse nicht genug anempfohlen werden kann, die vorgefaßten Ansichten und Fiktionen des Atomistikers, einstweilen gänzlich zu verlassen. Ueberdies streben wir in dieser Schrift, die Analogie in den Actionen der Natur, wo es nur möglich ist, zu enthüllen, in der Ueberzeugung, daß nur auf diesem Wege, eine allgemeinere homogenere Ansicht der Natur, zwar kein Ergründen derselben, aber ein Ahnen ihrer Gesetze, möglich werde.

*) So schuf der Geist des Künstlers das Ideal der medicaischen Venus, erst dann, als er die schönen Umrisse des weiblichen Körpers schon wahrgenommen hatte. Dieß Ideal wäre in seinem Geiste nie entstanden, hätte er nie ein Weib gesehen.

Die Erscheinung der doppelten Strahlenbrechung ist (nach unsern Ansichten, wornach uns die Erscheinungen des Leuchtens überhaupt bloße Actionen und Reactionen von unbekannter Natur sind) ein Fortleiten der Lumification innerhalb der Masse des Crystalls, nach zweyerley Richtungen; ein Fortleiten in zweyerley Beziehungen; nämlich in Beziehung auf den Perpendikel innerhalb der Masse, und auf die Aze des Crystalls; folglich in Beziehung auf die beleuchtete Masse überhaupt, und in Beziehung auf den eigenthümlichen Plasticismus des Crystalls. Das Fortleiten des Lumifizirens nach der refraction ordinaire ab , ist ein Resultat des passiven und activen Verhaltens des beleuchteten Punktes a , gegen den leuchtenden Punkt b , und die Masse des Crystalls, hingegen ist das Fortleiten der Lumification nach der refraction extraordinaire $\alpha\beta'$, das Resultat des Strebens, den Plasticismus des Crystalls auszusprechen (durch eine Beziehung auf die Aze des Crystalls), und zugleich, der schon bestehenden Fortleitung der Lumification nach ab' . Der Crystall entwickelt nämlich die refraction extraordinaire, aus der schon bestehenden refraction ordinaire, so wie der Geist das Ideal aus der schon bestehenden Wahrnehmung entwickelt.

Die refraction ordinaire verhält sich daher zur refraction extraordinaire, wie die Wahrnehmung zum Ideale (das aus dem äußern Gegenstande entspringt), oder wie der Stamm zum Zweige, oder wie das schon als seyend Vorausgesetzte, zu dem aus dem Seyenden hervorgetretenen.

Wir hätten sagen können: Das Fortleiten der Lumification nach der refraction extraordinaire $\alpha\beta'$, sey das Resultat, des Strebens nach Fortleitung in der Richtung ba (b ist der leuchtende Punkt), und zugleich des Strebens, eine gewisse Richtung gegen die Aze des Crystalls ac anzunehmen; wobey es am Einfachsten gewesen wäre, die senkrechte oder parallele Richtung gegen ac zu wählen. Allein diese Hypothese würde weder mit der oben erwähnten Erscheinung am Geiste analog seyn, noch (welches der schlimmste Umstand wäre) mit den Erscheinungen der doppelten Strahlenbrechung übereinstimmen, wie wir sogleich beweisen wollen.

Wenn der leuchtende Punkt b sich in q befindet, und folglich dessen Operationslinie ba auf die durch den Punkt a , der Oberfläche des Crystalls gedachte tangentirende Ebene senkrecht auffällt *), so geschieht ein Fortleiten des Lumifizirens, bloß nach der Crystallaze

*) Hier wird vorausgesetzt, daß in einem rhomboidalen isländischen Spath die beyden stumpfen Körperwinkel dergestalt abgeschnitten wären, daß zwey senkrechte Ebenen MN und KL auf der Aze des Crystalls ac , nämlich an den beyden Enden dieser Aze bestünden, und daß der leuchtende Punkt b über einer dieser Ebenen sich befände, so daß der Strahl von refraction ordinaire nach der Aze MN des Crystalls fortlaufen müßte, wenn der leuchtende Punkt b sich in der verlängerten Aze des Crystalls außerhalb desselben, z. B. in q befände. Wäre aber der leuchtende Punkt in b , so würde der Strahl ba zum Perpendikel ac , nach ab' , gebrochen (in der Sprache des Atomistens).

ac ; *réfraction ordinaire* und *extraordinaire* fallen in dieser Richtung zusammen. Dieß ließe sich daraus erklären, daß das Fortleiten des Lumifizirens nach der *réfraction extraordinaire*, ein Resultat sey, der zwey Bestrebungen, nach Fortleitung in der Richtung qa und in einer auf der Crystallare senkrechten Richtung; da aber letzteres Streben ringsum nach allen Seiten von $a'c$ dasselbe sey, so hebe es sich auf, so daß die *réfraction extraordinaire* eben so ausfalle, als ob das Streben nach Fortleitung senkrecht auf der Crystallare ac gar nicht bestünde. Eben so hätte man hier die Erscheinung durch ein Streben nach qa , und zugleich durch ein Streben parallel zu ac erklären können. Die hier angeführte Erscheinung wäre also der Hypothese, die wir oben als falsch erklärten, nicht zuwider. Allein anders verhält es sich mit folgender Erscheinung am isländischen Crystalle und an allen Crystallen von doppelter Strahlenbrechung.

Man denke sich den einen der stumpfen Körperwinkel des isländischen Spaths durch die Ebene MN vom Crystalle getrennt; jedoch so, daß die Ebene MN die Crystallare ac nicht senkrecht schneide, sondern schief, so ist folgendes aus der Erfahrung erwiesen: Wenn die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b mit der Ebene MN einen Winkel bildet, bey welchem, dem Brechungsverhältnisse zwischen Luft und Crystall gemäß, die Fortleitung der Lumification innerhalb des Crystalls nach der Crystallare ac erfolgt (wenn nämlich der gebrochene Strahl ab mit der Crystallare ac zusammenfällt) so besteht allemal nur eine einzige Fortleitung der Lumification innerhalb des Crystalls, die *réfraction ordinaire* und die *réfraction extraordinaire* fallen dann in eine und dieselbe Linie, nämlich in die Crystallare ac .

Wir wollen diese Erscheinung aus der vorhin als falsch erklärten Hypothese zu erklären suchen, woraus sogleich der Widerspruch mit derselben einleuchtend wird. Der Punkt (Fig. VII.) a der Oberfläche MN des Crystalls $MNKL$, hat das doppelte Bestreben der Fortleitung nach ba und nach dem Perpendikel das durch a auf MN gezogen wird, und hieraus entsteht das Fortleiten nach einer graden Linie ab' , welche zwischen der verlängerten ba und dem Perpendikel liegt; jene Richtung ab' fällt unter den gehörigen Umständen, in die Crystallare ac , und so entsteht denn eine *réfraction ordinaire* nach der Crystallare ac . Zugleich hat der Punkt a das doppelte Bestreben der Fortleitung nach der verlängerten ba , und nach einer senkrechten oder parallelen Richtung zu ac , woraus eine combinirte Fortleitung nach $a\beta''$ oder nach $a\beta'$ entsteht; die solchermaßen entstandene *réfraction extraordinaire* nach $a\beta''$, oder $a\beta'$, kann aber nie in die Crystallare ac fallen; sonst müßte man voraussetzen, es wäre in dem gegebenen Falle das senkrechte oder parallele Streben zu ac negativ oder $= \infty$, wofür doch nicht der allergeringste Grund angenommen werden könnte. Hier stimmt also die Erklärung mit der Erscheinung nicht überein.

Ganz anders fällt die Erklärung aus, wenn wir den Gegenstand folgendermaßen betrachten, wobey wir zugleich eine überraschende Analogie des Lumifizirens mit der Action unseres Geistes entdecken, wie schon erwähnt wurde.

Der Punkt *a* der Oberfläche *MN* des Crystalls *MNKL*, hat das doppelte Bestreben der Fortleitung nach *hak* und nach dem Perpendikel, das durch *a* auf *MN* gezogen wird, und hieraus entsteht das Fortleiten nach einer graden Linie *ab'*, welche zwischen der verlängerten *ba* und dem Perpendikel liegt; jene Richtung *ab'* fällt unter den gehörigen Umständen in die Crystallaxe *ac*, und so entsteht denn eine réfraction ordinaire nach der Crystallaxe *ac*. Nachdem das Fortleiten der Lumification nach der Crystallaxe *ac* eingetreten ist (nachdem der Geist den Gegenstand wahrgenommen, dessen Bild in sich fixirt hat), und der Crystall hiedurch die Reaction des beleuchteten Körpers überhaupt ausgeübt hat; bleibt er bey dieser bloß allgemeinen Reaction nicht stehen (bleibt der Geist bey der Wahrnehmung nicht stehen); er strebt überdies nach einer eigenthümlichen Action, nach einem Verkünden seines innern Plasticismus (der Geist strebt überdies nach einer eigenthümlichen Action, nach dem Verkünden seiner individuellen Schöpferkraft); und so strebt er denn zugleich nach Fortleitung der Lumification senkrecht oder parallel zur Crystallaxe *ac* (der Geist strebt nach dem ihm dunkel und unbewußt vorschwebenden Ideale in der allgemeinsten Form); aus diesem Streben nun, und dem ursprünglichen Streben nach *ac*, entsteht ein combinirtes Streben (aus diesem combinirten Streben entsteht im Geiste das jedesmal entworfene Ideal; dieses ist das combinirte Resultat, aus dem Streben nach dem Ideale in der allgemeinsten Form, nach dem aus der Natur des Geistes unbedingt hervorgehenden Ideale und zugleich aus der Wahrnehmung, an welche das Ideal geknüpft wird; und so giebt es denn für einen Geist nur ein angenehmes Ideal, hingegen unendlich viele einzelne Ideale, je nachdem von dieser oder jener Wahrnehmung ausgegangen wird *)), welches in *ac* selbst fallen muß. Denn im Falle des parallelen Strebens ist wohl kein Zweifel daran; aber auch im Falle des senkrechten Strebens bleibt die Behauptung wahr, wenn man bedenkt, daß das senkrechte Streben nach allen Seiten von *ac* ringsum dasselbe ist, folglich in unsrem Falle eben so viel, als kein Streben ist.

Wenn die Operationslinie *ba* des leuchtenden Punktes *b*, unter übrigens unveränder-

*) So entstand das Ideal der medicätischen Venus aus dem allgemeinen Ideale der Vollkommenheit und der im Geiste fixirten Wahrnehmung eines schönen weiblichen Körpers. So entstand das Ideal des Apollo im Belvedere, aus demselben allgemeinen Ideale der Vollkommenheit überhaupt, aber aus der im Geiste fixirten Wahrnehmung eines schönen jugendlichen Mannes. Eben so entsteht die réfraction extraordinaire, welche die verschiedensten Richtungen haben kann, bey einerley Crystall durch ein und dasselbe Streben senkrecht oder parallel zur Crystallaxe, aber zugleich durch die verschiedenen schon vorher bestimmten Richtungen und Größen der réfraction ordinaire.

ten Umständen, mit der Durchschnittsebene MN einen andern Winkel bildet, so daß die *réfraction ordinaire* ab' nicht in die Crystallare ac fällt, so muß unserer Hypothese gemäß, eine *réfraction extraordinaire* statt finden, wie dieß die Erfahrung auch vollkommen erweist. In diesem Falle erklären wir nämlich die Erscheinung der doppelten Strahlenbrechung folgendermaßen:

Der Punkt a der Oberfläche MN des Crystalls MNKL hat das doppelte Bestreben der Fortleitung nach ba und nach dem Perpendikel das durch a auf MN gezogen wird, und hieraus entsteht das Fortleiten nach einer graden Linie ab' , welche zwischen der verlängerten ba und dem Perpendikel liegt. Nachdem das Fortleiten der Lumification nach der Richtung ab' eingetreten ist (nachdem der Geist den Gegenstand wahrgenommen, dessen Bild in sich fixirt hat), und der Crystall hiedurch die Reaction des beleuchteten Körpers überhaupt ausgeübt hat; bleibt er bey dieser bloß allgemeinen Reaction nicht stehen (bleibt der Geist bey der Wahrnehmung nicht stehen): er strebt überdieß nach einer eigenthümlichen Action, nach einem Verkünden seines innern Plasticismus (der Geist strebt überdieß nach einer eigenthümlichen Action, nach dem Verkünden seiner individuellen Schöpferkraft); und so strebt er denn zugleich nach Fortleitung der Lumification senkrecht oder parallel zur Crystallare ac (der Geist strebt nach dem dunkel und unbewußt ihm vorschwebenden Ideale in der allgemeinsten Form); aus diesem Streben nun, und dem ursprünglichen Streben nach ab' entsteht ein combinirtes Streben $a\beta'$, welches mit ab' nicht zusammenfallen kann (aus der Wahrnehmung und dem Streben nach dem Ideale in der allgemeinsten Form, entsteht im Geiste das jedesmal entworfene Ideal; dieses ist das combinirte Resultat aus dem Streben, nach dem Ideale in der allgemeinsten Form, nach dem aus der Natur des Geistes unbedingt hervorgehenden Ideale, und zugleich aus der Wahrnehmung, an welche das Ideal geknüpft wird, und so giebt es denn für einen Geist, nur ein allgemeines Ideal, hingegen unendlich viele einzelne Ideale, je nachdem dieselben von dieser oder jener Wahrnehmung ausgehen). Dadurch, daß aus der ursprünglich eingetretenen Lumificationsfortleitung nach ab' , und aus dem Streben der Fortleitung senkrecht oder parallel zur Crystallare ac , die Lumificationsfortleitung nach $a\beta'$ entstanden ist; dadurch ist die ursprüngliche Lumificationsfortleitung ab' nicht etwa vernichtet worden; sondern beyde Lumificationsfortleitungen, nach $a\beta'$ u. ab' bestehen zu gleicher Zeit; so wie das Allgemeine dadurch nicht aufgehoben wird, daß das Spezielle daraus hervorgeht (dadurch, daß aus der ursprünglich eingetretenen Wahrnehmung, und aus dem Streben nach dem Ideale in der allgemeinsten Form, ein bestimmtes Ideal hervorgegangen ist; dadurch ist die ursprüngliche Wahrnehmung nicht etwa erloschen; sondern das Ideal und die Wahrnehmung bestehen zu gleicher Zeit, d. h. der Geist ist sich ihrer bewußt). Und so äußert denn der Crystall innerhalb seiner Masse, eine zweyfache Beziehung zu gleicher Zeit, rücksichtlich

seiner lumifizirenden Reaction; nämlich eine Beziehung auf den Perpendikel ak' , auf den beleuchteten Körper überhaupt, durch die *réfraction ordinaire* ab' ; ferner eine Beziehung auf die Crystallaxe ac , auf den jedesmaligen Crystall insbesondere, durch die *réfraction extraordinaire* $a\beta'$ (und so äußert denn der Geist eine zweifache Beziehung zu gleicher Zeit, rücksichtlich seiner Reaction auf die Außenwelt; nämlich eine Beziehung auf den Geist überhaupt durch das Wahrnehmen; ferner eine Beziehung auf das individuelle Vermögen zu schaffen insbesondere, durch die Bildung des jedesmaligen Ideals aus der vorhergegangenen Wahrnehmung.)

Die Beziehung auf die Crystallaxe ac in der Lumificationsfortleitung, bey Crystallen von doppelter Strahlenbrechung, jene Beziehung äußert sich entweder als ein Streben senkrecht auf ac , oder parallel zu ac . Hiernach ließen sich die Crystalle von doppelter Strahlenbrechung einteilen, in solche mit rechtwinklischer, und in solche mit paralleler Beziehung; so wäre z. B. der isländische Spath ein Crystall von doppelter Strahlenbrechung mit rechtwinklischer Beziehung. Allein wir wollen, um nicht unnützer Weise neue Benennungen einzuführen, bey der angenommenen Bezeichnung bleiben, und daher die Ausdrücke beybehalten: Zurückstoßende und anziehende doppelte Strahlenbrechung (*double réfraction, répulsive et attractive*) wobey wir jedoch uns dieser Ausdrücke nur als Symbole bedienen, und ihnen nicht den Sinn ertheilen, welcher ihnen vom Atomistiker, nach der vorgefaßten Ansicht gegeben wird, als werde die Lichtmaterie von der Crystallaxe angezogen oder abgestoßen.

Hätte die Operationslinie ba mit MN denselben Winkel gebildet, wie bisher, aber statt im Punkte a im Punkt α , so wären die *réfraction ordinaire* und *extraordinaire* parallel zu den vorhergehenden ab' und $a\beta'$ ausgefallen; denn bey der *réfraction ordinaire* bezöge sich Alles auf den Perpendikel durch α , und bey der *réfraction extraordinaire*, Alles auf ein senkrecht oder paralleles Streben gegen ac , also auch gegen αc , das wir durch α zu ac parallel gezogen denken (Biot nennt αc l'axe de *réfraction extraordinaire*.)

Wird ein Parallelepipedon aus der Masse eines isländischen Spaths dergestalt herausgeschnitten, daß alle Seiten des Parallelepipedons theils parallel, theils senkrecht zur Crystallaxe ca liegen, so ist aus der Erfahrung Folgendes bekannt, rücksichtlich der doppelten Strahlenbrechung.

Die Operationslinie (Fig. VIII.) ba des leuchtenden Punktes b , befinde sich in einer Ebene, die man sich senkrecht durch das Parallelepipedon gezogen denkt, die nämlich die Crystallaxe ca in a senkrecht schneidet, woraus die Brechungsebene $MNKL$ im Parallelepipedon entsteht. Hier wird das Fortleiten der Lumification innerhalb des Crystalls in die Ebene $MNKL$ fallen, und zwar mit Annäherung zum Perpendikel qak' , wie dieß

von der *réfraction ordinaire* hinlänglich bekannt ist. Es wird aber zugleich eine *réfraction extraordinaire* statt finden, welche in diesem Falle sich gleichfalls auf den Perpendikel ak' beziehen wird, und zwar nach einem ähnlichen Gesetze, als die *réfraction ordinaire*. Sey nämlich δ der Einfallswinkel baq , δ'' der Brechungswinkel für die *réfraction extraordinaire*, δ' der Brechungswinkel für die *réfraction ordinaire*, so hat man

$$\sin \delta'' = a \sin \delta$$

$$< \delta' = b < \delta$$

worin $a = 0,6741717$ und $b = 0,6044871$ nach Malus angenommen werden kann.

Diese Erscheinung erklären wir nach unserer Theorie der doppelten Strahlenbrechung folgendermaßen:

In der lumifizirenden Reaction des isländischen Spaths liegt das Streben, seinen allgemeinen Charakter als Beleuchtetes überhaupt, und zugleich seinen eigenthümlichen Charakter, als nach einer gewissen primitiven Form Gebildetes auszusprechen; nämlich eine zweifache Fortleitung in der Lumification anzunehmen, deren eine die Beziehung auf den Perpendikel, die andere hingegen die Beziehung auf die Crystallaxe in sich faßt. Erstere Beziehung wird durch die *réfraction ordinaire*, letztere Beziehung durch die *réfraction extraordinaire* ausgedrückt.

Da in dem hier betrachteten Falle aus der *réfraction ordinaire* sich keine *réfraction extraordinaire* ableiten läßt, welche letztere ein vertikales oder paralleles Streben zur Crystallaxe ac andeuten, und hiedurch eine unmittelbare Beziehung auf die Crystallaxe verkünden möchte *); so nimmt die *réfraction extraordinaire* in diesem Falle jene Richtung an, wodurch wenigstens mittelbar die Lage der Crystallaxe ac , angedeutet wird; so daß die lumifizirende Reaction sich auch hier noch in ihrer zweifachen Beziehung ausspricht, und zwar so deutlich, als sie es in dem vorliegenden Falle (den wir für die lumifizirende Reaction des isländischen Spaths, gleichsam als einen Fall der Verlegenheit betrachten können) nur immer vermag **). Die *réfraction extraordinaire* nimmt nämlich in diesem Falle eine Richtung an, welche innerhalb der Ebene $MNKL$ liegt, aber

§ 2

*) Eine *réfraction extraordinaire* außerhalb der Brechungsebene $MNKL$ würde auf kein vertikales Streben zu ac deuten, und eben so wenig auf ein paralleles Streben zu ac , da ja das parallele Streben nach beyden entgegengesetzten Seiten von a hin, sich auf gleiche Weise äußern muß. Eine *réfraction extraordinaire* innerhalb der Brechungsebene $MNKL$, aber gegen die *réfraction ordinaire* wie immer geneigt, würde gleichfalls auf kein vertikales oder paralleles Streben gegen ac deuten.

**) Ein Analogon von Spontanität, von Planmäßigkeit finden wir in allen Actionen der Natur, am Auffallendsten aber in der organischen Natur, und das um so mehr, auf einer je höhern Stufe des Lebens das organisierte Wesen steht.

mit der *réfraction ordinaire* nicht zusammenfällt; so daß die *réfraction extraordinaire* und *ordinaire* zusammengenommen, auf eine Ebene hindeuten, welche durch ihre Lage, die Lage der Crystallaxe auf die einfachste Weise zu erkennen giebt, indem nämlich die durch beyde Refractionen angedeutete Ebene, jene ist, welche zur Crystallaxe die Lage der Indifferenz, die senkrechte Lage behauptet. Die lumifizirende Reaction des isländischen Spaths, spricht hier ihre Beziehung auf das Spezielle des Crystalls, auf die primitive Form desselben, auf die Crystallaxe, durch die *réfraction extraordinaire*, nicht unmittelbar aus; dieß ist aber auch jener lumifizirenden Reaction in dem hier betrachteten einzelnen Falle mathematisch unmöglich; sie spricht hier ihre Beziehung (auf das Spezielle des Crystalls durch die *réfraction extraordinaire* nur mittelbar aus; nämlich durch Hindeuten auf eine Ebene, die zur Crystallaxe die ausgezeichnetste unter allen erdenklichen Lagen behauptet.

Warum unterliegt aber hier, der Regel im Allgemeinen zuwider, die *réfraction extraordinaire* einem ähnlichen Gesetze als die *réfraction ordinaire*? Dieß läßt sich hieraus begreifen:

Die *réfraction extraordinaire* erfüllt (in dem hier betrachteten einzelnen Falle) ihren Zweck, deutet eine Beziehung auf die Crystallaxe an, wenn sie nur nicht außerhalb der Ebene MNKL fällt, sie mag übrigens welche immer eine Lage innerhalb MNKL annehmen; diese jedesmalige Lage bezieht sich daher (in dem hier betrachteten Falle) nicht auf die Crystallaxe; daher denn hier die jedesmalige Richtung der *réfraction extraordinaire*, sich auf keine andere Normalrichtung beziehen kann, als auf den Perpendikel ak' (wie die *réfraction ordinaire*). Das Gesetz der *réfraction extraordinaire* nimmt also den Charakter des Gesetzes der *réfraction ordinaire* an. Ueberdieß sind es (in dem hier betrachteten einzelnen Falle) gemeinschaftlich beyde Refractionen, welche eine Beziehung auf die Crystallaxe andeuten (nur beyde zusammengenommen, deuten auf die Ebene MNKL hin, und durch diese auf die Crystallaxe ac), und es behauptet hierinfalls keine der beyden Refractionen vor der andern einen Vorzug. Es ist also kein Grund vorhanden, warum das Gesetz der Richtung an der *réfraction extraordinaire* vom Gesetze der Richtung an der *réfraction ordinaire* mehr abweichen sollte, als erforderlich ist, damit nicht beyde *réfractionen* in einerley Richtung fallen, als wodurch das Andeuten der Ebene MNKL vereitelt werden möchte. Hierzu ist aber hinreichend, wenn die Ausdrücke beyder Gesetze, sich bloß durch ihre beständigen Coefficienten a und b unterscheiden; und so ist es denn sehr natürlich, daß $\sin \delta'' = a < \delta$ und $\sin \delta' = b < \delta$ ist.

Wir wollen den hier betrachteten Fall an unserm Parallelepipedon, bloß dahin abändern, daß die Operationslinie ba des leuchtenden Punktes b , in eine Ebene falle, welche

parallel zur Crystallare cac durch das Parallelepipedon dergestalt gelegt wird, daß jene Ebene auf der Oberfläche des Parallelepipedons senkrecht zu stehen komme. In diesem Falle entstehen wieder zwey Refractionen, nämlich die *réfraction ordinaire* und die *réfraction extraordinaire*; beyde liegen wieder in der Brechungsebene (nämlich in der durch das Parallelepipedon erwähneter Massen gelegten Ebene); allein das Gesetz für die Richtung der *réfraction extraordinaire* ist von ganz anderer Art, als das Gesetz für die Richtung der *réfraction ordinaire*. Es ist nämlich, wie dieß von Huyghens aus Versuchen gefunden wurde

$\sin \delta' = b \sin \delta$, wie zuvor, aber zugleich:

$$\tan \delta' = \frac{b}{a} \tan \delta.$$

Diese Erscheinung erklären wir nach unserer Theorie der doppelten Strahlenbrechung folgendermaßen:

Denken wir uns, durch die mit der Crystallare cac parallel gezogene *axe de réfraction extraordinaire*, und durch die Richtung der im vorliegenden Falle bestehenden *réfraction ordinaire*, eine Ebene gelegt, so kann die senkrechte Beziehung auf die *axe de réfraction extraordinaire*, nur innerhalb jener Ebene statt finden; denn unter allen durch die *axe de réfraction extraordinaire* gedachten Ebenen, ist jene Ebene die einzige bey welcher die Umstände auf entgegengesetzten Seiten der *axe de réfraction extraordinaire* verschieden sind. Es kann daher die *réfraction extraordinaire*, welche sich aus der *réfraction ordinaire* durch das Streben nach senkrechter Beziehung auf die *axe de réfraction extraordinaire*, entwickelt, nur innerhalb jener Ebene statt finden (welche durch die *axe de réfraction extraordinaire*, und durch die Richtung der *réfraction ordinaire* gelegt wird). Nun ist aber diese Ebene keine andere, als die hier bestehende, zur Crystallare cac parallel laufende Brechungsebene. Hieraus folgt daher, daß in dem hier betrachteten Falle die *réfraction ordinaire* und *extraordinaire* in einerley Brechungsebene fallen müssen.

Warum besteht aber hier für die Richtung der *réfraction extraordinaire* ein ganz anderes Gesetz, als für die Richtung der *réfraction ordinaire*? Dieß ist eine sehr natürliche Folge unserer Theorie.

Die lumifizirende Reaction des isländischen Spaths deutet in dem vorliegenden Falle ihre Beziehung auf das Spezielle des isländischen Spaths, auf dessen primitive Form, auf dessen Crystallare, nicht bloß dadurch an, daß beyde Refractionen in einerley Ebene liegen, mögen sie übrigens aber wie immer gegen einander geneigt seyn. Die *réfraction extraordinaire* spricht hier die Beziehung auf das Spezielle des isländischen Spaths unmittelbar aus, denn die jedesmalige Richtung der *réfraction extraordinaire* spricht eine unmittelbare Beziehung auf die Crystallare cac aus. Hier ist also für jede gegebene

Richtung der *réfraction ordinaire*, die Richtung der *refraction extraordinaire* eine Function, in welcher (rückfichtlich der Veränderlichkeit dieser Function) die Richtung der Crystallaxe als Normalrichtung erscheint, so wie der Perpendikel für die *refraction ordinaire* als Normalrichtung erscheint. Wir sehen demnach, daß die Richtung der *réfraction extraordinaire* auf eine ganz andere Weise bedingt sey, als die Richtung der *réfraction ordinaire*. Es ist daher sehr natürlich, daß die Richtung der *réfraction extraordinaire* einem ganz andern Gesetze unterliege, als die Richtung der *réfraction ordinaire*.

Aus der Formel für die Richtung der *réfraction extraordinaire* sieht man, daß beym isländischen Spath eine durchgehends senkrechte Beziehung, auf die Crystallaxe, in der *réfraction extraordinaire* bestehe.

Warum bey der *réfraction extraordinaire*, am isländischen Spath, gerade jenes oben ausgedrückte Gesetz statt finde, läßt sich eben so wenig erklären, als die Erscheinung, daß die allgemeine Gravitation, dem Quadrate der Entfernungen verkehrt proportional sey. Jenes Geheimniß werden wir nie enthüllen, eben so wenig, als wir je werden erklären können, wie in einem angenommenen Geiste eine angenommene Wahrnehmung, gerade dieses und kein anderes Ideal hervorgebracht habe. Dieß liegt in dem nicht zu ergründenden Verhältnisse der Beziehungen, welche in irgend einer Reaction zu gleicher Zeit ausgesprochen werden sollen; es liegt in der uns unbekannten Natur und Wesenheit der Actionen selbst. Die Erscheinungen beobachten und deren Gesetze abstrahiren; Analogieen in den Erscheinungen überhaupt, und in den Aeußerungen unseres Geistes auffinden; hierdurch die Natur auf eine nicht ungeräumte Weise als ein homogenes Ganzes erblicken, dieß ist Alles, was der Mensch vermag. Wir wollen mit kindlicher Unbefangenheit die Sprache der Natur vernehmen; wir wollen uns üben, sie richtig deuten zu lernen, (nicht sie zu meistern); aber wir maßen es uns nicht an, dasjenige das da spricht, ergründen zu wollen.

Wenden wir den leztlich betrachteten Fall dahin ab, daß die Brechungsebene, weder parallel noch senkrecht zur Crystallaxe liege, sondern schief zu derselben, so folgt aus unserer Theorie daß die *réfraction extraordinaire* in jene Ebene fallen müsse, welche durch die Richtung der *réfraction ordinaire*, und durch die *axe de réfraction extraordinaire* gezogen wird; daß also in diesem Falle die *réfraction extraordinaire* außerhalb der Brechungsebene fallen müsse. Dieß stimmt mit dem Versuche von Huyghens, Wollaston, Malus, völlig überein.

§. 243. Es soll nun gezeigt werden, wie die Erscheinungen der Farben, des Farbenbildes am Glasprisma, und die übrigen sich hierauf beziehenden Phänomene, sich

auf eine Weise erklären lassen, die mit unsern bisherigen Ansichten übereinstimmen, wonach nämlich keine Lichtmaterie vorausgesetzt wird, sondern die Lichterscheinungen als Resultate einer uns unbekannten Action, betrachtet werden. Es kann also hier von verschiedenerley Lichttheilchen, die verschiedentlich gefärbt, und von verschiedener Brechbarkeit sind, keine Rede seyn; eine Hypothese, die wirklich etwas unwahrscheinlich ist, da man schwer begreift, wie bey der ungeheuern Geschwindigkeit des Lichts eine so regelmäßige Abtheilung aller Theilchen vor sich gehen könne. Wenn dieses gleich nicht mathematisch unmöglich ist, so bleibt es immerhin im höchsten Grade unwahrscheinlich, gränzet selbst an das Unglaubliche.

Das Vorderleuchten eines Körpers zeigt sich an dessen dem leuchtenden Punkte zugewandten Oberfläche, und zwar in jedem Punkte dieser Oberfläche dadurch, daß erwähnetermaßen jeder solche Punkt, innerhalb der halben Sphäre oberhalb der tangentialen Ebene nach allen Seiten hin, auf einerley Weise leuchtet, zu gleicher Zeit aber zwey Hauptoperationenlinien entwirft, welche in die Hauptoperationsebene der Indifferenz fallen. Bey dieser allgemeinen Norm des Lumifizirens jedes Punktes der beleuchteten Oberfläche selbst, besteht, in einer ganz andern Rücksicht, eine sehr auffallende Verschiedenheit, in der Art und Weise des Lumifizirens.

Es giebt verschiedene Modificationen des Lumifizirens, wobey ein wechselseitiger Uebergang statt findet, der eben so ein Gesetz der Continuität verkündet, als dieß die auf einander folgenden Ordinaten irgend einer krummen Linie thun, wenn man gleich nicht berechtigt ist, die Verschiedenheit jener Lumificationsmodificationen, als eine quantitative Verschiedenheit zu erklären. Jede dieser verschiedenen Modificationen des Lumifizirens stellt sich uns als irgend eine Farbe dar.

Wenn verschiedene Punkte von einerley oder mehrererley Oberflächen rücksichtlich der Farbe auf verschiedene Weise lumifiziren, so sind wir im Stande, die Verschiedenheit in der Lumification wahrzunehmen, in so ferne eine Beziehung der verschiedenen Lumificationen auf den Raum möglich wird. So nehmen wir z. B. die verschiedenen Farben an dem Gefieder eines Vogels deutlich wahr. Ist es aber nicht möglich, die verschiedenen Modificationen des Lumifizirens rücksichtlich der Farbe, auf den Raum zu beziehen, so daß wir alle lumifizirenden Actionen mit einem Male wahrnehmen, unfähig dieselben von einander zu sondern, so erscheinen uns alle diese verschiedenen Modificationen des Lumifizirens als eine einzige, wir erblicken nämlich nur eine Farbe. Wird z. B. eine Scheibe, welche mit den verschiedensten Farbensflecken bedeckt ist, sehr schnell herumbewegt, so nehmen wir immer nur eine einzige Farbe an derselben wahr. Sind diese verschiedenen Farben die-

selben, und in jenen Proportionen an einander gereiht, wie wir sie am Farbenspectrum hinter dem Glasprisma beobachten, so erscheint die herumgedrehte Scheibe weiß *).

Wir können demnach behaupten, es sey jede uns erscheinende Modification des Lumifizirens (rückichtlich der Farbe) das Resultat mehrerer zu gleicher Zeit wahrgenommener Modificationen des Lumifizirens (rückichtlich der Farbe); und es sey, unter andern, jene Modification des Lumifizirens, welche wir im gemeinen Leben die weiße Farbe nennen, allemal das Resultat aller jener Modificationen des Lumifizirens $a' a'' a''' - b' b'' b''' - d' d'' d'''$ —, welche wir am prismatischen Farbenbilde wahrnahmen.

Wir können die im Sonnenlichte als weiß erscheinende Oberfläche, als die auf eine normale Weise (rückichtlich der Farbe) lumifizirende Oberfläche betrachten; denn sie lumifizirt zu gleicher Zeit nach allen uns bekannten Modificationen $a' a'' a''' - b' b'' b''' - d' d'' d'''$ —. Erscheint daher die im Sonnenlichte weiße Oberfläche, wenn sie von einem b' beleuchtet wird, nicht weiß, sondern unter der Farbe A, so dürfen wir sagen: Der leuchtende Punkt b' , vermag nicht, den Typus des Lumifizirens der normal-lumifizirenden Oberfläche, nach allen Modificationen zu wecken, sondern nur nach jenen Modificationen $a' a'' a''' a''''$ —, aus deren gleichzeitigen Eindrücke die Wahrnehmung der Farbe A entsteht. Und so können wir denn aus der Farbe, welche die uns als weiß bekannte Oberfläche dann darstellt, wenn sie von irgend einem angenommenen Punkte beleuchtet wird, auf die Leuchtungsfähigkeit dieses leuchtenden Punktes schließen.

So wie wir das Lumifiziren der im Sonnenlichte weiß erscheinenden Oberfläche, als die normale lumifizirende Reaction unter den beleuchteten Körpern betrachten (versteht sich, bloß rückichtlich jener speziellen Aeußerung des Lumifizirens überhaupt, wornach die Oberflächen der Körper unter bestimmten Farben erscheinen), eben so betrachten wir das Lumifiziren in einer Operationslinie der Sonne (in einem Sonnenstrahle), als die normale lumifizirende Action unter den leuchtenden Körpern.

Wird die Oberfläche a' irgend eines angenommenen Körpers (der Sonne zugewandt) in eine Operationslinie der lumifizirenden Sonne b gebracht, und dann in eine Operationslinie eines andern leuchtenden Punktes b' ; und es erscheint a' 1tens in beyden Fällen weiß, oder 2tens gegen b weiß und gegen b' roth, oder 3tens gegen b und b' roth, so

*) Da die bizarrsten Farbenflecke auf einmal wahrgenommen, immer nur eine Farbe darstellen, so scheint für die Einheit des Eindrucks hier nicht eine gewisse Harmonie, ein leicht aufzufassen mögliches Verhältniß erforderlich zu seyn, wie bey den Tönen, bey den chemischen Actionen u. s. w. Sollte eine Farbe von der andern bloß qualitativ, ein Ton vom andern bloß quantitativ, eine chemische Action von der andern bloß quantitativ sich unterscheiden?

müssen wir dieß nach unsern Ansichten folgendermaßen auslegen: Im ersten Falle ist die lumifizirende Action, sowohl von b als von b' das Resultat aus den zu gleicher Zeit statt findenden Actionen $\alpha \alpha' \alpha''$ —, $\beta \beta' \beta''$ —, $\delta \delta' \delta''$ —, wornach jene Reactionen $a \alpha' \alpha''$ —, $b \beta' \beta''$ —, $d \delta' \delta''$ — bewirkt werden, welche im prismatischen Farbenbilde sich einzeln darstellen, hingegen als combinirtes Resultat, als Gesamtreaction weiß erscheinen. Im zweyten Falle ist die lumifizirende Action von b dieselbe als zuvor; hingegen ist die lumifizirende Action von b' nur das Resultat vorzüglich nur jener lumifizirenden Actionen $\alpha \alpha' \alpha''$ —, welche die Reactionen $a \alpha' \alpha''$ — bewirken, deren combinirtes Resultat = A = roth ist *). Im dritten Falle ist die lumifizirende Action, sowohl von b als von b' das Resultat aller jener lumifizirenden Actionen $\alpha \alpha' \alpha''$ —, welche die Reactionen $a \alpha' \alpha''$ — bewirken, deren combinirtes Resultat = A = roth ist. In diesem letzten Falle ist die beleuchtete Oberfläche a' , keine Oberfläche von normaler lumifizirender Reaction (keine weiße Oberfläche) sondern eine Oberfläche von jener abnormen lumifizirenden Reaction, daß sie in der Operationslinie von normaler lumifizirender Action vorherrschend die Modificationen $a \alpha' \alpha''$ — ausübt, welche zusammen genommen, die Modification roth geben. Ich sage vorherrschend nicht einzig und allein. Die Oberfläche a' übt zu gleicher Zeit immer auch die übrigen Modificationen aus, aber so schwach, daß die Modificationen $a \alpha' \alpha''$ — vor den übrigen $b \beta' \beta''$ — $d \delta' \delta''$ — prädominiren. Daß aber die Oberfläche a' die Fähigkeit besitze, die letzterwähnten Modificationen, wenn gleich schwächer auszuüben, folgt daraus, daß, wenn die Oberfläche a' (von rother Farbe) in die Operationslinie eines leuchtenden Punktes versetzt wird, welcher seiner Natur nach vorherrschend die Modificationen $\beta \beta' \beta''$ — der lumifizirenden Action ausübt, und hiedurch in einer beleuchteten Oberfläche vorherrschend auf die Modificationen $b \beta' \beta''$ — der lumifizirenden Reaction einwirkt, welche zusammen genommen die Modification grün geben; in diesem Falle wird die rothe Oberfläche a' auch grün, wenn gleich nur sehr schwach grün erscheinen. Die Oberfläche a' hat also eine vorherrschende Neigung zur Ausübung jener Modificationen $a \alpha' \alpha''$ — der lumifizirenden Reaction, welche zusammen genommen unter der Modification roth erscheinen, darum erscheint sie in der Operationslinie von normaler lumifizirender Action roth. Sie hat aber immer nebstbey die Neigung, wenn gleich im geringern Grade, die übrigen Modificationen der lumifizirenden Reaction auszuüben, z. B. jene $b \beta' \beta''$ —, welche zusammen genommen grün geben; denn, wie wäre es sonst möglich, daß in jener Operationslinie welche

*) Der leuchtende Punkt b' mag hier nebenher auch die Modificationen $\beta \beta' \beta''$ — $\delta \delta' \delta''$ — der lumifizirenden Action ausüben, jedoch so schwach, daß die Modificationen $\alpha \alpha' \alpha''$ —, vor allen übrigen prädominiren.

vorherrschend jene Modificationen $\beta \beta' \beta''$ — ausübt, wodurch die Modificationen $b b' b''$ — der lumifizirenden Reaction entstehen, welche sich zusammengenommen, als grün darstellen, wie wäre es möglich, daß in dieser Operationslinie die Oberfläche a' grün erscheinen möchte. Daß aber dieses der Fall sey, hat Newton aus Versuchen erwiesen. Er sagt nämlich: jeder weiße, graue, rothe, grüne, blaue, violette Körper erscheinen in einerley farbigem Strahle (so in der Sprache des Atomistikers) mit einer und derselben Farbe z. B. im grünen Strahle erscheinen alle diese Körper grün, und nur in der Stärke der Farbe, erscheint hier ein Unterschied.

Dies Resultat ist sehr interessant, und stimmt mit unserer Ansicht vom Leuchten und Beleuchtetseyn schon überein. Wir sehen hier Folgendes ein: Die beleuchtete Oberfläche a' , deren Tendenz sich vorzüglich auf die Modificationen $a a' a''$ — (= roth) bezieht, folgt ihrer ursprünglichen Tendenz nicht mehr, wenn sie in jene Operationslinie gelangt, wo die Tendenz sich auf die Modificationen $\beta \beta' \beta''$ — vorherrschend bezieht; sondern in diesem Falle übt sie die Modificationen $b b' b''$ — (entsprechend jenen $\beta \beta' \beta''$) — vorherrschend aus, sie erscheint daher nicht mehr mit ihrer ursprünglichen Tendenz, sondern mit jener, die sich auf die Operationslinie bezieht, die daher dem sie (grün) beleuchtenden Punkte entspricht. Die beleuchtete Oberfläche erscheint daher in ihrer Reaction, als der Action des leuchtenden Punktes unterworfen; und ist dieß nicht sehr natürlich, sehr consequent, wenn der leuchtende Punkt das Active, der beleuchtete Punkt das Passive ist; wenn der leuchtende Punkt als Bedingniß, das Beleuchtetseyn als Wirkung sich darstellt?

Nehmen wir an, es sey $ABCD$ ein Stück reinen farbenlosen Glases; es werde ferner der Theil a' der Oberfläche irgend eines andern Körpers, erstens in die Operationslinie ba der Sonne b , und dann in die Operationslinie $b'a'$ des leuchtenden Punktes b' gesetzt (b' ist ein Theilchen der Glasoberfläche DC , welches mittelst der Fortleitung der Lumification von a bis b' , zum leuchtenden Punkte wird); a' erscheine im ersten Falle weiß, so wird (wie uns die Erfahrung lehrt) a' auch im zweyten Falle weiß erscheinen, wenn die Operationslinie ba der Sonne b auf der tangentirenden Ebene $\alpha\beta$ senkrecht steht, wodurch (nach schon erwähnten Gründen) $ba b'$ eine gerade Linie wird, die durch a laufend, auf $\alpha\beta$ senkrecht steht *). In diesem Falle wird also a' von b' eben so lumifizirt, als von b ; die lumifizirende Action von b' ist hier ganz dieselbe, als die lumifizirende Action von b ; die normale lumifizirende Action wird

*) Wir abstrahiren hier von den Einwirkungen der umgebenden Luft auf die sogenannte Strahlenbrechung, und nehmen an, der in b' ausfahrende Strahl laufe ungebrochen fort; wenn nämlich das Fortleiten der Lumification innerhalb der Glasmasse nach der Linie ab' geht, so ist $b'a'$ die Operationslinie des Punktes b' überhaupt über die Glasmasse hinaus. Diese Voraussetzung wird für jeden Punkt b' , auch bey Annahme einer umgebenden Luft wahr seyn, wenn DC senkrecht durch ab' angenommen wird.

hier von a bis b' unverändert fortgeleitet, wobei die Bedingung angenommen wurde, daß das ursprüngliche Streben der Fortleitung in der Lumification (innerhalb der Glasmasse $ABCD$) durch kein anderes Streben in seiner freien Ausübung gehindert wurde. Hieraus dürfen wir schließen, daß (innerhalb der Glasmasse) ein Streben für die Fortleitung der Lumification mit unveränderter lumifizirender Action (nämlich mit normaler lumifizirender Action) auch nach der Richtung ak ursprünglich bestehe, möge die Operationslinie ba gegen die tangentirende Ebene $\alpha\beta$, wie immer geneigt seyn. Es läßt sich nämlich voraussetzen, es bestehe in jedem Falle, innerhalb der Glasmasse ursprünglich das Streben, das (im Punkte a durch die Sonne b geweckt) lumifiziren nach ak so fortzusetzen, daß a' weiß erscheine, möge es von welcher immer einem Glaspunkte der Linie ak beleuchtet werden; wornach also jeder solche Punkt alle jene Modificationen $a a' a''$ — $b b' b''$ — $d d' d''$ — der lumifizirenden Reaction hervorbringen möchte, deren Resultat = weiß wäre.

Wir wollen daher annehmen, es bestehe ursprünglich bey jeder Neigung der Operationslinie ba zur tangentirenden Ebene $\alpha\beta$ ein Streben, nach ak zu gleicher Zeit alle jene lumifizirenden Actionen $\alpha \alpha' \alpha''$ — $\beta \beta' \beta''$ — $\delta \delta' \delta''$ — fortzuleiten, welche in a' folgende Reactionen bewirken $a a' a''$ — $b b' b''$ — $d d' d''$ — (deren Resultat = weiß ist), so daß nach ak ursprünglich unendlich viele Bestrebungen zugleich statt finden, welche Bestrebungen qualitativ unter einander verschieden sind, es aber auch quantitativ seyn können ($\alpha \alpha' \alpha''$ — $\beta \beta' \beta''$ — $\delta \delta' \delta''$ — drücken sowohl jene verschiedene Bestrebungen nach Quantität als Qualität aus; der jedesmalige Sinn zeigt schon immer, ob von quantitativen oder qualitativen Verhältnissen die Rede ist).

Ueberdies läßt sich auch noch Folgendes annehmen, welches auf ähnlichen Grundsätzen beruht, als unsere Theorie der sogenannten Strahlenbrechung.

Nach den Richtungen ai , ai' — irgend einer Kegeloberfläche iai' , deren Are ak' zur tangentirenden Ebene $\alpha\beta$ senkrecht steht, müssen die Bestrebungen nach Fortleitung der Lumification innerhalb der Glasmasse durchaus gleich seyn, sowohl nach Quantität als Qualität. Wohl aber können die gleichnamigen Bestrebungen in jeder solchen Kegeloberfläche sowohl in Quantität als Qualität verschieden seyn, je nachdem man diese oder jene Kegeloberfläche betrachtet, welche diesem oder jenem Werthe des Winkels αai entspricht. Aus schon erwähnten Gründen ist das Resultat aller Bestrebungen in einerley Kegeloberfläche, allemal nur nach der Kegelaye wirksam; und so erhalten wir denn aus der Betrachtung der gleichnamigen Bestrebungen in allen Kegeloberflächen, welche von $\alpha ai = 0$ bis $\alpha ai = 90^\circ$ statt finden, nach ak' eine Summe von unendlich vielerley Bestrebungen (nach Fortleitung der Lumification) welche sowohl der Quantität als Qualität nach unter einander

verschieden sind, und die wir (in eben dem Sinne als zuvor, der Quantität und Qualität nach) durch $\alpha \alpha' \alpha''$ — $\beta \beta' \beta''$ — $\delta \delta' \delta''$ — ausdrücken wollen.

Das Streben für Lumificationsfortleitung nach der Regeloberfläche läßt sich auf zweifache Art annehmen; jedoch in beyden Fällen immer nur so, daß in einerley Regeloberfläche ringsum der Regelaye, das Streben für Lumificationsfortleitung durchgehends dasselbe sey. Erstens, entweder besteht in jeder Regeloberfläche ein Fortleitungsstreben, das sich bloß auf einerley Modification δ der lumifizirenden Action bezieht; oder zweitens es besteht (welches viel wahrscheinlicher ist) in jeder Regeloberfläche und zwar, in jeder Linie derselben, ein Fortleitungsstreben, das sich auf alle (zur Erscheinung der weißen Farbe erforderlichen) Modificationen der lumifizirenden Action bezieht. Nach dieser letzten Voraussetzung würde daher aus dem Streben bloß in einer Regeloberfläche, ein Streben nach der Regelaye ak' folgen, welches sich auf alle Modificationen $\alpha \alpha' \alpha''$ — $\beta \beta' \beta''$ — $\delta \delta' \delta''$ — der lumifizirenden Action bezöge. Diesem gemäß wäre daher das totale Streben nach ak' rücksichtlich einer Modification der lumifizirenden Action, z. B. rücksichtlich der Modification δ , das Resultat aller Bestrebungen rücksichtlich der Modification δ , bezogen auf alle Regeloberflächen, welche dem Winkel αai , von $0 - 90^\circ = \frac{\pi}{2}$ entsprechen. Daher können wir das gesammte Streben für Lumificationsfortleitung nach ak' , rücksichtlich einer einzelnen Modification δ der lumifizirenden Action, auf ähnliche Weise analytisch ausdrücken, als wir dieß weiter oben (wo die Strahlenbrechung überhaupt erklärt wurde) rücksichtlich der lumifizirenden Action überhaupt, thaten. Statt nämlich jenes Streben bloß durch $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)$ auszudrücken, drücken wir es durch $f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)$ aus; eben so drückt $f\left(\frac{\pi}{\beta}\right) - f(0)$ das Streben für Lumificationsfortleitung nach ak' aus, rücksichtlich der einzelnen Modificationen β der lumifizirenden Action u. s. w.

Diesen Voraussetzungen gemäß, bestehen innerhalb der Glasmasse nach ak zugleich die qualitativ und quantitativ verschiedenen Bestrebungen $\alpha \alpha' \alpha''$ — $\beta \beta' \beta''$ — $\delta \delta' \delta''$ —, so wie nach ak' zugleich die qualitativ und quantitativ verschiedenen Bestrebungen $\alpha \alpha' \alpha''$ — $\beta \beta' \beta''$ — $\delta \delta' \delta''$ —. Nun ist leicht zu begreifen, daß aus allen diesen Bestrebungen ihrer qualitativen Verschiedenheit wegen, kein einziges Gesamtbestreben nach irgend einer Richtung ab' entstehen könne; sondern, daß immer nur zwey gleichnamige Bestrebungen, nämlich qualitativ unter einander gleiche wenn auch quantitativ verschiedene Bestrebungen, ein Gesamtbestreben nach einer Richtung geben können. Und so entsteht denn aus den Bestrebungen α und α' nach ak und ak' , das Fortleiten der Lumification nach einer Richtung, welche die Diagonale

jenes Parallelograms ist, dessen Seiten durch α'' u. α' (ihrer gleichen oder verschiedenen Quantität nach ausgedrückt) gegeben sind. Eben so geben die gleichnamigen Bestrebungen α' und α'' nach ak und ak' eine Fortleitung nach der entsprechenden Diagonale; eben so α'' und α' , eben so β und β' , eben so β' und β'' , eben so β'' und β' , eben so δ und δ' , eben so δ' und δ'' , eben so δ'' und δ' ———. Und so sehen wir denn ein, wie es möglich sey, daß aus der Heterogenität, der zu gleicher Zeit nach ak statt findenden Bestrebungen, und aus einer gleichnamigen Heterogenität, der zu gleicher Zeit nach ak' statt findenden Bestrebungen, eine Summe unendlich vieler, unendlich wenig von einander abweichender Fortleitungen der Lumification unterhalb der Glasmasse entstehen könne, und wie zugleich die Endpunkte dieser unendlich vielen, unendlich nahe neben einander laufenden Fortleitungslinien, welche Endpunkte (wie b') in der Glasoberfläche DC liegen, wie alle diese eine Linie bildenden Endpunkte, in ihren Operationslinien (außerhalb der Glasmasse) auf einen und denselben Oberflächenpunkt a' , verschiedentlich lumifizirende Reactionen hervorbringen können; so, daß der Punkt a' nach einander die Reactionen (als Farben sich äußernd) $a a' a''$ ——— $b b' b''$ ——— $d d' d''$ ——— ausübt, wie er nach und nach aus einer Operationslinie in die andere gelangt. Daß hier ein allmähliges Uebergehen in den Reactionen statt finde, ein Gesetz der Continuität sich offenbare, ist eben so natürlich, als daß ein Gesetz der Continuität in den Modificationen der Fortleitung statt finden müsse, wenn man nach einander (in Gedanken) die Fortleitungen auf jene Kugeloberflächen bezieht, die man sich denken kann, wenn man nach einander dem Winkel αai , die steigenden Werthe von 0 bis 90° ertheilt.

Wir wollen in der Folge durch $\alpha \alpha' \alpha''$ ——— $\beta \beta' \beta''$ ——— $\delta \delta' \delta''$ ———, die verschiedene Qualität der lumifizirenden Actionen nach den Richtungen ak und ak' und folglich auch nach deren combinirten Richtungen bezeichnen, wodurch die Reactionen $a a' a''$ ——— $b b' b''$ ——— $d d' d''$ ——— im Punkte a' bewirkt werden *). Hingegen soll $\alpha \alpha' \alpha''$ ——— $\beta \beta' \beta''$ ——— $\delta \delta' \delta''$ ——— die Größen jener Bestrebungen nach ak ausdrücken, und $\alpha \alpha' \alpha''$ ——— $\beta \beta' \beta''$ ——— $\delta \delta' \delta''$ ——— die Größen dieser Bestrebungen nach ak' **). In diesem Sinne sagen wir z. B. aus dem Streben (die Lumification fortzuleiten) unter der Modification α und α , ergibt sich eine Fortleitung der Lumification, unter

*) So bezögen sich z. B. $a a' a''$ — auf die zu gleicher Zeit in der rothen Farbe erscheinenden Farben u. s. w., ohne Rücksicht auf die Größe des Strebens der Fortleitung.

**) Es ist nämlich $\alpha = f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)$, eben so $\beta = f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)$, u. s. w.

der Modification α , nach der Diagonale jenes Parallelogramms, dessen Seiten nach ak und ak' , durch α und α , gemessen sind.

Gestattet man bloß einer Operationslinie $ab'a'$ (unter den unendlich vielen, unendlich nahe neben einander laufenden Operationslinien) ihre weitere Fortsetzung über die Glasmasse hinaus (nach $b'a'$); indem man quer durch alle Operationslinien [unterhalb DC], außer durch jene $ab'a'$, Körper legt, die bloß vordurchleuchtend nicht hinterleuchtend sind [indem man z. B. DC mit einer Messingplatte bedeckt, die in b' durchbohrt ist]; legt man in diese einzige Operationslinie $b'a'$ eine reine farblose Glasmasse, deren dem Punkte b' zugewandte Oberfläche MN mit $b'a'$ einen schiefen Winkel bildet; und ist die lumifizirende Action von $b' = \delta$, also die lumifizirende Reaction von a' , wenn dieses unmittelbar in $b'a'$ versetzt wird $= d$ (z. B. violett), so wird Folgendes erfolgen:

Da der Glaspunkt b' ein leuchtender Punkt ist, der keine normale lumifizirende Action (wie die Sonne) ausübt, sondern die lumifizirende Action unter der Modification δ ; so ist es sehr natürlich, daß der Glaspunkt k ursprünglich ein Streben für Fortleitung der Lumification nach Ka' unter der Modification δ annehmen werde; und daß derselbe Punkt K innerhalb der Glasmasse Bestrebungen nach Lumificationsfortleitung, nach den Regeloberflächen annehmen werde, welche Bestrebungen jedoch sich auch hier vorherrschend auf die Modification δ der lumifizirenden Action beziehen werden. Aus diesen letztern Bestrebungen kann nur ein Streben der Fortleitung der Lumification, nach dem Perpendikel KL entstehen, und zwar unter der einzigen Modification δ , also ein Streben

$$f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0). \text{ Aus den Bestrebungen nach } Ka' \text{ und nach } KL, \text{ unter der gleichnamigen Modification } \delta, \text{ wird sich eine Gesamtfortleitung bilden, und zwar nach der Diagonale jenes Parallelogramms, dessen Seiten nach } Ka' \text{ und } KL \text{ durch } \delta \text{ und } \delta =$$

$= f\left(\frac{\pi}{2}\right) - f(0)$ gemessen werden, worin δ und δ das quantitative Verhältniß jener Bestrebungen nach Ka' und KL ausdrücken. Dieß Gesamtbestreben nach der erwähnten Diagonale, entstanden aus den gleichnamigen Bestrebungen δ und δ , wird sich gleichfalls auf eine lumifizirende Action unter der Modification δ beziehen. Das heißt: der Glaspunkt an der (der Fläche MN) gegen über stehenden Glasoberfläche, welcher Glaspunkt in der erwähnten Diagonale (resultirenden Operationslinie) liegt, wird zum leuchtenden Punkte (außerhalb der Glasmasse wirkend), und zwar eine lumifizirende Action ausübend, unter der einzigen Modification δ . Wird daher in dessen Operationslinie (in die Diagonale, welche über die Glasmasse hinausfällt) der Punkt a' der weißen Oberfläche eines Körpers gesetzt, so wird der Punkt a' eine lumifizirende Reaction ausüben, un-

ter der Modification d, ganz so, als ob a unterhalb D C in die Operationslinie b' K des leuchtenden Glaspunktes b' gesetzt worden wäre. So würde z. B. a' unterhalb b' eben sowohl als unterhalb des untern Glaskörpers MN violett erscheinen.

Diese aus unserer Lichttheorie entwickelte Folgerung stimmt ganz mit der Erfahrung überein; denn sie bezieht sich auf folgende merkwürdige Entdeckung Newtons, die in der Sprache des Atomistikers folgendermaßen lautet: Wenn ein Sonnenstrahl durch ein Glasprisma in seine farbigen Strahlen getheilt worden, und wenn man hinter diesem Prisma irgend einen jener farbigen Strahlen durch ein zweytes Prisma unter welchem immer einem Neigungswinkel allein für sich auffängt, so wird dieser einzelne farbige Strahl von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt; allein er wird fortan nicht mehr in andere farbige Strahlen zerlegt; sondern fährt unverändert wieder aus dem zweyten Prisma.

Strenge genommen beruht das hier Gesagte blos auf rein mathematischen Begriffen, denn es wird im Experimentiren eben so unmöglich seyn, eine Operationslinie, die bloß einer Modification des Lumifizirens entspricht, zu betrachten, als es unmöglich ist eine mathematische Linie sinnlich darzustellen. Strenge genommen, wird die kleine Oeffnung in b' immer unendlich viele Operationslinien unverändert lassen, und der Glaspunkt K wird eigentlich durch unendlich viele leuchtende Punkte influenzirt werden, deren lumifizirende Actionen den Modificationen $\delta \delta' \delta''$ — entsprechen werden. Es wird daher auch der Punkt K sowohl nach K a' als nach K L Bestrebungen nach Lumificationsfortleitung annehmen, welche den Modificationen $\delta \delta' \delta'' \dots$ entsprechen werden. Strenge genommen wird hier aus den Bestrebungen δ und δ' eine Gesamtfortleitung entstehen, eben so aus δ' und δ'' , eben so aus δ'' und $\delta''' \dots$, und es werden alle diese Fortleitungen des Lumifizirens nicht in einerley Richtung liegen, jedoch in Richtungen die unendlich nahe an einander liegen; und so wird denn aus unendlich vielen unendlich nahe an einander liegenden Richtungen eine endliche Fläche sich bilden, deren Basis durch a' begrenzt, den Augen immer nur als ein Punkt erscheinen wird; so wie an einer krummen Linie ein Flächenelement, welches dem sehr kleinen aber endlichen Incremente Δx der Abscisse x entspricht, aus unendlich vielen neben einander gereihten Ordinaten besteht, wenn auch Δx so klein wäre, daß es dem Auge als ein Punkt erscheinen möchte. Auch werden hier alle in dem endlichen Flächenelemente denkbare Ordinaten von einander so wenig abweichen, daß sie näherungsweise als gleich groß betrachtet werden können. Ganz auf dieselbe Weise wird auch der Punkt a' (der kein mathematischer Punkt ist) hinter dem zweyten Prisma die lumifizirende Reaction unter den Modificationen $\delta \delta' \delta''$ — ausüben, welche Modificationen näherungsweise als gleich angenommen werden können; so daß man, blos für die Sinne gesprochen, eben sowohl sagen kann, der Punkt a' erscheine

hinter dem zweyten Prisma d farbig, als er erscheine d' farbig, oder als er erscheine d'' farbig u. s. w.

Beziehen wir unsere Theorie über die Entstehung des Farbenbildes an der hinter dem Prisma befindlichen weißen Oberfläche (Oberfläche von normaler lumifizirender Reaction, wenn sie in die Operationslinie von normaler lumifizirender Action versetzt wird), auf die allerersten Grundsätze, wornach wir das Phänomen der sogenannten Strahlenbrechung betrachteten, wobey wir an der lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse ein doppeltes Streben annahmen, nämlich nach ak und ak' (letzteres als Resultat der Bestrebungen nach den Regeloberflächen), und wobey wir in diese zweyerley Bestrebungen das Verhältniß erblickten, nach welchem der Glaspunkt a sich auf den leuchtenden Punkt b und zugleich sich auf die übrige Glasmasse $ABCD$ bezieht, wobey folglich das Verhältniß zum activen Verhalten von Seiten des Glaspunktes a in Ausübung seiner lumificationsfortleitung hervorging; fassen wir alles dieses zusammen, verlieren wir unsere Ansicht nicht aus dem Auge, und abstrahiren wir gänzlich von der gewöhnlichen atomistischen Lichttheorie; so sehen wir ein, daß der beleuchtete Glaspunkt a (durch die Sonne b) rücksichtlich seiner lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse $ABCD$, nicht bloß lumifizirende Actionen von verschiedener Modification zu gleicher Zeit ausübe; sondern, daß er in Ausübung dieser lumifizirenden Actionen ein eben so mannigfaltiges Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten äußere, d. h. daß er für jede Modification δ seiner lumifizirenden Action ein eigenes Verhältniß in den Bestrebungen nach ak und nach ak' beobachte. Wäre dieß nicht der Fall, würde der Punkt a dasselbe Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten, bey allen Modificationen der lumifizirenden Action aussprechen, oder, würde er bey allen Modificationen der lumifizirenden Action dasselbe Verhältniß der Bestrebungen nach ak und ak' die lumification fortzuleiten, äußern; so müßte das Resultat aller seiner Bestrebungen in eine und dieselbe Diagonale fallen, und es gäbe dann kein Farbenbild, sondern bloß einen weiß erscheinenden Punkt hinter dem Glasprisma. So aber bewiesen uns die verschiedenen Richtungen der lumificationsfortleitung rücksichtlich der verschiedenen Modificationen in der lumifizirenden Action des Punktes a , daß er wirklich für jede Modification ein eigenes Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten beobachte. Ja! was noch auffallender ist, er beobachtet in allen Fällen (bey allen Einfallswinkeln in baq) einerley Rangordnung unter diesen Verhältnissen, und verkündet hiedurch gleichsam die Rangordnung unter den verschiedenen Modificationen seiner lumifizirenden Action. Das ist so zu verstehen: wenn der Punkt a bey irgend einem Einfallswinkel baq rücksichtlich der Modification α ein größeres Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten äußert, als rücksichtlich der Modification β , so thut er dieß bey jedem andern Einfallswinkel baq auch (bey allen Ein-

fallswinkeln wird, nach der Sprache des Atomistikers der rothe Strahl weniger als der violette Strahl zum Perpendikel gebrochen); wobey man den Modificationen der lumifizirenden Action einen um so höhern Rang ertheilen muß, je kleiner das Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten ist; denn durch die Modificationen der lumifizirenden Action äußert sich dann der Glaspunkt a, als lumifizirender Punkt in einem höhern Grade activ, in einem höhern Grad beherrschend, in einem niedern Grade beherrscht; er nähert sich in dieser Hinsicht mehr der Natur eines für sich leuchtenden Punktes.

Diesen Ansichten gemäß, dürfen wir z. B. sagen: Der Glaspunkt a äußert, bey seiner lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse A B C D, bey jedem Einfallswinkel baq , unter den Verhältnissen des passiven Verhaltens zum activen Verhalten eine abnehmende Gradation, rücksichtlich der Modificationen der lumifizirenden Action, welche an der weißen Oberfläche (Oberfläche von normaler lumifizirender Reaction) die Modificationen der lumifizirenden Reaction bewirken, welche Modificationen wir roth, orangengelb, grün, blau, indigo, violett nennen (nach dieser Ordnung werden die farbigen Strahlen zum Perpendikel gebrochen, in der Sprache des Atomistikers). Wir dürfen daher sagen: Der Glaspunkt a äußert sich bey seiner lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse A B C D, am activsten bey der Modification, die sich auf violett bezieht, weniger activ bey der Modification die sich auf indigo bezieht, noch weniger activ bey der Modification, die sich auf blau bezieht, noch weniger activ bey jener Modification, die sich auf grün bezieht, noch weniger activ bey jener Modification, die sich auf orange bezieht, endlich am wenigsten activ bey jener Modification, die sich auf roth bezieht.

Und so wären denn vielleicht die verschiedenen Farben nichts anderes, als der verschiedene Ausdruck des activen Verhaltens, das ein zum leuchtenden Punkte gewordener beleuchteter Punkt in seiner lumifizirenden Action auszusprechen strebt *). Da nur im beleuchteten Punkte der zweyfache Ausspruch des Passiven und Activen statt finden kann, indem sich der leuchtende Punkt immer nur activ aussprechen kann, so nehmen wir eine Verschiedenheit in den Modificationen des lumifizirens nur an beleuchteten Punkten wahr, nie am leuchtenden Punkte.

§. 244. Wenn wir von jenen Modificationen der lumifizirenden Reaction an beleuchteten Oberflächen sprechen, welche sich als dasjenige darstellen, was wir im gemeinen Leben Farbe nennen; so ist es der den Ausdrücken einer wissenschaftlichen Naturlehre so notwendigen Präcision, wenig angemessen, die Farben mit Namen zu benennen; denn

*) So würde der beleuchtete Glaspunkt a sein actives Verhalten am Energischsten aussprechen, durch jene Modification der lumifizirenden Action, welche sich auf violett bezieht, weniger durch jene Modificationen, welche sich auf indigo und blau beziehen, noch weniger durch jene, welche sich auf grün und gelb beziehen, noch weniger durch jene, welche sich auf orange und roth beziehen.

hiebey können wir immer nur uns auf einzelne Nuancen beziehen, deren es doch im prismatischen Farbenbilde unendlich viele gibt. Sollen wir die jedesmalige Farbe, d. h. die jedesmalige Modification der lumifizirenden Reaction an Oberflächen, von der wir sprechen wollen, mit jener Bestimmtheit ausdrücken, welche nicht bloß die reine Mathematik, sondern selbst die angewandte Mathematik gebieterisch von uns fordern; so bleibt uns kein Mittel übrig, als die jedesmalige erwähnte Modification, die jedesmalige Farbe, durch ein Maaß auszudrücken, worauf sie sich unmittelbar bezieht, oder wovon sie eine Function ist; denn nur im Maaße der Größen liegen alle erdenklichen Nuancen, nur hier ist es uns möglich, nach irgend einem Gesetze der Continuität alle in einander übergehenden Gradationen zu verfolgen, ohne gleichsam in abgebrochenen Absätzen, gleichsam sprunghaft von einem Verschiedenen zum andern zu übergehen. Alle in dem prismatischen Farbenbilde bestehenden Nuancen in abgesonderten Worten ausdrücken wollen, würde eine Anzahl von unendlich vielen Benennungen voraussetzen, und daher in Summe mehr Worte, als alle Sprachen der Welt zusammen genommen, auf alle nur denkbaren Gegenstände bezogen in sich fassen. Und dennoch vermögen wir alle diese unendlich vielen Nuancen mit geometrischer Präcision auf eine Weise auszudrücken, die jedem Kinde begreiflich wird, und dieß durch das Maaß.

Ich will hier eine Methode angeben, wie alle Farben-Nuancen im prismatischen Farbenbilde auf die erwähnte bestimmte Weise ausgedrückt werden können; und wie man hiedurch in den Stand gesetzt werde, daß jeder solcher einzelnen Nuance (jeder einzelnen Modification δ der lumifizirenden Reaction an der beleuchteten Oberfläche) entsprechende Gesetz zu bestimmen, wornach sie das Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten, bey jedem Winkel baq (baq ist der jedesmalige Winkel, den die Operationslinie ba , der Sonne b , mit jenem Perpendikel aq bildet, welcher auf die tangentialende Ebene $\alpha\beta$ durch jenen Punkt a der Oberfläche des beleuchteten Glaskörpers gefällt ist, welcher Punkt a in der Operationslinie ba der Sonne liegt) ausdrückt; ein reichhaltiger Gegenstand der interessantesten Untersuchungen über den eigentlichen Charakter des Glaspunktes a in seiner lumificationsfortleitung unter den vielseitigsten Modificationen.

Man denke sich einen vollen Glaszylinder (Fig. IX.) welcher durch eine in dessen Axe gelegte Ebene in zwey Hälften getheilt ist; nur die eine dieser beyden Hälften werde hier betrachtet, wie sie im Querschnitte $\alpha\gamma\beta$ dargestellt ist. Dieser halbe Glaszylinder $\alpha\gamma\beta$ sey um seine Axe a beweglich, und könne solchermaßen in jede beliebige Lage gebracht werden, wodurch die Ebene $\alpha\beta$ gegen den Horizont jedesmal eine beliebige Neigung erhält. Ferner sey ein mit $\alpha\gamma\beta$ concentrischer Ring oIn , wovon nur der vierte Theil oIn erforderlich ist, mit dem halben Glaszylinder dergestalt befestigt, daß er sich nur mit dem halben Cylinder bewegen kann, folglich gegen denselben unabänderlich einerley Lage be-

hält. Endlich sey dieser Viertelring an seiner innern Fläche weiß (von normaler lumifizirender Reaction). Diese Vorrichtung muß man in ganz gleichen Exemplaren zweymal besigen; und die Beobachtungen müssen an beyden zugleich vor sich gehen, und zwar folgendermaßen: die eine Vorrichtung bleibt unabänderlich in jener Lage, wobey eine Operationslinie der Sonne, welche die Aze a senkrecht schneidet, unabänderlich einerley Winkel mit $\alpha\beta$ bildet, wo wir dann diesen beständigen Winkel baq den Normalwinkel nennen wollen (es versteht sich, daß diese Vorrichtung mit einem Heliostate in Verbindung gesetzt werden muß). Das andere Exemplar wird gleichfalls so gestellt, daß die Aze a von einer Operationslinie der Sonne fortwährend senkrecht durchschnitten werde; jedoch wird übrigens dem Glaszylinder sammt Ringe jede beliebige Lage durch Umdrehen um die Aze a erteilt, so daß der Winkel baq alle betübigen Werthe erhalten kann.

Nun ist folgendes leicht zu begreifen: an der fixen Vorrichtung wird unabänderlich einerley Farbenbild lh am Viertelringe zu bemerken seyn; da hingegen an der beweglichen Vorrichtung das Farbenbild fortwährend Veränderungen erleiden wird, wie die Umdrehung um a vorgenommen, und hiedurch der Einfallswinkel baq verändert wird.

Soll nun für irgend eine angenommene Farben-Nuance das Gesetz des derselben entsprechenden Verhältnisses des passiven Verhaltens zum activen Verhalten aus Versuchen gefunden werden (in der Sprache des Atomistikers das Gesetz der Brechbarkeit für jeden farbigen Strahl), und zwar, für alle erdenkliche Werthe des Einfallswinkels baq ; so verfähre man folgendermaßen: man suche diese Nuance auf dem Ringe der fixen Vorrichtung auf, und merke sie sich durch den Grad des Bogens, auf welchen sie fällt, z. B. die Nuance grün in s , durch die Anzahl von Graden, die von o bis s ausfallen. Nun wende man sich zu der beweglichen Vorrichtung; gebe ihr nach und nach alle jene Lagen, wodurch der Winkel baq successiv regelmäßig zunimmt oder abnimmt; und bemerke genau den Grad des Viertelrings, auf welchem die Nuance grün (die man aber die Nuance os Grade nennt) bey dem jedesmaligen Winkel baq fällt. Dieß kann man darum, weil man am Viertelringe der fixen Vorrichtung im Punkte s fortwährend einen richtigen Vergleichspunkt hat; man darf nämlich nach jeder Veränderung von baq nur immer beurtheilen, in welchem Grade des Viertelbogens an der beweglichen Vorrichtung jene Nuance bemerklich sey, welche sich im Viertelringe der fixen Vorrichtung unabänderlich in s befindet. Hat man nun nach einander aufgezeichnet, auf welche Grade des Viertelbogens an der beweglichen Vorrichtung eine und dieselbe Nuance gefallen sey; und hat zugleich bemerkt, welche die entsprechenden Einfallswinkel baq waren, so läßt sich durch Interpoliren und andern bekannten Methoden das Gesetz analytisch ausdrücken, wornach die Fortleitung jeder Nuance vom Einfallswinkel baq abhängt. Und so ist denn das Gesetz gefunden, wornach jede Nuance, jede Modification der lumifizirenden Reaction, folglich jede Modi-

fication der lumifizirenden Action des Glaspunktes a bey jedem Winkel baq ein bestimmtes Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten ausspricht; oder es ist (nach der Sprache des Atomistikers) das Brechungsgesetz für jeden farbigen Strahl aus Luft in Glas gefunden.

Dasselbe ließe sich auch mit zwey gleichen Prismen herausbringen, allein auf eine viel schwierigere Weise; indem hier allemal auf die zweyte Brechung von Glas in Luft Rücksicht genommen werden müßte, welches beym halben Cylinder nicht der Fall ist, da jeder Strahl aus dem Glase in die Luft senkrecht ausfährt.

Bis genaue Versuche auf die hier angegebene Weise uns das Gesetz lehren, wornach (bey der lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse), für jede einzelne Modification β der lumifizirenden Action (des Glaspunktes a) die Fortleitungsrichtung von der jedesmaligen Richtung der Operationslinie ba (von normaler lumifizirender Action) abhängt; wollen wir (wie dieß aus Newtons Versuchen hervorzugehen scheint) annehmen, es bestehe ein constantes Verhältniß C unter den Sinussen jener zwey Winkel, deren einer der jedesmalige Einfallswinkel baq , der andere aber jener λ ist, welchen der Perpendikel qak' mit jener entsprechenden Fortleitungsrichtung bildet, die sich auf die einzelne Modification β der lumifizirenden Action bezieht, (ein constantes Verhältniß unter den Sinussen des Einfalls- und Brechungswinkels, für einerley farbigen Strahl, in der Sprache des Atomistikers),

$$\frac{\sin \lambda}{\sin baq} = C$$

hieraus folgt (aus schon erwähnten Gründen ganz wie bey der Strahlenbrechung ohne Farbenzerstreuung)

$$\beta : \left(f_{\beta} \left(\frac{\pi}{2} \right) - f_{\beta} (0) \right) = \\ = C : \left(\sqrt{1 - C^2 + C^2 \cos^2 baq} - C \cdot \cos baq \right),$$

wodurch ausgedrückt wird, das Verhältniß des passiven Verhaltens zum activen Verhalten an der einzelnen Modification β der lumifizirenden Action (rück sichtlich der lumificationsfortleitung am Glaspunkte a innerhalb der Glasmasse); bey jedem Einfallswinkel baq .

Bezeichnen wir überhaupt jedes Verhältniß dieser Art, das sich auf eine einzelne Modification α bezieht, durch R , so ist

$$R_{\alpha} = \frac{C_{\alpha}}{\sqrt{1 - C_{\alpha}^2 + C_{\alpha}^2 \cdot \cos^2 baq} - C_{\alpha} \cdot \cos baq}.$$

Wir wollen in der Folge ein für allemal unter α die Modification verstehen, die sich auf das größte Verhältniß der Passivität zur Activität bezieht; die sich nämlich auf das äußerste Noth im Punkte 1 der fixen Vorrichtung bezieht. Es ist daher

$C_{\alpha} = \frac{\sin \cdot la o}{\sin \cdot N}$ wenn wir in der fixen Vorrichtung den Normalwinkel $baq = N$ setzen.

Eben so ist rücksichtlich der Modification β , die sich z. B. auf den Grad s (am Viertelringe der fixen Vorrichtung) bezieht

$$R_{\beta} = \frac{C_{\beta}}{\sqrt{1 - C_{\beta}^2 + C_{\beta}^2 \cdot \cos^2 baq} - C_{\beta} \cdot \cos baq}$$

worin $C_{\beta} = \frac{\sin sa o}{\sin N}$ ist.

Suchen wir aus diesen beyden Gleichungen den Werth von $\cos baq$, so folgt weiters hieraus die Gleichung:

$$R_{\beta} = \frac{A}{2} \pm \sqrt{\frac{A^2}{4} + \frac{C_{\beta}^2}{1 - C_{\beta}^2}},$$

worin $A = \frac{(R_{\alpha}^2 - C_{\alpha}^2 - C_{\alpha}^2 R_{\alpha}^2) C_{\beta}^2}{C_{\alpha}^2 R_{\alpha} (1 - C_{\beta}^2)}$ ist. Durch die vorletzte Gleichung ist ausge-

drückt: Das bey irgend einem Einfallswinkel baq statt findende Verhältniß R_{β} des passiven Verhaltens zum activen Verhalten an irgend einer Modification β , durch folgende Größen: durch das constante Brechungsverhältniß C_{α} an der Normal-Modification α , und durch das bey demselben Einfallswinkel baq statt findende Verhältniß R_{α} des passiven Verhaltens zum activen Verhalten an der Normal-Modification α .

Da der Werth von R_{β} durch jenen von R_{α} unabänderlich auf einerley Weise ausgedrückt wird, habe der Einfallswinkel baq welcher immer einen Werth, so ergibt sich (wenn wir die Rangordnung unter den Modificationen $\alpha \alpha' \alpha'' - \beta \beta' \beta'' - \delta \delta' \delta''$ — nach

den Verhältnissen ihres passiven Verhaltens zu ihrem activen Verhalten bestimmen) folgender merkwürdiger Satz:

Bei allen Einfallswinkeln baq besteht unter den (einerley Einfallswinkel entsprechenden) Modificationen $\alpha \alpha' \alpha'' \dots \beta \beta' \beta'' \dots \delta \delta' \delta'' \dots$ der lumifizirenden Action des Glaspunktes a (als Lumificationsfortleitung innerhalb der Glasmasse betrachtet), nicht bloß einerley Rangordnung, sondern es besteht sogar unabänderlich einerley Gesetz für diese Rangordnung.

Wir wollen nun den analytischen Ausdruck suchen, für die Summe aller Verhältnisse des passiven Verhaltens zum activen Verhalten, die allen jenen Modificationen zusammengekommen entspricht, welche bei irgend einem Einfallswinkel baq statt finden. Jene Summe heiße das Verhältnismoment.

Sey der Einfallswinkel Baq vom Normaleinfallswinkel $baq = N$ verschieden, und seyen dann die Fortleitungen der Modificationen α und δ , welche dem äußersten Roth und äußersten Violett entsprechen, nach den Richtungen aL und aH bestimmt; so reducirt sich unsere Aufgabe darauf, das Verhältnismoment auszudrücken, das der Fläche $L a H$ entspricht.

Sey $nG = x$, die diesem Bogen entsprechende Modification (nach aG wirkend) $= \gamma$, das dem Bogen x entsprechende Verhältnismoment $= r$, so ist $dr = B \cdot R \cdot dx$,

worin B ein beständiger Coefficient ist. Hieraus folgt, da $C = \frac{\cos x}{\sin Baq}$ ist,

$$r = - B \cdot \int \frac{\cos x \cdot dx}{\cos (Baq + x)}.$$

Nehmen wir für den Einfallswinkel Baq einen sehr kleinen Werth an, so dürfen wir setzen

$$\begin{aligned} \cos x &= \frac{\pi}{2} - x, \text{ und } \cos (x + Baq) = \\ &= - \sin \left(x + Baq - \frac{\pi}{2} \right) = \frac{\pi}{2} - x - Baq \end{aligned}$$

wornach sich dann näherungsweise ergibt:

$$r = B \cdot Baq \cdot \log \cdot \text{nat.} \left(\frac{x + Baq - \frac{\pi}{2}}{D} \right) -$$

$$- B \left(x + Baq - \frac{\pi}{2} \right).^{*)}$$

Die durch Integration in die Rechnung gekommene Constante D, bestimmt man dadurch, daß obiger Ausdruck verschwindet für

$x = \frac{\pi}{2} - \text{Arc. Sin. } \left(\frac{C}{a} \cdot \text{Sin } Baq \right)$, wenn nämlich der Bogen x dem äußersten Roth entspricht, dessen Brechungsverhältniß $= C$. Diesem gemäß ist

$$D = e^{1.n. \left(Baq - \text{Arc. Sin. } \left(\frac{C}{a} \text{Sin } Baq \right) \right) + \text{Arc. Sin. } \left(\frac{C}{a} \text{Sin } Baq \right) - 1} \cdot Baq$$

worin e die Basis der natürlichen Logarithmen ausdrückt.

Substituiren wir in obige Gleichung

$x = \frac{\pi}{2} - \text{Arc. Sin. } \left(\frac{C}{a} \text{Sin } Baq \right)$, worin C das Brechungsverhältniß des äußersten Violets ausdrückt, so erhalten wir das Verhältnißmoment der ganzen Fläche innerhalb welcher die wahrnehmbaren Modificationen der lumifizirenden Action (rückichtlich der Lumificationsfortleitung am Glaspunkte a) bestehen, nämlich:

$$B \cdot Baq \cdot \log. \text{ nat. } \left(\frac{Baq - \text{Arc. Sin. } \left(\frac{C}{a} \text{Sin } Baq \right)}{D} \right) - B \left(Baq - \text{Arc. Sin. } \left(\frac{C}{a} \text{Sin } Baq \right) \right).$$

Dieser letztere Ausdruck ist nur näherungsweise wahr, und nur dann, wenn Baq sehr kleine Werthe hat, die jedoch noch endlich seyn müssen. Er gilt nicht mehr, wenn $Baq = 0$ gesetzt wird, wo dann das Verhältnißmoment, statt in einer Fläche bloß in der Linie ak' wirksam ist, für welchen Fall unsere ursprüngliche Differenzialgleichung

$$dr = B \cdot R \cdot dx$$

nicht mehr anwendbar ist.

Ich beschließe hiermit einstweilen die Darstellung meiner Theorie der Lichterscheinungen, und behalte mir vor, sie in den Nachträgen zu der vorliegenden Schrift weiter zu entwickeln, da ich mich (meinem Plane gemäß) in dieser Schrift kurz genug fassen muß, damit die Uebersicht des Zusammenhanges nicht allzusehr erschwert werde.

*) Die Integration geschieht, indem man $\frac{\pi}{2} - x - Baq = -u$ setzt; setzt man es $= +u$, so bringt man den imaginären Ausdruck $\log: \text{nat.} : \left(\frac{\pi}{2} - x - Baq \right)$ in die Rechnung.

§. 245. Wir haben bisher von den Erscheinungen der Wärme an und für sich, und und eben so von den Erscheinungen des Lichtes gesprochen. Im Folgenden soll Einiges über jene Erscheinungen gesagt werden, bey denen Wärme und Licht zugleich concurriren; welches vielleicht in allen Fällen geschieht; allein, wir sind hierin nicht allemal fähig es zu bemerken.

§. 246. Licht und Wärme zeigen in vielen Fällen eine Analogie in ihren Wirkungen. Für diese Fälle wäre es interessant die quantitativen Gesetze zwischen dem thermometrischen und photometrischen Grade zu bestimmen, d. h. durch Versuche auszumitteln, welcher Grad der Temperatur erfordert werde, um in derselben Zeit dieselbe Wirkung hervorzubringen, als ein bestimmter photometrischer Grad des Lichtes.

Gay Lussac und Thénard haben über die Analogie der Wirkungen von Licht und Wärme einige sehr schöne Versuche bekannt gemacht, die ich hier kurz anführe *):

Gold- und Silberauflösung in Berührung gebracht mit Oelen, Aether und Kohle, wird durch Licht zersezt; so wie auch durch eine Hitze von 100° , wie Rumford gezeigt hat.

Die liquide oxydirte Salzsäure wird durch ein nicht sehr starkes Licht zersezt; sie wird es aber auch durch eine Wärme nach der Dunkelrothglühitze.

Die concentrirte Salzsäure wird zersezt durch ein sehr lebhaftes Licht; sie wird es auch durch eine Wärme fast gleich der Dunkelrothgluth.

Das oxydirtsalzsaure Gas vermischt entweder mit Hydrogengas, oder hydrogenirtem Kohlenoxydgas, verpufft bey Berührung der Sonnenstrahlen; es verpufft auch bey einer Hitze von $125 - 160^{\circ}$; die Zersekung erfolgt bey einem schwachen Lichte oder bey schwacher Wärme nur langsam.

Das schwarze Quecksilberoxyd verwandelt sich in rothes am Lichte; dieselbe Veränderung erfolgt durch die Wärme.

Braunes Bleioxyd, und ohne Zweifel auch die Oxyde von Silber, Gold und Platina zersekten sich im Lichte; sie zersekten sich auch in der Wärme.

Die Farben des Saffors, Campeschenholzes, Brasilienholzes, Curcumä, und Bau werden durch Wärme und auch durch Licht zersezt.

Gay Lussac und Thénard schließen aus diesen Versuchen, daß, da das Licht keine chemische Wirkung äußert, welche nicht eine mehr oder minder starke Wärme auch hervorbringen könnte, es dargethan sey, daß die Wirkung des Lichtes ganz dieselbe, als die der Wärme bey chemischen Erscheinungen sey; und weil man bisweilen eine der Dunkel-

*) Schweiggers Journal 1812.

rothglühige nahe kommende zu diesen Wirkungen nöthig hat, so muß man daraus schließen, daß seine Wirkung diesem Grade der Hitze gleich kommen könne.

Wir haben schon an andern Orten, Licht und Wärme als Actionen dargestellt, deren erstere als Aeußerung des Streites, letztere als aus diesem Streite hervorgehendes Resultat erscheint. Jene beyden Actionen gehören gleichsam zu einander wie in der Mechanik, Druck und Bewegung; daher es sehr natürlich ist, daß jene Actionen, unter gehörigen quantitativen Verhältnissen, ähnliche Wirkungen hervorbringen.

§. 247. Die chemischen Proceß sind meistens von Licht- und Wärme-Erscheinungen begleitet.

H. Davy erklärt dieß folgendermaßen *): Die Stärke der Anziehung der auf einander wirkenden Körper, bestimmt die Schnelligkeit ihrer wechselseitigen Verbindung, und im Verhältnisse dieser wächst die Intensität von Wärme und Licht. Erscheinungen von Licht und Wärme dürfen betrachtet werden, als das allgemeine Resultat der Wechselwirkung, bey starken chemischen Anziehungen, bey sehr verschiedenen elektrischen Verhältnissen, wo zu gleicher Zeit intensive heftige Bewegungen in den kleinsten Theilchen der auf einander wirkenden Körper entstehen; Wärme und Licht, erscheinen nicht bloß da, wo Sauerstoff Verbindung eingeht.

Ich habe schon an einem andern Orte meine Ansichten hierüber geäußert, indem ich die Erscheinungen von Licht und Wärme während der chemischen Wechselwirkung, als die Manifestation jenes Streites erklärte, welcher während der Unstimmung der Typen zur chemischen Action statt findet.

§. 248. Wenn ein Lichtstrahl mit der Fläche eines Körpers c irgend einen Winkel bildet, so wird ein, in die Axe jenes Lichtstrahls gelegter Körper b allemal beleuchtet, wenn er sich vor der Fläche von c befindet. Es kann aber der Körper b auch noch außerhalb dieses Raumes beleuchtet werden, und zwar: 1) Entweder außerhalb der Axe des Strahls, wenn er in die gehörige Lage vor der Fläche von c gebracht wird; 2) Oder wenn er in die gehörige Lage hinter der Fläche von c gebracht wird. Im ersten Falle, wo mittelst des Körpers c eine Beleuchtung nach vorn geschieht, nenne ich c einen vorderleuchtenden Körper; hingegen im letzten Falle, wo mittelst des Körpers c eine Beleuchtung nach hinten geschieht, nenne ich c einen hinterleuchtenden Körper **). Wird der Körper außergalb der Axe des Strahls, vor der Fläche von c, auch noch beleuchtet ent-

*) H. Davy Elemente des chemischen Theils

**) Vorderleuchtender Körper ist das, was man einen, das Licht zurückwerfenden Körper nennt, welcher letztere Ausdruck hypothetisch die Materialität und Bewegung des Lichts voraussetzt. Hinterleuchtender Körper heißt so viel, als durchsichtiger Körper. Ich wählte den Ausdruck hinterleuchtender Körper, um den Gegensatz mit jenem vorderleuchtenden Körper fühlbar zu machen.

weder in andern Punkten vor der Fläche von c , oder in bestimmten Punkten hinter der Fläche von c , und geschehen diese Beleuchtungen ganz mit derselben Stärke, mit derselben Intensität, als in der Ape des Strahls vor der Fläche von c , so nenne ich im ersten Falle c einen vollkommen vorderleuchtenden Körper, und im zweyten Falle c einen vollkommen hinterleuchtenden Körper (nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauche, Körper von vollkommener Zurückwerfung oder von vollkommener Durchsichtigkeit). Hieraus folgt, was die Ausdrücke unvollkommen vorderleuchtender Körper und unvollkommen hinterleuchtender Körper bedeuten.

Nach der gewöhnlichen Ansicht, wird angenommen, daß bey diesen letztern Körpern ein Theil des als Materie betrachteten Lichts, vom Körper c verschluckt werde. Was dieser Ausdruck Verschluckt werden so eigentlich heißen soll, ist nicht recht bestimmt; wird ein Theil der Lichtmaterie mit dem Körper c verbunden, oder verliert die Lichtmaterie in ihrer fortschreitenden oder rotatorischen Bewegung etwas von ihrer Geschwindigkeit durch das Anstoßen an c ? Im ersten Falle wird es unbegreiflich (mag man auch die Chimäre der Feinheit der Lichtmaterie noch so weit verfolgen), wie der Körper c nach einem lang fortgesetzten Eindrucke des Lichts, gar nicht an seinem Gewichte zunehme. Im letzten Falle begreift man nicht, wie der Körper c nicht endlich einen kleinen Grad der Bewegung erhalte.

Ich halte mich hier unmittelbar an die Erscheinung, ohne vorgefaßte hypothetische Ansichten, mit dem schlichten Sinne des Beobachters, und da bemerke ich nichts von einer Lichtmaterie, nichts von einem Hindurchgehen oder von einem Zurückgeworfenwerden des Lichts. Ich sehe hier weiter nichts, als eine bestimmte Gruppierung in jenen eingebildeten Linien innerhalb welcher eine Wechselwirkung zwischen dem leuchtenden und beleuchteten Körper statt findet.

Was hier in Beziehung auf die Beleuchtung gesagt wurde, gilt eben so rücksichtlich der Erwärmung; es gibt demnach vorderwärmende und hinterwärmende Körper, und zwar vollkommene und unvollkommene.

Nach einigen neuern Versuchen, von Herschel, Ritter, Davy sollen hier sogar rücksichtlich der Lage der eingebildeten Linien (der zurückgeworfenen und gebrochenen Strahlen) ähnliche Geseze statt finden, als bey der Beleuchtung. Indessen mag dieß immer noch bezweifelt werden, da der Wirkungsraum der Beleuchtung der Linie, hingegen der Wirkungsraum der Erwärmung, dem cubischen Raume folgt, so wie der Wirkungsraum der Elektrizität der Fläche folgt.

Ein vollkommen vorderleuchtender, und eben so, ein vollkommen hinterleuchtender Körper (nach der gewöhnlichen Sprache, Körper, die das Licht vollkommen zurückwerfen oder vollkommen hindurchlassen), werden durch die Sonnenstrahlen nicht erwärmt. Die Er-

wärmung wächst aber, je unvollkommener die Vorderleuchtung oder Hinterleuchtung ist (nach der gewöhnlichen Sprache je unvollkommener das Licht zurückgeworfen oder hindurchgelassen wird).

Dies erklärt man gewöhnlich folgendermaßen: Der Sonnenstrahl ist aus Lichtstoff und Wärmestoff zusammengesetzt; wird das Licht vollkommen zurückgeworfen oder hindurchgelassen, so hat der Sonnenstrahl keine innere Veränderung erlitten; wird aber ein Theil des Lichtes verschluckt, so wird ein Theil der Wärme frey, (gleichsam wie bey einer chemischen Fällung), und äußert sich aufs Thermometer.

§. 249. In der Regel werden durch Sonnenstrahlen schwarze Körper stärker erhitzt, als rothe, rothe stärker als grüne, grüne stärker als gelbe, und gelbe stärker als weiße. Metalle werden weniger stark erhitzt, als erdige oder steinige Körper, oder als animalische und vegetabilische Substanzen. Polirte Oberflächen werden weniger stark erhitzt als rauhe^{*)}.

Man erklärt dies daraus, daß die Sonnenstrahlen aus Lichtstoff und Wärmestoff zusammen gesetzt seyen, und daß in diesen verschiedenen Fällen, mehr oder weniger Licht verschluckt, und hiedurch mehr oder weniger Wärme frey werde.

Nach meinen Ansichten (wornach ich da, wo ich nicht unmittelbar einen materiellen Stoff wahrnehme, ihn auch nicht voraussetze, sondern in den Erscheinungen bloß die Umstimmung der Typen betrachte), erkläre ich mir diese Erscheinung so: Wenn der leuchtende Punkt einen Körper erwärmt, so dauert im erwärmten Körper die erhöhte Temperatur auch noch dann fort, wenn man sich den leuchtenden Körper als verschwunden denkt; hingegen dauert die Beleuchtung des beleuchteten Körpers nur so lange, als die Wechselwirkung unter beyden Körpern besteht. Wir dürfen demnach annehmen, der leuchtende Körper strebe den Typus der Wärmeaction im beleuchteten Körper auf einen höhern Grad zu stimmen (so wie der stoßende Körper strebt, im gestoßenen Körper den Typus zur Bewegungsaction auf einen höhern Grad zu stimmen), und es äußere sich der Streit während dieser Umstimmung des Typus durch jene Erscheinung, welche wir die Beleuchtung des dunkeln Körpers nennen (so wie beym Stoße der Streit sich durch jenen Druck äußert, der zwischen beyden Körpern statt findet. Denkt man sich hier binnen der Zeit, während welcher der Stoß noch fortdauert, mit einemmale den stoßenden Körper als verschwunden, so hört zwar der Druck auf, nämlich die Aeußerung des Streites, nicht aber die veränderte Geschwindigkeit des gestoßenen Körpers, nämlich das Resultat der Umstimmung des Typus). Werden daher durch einerley leuchtenden Punkt zweyerley Körper in einerley Zeit auf verschiedene Grade erwärmt, z. B. auf den niedern Grad α und den höhern

^{*)} H. Davy Elemente..... enthält ein Mehreres hierüber.

Grad A, welches z. B. bey einem weißen und schwarzen Körper von einerley Materie der Fall wäre; so folgt, daß in ersterem Körper die Umstimmung des Typus zur Wärmeaction schwerer vor sich gehe, als im letztern Körper. Dieser Schluß ist mit jener Erscheinung sehr consequent, daß lichte Farben weniger erwärmt werden, als dunkle; bey erstern geht die Umstimmung des Typus zur Wärmeaction schwerer vor sich, als bey letztern, daher ist auch bey erstern der Streit heftiger als bey letztern, d. h. die Erscheinung der Beleuchtung ist bey erstern kräftiger als bey letztern.

§. 250. Werden im spectrum solare ähnliche Thermometer den einzelnen Farbenbildern ausgesetzt, so findet man, daß durch diese verschiedenen Farbenbilder verschiedene Wirkungen hervorgebracht werden. Die größte Hitze erregt das rothe Farbenbild, die kleinste, das violette. In einem Raume, der über dem rothen Farbenbilde hinausliegt, und wo kein sichtbares Licht wahrgenommen wird, ist die Temperatur am größten. Diese wichtige Entdeckung wurde von Herschel gemacht. Nach seiner Schätzung verhält sich das Vermögen der Erwärmung des rothen Farbenbildes zu dem des grünen, wie 55 zu 26, und zu dem des violetten, wie 55 zu 16. Ein Thermometer im rothen Farbenbilde zeigte in 10 Minuten eine Zunahme der Temperatur von 7° Fahrenheit; über dem rothen Farbenbilde hinaus, in gleicher Zeit, eine Zunahme der Temperatur von 9° Fahrenheit. Dieser Versuch Herschels ist aber auch nicht von allen Seiten her bestätigt.

§. 251. Wärme und Licht sind bey der Ausübung der animalischen und vegetativen Function sehr thätig, jedoch nicht auf dieselbe Weise. Die Wärme wirkt auf den Verlängerungstrieb der Pflanze, ohne den tonus zu vermehren. In heißen Gewächshäusern schießen die Pflanzen lange Schossen, aber diese sind sehr schwach, ohne Farbe und Geruch, so lange ihnen Licht mangelt. Kälte schadet der Pflanze, nicht weil ihre Flüssigkeiten frieren, sondern weil sie auf deren Lebensthätigkeit wirkt. Viele Pflanzen erfrieren, wenn das Thermometer noch einige Grade über dem Gefrierpunkt ist; vorzüglich schadet hier jede plötzliche Aenderung der Reize *).

Die Mannigfaltigkeit, Zahl, Größe und Vollkommenheit der Entwicklung in allen einzelnen Theilen, der lebenden Individuen, nehmen zu, bey zunehmendem Wärmegrade. Jedoch befördert Wärme und mäßiges Licht vorzüglich die animalische, hingegen starkes Licht vorzüglich die vegetabilische Entwicklung, und am allermeisten die Entwicklung der Dycotyledonen; indem die Monocotyledonen sich mehr der animalischen Natur nähern **).

Sollen wir, im Geiste der Naturphilosophie, die Idee aussprechen, welche durch diese letzte Erscheinung gleichsam verkörpert dargestellt wird, so dürfen wir sagen: Wärme be-

*) Link Physiologie und Anatomie der Pflanzen.

**) Treviranus Biologie

zieht sich auf die Umstimmung des Typus selbst, hingegen Licht auf den Streit während dieser Umstimmung; oder, Wärme bezieht sich auf den Zweck; Licht auf das Mittel; oder: Wärme bezieht sich auf das Höhere, Licht auf das Untergeordnete; andererseits aber bezieht sich Wärme auf das animalische, Licht auf das vegetabilische Leben. Es ist aber das Animalische das höhere, das Vegetabilische das untergeordnetere Leben.

§. 252. Nun soll von den wichtigsten Gesetzen an den elektrischen Erscheinungen gesprochen werden.

§. 253. Flintglas und Seide, Seide und Schwefel, Schwefel und Metalle, werden alle durch Reiben oder Berührung in einem hohen Grade elektrisch, mithin anziehend, und theilen ihre anziehenden Kräfte, kleinen Massen von Materie, welche mit ihnen in Berührung gebracht werden, mit *). Ein Kügelchen aus Hollundermark, oder Streifen eines Goldblättchens, die mit Flintglas berührt werden, welches man durch Reiben mit Seide elektrisch gemacht hat, werden zurückgestoßen werden, durch ein Kügelchen oder Goldblättchen, die mit Seidenzeug, welchem die Elektrizität durch Schwefel mitgetheilt, oder die mit Schwefel, dem die Elektrizität durch Metalle mitgetheilt worden, berührt worden.

Das Gesetz der Anziehung ungleich elektrisirter, und der Abstoßung gleich elektrisirter Körper, gilt auch für flüssige Körper.

Die Menge der mittelst einer Cylinder- oder Scheibenelektrirmaschine erzeugten Elektrizität, ist dem mechanischen Moment proportional, wie aus den Cudbersonischen Versuchen folgt.

Nach Schübler soll die Intensität des elektrischen Lichtes im direkten Verhältnisse mit der Dichtigkeit und im umgekehrten mit der elektrischen Leitkraft des Gases, worin es erzeugt wird, stehen. Je spezifisch schwerer das Gas ist, desto heller erscheint das Licht **).

Unsere künstliche Elektrizität bildet im Staube auf Harzkuchen Sterne mit mehr oder weniger Spitzen, je nachdem ihre Intensität stärker oder schwächer ist; Zirkelfiguren und unregelmäßige Figuren nach der Beschaffenheit der Elektrizität und des angewandten Staubes (Lichtenberg'sche Figuren), eben so die natürlichen bey der Bildung des Schnees. Aus der Gestalt des Schnees kann man vielleicht auf die Art der Elektrizität schließen.

§. 254. Vom Meere an, bis zu einer Höhe von 1000 Toisen sind die untern Luftschichten nicht viel mit Elektrizität geschwängert ***). Alle Elektrizität scheint in den Wolken gebunden zu seyn. In den Anden, erfolgen auf einer Höhe von 900 — 1000 Toisen

*) H. Davy Elemente

**) Schweigger's Journal. 3. B. 2. Hft.

***) Voyage d'Alexandre Humboldt. 807.

die meisten und stärksten elektrischen Explosionen. Ueber 1000 Toisen hinaus, werden sie seltner, und sie sind nicht so periodisch. Auf dieser Höhe bildet sich am häufigsten Hagel, und die Luft ist da, oft auf lange Zeit, negativ elektrisch. Bey 1750 Toisen Höhe fällt Hagel ohne elektrische Erscheinungen. Die niedrigen Luftschichten sind da immer 4 — 5" (nach dem Sauffürschen Elektrometer) elektrisch.

§. 255. H. Davy sagt: Es hängen die anziehenden und zurückstoßenden Zustände, bey den elektrischen Erscheinungen, gänzlich von den Wirkungen jener zwey Substanzen ab, durch deren Wechselwirkung Elektrizität erregt wird, keineswegs aber von einer Kraft, welche jeder dieser Substanzen eigenthümlich zukäme. H. Davy nimmt ferner an, daß in allen Fällen elektrischer Thätigkeit, die beyden elektrischen Zustände, entweder in verschiedenen Theilen des Körpers, oder in zwey Körpern stets zusammen vorhanden sind, und daß sie immer gleich und vermögend sind, einander zu neutralisiren *).

Nach Verstedt ist die Mittheilung der Elektrizität keineswegs der Uebergang einer feinen Materie in einen andern Körper, sondern bloß ein Hervorrufen der entgegengesetzten chemischen Kraft, welche sich eben so auf den nächst gelegenen Theil, und so durch den Körper fortpflanzt. Es geschieht dieses gleichsam vermittelt Undulationen, indem sich in jedem Theile der vorige Zustand wiederum herstellt **).

§. 256. Wir übergehen nun, von den elektrischen Erscheinungen auf die ihnen nahe verwandten Galvanischen.

§. 257. Es gibt gewisse Erscheinungen, in welchen die Veränderungen, die statt finden, in kleinen unmerklichen Zeiträumen wirken, und nach der chemischen Anordnung der Körper erzeugt werden ***).

Bringt man ein Stück Zink und ein Stück Kupfer in Berührung mit einander, so werden sie eine schwach elektrische Verbindung darstellen, von welcher das Zink positiv, das Kupfer negativ seyn wird; man überzeugt sich hiervon durch die Anwendung eines empfindlichen condensirenden Elektrometers. Eine ähnliche Erscheinung nimmt man wahr, wenn man Zinkseile durch Löcher, die in eine Kupferplatte gebohrt worden, auf ein gewöhnliches Elektrometer fallen läßt. Am deutlichsten sieht man aber das Vermögen dieser Verbindung in denjenigen Versuchen, welche man galvanische Versuche genannt hat, indem man die beyden Metalle, die in Berührung mit einander gebracht werden müssen, mit einem Nerven und Muskel an dem Gliede eines kürzlich verstorbenen Thiers, etwa eines Frosches, verbindet. In dem Augenblicke, in welchem die Berührung vollständig,

*) H. Davy Elemente

**) Verstedts chemische Naturgesetze

***) H. Davy Elemente des chemischen Theils . . .

oder die Kette geschlossen ist, ein Metall den Muskel, das andere den Nerven berührt, werden heftige Zusammenziehungen des Gliedes veranlaßt werden. Bringt man ein Stück Zink und Kupfer, die sich an einem Punkte berühren, in andern Punkten, mit einem Antheile Wasser, in Berührung, so wird das Zink auf der Oberfläche zerfressen werden, und weit rascher aus dem Wasser Sauerstoff anziehen, als wenn es nicht mit Kupfer in Berührung gewesen wäre. Setzt man eine kleine Menge Schwefelsäure dem Wasser zu, so wird man bemerken, daß Kügelchen brennbarer Luft von dem Kupfer aufsteigen, obgleich auf dasselbe nicht gewirkt, noch dasselbe aufgelöst wird.

Die Verbindung chemischer Wirkungen mit der Aeußerung elektrischer Kräfte, spricht sich am deutlichsten bey jenen Verbindungen aus, in welchen diese Kräfte durch abwechselnde Schichten von verschiedenen Metallen und Flüssigkeiten angehäuft wurden. Wenn Kupfer- und Zinkplatten, die zwey bis drey Quadratzoll Fläche haben, und Stücke Tuch von derselben Größe, welche man in eine Auflösung aus Kochsalz oder Salmiak, oder Salpeter getaucht hat, in folgender Ordnung geschichtet werden: Kupfer, Zink, angefeuchtetes Tuch, u. s. f. und so eine isolirte Säule erbaut wird, welche etwa 200 Schichtungen enthält, so wird man an derselben merkwürdige Erscheinungen wahrnehmen.

Bringt man eine Hand an die unterste Platte der Säule, die andere an die oberste, so wird man, wenn beyde Hände angefeuchtet wurden, eine Erschütterung wahrnehmen.

Verbindet man durch einen metallischen Draht, an dessen Ende sich ein Stückchen wohl ausgebrannter Holzkohle befindet, die beyden äußersten Punkte der Säule, so wird ein Funke bemerkt, oder die Spitze der Kohle wird in den Zustand des Glühens versetzt werden.

Ein Draht, welcher mit dem obersten Theile der Säule in Verbindung ist, wird, wenn man ihn einem empfindlichen Elektrometer nähert, ein Auseinandergehen der Blättchen bewirken. Entfernt man den Draht, und bringt man elektrisch gemachtes Glas an das Elektrometer, so wird man finden, daß die Elektrizität positiv sey. Ein Draht, welcher mit dem untersten Theile der Säule in Verbindung steht, wird am Elektrometer Zeichen negativer Elektrizität geben, und ein Draht aus der Mitte der Säule, wird gar keinen Einfluß auf das Werkzeug haben.

Werden Platindrähte, welche von den äußersten Enden der Säule ausgehen, in einerley Gefäß mit Wasser, oder in zwey verschiedene Behältnisse mit Wasser, die durch feuchte Substanzen in Verbindung gesetzt werden, gesenkt, so wird sich Sauerstoffgas, an dem Ende des Drahtes, welcher positive Elektrizität zeigt, und Wasserstoffgas an dem Drahte, welcher negative Elektrizität zeigt, absondern *).

*) In diesem Sinne, nennt Bergellius den Sauerstoff das negativ Elektrische, den Hydrogen, das positiv Elektrische.

Die Verhältnisse, in welchen sich beyde Gasarten entwickeln, sind, wenn die gehörigen Umstände statt finden, von der Art, daß, wenn man sie durch den elektrischen Funken entzündet, Wasser erzeugt wird, oder das Volumen des entwickelten Wasserstoffgases, verhält sich zu jenem des Sauerstoffgas wie 2 zu 1.

Taucht man dieselben Drähte, in eine starke Auflösung von Schwefelsäure oder Phosphorsäure, oder in metallischen Auflösungen, so wird der Sauerstoff sich an der positiven Fläche, die brennbare, oder metallische Substanz aber, welche in der Auflösung enthalten ist, an der negativen Fläche, absondern.

Bedient man sich der Auflösung eines Neutralsalzes, welches eine Säure, die mit einer erdigen, alkalischen, oder einer gewöhnlichen metallischen Substanz verbunden ist, enthält; so finden außer den andere Phänomenen, die sich ereignen, noch diese statt; daß die saure Substanz sich rund um die positiv elektrische Fläche, das Alkali, die Erde, oder das Oxyd, sich um die negative elektrische Fläche anhäuft. Nimmt man zwey verschiedene Gefäße, in welche man die Auflösung vertheilt, und macht man eine Verbindung von feuchtem Asbest, so wird man finden, daß die Säure, welche in dem Gefäß, das den positiv elektrischen Draht enthielt, gesammelt worden, in einem bestimmten Verhältnisse mit der, aus dem andern Gefäße, in welches der negativ elektrisirte Draht eingesenkt worden, erhaltenen Materie stehet, d. h. sie werden beyde eine neutrale salzige Verbindung bilden.

Läßt man auf eine Auflösung der Salzsäure in Wasser, die Drähte wirken, so wird sich Wasserstoffgas an der negativen Oberfläche, und Chlorine an der positiven Oberfläche abcheiden.

Dieser Apparat, der auf eine so deutliche Art die Beziehung, in welcher elektrische Polaritäten zu chemischen Anziehungen stehen, zeigt: ist die große Erfindung von Volta, welche in dem ersten Jahre dieses Jahrhunderts bekannt wurde. Die elektrischen Wirkungen desselben sind seit kürzerer Zeit bekannt, allein die Erscheinungen, daß er so wirksam im Zersetzen der Körper sey, sind weit später bemerkt worden.

Die Metalle, welche die stärkste Anziehung zum Sauerstoffe haben, sind diejenigen Metalle, welche in allen jenen Fällen, in welchen das flüssige Menstruum chemisch wirkt, indem es Sauerstoff liefert, den positiven Pol bilden. Gibt aber das flüssige Menstruum Schwefel an die Metalle ab, so bestimmt dasjenige Metall, welches unter den vorhandenen Umständen die stärkste Anziehung gegen den Schwefel äußert, den positiven Pol. So ist z. B. bey einer Folge von Kupfer und Eisen, die in einen porzellanenen Trog gestellt, und deren Zellen mit Wasser oder mit sauren Auflösungen angefüllt werden, das Eisen positiv, und das Kupfer negativ, sind aber die Zellen mit einer Auflösung des schwefelhaltigen Kali gefüllt, so ist das Kupfer positiv und

das Eisen negativ, da im ersten Falle das Eisen zum Oxygen, im zweyten Falle das Kupfer zum Schwefel die größte Affinität haben.

§. 258. Der wichtigste Umstand bey der Elektrizität ist vielleicht ihre Verbindung mit den chemischen Kräften der Materie, und die Art, auf welche sie diese Kräfte modifizirt, erhöht, oder zerstört.

Die meisten Substanzen, welche in elektrischer Hinsicht bestimmt auf einander wirken, sind gleichfalls solche, welche chemisch auf einander wirken, wenn ihre Theilchen Freyheit der Bewegung haben. Dieß ist der Fall mit den verschiedenen Metallen, mit Schwefel und den Metallen, mit Säuren und alkalischen Substanzen.

Jene Körper, welche die stärksten anziehenden Kräfte besitzen, stehen bey Anordnungen, bey welchen chemische Veränderungen vor sich gehen können, in dem Verhältnisse der positiven. So ist z. B. Zink positiv, in Hinsicht des Eisens, Eisen in Hinsicht von Kupfer, Kupfer in Hinsicht von Silber, und so fort bey allen jenen Verbindungen, wo der Sauerstoff fähig ist, sich mit den Metallen zu vereinigen. Das Kupfer ist aber positiv in Hinsicht des Eisens, in jenen zusammengesetzten Menstruis, welche Schwefel enthalten; so ist demnach in allen Fällen das elektrische Vermögen offenbar mit dem Vermögen der chemischen Verbindung verknüpft *).

Berührt man mit trockenem äßenden Kalke Crystalle von Kleeßäure, so zeigen sich elektrische Erscheinungen; die Säure ist negativ, die Kalkerde positiv elektrisch.

Es scheint, daß alle saure Crystalle, wenn sie mit einer Metallplatte berührt werden, diese positiv elektrisch machen.

Körper, welche vor ihrer chemischen Einwirkung auf einander elektrische Wirkungen zeigen, verlieren dieses Vermögen während ihrer chemischen Verbindung. Berührt man z. B. mit einer polirten Zinkplatte die Oberfläche von trockenem Quecksilber, und trennt man beyde Metalle nach der Berührung schnell von einander: so findet man sie positiv elektrisch; durch Anwendung von Wärme wird die Wirkung verstärkt; Wendet man aber einen so hohen Wärmegrad an, daß eine Amalgamation zwischen dem Zink und Quecksilber erfolgt, so finden keine elektrische Erscheinungen statt.

Wenn die positive Elektrizität irgend einer leitenden Substanz, welche fähig ist, sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden, verstärkt wird, so wird sie mit größerer Energie von irgend einem unvollkommen leitenden Medium den Sauerstoff anziehen. Metallische Substanzen, welche (wie das Silber) in ihrem gewöhnlichen Zustande, keine Wirkung auf das

*) Um dieses gehörig zu verstehen, müssen H. Davy's Ansichten in dessen Elementen des chemischen Theils der Naturwissenschaft im Detail durchgegangen werden I. Bandes 1. Abtheilung S. 109.

Wasser äußern, ziehen den Sauerstoff aus denselben mit Leichtigkeit an, wenn sie mit dem positiven Pole in der voltaischen Kette verbunden sind; und Körper, welche auf Wasser wirken, und es langsam zersetzen, wie Zink und Eisen, ziehen den Sauerstoff aus demselben nicht an, wenn sie in der voltaischen Kette negativ elektrisirt werden.

Körper, welche, wenn sie vermöge ihrer kleinsten Theilchen wirken, chemische Erscheinungen hervorbringen, äußern, wenn sie als große Massen wirken, elektrische Erscheinungen. Es ist daher gar nicht unwahrscheinlich, sagt H. Davy, daß die erste Ursache beyder Erscheinungen dieselbe seyn könne, und daß dieselbe Unordnung der Materie, oder dieselben anziehenden Kräfte, welche die Körper in die Verhältnisse von positiv und negativ elektrisch versetzen, d. h. welche machen, daß sie einander elektrisch anziehen, und daß sie anderer Materie anziehende Kräfte mittheilen, gleichfalls ihre Theilchen anziehend machen, und sie in Stand setzen können, chemische Verbindung einzugehen, wenn sie völlige Freyheit der Bewegung haben. Es spricht sehr zum Vortheil dieser Hypothese sagt ferner H. Davy, daß Wärme, und zuweilen Wärme und Licht, von der Aeußerung beyder, sowohl der elektrischen als chemischer anziehender Kräfte resultiren; und daß, wenn man die Elektrizität der Körper, welche bey der Berührung in dem Verhältnisse von positiv elektrischen Körpern, zu andern stehen, verstärkt, man gleichfalls ihre Kräfte, chemische Verbindungen einzugehen, verstärke; während, wenn man sie in einem Zustande, welcher dem negativ elektrischen correspondirt, versetzt, ihre Kräfte zu chemischen Veränderungen zerstört werden.

Daß Säuren von Alkalien, Sauerstoff und Chlorine von brennbaren Körpern, durch metallische Substanzen, oder durch flüssige Menstruen, die in einem hohen Grade positiv sind, getrennt werden können, ist dieser Hypothese gleichfalls günstig. Bis jetzt, sagt endlich H. Davy ist noch kein gegründeter Einwurf gegen die Theorie gemacht worden, daß die Berührung der Metalle das elektrische Gleichgewicht zerstöre, und daß die chemischen Veränderungen dasselbe wieder herstellen, und daß dem zu Folge die Wirkung so lange sich erhalte, als die Zersetzung fort dauert.

§. 259. Derstedts Ansichten über die galvanische Elektrizität, beziehen sich unter andern darauf, daß sich bey den galvanischen Erscheinungen Brennkraft und Zündkraft äußern. Ein zersezbarer Körper z. B. Wasser befindet sich hier zwischen zwey Metallen, welche durch Drydbarkeit sehr verschieden sind, und daher auf die Zündkraft und Brennkraft des Wassers sehr verschieden wirken, und beyde nach der entgegen gesetzten Seite hinziehen. Dadurch, daß nun diese Metalle sich einander berühren, vermehren sie den

entgegengesetzten Zustand, worin sie sich befinden, und die Wirkung der ganzen Verbindung steigt *).

§. 260. Ich muß gestehen, daß ich in allen bisher aufgestellten Theorien über den Galvanismus keine Befriedigung finden kann. H. Davy's zusammengestellte Versuche und summe hieraus gefolgerte Schlüsse auf eine Analogie in den Aeußerungen des Galvanismus und Chemismus dürfen indeß als ein wichtiger Beytrag zur philosophischen Ergründung dieser geheimnißvollen Naturthätigkeit betrachtet werden.

Ich begnüge mich hier bloß zu zeigen, daß diese Analogie auch dann noch folgt, wenn die Erscheinungen des Chemismus nicht nach der gewöhnlichen Weise als Resultate von Anziehungen betrachtet werden, sondern wenn sie als die Folge von Umstimmungen der Typen hervortreten, wie ich dieß im Artikel Chemismus vorgetragen habe.

§. 261. In dem Folgenden wird ganz kurz das Wichtigste über den Magnetismus vorgetragen.

§. 262. Unter den gleichnamigen Polen besteht Abstoßung, unter den ungleichnamigen hingegen Anziehung.

Sowohl die Declination als die Inclination (erstere auf den Meridian, letztere auf den Horizont bezogen) der Magnethadel ändert, für einerley Zeit, in den verschiedenen Standpunkten, und für einerley Standpunkt, mit dem Fortschreiten der Zeit. Es ist noch schwer, bestimmte Gesetze hierüber anzugeben.

Die magnetische Kraft nimmt ab, bey zunehmender geographischer Breite. So bemerkte man z. B. 60 Schwingungen in 316, 5 Secunden, hingegen zu Rom in 281, 8 Secunden, dieselbe Anzahl von Schwingungen **).

Die magnetische Kraft nimmt in Höhen, die wir erreichen können, nicht merklich ab, wie die Versuche von Biot, Gay Lussac, Humboldt beweisen ***).

Ritter behauptet aus seinen Versuchen Folgendes †): Ein jeder Magnet kann in Bezug auf die Elektrizität als ein Paar heterogener Metalle, oder als das Element einer voltaischen Säule angesehen werden; die verschiedenen Pole stellen die heterogenen Metalle vor; folglich bringt ein jeder Magnet Elektrizität hervor. Eine Krone von Magneten bildet eine voltaische Batterie, sie zeigt auf den Elektrometer Elektrizität; positive der Südpol eines magnetisirten Eisens, und negative der Nordpol; hingegen zeigt der Nordpol eines

P p 2

*) Berstedts chemische Naturgesetze.

**) Mémoires de la société d'Arcueil 1808.

***)) Voyage d'Alexandre Humboldt 1807.

†) Bibliothéque Britannique 1806.

magnetisirten Stahles positive, und der Südpol negative Elektrizität. Der Südpol eines magnetisirten Eisens ist oxydabler als der Nordpol; beym magnetisirten Stahle findet das Gegentheil statt.

Sehr viel ist über die Theorie der magnetischen Erscheinungen gesagt worden; ist aber auch nur das allergeringste dadurch erklärt?

Sechste Abtheilung.

Meteorismus.

§. 263. Der Meteorismus der Natur äußert sich dadurch, daß in den Dunstkreisen der Himmelskörper mancherley Erscheinungen hervortreten, an denen sich theils ein bestimmter Periodismus wahrnehmen läßt, theils aber auch keiner; so daß das Naturereigniß gleichsam mit einemmale ohne eine anzugeben mögliche Veranlassung erfolgt.

Mögen hier gleich der Chemismus, Magnetismus, die Elektrizität und andere Actionen der Natur in den mannigfaltigsten Combinationen hinzutreten, so fassen wir nichts desto weniger den Meteorismus als eine einzige Action der Natur auf, welches uns darum gestattet ist, da in dieser Schrift nicht die Actionen der Natur ergründet, sondern bloß die Geseze der Erscheinung aufgeführt werden sollen, und da die Annahme von Naturactionen nur darum statt fand, um die Geseze der Erscheinungen in eine gewisse systematische Ordnung bringen zu können.

§. 264. Ueber die Erscheinungen des Meteorismus in den Himmelskörpern außerhalb unseres Planeten wissen wir wenig, und wollen wir es frey gestehen, gar nichts. Wir können hier nur hie und da eine Vermuthung wagen. Dahin beziehen sich z. B. die Hypothesen der Sonnenatmosphäre, die aus den Sonnenflecken gezogen wird; die Hypothese von der Entstehung neuer Himmelskörper durch Condensation dunstförmiger Flüssigkeiten am neblichten Himmel; ein meteorisches Ereigniß, daß uns an die chaotische Urzeit in der Entwicklungsperiode unseres Planeten erinnern mag. Durch meteorische Ereignisse von fürchterlich majestätischer Energie mochten die ersten Keime der Himmelskörper entstehen; durch fernere meteorische Revolutionen konnten die Erd- und Gebirgsschichtungen erfolgen, konnte allmählig das Organische aus dem Chaos hervortreten, und allmählig, durch die günstigen meteorischen Einflüsse unterstützt, zu jenem Grade gelangen, wodurch es sich als Beherrscher des Anorganischen verkündet.

§. 265. Allein nicht bloß die Erscheinungen des Meteorismus am Weltgebäude, sondern selbst jene, die sich an unserm Planeten unaufhörlich um uns, ja selbst in uns er-