

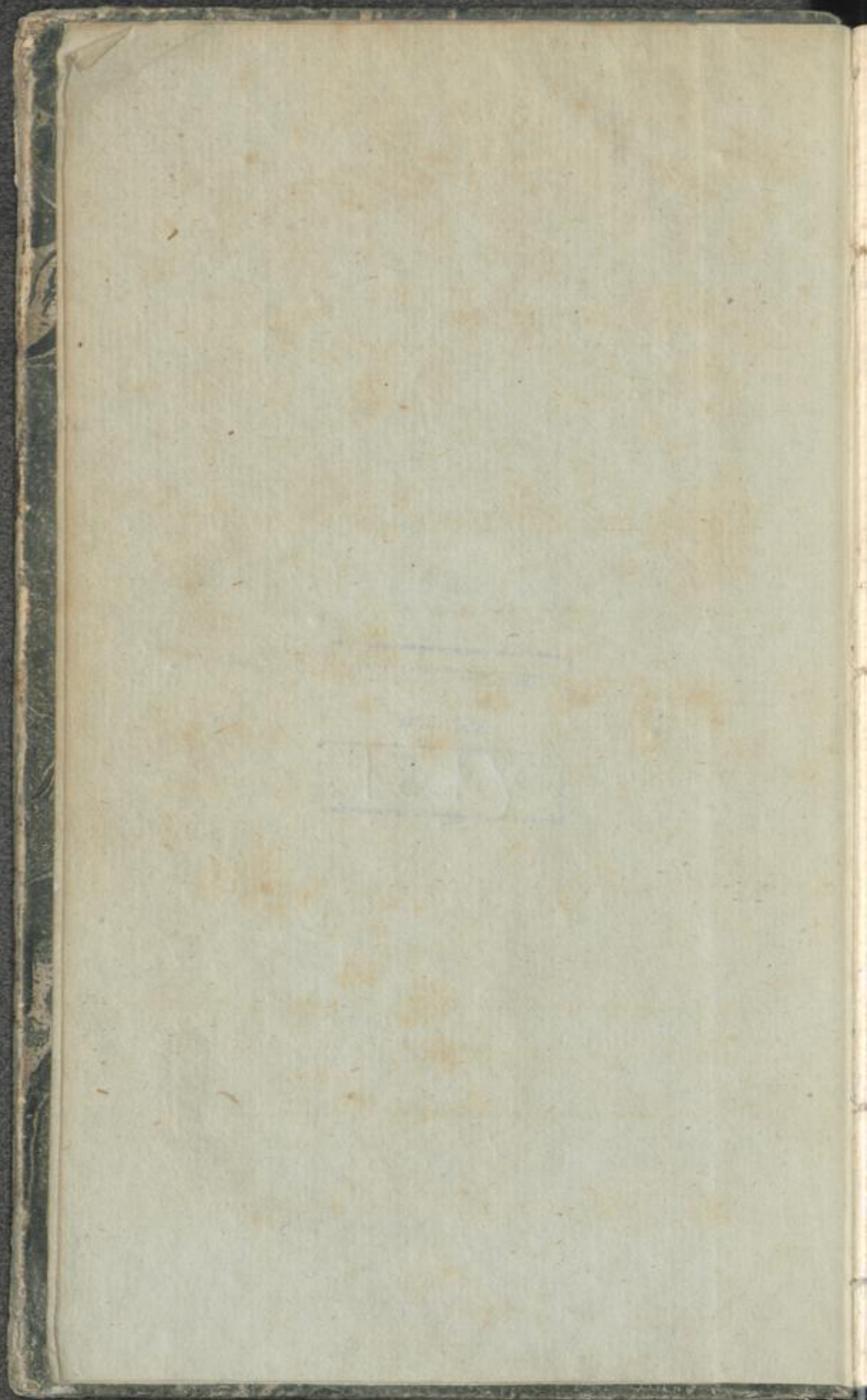
~~107443/II~~

Dv 331/1

UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK
— Düsseldorf —
DUSS. 038F
V 1054

~~85 85~~





Lehrbuch
der Chemie

nach den neuesten Werken

von

Murray, Thenard und Thomson

frei bearbeitet

von

Friedrich Wolff,
der Weltweisheit Doktor und Professor.

Erster Band.

Berlin, 1820.
In der Bessischen Buchhandlung.

1820

Die Geschichte der Stadt Düsseldorf

von

von

Georg Heinrich Dierckx

1820

von

Georg Heinrich Dierckx

1820

1820

1820

1820



Vorrede.

Bei der Ausarbeitung dieses Lehrbuches sind vorzüglich folgende Werke: Murray's System of Chemistry, in four Volumes, fourth Edition. Edinburgh 1819; Thenard, *Traité de Chimie élémentaire, théorique et pratique. Seconde édition (quatre Volumes)* A Paris 1817 und Thomson, System of Chemistry, In four Volumes, the fifth edition, London 1817 benutzt worden. Die Erweiterungen, welche die Wissenschaft seit der Erscheinung der genannten Schriften erhalten hat, und während der Ausarbeitung dieses Buches noch erhalten möchte, sollen nicht übergangen, sondern an dem gehörigen Orte eingeschaltet werden.

Der zweite Band dieses Werkes wird von den Grundlagen, der dritte von den Säuren und

Salzen, der vierte von den organischen Verbindungen handeln.

Das Bestreben des Verfassers war stets dahin gerichtet, so viel als möglich Thatsachen aufzustellen, und gewagte hypothetische Ansichten zu vermeiden. Alle Aenderungen, welche die Chemie erfahren hat, betreffen die Theorien, welche zur Erklärung der Erscheinungen gebildet wurden, während richtig gemachte Erfahrungen bei jeder Erweiterung, welche die Wissenschaft erhält, und unter allen Umständen sich in ihrem unveränderten Werthe behaupten.

Berlin, im Mai 1820.

F. Wolff.

Inhaltsanzeige

	Seite.
E inleitung	I
E rste Abtheilung. Von den Imponderabilien	15
E rstes Kapitel. Vom Achte	16
Z weites Kapitel. Von der Wärme	51
E rster Abschnitt. Natur des Wärmestoffes	52
Z weiter Abschnitt. Von der Bewegung des Wärmestoffes	62
D ritter Abschnitt. Von der gleichen Vertheilung des Wärmestoffes	100
V ierter Abschnitt. Von den Wirkungen des Wärmestoffes	105
1) Veränderungen im Raummumfange	109
2) Veränderungen in dem Zustande der Körper	143
F ünfter Abschnitt. Ueber die Menge des Wärmestoffes in den Körpern	198
1) Von dem specifischen Wärmestoffe der Körper	199
2) Von der absoluten Menge des Wärmestoffes in den Körpern	233
3) Von der Kälte	245
S echster Abschnitt. Von den Quellen des Wärmestoffes	261

	Seite.
1) Die Sonne	261
2) Das Verbrennen	267
3) Das Schlagen	301
4) Die Reibung	309
5) Die chemische Verbindung	317
Drittes Kapitel. Von der Elektrizität	321
Zweite Abtheilung. Von den einfachen wägbar	
ren Stoffen	344
Erster Abschnitt. Vom Sauerstoffe	345
Zweiter Abschnitt. Von dem Wasserstoffe	351
Dritter Abschnitt. Von dem Boron	360
Vierter Abschnitt. Vom Kohlenstoffe	365
Fünfter Abschnitt. Von dem Phosphor	384
Sechster Abschnitt. Von dem Schwefel	410
Siebenter Abschnitt. Von der Chlorine	432
Achter Abschnitt. Von der Jodine	454
Neunter Abschnitt. Vom Stickstoffe	466
Dritte Abtheilung.	
Erster Abschnitt. Vom gasförmigen Kohlenoxyd	482
Zweiter Abschnitt. Von dem erydirten Stickgas	493
Dritter Abschnitt. Vom Salpetergas	503
Vierter Abschnitt. Von der atmosphärischen Luft	512
Fünfter Abschnitt. Von dem Wasser	550

Einleitung.

Das Wort Natur wird in einer doppelten Bedeutung genommen; einmal verstehen wir darunter den Inbegriff des durch unsere Sinne Wahrnehmbaren, dann den Inbegriff aller Eigenschaften eines Dinges. In der ersten Bedeutung des Wortes giebt es nur eine Natur; in der zweiten so viele, als es einzelne Dinge in der Welt giebt. Man nennt jene auch die allgemeine, gesammte Natur; diese die besonderen Naturen. Alle besonderen Naturen zusammen genommen in einer wechselseitigen Verbindung betrachtet, allgemeinen, unveränderlichen Gesetzen gehörend, und so ein Ganzes bildend, machen die allgemeine Natur aus. Ohne diese allgemeinen Gesetze, die wir uns als beharrend und unveränderlich denken, welche alle die einzelnen Dinge mit einander verknüpfen, und sie in wechselseitigen Einfluß bringen, gäbe es zwar einzelne Dinge, aber kein Ganzes, keine Natur. Jede Veränderung, welche in den Körpern vorgeht, und in den Eigenschaften derselben gegründet ist, wird Naturerscheinung, Naturbegebenheit genannt.

Naturlehre, Naturwissenschaft, Lehre oder Wissenschaft der Natur in der weitesten Bedeutung des Wortes würde der gesammte Umfang alles dessen seyn, was wir von der Natur wissen. Da nun, nach der Verschiedenheit unserer Sinne, als äußere Sinne und innerer Sinn, die Natur in eine durch die äußeren Sinne und den innern Sinn wahrnehmbare Natur zerfällt, so theilt sich die Naturlehre in die der Körper und in die der denkenden Wesen (Psychologie); nur von ersterer wird hier die Rede seyn.

Selbst bei dieser Begrenzung bleibt das Feld der Naturlehre noch ungeheuer. Man hat demnach den historischen Theil der Naturkunde als eine besondere Wissenschaft von demjenigen getrennt, welcher Vernunfterskenntniß ist.

Ersterer, welcher systematisch geordnete Fakta der Naturdinge enthält, zerfällt in 1) Naturbeschreibung. Sie enthält die gleichzeitigen Naturdinge, nach Aehnlichkeiten geordnet. In ihr wird die Aufmerksamkeit auf die äußeren Zustände und Merkmale der Körper gerichtet, und sie lehrt, aus den äußeren Beschaffenheiten derselben hinreichende Kennzeichen sammeln, um Körper verschiedener Art genügend von einander zu unterscheiden. 2) In Naturgeschichte. Diese enthält eine systematische Darstellung der Naturkörper in verschiedenen Zeiten und Orten. jene, sonst unrichtig Naturgeschichte genannt, ist von bedeutendem Umfange, und enthält von Tage zu Tage Bereicherungen; letztere ist noch sehr mangelhaft und besteht bis jetzt nur aus Bruchstücken.

Derjenige Theil der Naturkunde, welcher Vernunfterskenntniß ist, sucht die Naturerscheinungen zu erklä-

ren, das heißt, sie aus Gründen abzuleiten. Alle Veränderungen, mithin alle Naturerscheinungen in der Körperwelt, lassen sich auf Bewegung zurückführen. Diese läßt sich entweder messen, und mithin ist sie einer mathematischen Betrachtung fähig, Mathematik der Natur. Man kann diesen Theil der Naturlehre auch mechanische Naturlehre nennen. Oder sie findet zwischen den kleinsten Theilchen der Materie in nicht angebbaren (unendlich kleinen) Entfernungen statt, entziehet sich unseren Mitteln, sie zu messen. Dieses ist bei denjenigen Veränderungen der Fall, welche von der Verschiedenheit der Bestandtheile, oder von der Verschiedenheit der Körper abhängen. Dieser Theil wird Chemie auch chemische Naturlehre genannt. Vielleicht gelingt es in der Folge, auch diese Veränderungen einer mathematischen Betrachtung zu unterwerfen, und so Chemie als Wissenschaft zu begründen, denn das Wissen in der Naturlehre reicht nur so weit, als unsere mathematische Kenntniß der Natur reicht. (Man sehe F. Wolff in Crell's chemischen Annalen 1794. Bd. II. S. 19 ff.)

Da in der chemischen Naturlehre, die Veränderungen von der Beschaffenheit der Materie abhängen, so macht sie eine genue Kenntniß der Beschaffenheit und Zusammensetzung der Körper nothwendig. Daher auch die Benennung Chemie für diesen Theil der Naturlehre recht zweckmäßig ist. Denn Al-Chemie (wo Al der Artikel ist) oder richtiger Al-Kemy bezeichnet die Kenntniß von der Substanz, oder Zusammensetzung der Körper, von dem Substantiv Kiyamon, das heißt, die Substanz oder Zusammensetzung irgend eines Dinges, von der Wurzel Kama. Man sehe: Thomson's System of

Chemistry, the fifth edition Vol. I. p. 4. in der Anmerkung.)

Die Grundlage unserer chemischen Kenntnisse ist Erfahrung, aus der wir nach Analogie und durch Induction Folgerungen ableiten. Die Erfahrungen sind Beobachtungen und Versuche.

Wir beobachten, indem wir den Zustand eines Dinges nicht verändern, sondern bloß das betrachten, was sich an ihm durch unsere Sinne wahrnehmen läßt. Bei den Versuchen wird der Zustand der Dinge absichtlich verändert, und der Einfluß, den diese Bedingungen auf den Erfolg haben, bemerkt.

Nach Analogie schließen wir von vielen Bestimmungen, worin Dinge einer Art zusammensimmen, auf die übrigen, sofern sie zu demselben Princip gehören; durch Induction schließt man von vielen Dingen auf alle einer Art. Durch diese Wahrscheinlichkeitschlüsse nähern wir unsere Kenntniß der Allgemeinheit, und bilden Regeln, unter die sich einzelne Fälle subsummiren lassen.

Die Naturkörper sind von zweierlei Art: einfache und zusammengesetzte.

1) Einfache Körper werden diejenigen genannt, die bis jetzt allen Bemühungen, sie ferner zu zerlegen, widerstanden haben, und die sich als Bestandtheile der übrigen Naturkörper überall vorfinden.

2) Zusammengesetzte Körper nennt man diejenigen, die durch Hülfe der chemischen Zerlegungskunst in einfachere Bestandtheile zerlegt werden können.

Die Masse eines Körpers wird gleichartig genannt, wenn alle durch mechanische Theilung (als Stoßen, Feilen,

Zerreiben u. s. w.) darstellbare Theile einerlei Natur mit dem Ganzen haben, von dem sie getrennt wurden.

Die Anziehungskraft, welche gleichartige Stoffe bei ihrer unmittelbaren Berührung gegen einander äußern, wird Cohäsion genannt. Der Erfolg ihrer Wirkung ist die Vereinigung der einzelnen homogenen Stoffe zu einem Ganzen von derselben Natur. Das dadurch hervorgebrachte Ganze wird ein Aggregat genannt.

Ungleichartig nennt man diejenigen Körper, die aus ungleichartigen Theilen bestehen. Ein Körper, z. B. ein Stück Marmor, dessen Masse sich durchaus gleichartig zeigt, kann aus ungleichartigen Theilen bestehen, die sich durch künstliche Mittel von einander trennen lassen. Diese Trennung heißt chemische Zergliederung oder Theilung.

Die gleichartigen Theile der Masse heißen auch Theilganze (integrirende Theile), sie unterscheiden sich von dem Ganzen nur durch Größe, nicht durch Beschaffenheit. Die ungleichartigen Theile, welche Grundstoffe, Bestandtheile genannt werden, unterscheiden sich in ihrer Natur sowohl von dem Ganzen, als unter sich.

Sowohl die mechanische als chemische Theilung hat ihre Grenzen. Man könnte die ideale Grenze der mechanischen Theilung Atom, die Grenze der chemischen Theilung Element nennen. Fortschritte in Künsten und Wissenschaften haben uns in Stand gesetzt, die früher durch die Theilung erhaltenen Grenzen weiter hinauszurücken, und es läßt sich erwarten, daß bei fernerer Vervollkommnung der Chemie die Grenzsteine selbst an ihrem jetzigen Orte nicht werden stehen bleiben; nie läßt sich aber behaupten, daß die Grenze der Kunst die Grenze der Natur sey.

Sind ungleichartige Theile so mit einander verbunden, daß sich die Masse in ihren kleinsten Theilen durchaus gleichartig zeigt, und wird aus ihnen ein Körper von ganz anderer Natur und Eigenschaften, als jeder der einzelnen ungleichartigen Theile besitzet, gebildet; so heißt das Ganze eine Mischung, Gemisch. Liegen hingegen in einem Körper, der aus verschiedenartigen Theilen besteht, die ungleichartigen Theile so neben einander, daß jeder einzelne Theil, so klein er auch ist, von bestimmten Grenzen eingeschlossen wird, so wird diese Zusammenhäufung ein Gemenge genannt.

In Hinsicht des Aggregatzustandes unterscheiden wir feste und flüssige, tropfbarflüssige, und ausdehnsame oder expansible flüssige Körper.

Ein Körper wird fest genannt, wenn seine Theile mit einer beträchtlichen Kraft zusammenhängen, so daß sie sich weder leicht trennen, noch verschieben lassen. Eine Folge hiervon ist, daß sie sich selbst überlassen, eine bestimmte Gestalt behaupten. Die Intensität der Kraft, welche die Theile der Körper zusammenhält, bestimmt die verschiedenen Grade der Festigkeit.

Flüssige Körper sind solche, deren Theile sich nach jeder beliebigen Richtung verschieben lassen. Ihre Theile hängen so locker zusammen, daß sie sich leicht trennen. Sie haben daher keine selbstständige Gestalt, sondern nehmen die Gestalt des Raumes an, in den man sie einschließt. Man unterscheidet tropfbare und ausdehnsame Flüssigkeiten.

Tropfbar wird diejenige Art der flüssigen Körper genannt, die in kleinen Maaßen eine kugelförmige Gestalt annehmen, oder Tropfen bildet, sobald andere Anziehungen nicht die wechselseitigen Anziehungen ihrer Theilchen stören.

Sie sind ferner in einem nur unmerklichen Grade zusammenrückbar.

Die ausdehnbaren Körper bestehen aus Theilchen, die ein stetes Bestreben äußern, sich von einander zu entfernen. Sie würden sich unbedingt nach allen Seiten hin in's Unbegrenzte ausbreiten, wenn nicht anderweitige anziehende Kräfte ihrer Expansion Grenzen setzten. Die weitere Ausführung dieses Gegenstandes findet man in dem Abschnitt von der Wärme.

In Folge von anziehenden Kräften, die uns jedoch völlig unbekannt sind, von deren Daseyn wir nur aus dem Erfolg schließen, zeigen die kleinsten Theilchen der Körper ein Bestreben, sich in regelmäßigen Gestalten zu ordnen. Die stets regelmäßigen Bruchstücke vieler Krystalle; der Durchgang der Blätter in durchsichtigen Krystallen, die Eigenschaft mehrerer Körper, in gewissen Richtungen leichter zu zerspringen, als in anderen, das Bilden der Tropfen oder Kugeln bei Flüssigkeiten, wenn kleine Mengen derselben ausgegossen werden, und andere anziehende Kräfte nicht störend auf sie wirken, sind Thatsachen, welche sämmtlich dieses bestätigen. Vorzüglich bemerkt man aber, wenn Körper aus einem flüssigen Zustande allmählig in einen festen übergehen, daß sich alsdann die einzelnen Theile nach bestimmten Gesetzen zu geometrischen Körpern vereinigen. Man nennt dergleichen Aggregate Krystalle.

Die Bedingungen zur Hervorbringung der Krystallisation sind folgende:

Der Körper, welcher krystallisiren soll, muß in den Zustand eines tropfbarflüssigen oder ausdehnbaren Körpers versetzt worden seyn. Man muß die Ursachen wieder hinwegräumen, welche den Zustand des Flüssigseyns hervorgebracht

haben. Wurde der Körper durch Schmelzen flüssig gemacht, so wird man diesen Zweck durch Erkalten erreichen; war der Körper in einer Flüssigkeit aufgelöst, so muß ihm das Auflösungsmittel wieder entzogen werden. Je langsamer die Umstände, welche das Flüssigseyn bewirkten, entfernt werden, je ruhiger die krystallisirende Flüssigkeit steht, desto größer und regelmäßiger werden in der Regel die Krystalle. Erschütterung macht schnelle und verworrene Krystallisation.

Die Krystalle erzeugen sich theils an der Oberfläche der Flüssigkeit, theils an den Stellen, wo sie die Wände des Gefäßes, oder fremde Körper (vorzüglich Krystalle derselben Natur), die man in sie gebracht hat, berührt.

Hauy hat gezeigt, daß bei jedem durch Natur oder Kunst erzeugten Krystall sich nach mehreren bestimmten Richtungen Blätter ablösen lassen. Führt man mit diesen Ablösungen so lange fort, bis von der äußeren Fläche des Krystalles nichts mehr übrig ist, so bleibt ein Kern zurück, dessen Gestalt von der des ganzen Krystalles gewöhnlich sehr verschieden ist. Die Gestalt des Kernes wird von Hauy die primitive, die Gestalt des ganzen Krystalles, die sekundäre Gestalt genannt.

Der Kern selbst kann ferner in Körperchen von gleicher Gestalt und Größe, die er integrirende Moleküls (Massentheilchen) nennt, zerlegt werden. Aus eben dergleichen Moleküls bestehen die abgeforderten Blätter, mithin der ganze Krystall.

Hauy hat folgende drei Gestalten der Massentheilchen gefunden: die dreiseitige Pyramide, das dreiseitige Prisma und das vierseitige Prisma. Er hat ferner nur sechs primitive Gestalten beobachtet: das Parallelepipedum, das Oktaëder, das Tetraëder,

das sechsseitige Prisma, das Rhomboidal: Dodekaëder, das Triangular: Dodekaëder. Die secundären Gestalten sind einer höchst mannigfaltigen Abänderung fähig.

Es verdient bemerkt zu werden, daß Krystalle von gleicher chemischen Beschaffenheit einerlei primäre Gestalt und einerlei Massentheilchen haben; in Hinsicht der secundären Gestalt können hingegen sehr verschiedene Abänderungen stattfinden.

Man sehe über diesen Gegenstand: Haüy, *Traité de Mineralogie*, Paris 1801. fünf Bände, und die deutsche Uebersetzung dieses Werkes: Haüy's Lehrbuch der Mineralogie. Aus dem Französischen übersetzt von L. S. Weiß, mit Zusätzen und Anmerkungen von Karsten. Leipzig, 1803.

Sieht man die Cohäsionskraft als diejenige Kraft an, welche das Krystallisiren der Körper bestimmt, so bleibt es für uns ganz unmöglich, zu erklären, warum bei der Krystallisation diese bestimmte Gestalt entsteht, diese bestimmte Zahl und die unveränderlichen Winkel der Blätterdurchgänge bei derselben chemischen Beschaffenheit der Krystalle statt finden. Die regelmächtige Gestalt und Lage der Massentheilchen, so wie ihre Trennbarkeit in bestimmten Richtungen, lassen mit Grund erwarten, daß die Cohäsionskraft nicht in allen Punkten derselben in gleichem Grade wirksam seyn könne, sondern daß sie gewisse Anziehungspole haben, durch deren kräftigere Anziehung sie sich regelmäßig neben einander ordnen.

Noch muß von einer besondern Art der Anziehung geredet werden, welche den Namen der chemischen Anziehung oder Verwandtschaft erhalten hat. Das Haupt-

geschäfte der Chemie ist, durch Zersezungen und neue Zusammensezungen sich eine genaue Kenntniß von den Bestandtheilen der Körper zu verschaffen, und dieses bemerkt man mit Hülfe der chemischen Anziehungen. An diesem Orte kann nur ein kurzer Abriß dieser Lehre, so weit es zum Verstehen des Folgenden erfordert wird, gegeben werden, die weitere Ausführung des Gegenstandes wird man als Anhang dem lezten Bande dieses Werkes beigelegt finden.

Häufig vereinigen sich zwei oder mehrere ungleichartige Stoffe zu einem Ganzen. So kann man Kupfer, Silber, Gold zusammenschmelzen; Wasser verbindet sich mit Kochsalz u. s. w.

Ein durch diese Art der Anziehung, die man Verwandtschaft der Zusammensezung, mischende Verwandtschaft genannt hat, bewirkter Erfolg ist die Auflösung. Bei dieser wird die Cohäsion eines Körpers durch die chemische Anziehung eines flüssigen Körpers, des Auflösungs mittels, überwunden, und das Ganze stellt eine flüssige, homogene Masse, die Auflösung, dar.

Befindet sich das Auflösungsmittel im tropfbar flüssigen Zustande, so nennt man die Auflösung eine Auflösung auf nassem Wege; wird der Zusammenhang des Körpers durch die Wärmethätigkeit aufgehoben, welches bei dem Schmelzen der Körper der Fall ist, so wird dieses, Auflösung auf trockenem Wege genannt.

Sieht man (wie in dem Abschnitte, der von der Wärme handelt, gezeigt werden wird) das Flüssigseyn als einen Zustand der Körper an, der durch die Wärmethätigkeit hervor gebracht wird, so könnte man im Grunde alle Auflösungen als durch Wärme bewirkt betrachten.

Alle diejenigen Mittel, welche die Cohäsion schwächen,

befördern die Auflösung; z. B. Verkleinern der Körper, Anwendung von Wärme.

Eine bestimmte Menge eines Auflösungsmittels vermag, bei einer bestimmten Temperatur, nur eine bestimmte Menge eines Körpers aufzulösen. So wie der Zustand eintritt, daß das Auflösungsmittel sich weigert, sich mit einem neuen Antheile des aufzulösenden Körpers zu verbinden, sagt man: die Auflösung sey gesättigt.

Bei der chemischen Anziehung bemerkt man, daß ein Körper A gegen Körper B und C nicht gleiche Stärke derselben äußert; der eine wird von A mit größerer Intensität angezogen, als der andere, oder als beide sich anziehen. Bringt man demnach zu einer Verbindung aus B und C einen Körper A, der B stärker anzieht, als C, und als B von C angezogen wird, so wird sich A mit B verbinden, und C wird abgeschieden werden. Setzt man zu einer Auflösung eines Harzes in Weingeist Wasser, so verbindet sich dieses mit dem Weingeist, dieser kann nicht länger als Auflösungsmittel des Harzes dienen, dieses wird also ausgeschieden. So entsteht demnach eine Trennung und eine neue Zusammensetzung. Die Ausscheidung des dritten Stoffes wird eine Fällung, Niederschlagung, der ausgeschiedene Körper Niederschlag genannt.

Man nennt diese Art der chemischen Anziehung einfache Wahlverwandtschaft, weil es wirklich so aussieht, als wenn ein Verhältniß dem andern vorgezogen, eins vor dem andern erwählt würde.

In mehreren Fällen scheint die Menge eines Stoffes das ersehen zu können, was ihm an der Intensität der chemischen Anziehung mangelt, oder eine größere Menge von einem Körper mit schwächerer chemischen Anziehung kann

einen Theil der stärkeren chemischen Anziehung eines andern Körpers, welcher in geringerer Menge da ist, überwinden.

Es giebt Fälle, wo ein Stoff E allein nicht die Trennung der beiden mit einander verbundenen Stoffe bewirken kann. Denkt man sich hingegen dieses E mit einem Stoffe F verbunden, indem nun E auf A, F auf B anziehende Kräfte äußert, und sie sich vermöge dieser respektiven Anziehungen zu verbinden streben, so wird A an E, B an F treten, und dadurch werden zwei neue Zusammensetzungen A und E, B und F gebildet.

Bringt man z. B. Glaubersalz (eine Verbindung aus Schwefelsäure und Mineralalkali) mit salzsaurem Kalk (aus Salzsäure und Kalkerde bestehend) in Verührung, so verläßt die Schwefelsäure das Mineralalkali, tritt an die Kalkerde und bildet Gyps, auf der andern Seite vereinigt sich die Salzsäure mit dem Mineralalkali zu Kochsalz.

Diese Art der chemischen Verwandtschaft ist die zusammengesetzte, auch mehrfache Verwandtschaft genannt worden.

Findet unter den Stoffen eine nur schwache chemische Anziehung statt, so scheinen sie sich in jedem Verhältnisse, wenigstens innerhalb der Grenzen, in welchen ihre Verbindung möglich ist, mit einander verbinden zu können. Beispiele hiervon geben Weingeist und Wasser, Wasser und Kochsalz, überhaupt jeder andere in Wasser auflösbare Körper.

Ist hingegen die chemische Anziehung unter gewissen Stoffen sehr energisch, so verbinden sie sich nur in wenigen, bestimmten Verhältnissen, und zwar verbindet sich ein Massentheilchen des einen Be-

standtheiles mit einem, zwei, drei, vier u. s. w. Massentheilchen des anderen Bestandtheiles.

Bieten zwei Stoffe a und b nur eine Verbindung dar, so läßt sich erwarten, daß ein Massentheilchen von a sich mit einem Massentheilchen von b; bei zwei Verbindungen: daß ein Massentheilchen von a sich mit einem Massentheilchen von b; ein Massentheilchen von a mit zwei Massentheilchen von b; bei drei Verbindungen: daß ein Massentheilchen von a sich mit ein, zwei, drei Massentheilchen von b verbunden habe u. s. w. Man nennt diese Hypothese: die Lehre von den bestimmten Mischungsverhältnissen.

Dieses giebt zugleich ein Mittel an die Hand, das Gewicht der Massentheilchen der verschiedenen Körper zu bestimmen. Man setzt zu dem Ende voraus, daß in denen Fällen, in welchen eine Verbindung vorhanden ist, diese aus einem Massentheilchen des einen und einem Massentheilchen des anderen Stoffes gebildet sey. Da nun das Gewicht der Zusammensetzung dem Gewichte der Bestandtheile zusammengenommen gleich ist, so wird, indem das Gewicht irgend eines Massentheilchens willkürlich bestimmt wird, dieß ein Mittel an die Hand geben, nach und nach die Gewichte der Massentheilchen aller übrigen Stoffe zu finden.

Im Verfolg wird das Gewicht eines Massentheilchen des Sauerstoffes gleich 100 angenommen, und die Gewichte der Massentheilchen der übrigen Stoffe werden nach Berzelius neuestem Werke über diesen Gegenstand: *Essai sur la théorie des proportions chimiques et sur l'influence chimique de l'électricité*. Paris, 1819. angegeben werden.

Die Lehre von den bestimmten Mischungsverhältnissen

steht hier jedoch nur als Hypothese, und die weitere Ausführung des Gegenstandes mag den Leser bestimmen, in wiefern er ihr Beifall schenken will oder nicht.

Es ist schwer, bei dem Vortrage der chemischen Wahrheiten eine strenge Ordnung zu beobachten, und die Schwierigkeit nimmt von Tage zu Tage, bei den sich stets mehrenden Gegenständen, zu. Das Hauptaugenmerk bei Abfassung dieses Werkes war darauf gerichtet, die Gegenstände möglichst nach ihren Analogien neben einander zu stellen, und zu vermeiden, von Erscheinungen zu reden, wofern nicht die Data zur völligen Einsicht derselben im Vorhergehenden vollständig angeführt wurden.

Erste Abtheilung.

Von den Imponderabilien.

Unter den verschiedenen Naturerscheinungen zeichnen sich mehrere aus, die uns als die Wirkungen besonderer Thätigkeiten erscheinen. Die Stoffe, welche sie hervorbringen, unterscheiden sich von den übrigen wägbaren Stoffen durch folgende Merkmale:

1) Wir vermögen nicht durch unsere empfindlichsten Mittel das Gewicht der Körper zu bestimmen, an ihnen ein Gewicht wahrzunehmen. Aus diesem Grunde sind sie Imponderabilien genannt worden.

2) Sie sind höchst expansibel, verbreiten sich demnach sehr schnell, meistens nach geraden Richtungen strahlend, durch diejenigen Räume, welche ihnen keinen Widerstand entgegensetzen. Wir nehmen sie auch nur im Zustande der Bewegung, wenn sie auf unsere Sinneswerkzeuge, oder auf andere Materie wirken, wahr. Aus diesem Grunde werden sie von einigen strahlende Potenzen, auch ätherische Stoffe genannt.

3) Sie durchdringen die Körper, man kann sie demnach nicht in Gefäße einschließen, sie sind mithin nicht in einem gesonderten Zustande darstellbar, und wir schließen ihr Daseyn nur aus gewissen Erscheinungen. Aus diesem Grunde

nennen sie mehrere Naturforscher: nicht sperrbare oder incoëreible Stoffe.

Wir kennen bis jetzt vier Stoffe, an denen sich diese Merkmale ergeben: die Wärme, das Licht, die Electricität, den Magnetismus. Die drei ersten stehen in einem sehr innigen Zusammenhange mit den chemischen Erscheinungen, und scheinen bei den wichtigsten derselben die wirksamen Kräfte zu seyn. Daher ist es zweckmäßig, mit der Erörterung derselben den Anfang zu machen. Noch kennen wir keinen Einfluß, den die magnetischen Kräfte auf die chemischen Erscheinungen haben, aus diesem Grunde wird im Folgenden nicht von denselben gehandelt werden.

Erstes Kapitel.

Vom Lichte.

Jedermann kennt das Licht der Sonne, einer Kerze und anderer brennenden Körper; so wie, daß vermittelst des Lichtes die Körper uns sichtbar werden.

In Hinsicht der Natur dieses Lichtes haben die Naturforscher zwei Theorien aufgestellt, Descartes und Huyghens nehmen an, daß die Erscheinungen, welche das Licht darbietet, durch Schwingungen bewirkt werden, die sich in einer äußerst feinen, elastischen, durch den ganzen Weltraum verbreiteten Flüssigkeit fortpflanzen. Dieser Ansicht nach setzt die Sonne, wenn sie aufgeht, diese Flüssigkeit in Bewegung, die Wellen dehnen sich immer mehr und mehr aus, endlich, wenn sie unser Auge treffen, sehen wir die

die Sonne. Diese Meinung wurde von Euler angenommen, der seine tiefen mathematischen Einsichten benutzte, sie gegen Angriffe zu sichern.

Der andere Theil der Naturforscher, an deren Spitze Newton sich befindet, betrachtet das Licht als einen materiellen Stoff, der aus kleinen Theilchen besteht, und sich stetig mit der größten Schnelligkeit aus den leuchtenden Körpern entwickelt. Diese bewegen sich in geraden Linien, und machen die Körper sichtbar, indem sie von ihnen ausgehen und in das Auge gelangen.

Newton versuchte auf die feste Grundlage mathematischer Beweise diese Theorie zu gründen, indem er zeigte, daß alle Erscheinungen des Lichtes sich daraus mathematisch ableiten lassen. Huyghens und Euler suchten im Gegentheil ihre Hypothese nicht sowohl durch direkte Beweise zu unterstützen, als vielmehr dadurch, daß sie Einwürfe gegen Newton's Theorie erregten.

Selbst in dem Falle, daß ihre Einwürfe gegründet wären, so würde dadurch nicht sowohl ihre Theorie als vielmehr der Umstand außer Zweifel gesetzt werden, daß man nicht alle Erscheinungen, welche man bei dem Lichte wahrnimmt, vollkommen zu erklären vermag — eine Wahrheit, die man wohl schwerlich leugnen wird, für welche dieser Theorien man sich auch erklärt.

Newton und seine Schüler zeigten im Gegentheil, daß die bekannten Erscheinungen des Lichtes mit den wellenförmigen Bewegungen einer Flüssigkeit unverträglich sind, und daß bei dieser Annahme keine Finsterniß möglich sey. Sie führten ferner zur Unterstützung ihrer Theorie eine große Anzahl direkter Beweise an, die sich nicht widerlegen ließen. Newton's Theorie ist demnach ungleich wahrer.

scheinlicher, als die andere. Ohne jedoch an diesem Orte die Vortheile und Nachtheile beider Theorien weiter zu erörtern, wollen wir sogleich zu den Eigenschaften des Lichtes übergehen.

Claus Römer, ein dänischer Naturforscher, zeigte zu erst, daß das Licht ungefähr acht Minuten Zeit brauche, um den Halbmesser der Erdbahn zu durchlaufen; es legt demnach in einer Sekunde einen Raum von mehr als 40000 geographischen Meilen zurück. Römers Entdeckung erhielt durch Bradley's Theorie von der Aberration der Fixsterne eine wichtige Bestätigung.

Geht ein Lichtstrahl durch dasselbe Medium, oder geht er senkrecht aus einem Medium in ein anderes, so setzt er seine Bahn fort, ohne seine Richtung zu verändern; geht er aber in einer schrägen Richtung aus einem Mittel in ein anderes von verschiedener Dichte über, so weicht er etwas von seiner ersten Richtung ab, und erhält eine neue. Man sagt dann, er sey gebrochen. Geht er aus einem dünneren in ein dichteres Mittel über, so wird er der lothrechten Linie zu gebrochen; beim Uebergange aus dem dichteren Mittel in ein dünneres hingegen wird er von der lothrechten Linie hinweggebogen. Allgemein steht die Größe der Brechung mit der Dichte des Mittels im Verhältniß. Ist aber das Medium brennbar, so ist die Brechung größer, als es sonst, dem Verhältniß der Dichte zufolge, der Fall seyn würde*). In demselben Mittel stehen der Si-

*) Aus diesem Grunde vermuthete Newton, daß der Diamant ein brennbarer Körper sey (substantia unctuosa coagulata), und daß das Wasser einen brennbaren Bestandtheil enthalte. Man sehe: Optice, Auctore I. Newton, Lausannae et Genevae. MDCCXL. p. 213.

nus des Einfallswinkels und der Sinus des Brechungswinkels stets in einem gleichen Verhältnisse zu einander.

Es war die allgemeine Meinung der Naturforscher, seit Newton's Zeiten, daß das Brechungsvermögen desselben Körpers, in verschiedenen Zuständen, mit der Dichte desselben im Verhältnisse stehe. Die Herren Arago und Petit haben jedoch durch eine Reihe von Versuchen vor Kurzem gezeigt, daß wenn ein tropfbarflüssiger Körper in Dunst verwandelt wird, sein Brechungsvermögen in einem ganz andern Verhältnisse, als seine Dichte, abnehme. So ist das Brechungsvermögen des Schwefelkohlenstoffes im tropfbarflüssigen Zustande, das der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen, etwas größer als 3; wird hingegen diese Substanz in dunstförmigen Zustand versetzt, so übersteigt ihr Brechungsvermögen, ebenfalls auf die atmosphärische Luft bezogen, nicht 2. Die von ihnen der Prüfung unterworfenen Flüssigkeiten waren Schwefelkohlenstoff, Schwefeläther und Salzäther *). Diese vor nicht langer Zeit gemachte Bemerkung ist einer der stärksten Einwürfe, die bis jetzt gegen Newton's Theorie gemacht worden.

Tritt ein Lichtstrahl in ein durchsichtiges Mittel, etwa in eine Glastafel, unter einer gewissen Schiefe, so verfolgt er seinen Weg, bis er an der entgegengesetzten Fläche anlangt; dann aber, statt durch das Glas hindurchzugehen, beugt er sich, und fährt aus derselben Fläche aus, durch die er eintrat; eben so wie eine Kugel zurückprellt, die man in schräger Richtung gegen den Boden wirft. Man sagt also dann, der Strahl sey zurückgeworfen worden. Stets ist der Einfallswinkel dem Zurückwerfungswinkel gleich.

*) Annales de Chimie et de Physique Vol. I. p. 1.

Ist die Oberfläche des Mediums polirt, wie bei Glas oder Spiegeln; so dringen die schief auffallenden Strahlen gar nicht in dieselben ein, sondern werden, wenn sie sich der Oberfläche des Körpers nähern, zurückgeworfen. Alle Flächen können eine größere oder kleinere Menge schief auffallender Strahlen zurückwerfen. Die Strahlen werden nur von der Oberfläche zurückgeworfen.

Newton erklärte diese Erscheinungen dadurch, daß er eine Anziehung zwischen dem Lichte und dem Medium, durch das es sich bewegt, oder dem Medium, welchem es sich nähert, oder den in der Nachbarschaft befindlichen Körpern annahm.

4. Einige Körper, wie Wasser, sind durchsichtig, oder gestatten dem Lichte einen freien Durchgang; andere, als Eisen, sind undurchsichtig; oder lassen kein Licht hindurchgehen. Man ist es wohl keinem Zweifel unterworfen, daß die Theilchen aller Körper weit genug von einander entfernt sind, um das freie Hindurchgehen des Lichtes zu gestatten. Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit müssen demnach nicht von der Entfernung der kleinsten Theilchen der Körper, sondern von sonst etwas abhängen. Newton hat gezeigt, daß die Durchsichtigkeit sich nur erklären lasse, wenn man annimmt, daß die Theilchen der durchsichtigen Körper gleichförmig angeordnet und von gleicher Dichte sind. Dringt ein Lichtstrahl in einen solchen Körper ein, so wird, da er gleichförmig in jeder Richtung angezogen wird, er sich in demselben Zustände befinden, als wenn er gar nicht angezogen würde; mithin geht er ohne Hinderniß durch den Körper hindurch. In den undurchsichtigen Körpern sind die Theilchen entweder nicht auf gleiche Art angeordnet, oder sie sind von ungleicher Dichte. Der Lichtstrahl wird dems

nach auf eine ungleiche Art angezogen, und gendehigt, seine Richtung beständig zu verändern; er kann demnach nicht seinen Weg durch den Körper fortsetzen.

5. Bei dem Durchgange des Lichtstrahles durch mehrere krySTALLIRTE Körper bemerkt man, daß derselbe sich in zwei verschiedene Strahlen trennt, von denen der eine auf die gewöhnliche Art gebrochen wird, und das früher angegebene Gesetz der Brechung befolgt, der andere eine ungewöhnliche Brechung erfährt, und sehr verschiedenen Gesetzen gehorcht. Betrachtet man demnach einen Gegenstand durch einen solchen KrySTALL, so erscheint er doppelt. Man sagt demnach, daß diese Körper doppelt brechen. Huyghens war der erste, welcher diese Gesetze der doppelten Brechung genau erklärte.

Diese Erscheinung findet bei allen durchsichtigen KrySTALLen statt, deren primitive Form weder ein Würfel noch ein regelmäßiges Oktaëder ist. Die Trennung des Strahles ist nach Beschaffenheit des KrySTALLes und der Richtung, nach welcher man ihn schneidet, mehr oder weniger bedeutend. Unter allen bekannten Naturkörpern ist der rhomboidale Kalkspath, der gewöhnlich den Namen des isländischen Doppelspathes führt, derjenige, welcher diese Erscheinung am kräftigsten äußert.

6. Fällt ein Lichtstrahl auf eine polirte Oberfläche, unter einem Winkel von $35^{\circ} 25'$; so wird er in einer geraden Linie so zurückgeworfen, daß der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich ist. Bietet man dem zurückgeworfenen Strahle eine andere Glasplatte dar, so daß er auf diese ebenfalls unter einem Winkel von $35^{\circ} 25'$ auffällt, und drehet diese um ihre Achse, ohne den Winkel, welchen der einfallende Strahl mit ihr macht, zu verändern,

so nimmt man eine sehr merkwürdige Thatsache wahr. Man denke sich die beiden zurückwerfenden Ebenen gleichlaufend, so wird der Lichtstrahl von der zweiten Glastafel eben so als von der ersten zurückgeworfen werden. Jetzt drehe man das zweite Glas um ein Viertel eines Kreises, so daß die zurückwerfenden Ebenen einen rechten Winkel mit einander machen; so wird der ganze Strahl durch das zweite Glas hindurchgehen, und kein Theil desselben wird zurückgeworfen werden. Dreht man die zweite Glastafel noch um einen Quadranten, so daß sie mit der ersten wieder gleichlaufend wird, so wird der Strahl von der zweiten Glastafel so wie anfänglich zurückgeworfen werden. Dreht man die zweite Glastafel um drei Quadranten, so wird alles Licht wieder durchgelassen werden. So wird demnach, wenn die zurückwerfenden Ebenen gleichlaufend sind, das Licht zurückgeworfen; stehen sie senkrecht auf einander, so wird es hindurchgelassen. Wie sehen demnach, daß das Licht das Glas durchdringen kann, wenn sich dieses in einer bestimmten Lage befindet, nicht aber in einer anderen.

Malus, der zuerst diese merkwürdige Thatsache entdeckte, suchte sie daraus zu erklären, daß er annahm, daß das Licht sich in eine andere Lage gebeugt habe, so wie dieses bei einer Nadel der Fall ist, auf welche ein Magnet wirkt. Er nannte demnach diese Eigenschaft des Lichtes die Polarisation desselben. Die Versuche über die Erscheinungen der Polarisation des Lichtes wurden nach seinem Tode mit besonderer Sorgfalt von Hior, Arago, Dr. Brewster und Dr. Seebach fortgesetzt.

7. Läßt man einen Lichtstrahl durch ein dreieckiges Prisma hindurchgehen, und fängt man das hindurchgegangene Licht in einem finstern Zimmer mit einem weißen Papier auf,

so ist das Bild nicht kreisförmig, sondern länglicht, und wird an beiden Enden von kreisförmigen Bogen begrenzt. In diesem Falle wird die Brechung des Lichtes bedeutend durch die Dazwischenkunft des Prisma vermehrt. Die längliche Gestalt des Bildes ist zugleich ein Beweis, daß das Licht aus Strahlen von verschiedener Brechbarkeit bestehe, und da man in demselben sieben Farben unterscheidet, so hat man die Strahlen in sieben Klassen getheilt: Roth, Oranienfarben, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violett. Der rothe Strahl ist der am wenigsten brechbare, der violette der am stärksten brechbare; die Brechbarkeit der übrigen folgt sich in der Ordnung, in welcher sie genannt wurden. Newton fand durch wirkliche Messungen, daß wenn das Farbenbild in 360 Theile getheilt wird, das rothe Licht 45; das oranienfarbene 27; das gelbe 48; das grüne 60; das blaue 60; das indigo 40; das violette 80 dieser Theile einnehmen. Man hat jedoch späterhin bemerkt, daß sie in ihrer relativen Länge im Farbenbilde, nach Verschiedenheit des brechenden Medium, etwas verschieden sind.

8. Diese farbige Strahlen unterscheiden sich eben so in Hinsicht der Zurückwerfung und Beugung, wie sie sich in Hinsicht der Brechbarkeit unterscheiden; die rothen Strahlen haben den geringsten Grad der Zurückwerfbarkeit und Beugung, die violetten den größten; die übrigen nach der Ordnung, die sie im Farbenbilde einnehmen.

9. Jeder dieser gefärbten Strahlen ist beständig; und wird durch wiederholte Zurückwerfungen und Brechungen nicht verändert.

Die angeführten Eigenschaften des Lichtes machen den Gegenstand derjenigen Wissenschaft aus, welche Optik genannt wird. Sie zeigen auf eine deutliche Art, daß das

Licht von anderen Körpern eine Anziehung erfahre; und nicht allein angezogen, sondern auf ungleiche Art angezogen werde. Denn brennbare Körper, alles übrige gleichgesetzt, brechen das Licht stärker als andere Körper, sie ziehen folglich das Licht kräftiger an. Durch Aenderung in Hinsicht der Intensität wird aber das charakteristische Kennzeichen chemischer Verwandtschaft begründet. Hieraus geht hervor, daß die Anziehung, welche zwischen dem Lichte und anderen Körpern stattfindet, sich von der chemischen Anziehung nicht unterscheidet. Die Wichtigkeit dieser Bemerkung wird sich in der Folge ergeben.

10. Die Lichtstrahlen sind in Hinsicht ihres Vermögens zu erleuchten, verschieden. Läßt man eine gleiche Menge von jeder Art dieser Strahlen, eine nach der anderen, einen kleinen Gegenstand, z. B. eine bedruckte Seite, erleuchten; so wird man ihn nicht mit gleicher Deutlichkeit in derselben Entfernung erkennen, wenn er von dieser oder jener Art von Strahlen erleuchtet wurde. Man muß sich, wenn der Gegenstand von den violetten Strahlen erleuchtet wurde, demselben am meisten nähern; wir sehen ihn in einer etwas größeren Entfernung deutlich, wenn der Gegenstand von den indigoblauen Strahlen erleuchtet wurde; in einer noch größeren, wenn man die blauen wählte; in einer noch größeren bei der Erleuchtung durch die dunkelgrünen, und in der größten von allen, wenn zur Erleuchtung die hellgrünen oder dunkelsten gelben gewählt wurden. Man muß sich dem Gegenstande mehr nähern, wenn er von den orangefarbenen, noch mehr, wenn er von den rothen Strahlen erleuchtet wird.

Diesen Erfahrungen zufolge, scheint es, daß die Farben in der Mitte des Farbenbildes die stärkste erleuchtende Kraft

besitzen, die an den Enden befindlichen die kleinste; und daß die erleuchtende Kraft der Strahlen nach und nach, von der Mitte gegen die Enden des Farbenbildes hin, abnimmt. Diese Thatsachen wurden hauptsächlich durch die Versuche von Herschell ausgemittelt. Man sehe Philosophical Transactions for 1800 p. 267 und Gilbert's Annalen der Physik. B. VII. S. 137 ff. B. X. S. 68 ff.

II. Das Licht kann auch eine innigere Verbindung mit den Naturkörpern eingehen. In dieser Hinsicht scheint man mehrere Grade unterscheiden zu können. In mehreren Fällen wird dasselbe absorhirt, ohne daß dadurch eine Veränderung in der Beschaffenheit der Körper bewirkt wird, diese lassen es nachmals langsam fahren; in anderen Fällen veranlaßt es Veränderungen der Temperatur und Zusammensetzung, und wirkt als ein kräftiges chemisches Agens.

Diesjenige Erscheinung, welche Phosphorescenz genannt wird, scheint von der ersten Art der Vereinigung abzuhängen. Es giebt Körper, die wenn sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt und nachmals an einen dunkelen Ort gebracht werden, leuchten, und einige Zeit lang fortfahren, Licht auszusenden. Die Lichtentwicklung wird bei allen nach und nach schwächer, und hört zuletzt ganz auf; erneuert sich aber wieder, wenn sie abermals den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden.

Körper, welche diese Eigenschaft besitzen, werden Phosphore, Lichtträger, Lichtmagnete, Leuchtsteine, auch Sonnen-Phosphore genannt. Die letzte Benennung hat man darum gewählt, um sie von einer brennbaren Substanz, welche Phosphor genannt wird, und von der in der Folge die Rede seyn wird, zu unterscheiden.

Diese Eigenschaft, unter den angeführten Umständen

zu leuchten, wurde an einem Fossil, dem Vologneserstein (Vologneser Spath), das eine natürliche Verbindung aus Schwefelsäure und Baryt ist, entdeckt. Marggraf, Du Fay und andere bemerkten an mehreren anderen Naturkörpern dieselbe Eigenschaft, und Beccaria und Wilson fanden, daß fast alle Körper im festen Zustande (die Metalle und wenige andere Stoffe ausgenommen) Licht ausfenden, wenn man sie den Sonnenstrahlen aussetzt.

In Hinsicht der Menge von Licht, welche aus diesen Körpern ausströmt, findet ein großer Unterschied statt. Die Schalen von Seethieren, die Knochen der Landthiere, einige Edelsteine, Marmor, Kalkstein, schwefelsaurer Baryt, Flußspath und andere Verbindungen der Erden mit Säuren sind die kräftigsten natürlichen Phosphore. Zucker, weißes Papier, Leinwand besitzen diese Eigenschaft ebenfalls in einem ausgezeichneten Grade. In der Regel phosphoresciren weiße Körper stärker als dunkelgefärbte. Dieses gilt jedoch nicht ohne Ausnahme, und einige vollkommen weiße Körper leuchten kaum. Einige Phosphore leuchten so schwach, daß man das Leuchten derselben nur dann wahrzunehmen vermag, wenn man die Empfänglichkeit des Auges für den Eindruck des Lichtes dadurch verstärkt, daß man dasselbe einige Zeit im Dunkeln verweilen läßt, und dann in diesen dunklen Raum die so eben dem Sonnenlichte entzogenen Körper bringt.

Künstlich lassen sich dergleichen Lichtträger anfertigen, die eine größere Menge Licht uns längere Zeit ausfenden, als die meisten natürlichen. Hieher gehört der aus dem Vologneserstein bereitete Phosphor. Man verfertigt ihn folgendermaßen: der Vologneserstein (oder irgend eine andere recht reine Verbindung der Schwefelsäure mit Baryt)

wird in einem Schmelztiegel bis zum Rothglühen erhitzt, in einem gläsernen oder feineren (ein metallener muß vermie- den werden) Mörser zu einem feinen Pulver gerieben. Dies- ses wird mit Tragant schleim zu einem Teige gemacht, aus dem man dünne Kuchen bildet, die bei einer anfänglich ge- linden, dann stufenweise verstärkten Hitze getrocknet werden. Man füllt hierauf einen Ofen bis auf drei Viertel seiner Höhe mit Kohlen, und zündet das Feuer an. Auf die glü- henden Kohlen werden die Kuchen gelegt, und auf diese Kohlen geschüttet, bis der Ofen angefüllt ist. Das Feuer wird unterhalten, bis das Brennmaterial verzehrt ist. Die Kuchen werden hierauf durch einen Blasebalg von Asche ge- reinigt, und, gegen den Zutritt der Luft geschützt, aufbe- wahrt.

Ein anderer künstlicher Leuchtstein ist *Valduins Phos- phor*. Man erhält ihn, wenn eine Verbindung aus *Sal- peter* und *Kalkerde* in einem irdenen Gefäße geglüht wird. In Hinsicht der Phosphorescenz steht er dem vorher- gehenden nach.

Canton hat ebenfalls mehrere sehr merkwürdige Versuche über diesen Gegenstand angestellt; auch entdeckte er folgende Zusammensetzung, welche die Eigenschaft zu Phosphoresciren in einem vorzüglichen Grade besitzt. Man glühet gewöhn- liche Austerschalen in einem starken Kohlenfeuer eine halbe Stunde lang, pülvert und siebt die feinen Theile davon ab. Drei Theile dieses Pulvers mengt man mit einem Theile Schwefelblumen, und stampft das Gemenge in einen Schmelz- tiegel ein, der eine Stunde lang im Rothglühen erhalten wird. Der glänzendste Theil der Mischung wird abgetragt, und zum Gebrauch in einer trocknen Flasche aufbewahrt.

Dr. Higgins hat das von *Canton* befolgte Verfah-

ren in mehreren Stücken verbessert. Er schichtet die Austerschalen mit Schwefel in einem Schmelztiegel, ohne sie zu stoßen, und nachdem sie einem erforderlichen Feuersgrade ausgesetzt worden, so bewahrt er sie in mit eingeriebenen Stöpfeln versehenen Flaschen auf. Man vergleiche hiemit das von Theodor von Grotthuß angegebene Verfahren, den Cantonschen Phosphor zu bereiten. Journal für Chemie und Physik. B. XIV. S. 133 ff. John in Gilbert's Annalen B. LV. S. 454 ff.

Wird diese Zusammensetzung wenige Sekunden lang dem Lichte ausgesetzt, so verbreitet sie nachmals, wenn sie an einen dunkelen Ort gebracht wird, ein Licht, das hinreicht, um die Ziffern auf dem Zifferblatt einer Uhr zu erkennen. Nach einiger Zeit hört sie auf zu leuchten, erhält diese Eigenschaft aber wieder, wenn sie dem Lichte aufs neue ausgesetzt wird. Die anderen Körper wirken demnach nicht bloß auf das Licht, sondern dieses kann sich mit ihnen vereinigen und nachmals aus ihnen wieder entweichen.

John fand, daß auf eben die Weise, wie die Baryts Lichtmagnete, sich auch Strontian-Lichtmagnete bereiten lassen. Diese entwickeln ein sehr sanftes himmelblaues Licht von großer Intensität. a. a. D. S. 456.

Es ist bekannt, daß sich das Licht während des Verbrennens entwickelt, und man suchte daher jene Lichtentwickelungen als durch ein langsames, unmerkliches Verbrennen veranlaßt, zu erklären. Mehrere von Beccaria's Versuchen sind jedoch von Umständen begleitet, welche der Annahme, daß hier ein Verbrennen statt finde, ganz entgegen sind. So war z. B. ein Gegenstand, der ihm bei seinen Versuchen diente, seine eigene Hand, und mehrere der übrigen Körper waren unverbrennlich. Auch die von Canton beob-

achteten Erscheinungen vertragen sich nicht mit der Vorstellung des Verbrennens. Sein Präparat leuchtete nur, wenn es vorher dem Lichte ausgesetzt worden, und verlor diese Eigenschaft, wenn es im Dunkeln aufbewahrt wurde. Die bei der Temperatur der Atmosphäre des Verbrennens fähigen Körper werden nicht dadurch leuchtend, daß man sie dem Lichte aussetzt, sondern dadurch, daß sie mit der atmosphärischen Luft in Berührung gebracht werden. Dauert dieselbe Temperatur fort, so hören sie nicht eher auf zu leuchten, als bis sie verzehrt sind; und hören sie auf, so werden sie nicht durch Anwendung des Lichtes, sondern durch Anwendung des Wärmestoffes wieder leuchtend. Canton's Phosphor hingegen, wenn er seine Eigenschaft zu leuchten verloren hat, erhält sie nicht durch Einwirkung der bloßen Wärme wieder, sondern diese muß mit Licht vergesellschaftet seyn.

Die einzige Wirkung, welche die Wärme hat, ist die, daß sie das Ausschneiden des Lichtes aus jener Verbindung mehret, mithin die Zeit ihres Leuchtens vermindert. Zwei Glasugeln, von denen jede etwas von diesem Phosphor enthielt, und die luftdicht verschlossen waren, wurden, nachdem sie vorläufig dem Lichte ausgesetzt worden, in ein finsternes Zimmer gebracht. Eine derselben wurde in ein Gefäß mit kochendem Wasser getaucht, diese leuchtete weit lebhafter, als die andere, nach zehn Minuten hörte aber die Lichtentwicklung bei derselben auf; die andere fuhr länger als zwei Stunden fort, Licht auszusenden. Nachdem sie im Finstern zwei Tage lang aufbewahrt worden, so wurden sie beide in ein Gefäß mit heißem Wasser eingesenkt. Der Phosphor, welcher vorher in das Wasser eingetaucht worden, leuchtete nicht, der andere wurde aber leuchtend, und fuhr eine ge-

raume Zeit hindurch fort, Licht auszusenden. Keine dieser Kugeln wurde nachmals bei Anwendung von heißem Wasser wieder leuchtend; wurde sie aber einem Eisen genähert, welches so stark erhitzt worden, daß es kaum im Finstern sichtbar war, so gaben sie bald das in ihnen noch enthaltene Licht von sich, und leuchteten bei derselben Behandlung nicht ferner. Wurden sie hingegen dem Lichte zum zweiten Male ausgesetzt, so zeigten sie genau dieselbe Erscheinungen wieder. Da, eine angezündete Kerze, so wie Elektrizität, ertheilten ihnen einiges Licht. Diese Thatsachen sind mit dem Verbrennen völlig unverträglich, und reichen vollkommen hin, uns zu überzeugen, daß das Licht allein das Agens war, und wirklich in die leuchtenden Körper eindrang.

Man hat die Frage aufgeworfen: ob das Licht, welches die Lichtträger ausenden, von dem, welchem sie ausgesetzt wurden, verschieden sey oder nicht? *Du Fay* ließ auf Lichtmagnete, Licht, welches durch gefärbte Gläser hindurchgegangen war, fallen; das Licht, welches nachmals aus denselben ausströmte, hatte nichts mit der Färbung der Gläser gemein. (*Mém. de l'acad. des sciences. 1735. p. 493.*) *Wilson*, welcher diese Versuche wiederholte, konnte keinen Unterschied in der Farbe des unter diesen Umständen von den Lichtmagneten ausgesendeten Lichtes wahrnehmen. (*Wilson's Experiments on Phosphori.*) *Beccaria*, der anfänglich, diesen entgegengesetzte Resultate, glaubte erhalten zu haben, überzeugte sich bei Wiederholung der Versuche von der Richtigkeit der *Wilson'schen* Behauptung. Selbst in dem Falle, wenn das weiße Licht durch das Prisma zerlegt wurde, und man einen bestimmten farbigen Strahl auf den phosphorescirenden Körper fallen ließ, sandte dieser dasjenige Licht aus, welches aus ihm ausströmte, wenn er dem Tageslichte

ausgesetzt worden. Ließ man auf einen Körper, der im Dunkeln mit weißem Lichte leuchtete, rothes Licht fallen, so fuhr derselbe fort, mit gleichförmigen weißem Lichte zu leuchten; oder setzte man einen Lichtmagnet, der gewöhnlich die prismatischen Farben, wie das bei einigen dieser Phosphoren der Fall ist, ausstrahlte, dem weißen oder einem bestimmt gefärbten Lichte aus, so fuhr er fort, die prismatischen Farben auszusenden. Ja, als Wilson einen von diesen Körpern wählte, der mit einem bestimmt gefärbten Lichte, z. B. mit rothem Lichte, leuchtete, und ihn dem rothen Lichte aussetzte, so leuchtete er nachmals nur schwach; während die Einwirkung eines verschieden gefärbten Strahles, z. B. des violetten, ein Leuchten mit dem gewöhnlichen rothen Lichte mit starkem Glanze bewirkte. Bei einem blauen Strahle fand derselbe Erfolg statt, nur war er weniger lebhaft; bei dem grünen war er noch schwächer. Würde ein Stück dieser Phosphore ausgewählt, das mit blauem Lichte leuchtete, so wurde, wenn man auf dasselbe blaue Strahlen fallen ließ, eine nur schwache Wirkung hervorgebracht, durch rothe hingegen eine sehr starke. (Journal de Physique. T. XV. p. 93.) Seebeck fand bei seinen Versuchen (Zur Farbenlehre von Göthe. V. II. S. 703 ff.) es ebenfalls bestätigt, daß die verschiedenen Phosphore, mit denen er Versuche anstellte, den prismatischen Farben ausgesetzt, eben so leuchteten, als wenn sie dem reinen Sonnenlichte ausgesetzt wurden.

Diese Thatsachen sind keinesweges der Folgerung günstig: daß das Licht, welches die phosphorescirenden Körper ausenden, mit dem, welches sie absorbirt haben, identisch sey; sie führen vielmehr zu der Annahme, daß sie mit eige-

nem Lichte leuchten, und daß das Aussehen an das Licht keine andere Folgen habe, als das Ausströmen desselben zu bewirken.

Es giebt eine zweite, von der vorhergehenden ganz verschiedene, Klasse phosphorescirender Körper, die, wenn man sie erwärmt, Licht ausfenden, ohne daß es nöthig ist, sie der Einwirkung des Lichtes auszusetzen. Der Lichtschein wird bei jeder Ausfendung des Lichtes schwächer, und wird, wenn man sie den Sonnenstrahlen aussetzt, nicht verstärkt.

Die Art, wie man diese Phosphorescenz hervorbringen kann, ist folgende: Der vorher geplüvete Körper wird auf eine beinahe bis zum Glühen erhitzte eiserne Platte gestreuet, oder in eine heiße Flüssigkeit geworfen. Bei einigen dieser Körper verschwindet das Licht augenblicklich; bei anderen dauert es mehrere Minuten. Gewöhnlich ist dieses Licht farbenlos, doch leuchten einige dieser Phosphore auch mit gefärbtem Lichte. Der Flußpath gehört zu den vorzüglichsten Phosphoren dieser Klasse. Er leuchtet mit einem schön purpurrothen, zuweilen mit grünem Lichte. Die Varietät desselben, welche Chlorophan heißt, wird nicht allein in einer gelinden Wärme stark leuchtend, sondern leuchtet auch lebhaft, wenn sie dem Lichte ausgesetzt wurde. Nächst dem Flußpath besitzen einige Marmorarten, der Feldspath, Quarz, mehrere Edelsteine und andere erdige fossilen diese Eigenschaft.

Diese Lichterscheinung ist von der Wirkung der atmosphärischen Luft unabhängig, und ist im luftleeren Raume, oder in verschiedenen Gasarten, von demselben Grade der Stärke, wie in der atmosphärischen Luft. Selbst bei Flüssigkeiten, besonders bei denen von dichter Natur, bemerkt man, wenn sie auf heißes Eisen geschüttet werden, den Erfahrungungen

fahrungen von Brugnatelli zufolge, eine ähnliche Phosphorescenz.

Auch thierische Substanzen, sowohl im lebenden als todten Zustande, bieten phosphorescierende Erscheinungen dar. Seethiere besitzen diese Eigenschaft in einem vorzüglich ausgezeichneten Grade. Fast alle Seefische leuchten, wenn sie einige Zeit aus dem Wasser genommen werden, im Dunkeln, und manche leuchten mit lebhaftem Glanze drei bis vier Tage lang. Das Fleisch einiger vierfüßigen Thiere leuchtet unter gewissen Umständen ebenfalls. Ein ähnliches Licht verbreiten mehrere Pflanzenkörper, wie in Fäulniß übergegangenenes Holz, Torferde u. s. w.

Diese Lichterscheinung wird, wenige Fälle ausgenommen, nur dann wahrgenommen, wenn das Thier einige Zeit des Lebens beraubt war; sie findet jedoch stets statt, bevor Kennzeichen der Fäulniß eintreten. Ein gewisser Grad von Fäulniß scheint, den Versuchen von Canton zufolge, damit nicht unverträglich zu seyn; allein nach Hulme wird, so wie ein großer Grad der Fäulniß eintritt, die Eigenschaft zu leuchten vernichtet, und das Licht erlischt. Hulme bemerkte ferner, daß in den Fällen, in welchen man ein Leuchten des Fleisches von Landthieren wahrnahm, dasselbe noch unangegriffen von Fäulniß zu seyn schien.

Der leuchtende Stoff dieser Substanzen läßt sich abscheiden, und mit Hilfe gewisser Verfahrensarten aufbewahren. Canton machte die Bemerkung, daß Seewasser, oder eine Auflösung von Kochsalz von gewisser Stärke, dadurch leuchtend wurden, daß er einen frischen Hering in diese Flüssigkeiten tauchte. Dr. Hulme fand, daß andere Salzauslösungen als Auflösungsmittel des leuchtenden Stoffes wirkten. Es wurden ungesähr vier Drachmen frischer He-

ring in eine Auflösung von zwei Drachmen schwefelsaurer Zinkerde in zwei Unzen kaltem Wasser gelegt. Die Flüssigkeit zeigte am zweiten Abend einen leuchtenden Ring am oberen Theile, und als die Flasche geschüttelt wurde, füllte sich das Ganze mit einem schönen Lichte. Die Flüssigkeit behielt diese Eigenschaft einige Zeit, der leuchtende Stoff schied sich ab, und konnte durch Schütteln wieder mit der Flüssigkeit vermischt werden. Nach und nach wurde das Licht jedoch schwächer und in der vierten Nacht war es verschwunden.

Verschiedene andere Salzaufösungen, wie die von Kochsalz, Salpeter, schwefelsaurem Natrum u. s. w. besitzen dieselbe Eigenschaft, den leuchtenden Stoff den Seethieren zu entziehen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß das Leuchten des Meerwassers zum Theil von der Auflösung dieses leuchtenden Stoffes abhängt; wiewohl auch andere Ursachen an dieser Erscheinung Theil zu haben scheinen, vorzüglich scheint die Gegenwart von phosphorescirenden Thieren darauf Einfluß zu haben. (Letter by Professor Mitchell, Phil. Mag. Vol. X. p. 20.) Nach Macartney wird dieses Leuchten stets durch lebende Thiere, vorzüglich durch die *Medusa scintillans* hervorgebracht *).

* Herr Hofrath Lilius hat folgende Resultate aus seinen während der dreijährigen Krusensternschen Entdeckungsreise gemachten Beobachtungen gezogen:

1. Das Seelicht erscheint in den tropischen Meeren bald wie ein matter Lichtschimmer, oder ein gleichmäßig verbreiteter Milchglanz, bald wie einzelne Sterne, Feuerkugeln, Lichtkegel, feurige Ketten, Fäden und Bänder, bald wie einzelne kleine hervorsprühende Funken u. s. w.

2. Es leuchten bloß lebendige Thiere, nämlich Molusken,

Wasser ist nicht vermögend, diesen leuchtenden Stoff auszu-
ziehen, und verhindert auch, daß der in dasselbe getauchte
Fisch leuchtend wird.

Crustaceen und Infusorien, aber es giebt eine zahllose Menge
dieser leuchtenden Seethiere: Salpen, und daran lebende, frei im
Meere umhertreibende Eiersböcke (Pyrosomen), Medusen, Me-
lonen-Quallen (Veroen), Physalten (Seeblasen), Phylloporo-
ren, Nigophyten, Stephanomien, kleine, mikroskopische
Krebse und Entomastrea. Ferner Ouisi, Monoculi
und deren Larven, auch Seefedern, Nereiden, Zoophyten
und Infusionsthierchen. Jedes dieser Thiere leuchtet auf seine
eigene Weise, wie die Gestalt derselben, ihre sehr verschiedene Or-
ganisation und ihre Respirations-Werkzeuge es mit sich bringen,
welche das Licht auszubauhen scheinen. Die meisten dieser Thiere
sah Herr Lilliesius leuchten, und untersuchte den Bau derselben,
den man im vierten Bande der Krusenstern'schen Reisen (in
der Abhandlung über die verschiedenen Arten des Seelichts u. s. w.)
beschrieben findet.

3. Was insbesondere die Molusken, richtiger nachallas
Myxoda (Schleimthiere) genannt, betrifft; so gehören dahin: erstens
die Salpen und ihre Eiersböcke (*Pyrosoma atlanticum* —
Peroni; *Monophora noctiluca Bory de St. Vincent*;
Telophorus australis Tilosii (s. Atlas zu Krusenstern's
Reisen Taf. 21. Fig. 30. aa.) sie sind die größten und glänzend-
sten Meerlichter; zweitens, die Medusen als Aurellien,
Oceanien, Aequoreen, vorzüglich aber Pelagien, die indes-
sen alle den Salpen in dieser Hinsicht weit nachstehen; und drit-
tens, die Physalten und Veroen, deren Licht noch matter ist.

Heller aber ist das funkenprühende Licht der mikroskopi-
schen Krebse und Entomastrea; diese Carcinoiden haben
abentheuerliche Gestalten, und geben auf dem ganzen Erdball in al-
len Meeren das häufigste Licht. Die Infusorien haben nur
ein kleines und mattes Licht.

4. Das Licht ist eine Folge der Anstrengung ihrer Respiration.
So wie der Mensch durch Anstrengung schneller warm wird und
schneller athmet, so haüchen jene Thiere durch schnelleres Athmen
das bei ihnen durch Exhale und Inhale geschieht) mehr Licht aus.
Im Zustande vollkommener Ruhe leuchten sie gar nicht. Athembo-

Sehr viele Substanzen veranlassen das Erdschweifen dieses Lichtes, als reines Wasser, Säuren, Alkalien, gegohrte Flüssigkeiten, Weingeist; und was sehr auffallend ist, es

len und Fortflößen im Meere oder Ortsveränderung, Fang der Beute, Auslaufen, Exkretionen, Kreislauf, Ernährung, alles geschieht nur durch eine alterirende Bewegung (Cytose und Diastole).

5. Ein Stück Haifischfleisch wurde unter dem Aequator acht Stunden lang am Schiffe aufgehängt, und dann Abends als Köder bei'm Angeln gebraucht. Dieses leuchtete auch bei angehender Fäulniß über Meerwasser, aber es war ein silles, todtes und ruhiges, mattes Licht, wie faules Holz leuchtet.

6. Das Licht eines Salpen-Eierstockes (*Pyrosoma*) ist feurig und flammend, voller Bewegung, bald wie eine glühende Kanonentugel, bald wie ein brennendes grünes Schwefelfeuer. Das Licht eines mikroskopischen leuchtenden Krebschens ist sprühend wie Funken aus einer Schmiedeeise. Das Licht der Salpen, die wie lange, feurige Fäden oder Ketten in den wärmeren Meeren herumswirbeln, giebt den Lichtfunken der Kreblichen nicht viel nach, aber es ist nicht so sprühend, größer und intensiver. Das Licht der Krebse ist in allen Meeren des Erdballs verbreitet, das Salpenlicht nur in den wärmeren, in tropischen und Aequatorial-Gegeuden.

7. Medusen leuchten viel matter; die hellsten unter ihnen sind die Pelagien, wie Löffling's *Medusa noctiluca*, Peron's *Medusa panopyra* und Ellefius *Pelagia tuberculata* beweisen. Von letzterer befindet sich unter dem Namen *Warzen-Qualle* eine Abbildung auf Taf. 23. von Krusenstern's Atlas. Noch matter leuchten die *Beroen* oder *Meelonen-Quallen*; das Licht erscheint nur auf den Rippen, deren Fasern zittern, und zwar in den Farben des Regenbogens.

8. Das Licht der Thiere sinkt mit der Lebenskraft, und verschwindet zugleich mit dem Leben im Tode ganz.

Man sehe Gilbert's *Annalen* B. LXI. S. 36 ff.

Das Daseyn von Herrn Macartney's *Medusa scintillans* bezweifelt Herr Ellefius an mehreren Orten — wenigstens in sofern, daß der von jenem beobachtete leuchtende Körper eine Meduse sey. Man sehe unter andern a. a. D. S. 26 die Anmerkung.

wird durch gesättigte Auflösungen derjenigen Salze zum Erlöschen gebracht, die im verdünnten Zustande es unterhalten. Dr. Sulme überzeugte sich jedoch, daß in den concentrirten Auflösungen, der leuchtende Stoff ebenfalls vorhanden ist, und daß bei der Verdünnung derselben mit Wasser, das Licht zum Vorschein kommt, und daß man dasselbe abzuwechselfelnd dadurch herstellen und zum Erlöschen bringen kann, daß man Wasser oder Salz zusetzt.

Das Leuchten wird durch Bewegung oder Schütteln vermehrt; es wird durch Kälte geschwächt und sogar zum Erlöschen gebracht, allein wieder hergestellt und glänzender durch mäßige Wärme. Ein hoher Grad von Hitze, wie der des kochenden Wassers; bringt es zum Erlöschen, und es wird beim Erkalten nicht hergestellt. Dieses Leuchten scheint gewissermaßen von dem Zutritt der Luft abhängig zu seyn, indem Dr. Sulme fand, daß die Thelle des Fisches, welche nicht mit der Luft in Verührung gekommen, dunkel waren, während hingegen diejenigen leuchteten, die von der Luft berührt worden. Das Leuchten war in Sauerstoffgas nicht stärker, als in atmosphärischer Luft. Stickgas schien das Leuchtendwerden der thierischen Substanz zu verhindern; hatte jedoch das Leuchten einmal begonnen, so bewirkte es kein Erlöschen des Lichtes. Wasserstoffgas, Salpetergas, kohlensaures Gas und Schwefelwasserstoffgas verhinderten nicht allein die Lichterscheinung, sondern bewirkten auch, wenn sie bereits begonnen hatte, das Aufhören derselben. Im leeren Raume der Luftpumpe wird sie geschwächt und erlischt endlich ganz; sie kommt aber, wenn Luft hinzugelassen wird, wieder zum Vorschein. Das Ausströmen des Lichtes ist in keinem dieser Fälle mit einer bemerkbaren Temperaturerhöhung vergesellschaftet, indem die Temperatur

des leuchtenden Körpers dieselbe ist, wie die der umgebenden Luft.

Das Licht aus verrottetem Holze scheint mit jenem Ähnlichkeit zu haben. Boyle bemerkte, daß ein Stück verrottet Holz, welches leuchtete, in einem luftleeren Raume aufhörte zu leuchten, und wiederum zu leuchten anfing, wenn Luft zugelassen wurde. Dieses fand Dr. Hulme bestätigt. Spallanzani, Carra dori, Humboldt, Hulme, Böckmann überzeugten sich, daß in Stickgas, Wasserstoffgas, kohlensaurem Gas, kohlenstoffhaltigem so wie schwefelhaltigem Wasserstoffgas die Lichtentwicklung aus dem verrotteten Holze bald aufhört, allein bei dem Zutritt von atmosphärischer Luft wieder beginnt. Dr. Hulme machte die Bemerkung, daß leuchtendes Holz nur dann leuchte, wenn es der atmosphärischen Luft (vielleicht dem Lichte?) ausgesetzt worden; daß hingegen, wenn es aus dem Innern des Baumes frisch ausgebrochen worden, es erst nach einiger Zeit zu leuchten anfange. Diese Thatsachen scheinen es wahrscheinlich zu machen, daß die Lichtentwicklung von irgend einer Einwirkung der Luft oder dem Sauerstoffgehalte derselben abhängt. Man stößt jedoch auf andere Erscheinungen, die dieser Annahme keinesweges günstig sind. Boyle erzählt, daß ein Stück verrottetes Holz in einer luftdicht verschlossenen Glasröhre eben so als vorher zu leuchten fortfuhr. Forster führt an, und Hulme so wie Böckmann bestätigen es, daß leuchtendes Holz, welches in Sauerstoffgas gebracht worden, sein Ansehen nicht veränderte. Böckmann fügt die Bemerkung hinzu, daß wenn die Lichterscheinung in diesen Gasarten aufgehört hatte, sie wieder auf einige Zeit zum Vorschein kam, wenn ein frisches Stück Holz in dasselbe Medium gebracht wurde; ferner, daß leuchtendes

Holz in Quellwasser, destillirtem oder gekochten Wasser, so wie in verschiedenen Salzaufösungen und in Leindl fortfuhr zu leuchten. Durch einen Zusatz von Säuren verschwindet die Lichtentwicklung. Dieselbe Wirkung wird schneller durch Alkohol, ebenfalls durch eine hohe Temperatur hervorgebracht, wiewohl eine mäßige Hitze, wie etwa von 100°, das Leuchten lebhafter macht; während die Kälte es zurückhält. In allen diesen Fällen ähnelt diese Phosphorescenz der der thierischen Substanzen.

Mehrere Insekten leuchten unter gewissen Umständen, sowohl im lebenden als toden Zustande. Das Johanniskäferchen (*Lampyrus noctiluca*) ist längst dieser Eigenschaft wegen bekannt. Das geflügelte Männchen hat zwei blaue Lichtphosphorescirende Punkte unter dem Bauche. Die ungeflügelten Weibchen leuchten weit stärker, besonders um die Begattungszeit. Einige Zeit, nachdem das Weibchen seine Eier gelegt hat (die ebenfalls im Finstern leuchten), verliert sich der Lichtschein bei beiden Geschlechtern. Andere Insekten besitzen ähnliche Eigenschaften, wie z. B. der Laternenträger (*Fulgora*).

Herr Macartney hat ein zahlreiches Verzeichniß (das Herr Nilzkius bedeutend vermehrt und berichtigt hat) dieser Leuchthiere geliefert, die sämmtlich zu der Klasse der Insekten, Würmer, Mollusken und Zoophyten gehören. Der leuchtende Stoff eines großen Theiles derselben ist flüchtig, scheint aber bei allen dieselben Eigenschaften zu besitzen. Er leuchtet einige Stunden, die Intensität des Leuchtens wird durch Reiben und Wärme verstärkt; der leuchtende Stoff läßt sich aber nicht entzünden. Versuche über diese Art der Phosphorescenz sind vorzüglich mit dem Johanniskäferchen gemacht worden. Forster bemerkte, daß im Sauerstoffgas

Das Licht glänzender und dauernder sey, als in atmosphärischer Luft; daß aber sein Glanz abnimmt, wenn das Insekt aus diesem Gas herausgenommen wird. Das Gas schien in Hinsicht der Reinheit nicht verändert zu seyn. Forster hält den leuchtenden Stoff für eine Absonderung des Phlores, die mit dem Athmen desselben in Verbindung steht, und die bei dem Einathmen stärker leuchtet, als bei dem Ausathmen. Hieraus erklärt er die Lichtveränderungen, indem dieses Licht in einem Moment glänzend, in einem andern schwach oder erloschen zu seyn scheint, die bei dieser Phosphorescenz bemerkt werden. (Roziere, Journal de Physique T. XXIII, p. 24.)

Nach Carradori hängt die Lichterscheinung von der Willkühr des Thieres ab. Der leuchtende Stoff, der durch Druck aus den Behältern, in denen er sich befindet, ausgeschüttet worden, leuchtet in Oel, Wasser, der toricellischen Kugel eben so wie in atmosphärischer Luft. Das Thier selbst leuchtet, wenn man es in Wasser taucht, und stärker in lauwarmen als kalten Wasser. Die Vermehrung des Lichtglanzes in Sauerstoffgas leitet Carradori von dem Reiz ab, den das Gas auf diese Thiere äußert. Das ganze Factum ist jedoch noch zweifelhaft, indem Dr. Hülm es nicht bestätigt fand, daß die Johanniswürmchen (weder im lebenden noch todtten Zustande) im Sauerstoffgas stärker leuchten, als in der atmosphärischen Luft. Nach Macartney leuchten einige der phosphorescirenden Medusen, nicht allein unter Wasser, sondern auch unter spiritusösen Flüssigkeiten und im luftleeren Raume. Dr. Hülm fand, daß diese Art von Phosphorescenz mit der andern darin übereinkomme, daß sie in Wasserstoffgas, kohlenstoffem Gas, Schwefelwasserstoffgas und Salpetergas erlischt, hingegen

sich erneuert, wenn das Thier in atmosphärische Luft versetzt wird. Die Lichtentwicklung ist, nach Macartney, mit Erzeugung von Wärme vergesellschaftet; letzteres findet aber nach dem Tode nicht statt, ungeachtet die Lichtentwicklung langsam fort dauert.

Man sehe über diesen Gegenstand: Boyle's Works. Vol. III. p. 157; Canton in den philosophischen Transaktionen Band LIX. S. 446 ff. Hulme a. a. D. Jahr 1800. Abtheil. I. S. 161 ff. Jahr 1801 S. 483 ff. Jahr 1802, übers. in Gren's Annalen der Physik B. XII. S. 129 ff. S. 224 ff. S. 292 ff. Brugnatelli in Gilbert's Annalen. B. IV. S. 438 ff. Carradori Ebend. S. 442; Mitchell a. a. D. B. XII. S. 161 ff. Macartney, Philos. Transact. for 1810, übers. und mit Anmerkungen von Lefebvre begleitet in Gilbert's Annalen B. LXI. S. 1 ff. S. 113 ff. S. 142 ff. S. 161 ff. Desaignes, Journal de Physique Juillet 1809 und in Gilbert's Annalen B. XXXVII. S. 238 ff. desgl. in Schweigger's Journal B. VIII. S. 70 ff. S. 115 ff. vorzüglich aber Placidius Heinrich, die Phosphorescenz der Körper u. s. w. erste, zweite, dritte, vierte Abhandlung. Nürnberg, 1811 — 1819.

12. Fast alle Körper besitzen die Eigenschaft, Licht zu absorbiren, obgleich sie nicht, wie die Phosphore und thierischen Körper, es ganz wieder aussenden. Sie absorbiren jedoch keinesweges alle Lichtstrahlen ohne Unterschied: einige absorbiren die eine Art gefärbter Strahlen, einige eine andere, während sie die übrigen zurückwerfen. Dieses ist die Ursache der verschiedenen Farben der Körper. Ein rother Körper z. B. wirft die rothen Strahlen zurück, während er die übrigen verschluckt; ein grüner wirft die grünen Strah-

len zurück, vielleicht auch die blauen und gelben und absor-
birt die übrigen. Ein weißer Körper wirft alle Strahlen
zurück, und absorbirt keine; während ein schwarzer Körper
im Gegentheil alle Strahlen absorbirt und keine zurück-
wirft. Die verschiedenen Farben der Körper hängen dem-
nach von der Verwandtschaft der Körper gegen besondere
Strahlen, und dem Mangel der chemischen Anziehung gegen
andere ab.

13. Die Absorption des Lichtes bringt sehr merkliche
Veränderungen in den Körpern zuwege. Pflanzen wachsen
z. B. ziemlich gut im Finstern; in diesem Falle ist aber ihre
Farbe stets weiß, sie haben kaum einigen Geschmack, und
enthalten eine nur geringe Menge brennbaren Stoffes.
Setzt man sie jedoch dem Sonnenlichte aus, so wird ihre
Farbe grün, ihr Geschmack wird ungleich ausgezeichneter,
und die Menge der brennbaren Substanz wird bedeutend
vermehrt. Diese Veränderungen sind sehr bekannt, und hän-
gen ohne Widerrede von der Wirksamkeit des Lichtes ab.

14. Ein anderes sehr merkwürdiges Beispiel von der Wirks-
samkeit des Lichtes ist die Reduktion der Metalloxyde. Die
rothen Oxyde des Quecksilbers und Bleies bekommen, der
Sonne ausgesetzt, eine weit hellere Farbe; die weißen Sil-
berfalte werden unter denselben Umständen schwarz, und das
Oxyd wird hergestellt. Das Goldoxyd kann auf dieselbe
Art hergestellt werden. Das Licht besitzt demnach die Ei-
genchaft, den Sauerstoff aus mehreren Oxyden abzuscheiden.
Scheele, der zuerst diesen Gegenständen eine besondere
Aufmerksamkeit schenkte, bemerkte ebenfalls, daß die violetten
Strahlen das Silber schneller herstellten, als irgend andere
farbige Strahlen. (Scheele, sämtliche physikalische und che-
mische Schriften, Berlin, 1793. B. I. S. 136 und 150 ff.)

Sennebier zeigte, daß dieselben Strahlen am wirksamsten sind, die grüne Farbe der Pflanzen hervorzubringen. Mem. physico-chim. II. 72.

Sonst glaubte man, daß das Schwarzwerden des salzsauren Silbers, welches erfolgt, wenn man es dem Sonnenlichte aussetzt, von der Entweichung des Sauerstoffes und der Annäherung des Silbers zum metallischen Zustande herrühre, allein Berthollet hat gezeigt, daß in diesem Falle nicht Sauerstoff, sondern Salzsäure entweicht. Man sehe: Versuch einer chemischen Statik, aus dem Französischen übersetzt von Bartoldy u. s. w. B. I. S. 208 ff.

Man nahm früher allgemein an, daß diese Wiederherstellungen metallischer Körper durch die Wärme erregenden Lichtstrahlen bewirkt würden, allein die Herren Ritter, Bäckmann und Wollaston haben gezeigt, daß das Chlorine-Silber am schnellsten geschwärzt werde, wenn es außer dem Bereich der violetten Strahlen und gänzlich außer dem Bereich des prismatischen Farbenbildes sich befindet.

Diese Beobachtungen werden von Herrn Berard bestätigt. Er fand, daß die chemische Intensität an dem violetten Ende des Farbenbildes am stärksten war, und daß sich diese Wirkung etwas über dieses Ende hinaus erstreckte. Ließ er Substanzen einige Zeit der Wirkung jedes der farbigen Strahlen ausgesetzt, so waren Wirkungen bemerkbar, obgleich in den indigo und violetten Strahlen mit stets abnehmender Intensität. Es ist demnach wahrscheinlich, daß wenn er im Besitz empfindlicherer Reagenzien gewesen wäre *),

*) Er wandte Chlorine-Silber an, welches schwarz wurde; Guajak, das von Gelb in Grün überging, wie Dr. Wollaston

er analoge, nur immer schwächere Wirkungen in den andern Strahlen würde wahrgenommen haben.

Er vereinigte mittelst einer Glaslinse alle Theile des Farbenbildes, die sich von dem grünen bis zu dem äußersten, violetten Lichte erstreckten; eben so concentrirte er mittelst einer andern Linse den ganzen Theil, der sich vom Grün bis zu dem äußersten Roth erstreckt. Der letzte Lichtpinsel bildete einen so glänzend weißen Fleck, daß das Auge es kaum zu ertragen vermochte; doch veränderte sich das Chlorine Silber, welches zwei Stunden lang seiner Einwirkung ausgesetzt wurde, nicht im mindesten. Wurde es aber dem ersten Lichtpinsel ausgesetzt, der weit weniger glänzend und heiß war, so wurde es in weniger als sechs Minuten geschwärzt.

15. Morechini, Professor der Chemie zu Rom, machte im Jahre 1813 bekannt, daß Stahladeln, welche der Wirkung des violetten Lichtstrahles ausgesetzt werden, magnetische Eigenschaften erhalten. Gilbert's Annalen B. XLVI. S. 367. Als diese Versuche von dem Professor Confalgliachi zu Pavia (a. a. O. B. XLVI. S. 335 ff.) und von Herrn Gerard zu Montpellier wiederholt wurden, so bestätigte sich jene Behauptung keinesweges. Man kann demnach schließen, daß Morechini sich täuschte, indem er Nadeln, die bereits magnetische Eigenschaften hatten, anwandte.

16. Dieses sind die Eigenschaften des Lichtes, soweit sie bis jetzt untersucht wurden. Ohne uns hier in Untersuchungen zu ergehen, die zuerst beobachtet hat; und ein Gemenge aus Chlorine und Wasserstoffgas, welches dem Lichte ausgesetzt betonirt, wie die Herren Gay Lussac, Thenard und Dalton fanden.

über Materialität und Immaterialität des Lichtes, über Identität oder Nichtidentität desselben mit der Wärmethätigkeit u. s. w. einzulassen, werden wir doch dem Gesagten zufolge dasselbe als eine Thätigkeit betrachten können, die auf die Körper einen bedeutenden Einfluß äußert, von ihnen angezogen wird, sich mit ihnen verbindet u. s. w. ganz so, wie andere Körper thun. Es unterscheidet sich jedoch von allen bisher bekannten Körpern durch folgende drei Eigenschaften, welche diesen fehlen.

Die erste dieser Eigenschaften ist das Vermögen, welches es besitzt, in uns die Empfindung des Sehens hervorzubringen, indem es von dem gesehenen Gegenstande ausgeht, und in das Auge gelangt. Die Erscheinungen der Farben und des prismatischen Farbbildes zeigen das Daseyn sieben verschiedener Arten von Licht an; noch ist es aber nicht ausgemittelt, wovon der Unterschied derselben abhängt. Wir sind mit den Bestandtheilen jeder dieser Art völlig unbekannt.

Die zweite, dem Lichte eigenthümliche Eigenschaft ist die ungemeyne Geschwindigkeit, mit der es sich bewegt, wenn es aus einem Körper abgeschieden wird, mit dem es vorher verbunden war. Diese Geschwindigkeit erlangt es in einem Moment, und scheint sie in allen Fällen zu erlangen, welches auch der Körper seyn mag, aus dem es sich entwickelt.

Die dritte, nicht weniger merkwürdige Eigenschaft desselben ist die, daß die Theilchen desselben niemals zusammenhängen, so daß sie Massen von irgend einer bemerkbaren Größe bilden. Dieser Unterschied zwischen dem Lichte und anderen Körpern läßt sich nur aus der Ausnahme erklären, daß die Theilchen desselben einander zurückstoßen. Hierin scheint der wesentlichste Unterschied zwischen dem Lichte und

anderen bekannten Körpern zu liegen. Die Theilchen desselben stoßen einander zurück, während die Theilchen anderer Körper einander anziehen, mithin in Massen von mehr oder weniger Größe zusammenhängen.

17. Es bleibt noch übrig, die verschiedenen Verfahrungsarten, durch welche sich Licht entwickeln läßt, in Erwägung zu stehen; oder um sich bestimmter auszudrücken, die verschiedenen Quellen, aus denen Licht in sichtbarer Form entsteht, anzugeben. Diese Quellen sind folgende: die Sonne und Sterne; das Verbrennen; die Wärme, und der Schlag oder Stoß.

18. Das Licht, welches die Sonne aussendet, ist allgemein unter den Namen Sonnenschein oder Tageslicht bekannt. Das Licht der Sterne besitz, wie gezeigt wurde, genau dieselben Eigenschaften. Was die Beantwortung der Frage betrifft: warum die Sonne und Sterne ununterbrochen Licht aussenden? so wird dieselbe wenigstens bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntniß immer nur höchst mangelhaft ausfallen können; in allen Fällen kann sie, als mit dem Gegenstande der Chemie nicht in Verbindung stehend, beseitigt werden.

19. Bei allen Arten von Verbrennen wird Licht entwickelt. Nun ist aber das Verbrennen, wenigstens insofern es die einfachen brennbaren Körper und Metalle betrifft, der Akt des Verbindens des brennbaren Körpers mit dem Sauerstoffe. Das Licht, welches sich während des Verbrennens entwickelt, muß demnach vorher entweder mit dem brennbaren Körper oder dem Sauerstoffe verbunden gewesen seyn. Hievon wird umständlicher in dem Abschnitt von der Wärme, wo die Natur des Verbrennens besonders erwogen werden wird, gehandelt werden.

Läßt man die Wärme auf die Körper wirken, und verstärkt man sie unangeseht, so giebt es eine gewisse Temperatur, bei der sie, so wie sie dieselbe erreichen, leuchtend werden. Dieses ist eine so allgemein bekannte Thatsache, daß eben aus diesem Grunde ihr wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Fängt ein Körper, der im Feuer erhitzt wurde, zu leuchten an, so sagt man in der gewöhnlichen Sprache, er sey glühend. So weit wie unsere Erfahrungen über diesen Gegenstand gehen, scheint es, daß alle Körper, welche den erforderlichen Grad von Hitze annehmen können, ohne zerlegt oder verflüchtigt zu werden, genau bei derselben Temperatur anfangen zu leuchten.

Isaac Newton war derjenige, welcher zuerst diesen Gegenstand mit Aufmerksamkeit untersucht hat. Er zeigte durch eine Reihe sehr scharfsinniger Versuche, die er im Jahre 1701 bekannt machte, daß Eisen, wenn es bis zu 635° erhitzt worden ^{*)}, eben anfangs im Finstern sichtbar zu werden; daß es stark im Dunkeln leuchtet, wenn seine Temperatur 752° ist; daß es in der Dämmerung, eben nach Sonnenuntergang, leuchtet; wenn es bis 884° erhitzt wurde, endlich daß es bei einer Temperatur über 1000° bei vollem Tageslichte sichtbar sey. Aus den Versuchen von Muschenbroeck und anderen geht hervor, daß das, was man, dem gemeinen Sprachgebrauch nach, Rothglühend nennt, bei der Temperatur von ungefähr 800° beginnt.

Ein rothglühender Körper fährt fort, einige Zeit zu leuchten, nachdem er aus dem Feuer genommen und an ei-

^{*)} Dr. Irvine hat gezeigt, daß diese Temperatur zu niedrig sey; denn Quecksilber, das bei 672° kocht, wird bei dieser Temperatur nicht im mindesten leuchtend. Irvine's Essays p. 32.

nen dunkelen Ort gebracht worden. Ein ununterbrochener Zufluß, entweder von Licht oder Wärme, ist demnach zum Leuchten der Körper nicht nöthig; richtet man aber auf einen rothglühenden Körper einen starken Luftstrom, so hört er sogleich zu leuchten auf. (T. Wedgwood, Phil. Transact: 1792.) So wie demnach die Temperatur eines Körpers um eine gewisse Anzahl von Graden vermindert wird, so hört er auf leuchtend zu seyn.

Erreicht ein Körper die erforderliche Temperatur, so wird er, unabhängig von der Verührung der Luft, leuchtend; denn ein Eisendraht, der in geschmolzenes Blei getaucht wurde, wird rothglühend (derselbe a. a. O.).

Von diesem allgemeinen Geset. findet eine merkwürdige Ausnahme statt. Es scheint nicht, daß die Gasarten, selbst bei einer weit höhern Temperatur, leuchtend werden. Nachstehender scharfsinnige Versuch von Herrn T. Wedgwood scheint die Wahrheit dieser Ausnahme in ein sehr helles Licht zu setzen. Er nahm eine irdene Röhre, die in der Mitte so gebogen war, daß sie in einen mit Sand gefüllten, weiten Schmelztiegel eingesenkt werden konnte, und in demselben mehrere Windungen machte. An dem einen Ende der Röhre war ein Blasebalg angebracht, an dem andern befand sich ein kugelförmiges Gefäß, aus welchem, durch eine mit einem Ventil verschlossene Oeffnung, Luft zwar austreten nicht aber in dasselbe eindringen konnte. In diesem kugelförmigen Gefäß befand sich eine zweite Oeffnung, die mit Glas verschlossen war, durch die man, was im Innern desselben vorging, beobachten konnte. Der Ziegel wurde in's Feuer gestellt, und nachdem der Sand rothglühend geworden, Luft vermittelst des Blasebalges durch die Röhre gepreßt. Diese Luft kam, nachdem sie durch den glühenden rothen

rothen Sand hindurch gegangen war, in das kugelförmige Gefäß. Sie leuchtete nicht; wurde aber ein Stückchen Golddraht an dem Theile des Gefäßes aufgehängt, wo die irdene Röhre eintrat, so wurde dasselbe schwach leuchtend; ein Beweis, daß ungeachtet die Luft nicht leuchtend war, sie doch bis zu dem Grade erhitzt war, um andere Körper auf die Temperatur zu erheben, bei welchen sie anfangen zu leuchten.

19. Die folgende Quelle des Lichtes ist der Schlag oder Stoß. Es ist eine bekannte Thatsache, daß wenn Stahl und Feuerstein lebhaft gegen einander geschlagen werden, stets ein Funke zum Vorschein komme, der leicht entzündliche Körper entzünden kann. Der Funke ist in diesem Falle, wie Dr. Hodge vor längerer Zeit gezeigt hat, ein kleines Theilchen Eisen, das abgerissen wurde, und bei seinem Durchgange durch die Luft Feuer fängt. Dieser Fall gehört demnach, so wie alle ihm ähnliche, zu der Klasse des Verbrennens. Es kommt jedoch öfters Licht zum Vorschein, wenn zwei Körper gegen einander gerieben werden; wo wir überzeugt seyn können, daß nichts dem Verbrennen ähnliches stattfindet, weil beide Körper unverbrennlich sind. So nimmt man z. B. Funken wahr, wenn zwei Stücke Quarz lebhaft gegen einander geschlagen werden, und es entwickelt sich Licht, wenn sie gegen einander gerieben werden. Der Versuch gelingt ebenfalls unter Wasser. Mehrere andere harte Steine geben, unter ähnlichen Umständen, Funken.

Läßt man mehrere dergleichen Funken auf ein Blatt weißes Papier fallen, so nimmt man auf diesem eine Anzahl schwarzer Körper wahr, die den Fliegeneiern nicht unähnlich sind. Sie sind hart, aber zerreiblich, und lassen auf

Papier erleiden einen schwarzen Fleck zurück. Mit dem Mikroskop betrachtet, scheinen sie eine Schmelzung erfahren zu haben. Salzsäure verwandelt ihre Farbe in Grün, so wie es mit den Laven der Fall ist. (Lamano, im Journal de Physique. 1785.) Offenbar erzeugen diese Körperchen dadurch, daß sie bis zum Rothglühen erhitzt werden, die Funken. Lamano vermuthet, daß es mit Sauerstoff verbundene Quarztheilchen sind. Wäre dieses der Fall, so würde diese Erscheinung derjenigen ganz ähnlich seyn, welche bei dem Zusammen schlagen von Stahl und Stein stattfindet. Daß diese Körperchen Quarztheilchen sind, läßt sich nicht bezweifeln; allein die Annahme, daß sie mit Sauerstoff verbunden sind, ist aller Erfahrung entgegen; indem diese Steinart nicht die mindeste Neigung zeigt, selbst wenn sie der heftigsten Hitze ausgesetzt wird, sich mit Sauerstoff zu vereinigen. Lamerie stellte Versuche an, in der Absicht, um die von Lamano aufgestellte Meinung zu prüfen, sie fielen aber sämmtlich ungünstig aus. Monge zeigte, daß die von Lamano beschriebenen Körperchen, reiner, unveränderter Krystall sind, dem etwas von einem schwarzen Pulver anhängt. Er folgert hieraus, daß diese Fragmente, während ihrem Durchgange durch die Luft, in eine so hohe Temperatur versetzt würden, daß sie alle kleinen Körper, die ihnen in den Weg kommen, entzündeten. Die Lichtentwicklung ist mit einem eigenthümlichen Geruche vergesellschaftet, der einige Aehnlichkeit mit dem des brennenden Schwefels, oder noch mehr, mit dem von entzündetem Schießpulver hat.

Endlich kann man zu den Quellen, aus denen sich Lichte entwickelt, eine eigenthümliche Beschaffenheit einiger organischen Wesen, so wie gewisse chemische Veränderungen derselben

selben zählen, die eintreten, nachdem das Leben in ihnen aufgehört hat.

Zweites Kapitel.

Von der Wärme.

Wir sind alle mit der Empfindung der Wärme so vertraut, daß es demnach überflüssig seyn würde, ein Erklärung derselben zu geben. Wenn man sagt; mir ist warm, ein Körper ist warm; so versteht jeder diese Ausdrücke ohne Schwierigkeit; allein in jedem dieser Fälle wird das Wort warm in einer verschiedenen Bedeutung genommen. Das eine Mal bedeutet es die Empfindung der Wärme; das andere Mal, die Ursache dieser Empfindung. Diese Zweideutigkeit, obgleich im gemeinen Leben von wenigen Folgen, kann, bei philosophischen Untersuchungen, Verwirrung und Verlegenheit veranlassen. Aus diesem Grunde hat man, um die Ursache der Wärme zu bezeichnen, das Wort Wärmestoff gewählt. Legt man die Hand auf einen heißen Körper, so hat man eine gewisse Empfindung, welche die Empfindung der Wärme genannt wird; die Ursache dieser Empfindung ist der Wärmestoff.

Da die Erscheinungen, bei welchen der Wärmestoff thätig ist, zu den feinsten und merkwürdigsten der Chemie gehören; da die Untersuchung derselben sehr viel zu der Beförderung der Wissenschaft beigetragen hat; da wir bei diesen Untersuchungen immer noch auf Punkte stehen, die noch ungemein dunkel sind, und welche die wichtigsten Streitig-

ketten, in die Chemisten verwickelt wurden, veranlaßt haben — so erfordern sie nothwendig eine besondere Aufmerksamkeit.

Gegenwärtiges Kapitel zerfällt in sechs Abschnitte: in dem ersten wird die Natur des Wärmestoffes untersucht; in dem zweiten die Fortpflanzung desselben durch Körper; in dem dritten seine Vertheilung; in dem vierten die Wirkung, welche er auf die Körper hervorbringt; in dem fünften die Menge desselben, welche in den Körpern enthalten ist; und in dem sechsten die verschiedenen Quellen, aus denen er erhalten wird.

Erster Abschnitt.

Natur des Wärmestoffes.

Seitdem die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf diesen Gegenstand gelenkt wurde, gab es in Hinsicht der Natur des Wärmestoffes zwei verschiedene Meinungen unter ihnen.

Einige nehmen an, daß der Wärmestoff, so wie die Schwere, bloß eine Eigenschaft der Materie sey, und daß Wärme aus irgend einer eigenthümlichen Schwingung der Theilchen derselben entstehe; andere halten im Gegentheil den Wärmestoff für einen besonderen materiellen Stoff. Jede dieser Meinungen zählt ausgezeichnete Naturforscher unter ihren Vertheidigern; und beide Theile können sehr scheinbare, schwer zu entkräftende Gründe für ihre Meinung beibringen. In der Folge wird von der Wärmerhätigkeit, als von einem besonderen materiellen Stoffe herrührend, geredet werden, indem wir eben so wahrscheinliche Gründe haben, die Wärme für einen materiellen Stoff zu halten, als das Gegentheil anzunehmen, um so mehr, da sich die

Erscheinungen, welche die Wärme uns darbietet, auf eine schickliche Art aus dieser Annahme ableiten lassen. Diese Annahme erhält durch die neueren Entdeckungen von Herschel einen noch höheren Grad der Wahrscheinlichkeit.

1. Dr. Herschel war beschäftigt, mittelst eines Teleskops Beobachtungen über die Sonne zu machen. Um den Unbequemlichkeiten zu begegnen, welche durch die Hitze veranlaßt werden, bediente er sich gefärbter Gläser. Waren diese Gläser jedoch dunkel genug gefärbt, um das Licht aufzufangen, so sprangen sie sehr bald und brachen in Stücke. Dieser Umstand veranlaßte ihn, die erwärmende Kraft der verschiedentlich gefärbten Strahlen zu untersuchen. Zu dem Ende ließ er sie nach und nach auf die Kugel eines Thermometers fallen, neben dem, der Vergleichung wegen, zwei andere Thermometer aufgestellt waren. Die Anzahl von Graden, um die das den gefärbten Strahlen ausgesetzte Thermometer über die beiden anderen Thermometer stieg, gab die erwärmende Kraft dieses Strahles an.

Er fand, daß die brechbarsten Strahlen die geringste erwärmende Kraft besitzen, und daß das Vermögen zu erwärmen in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem die Brechbarkeit abnimmt. Der violette Strahl besitzt demnach das geringste, der rothe das stärkste Vermögen zu erwärmen. Dr. Herschel fand, daß das erwärmende Vermögen der violetten, grünen und rothen Strahlen zu einander in folgendem Verhältnisse stehe: Violett = 16; Grün = 22, 4; Roth = 55.

Herschel wurde durch diese Bemerkung überrascht, daß das leuchtende und erwärmende Vermögen der Strahlen so verschiedenen Gesetzen folge. Das Vermögen zu erleuchten ist in der Mitte des Farbenbildes am größten, und

nimmt ab, so wie man sich dem einen oder dem andern Ende desselben nähert; das Vermögen zu erwärmen nimmt beständig von dem violetten Lichte an zu, und ist am Ende des rothen am größten. Dieses brachte ihn auf die Vermuthung, daß die Wärme erregende Kraft am sichtbaren Ende des Farbenbildes nicht aufhöre, sondern sich über dasselbe hinauserstrecke. Er stellte das Thermometer völlig außer dem Bereich der rothen Strahlen auf, allein immer noch in der Linte des Farbenbildes, und es stieg stets höher, als wenn es dem rothen Strahle ausgesetzt worden war. Indem das Thermometer weiter gerückt wurde, fuhr es fort zu steigen, und das Steigen erreichte erst dann sein Maximum, als das Thermometer um einen halben Zoll von der äußersten Grenze der rothen Strahlen entfernt worden war. Wurde es noch mehr entfernt, so sank es etwas; allein das Vermögen zu erwärmen war in einer Entfernung von $1\frac{1}{2}$ Zoll von den rothen Strahlen noch bemerkbar. (Philos. Transact. 1800. p. 437; Gilbert's Annalen der Physik B. VII. S. 137 ff. B. X. S. 63 ff. B. XII. S. 321 ff.)

Diese wichtigen Versuche wurden in dem Jahre 1802 von Herrn Heinrich Englefield (Journal of the Royal Institution I. 202.) wiederholt und bestätigt. Die Vorrichtung war von der, welcher sich Dr. Herschel bedient hatte, ganz verschieden, um gewissen Einwürfen zu begegnen, die gegen die von jenem Naturforscher abgeleiteten Folgerungen gemacht worden. Die Kugeln der Thermometer waren fast alle geschwärzt. Nachstehende Tabelle enthält die Ergebnisse, die bei einem dieser Versuche erhalten wurde:

Das Therm. stieg im blauen Strahl in 3 Minuten von 55° bis 56°
 — — — grünem — — — 54° — 58°

Das Therm. stieg im gelben Strahl in 3 Minuten von 56° bis 62°
 — — vollrothen — $2\frac{1}{2}$ — 56° — 72°
 — — an d. Grenzen d. rothen $2\frac{1}{2}$ — 58° — $73\frac{1}{2}^{\circ}$
 — — über d. Grenze d.
 sichtbaren Lichtes hinaus $2\frac{1}{2}$ — 61° — 79°

Das Thermometer mit einer geschwärzten Kugel stieg ungleich mehr, wenn es in dieselben Verhältnisse gebracht wurde, als ein Thermometer, dessen Kugel gar nicht gefärbt, oder mit weißer Farbe angestrichen worden. Dieses ergiebt sich aus nachstehender Tabelle:

		Zeit	von	bis
Rothe Strahl	Geschwärzt. Therm.	3 Min.	58°	61°
	Weißes Therm.				$55^{\circ}$	$58^{\circ}$
An den dunkeln Stellen dess.	Geschwärzt. Therm.	3 Min.	59°	64°
	Weißes Therm.				$59^{\circ}$	$58\frac{1}{2}^{\circ}$
Grenzen des rothen Lichtes	Geschwärzt. Therm.	3 Min.	59°	71°
	Weißes Therm.				$57\frac{1}{2}^{\circ}$	$60\frac{1}{2}^{\circ}$

Sowohl Dr. Herschel als Herr Heinrich Englefield bemerkten einen schwach rothen Schein von halbkreisförmiger Gestalt, der sichtbar wurde, wenn man die über die rothen Strahlen des Farbenbildes hinausliegenden Strahlen mit einem Sammlungsglase verdichtete.

Im Jahre 1807 machte Herr Professor Wunsch zu Frankfurt an der Oder, eine Reihe von Versuchen über eben diesen Gegenstand bekannt, die ein von dem durch Herschel erhaltenen, etwas verschiedenes Resultat gaben. Er fand, daß keine Wirkung auf das Thermometer erfolgte, wenn man es über oder unter das Farbenbild stellte. Auch fand er nicht die Erhöhung der Temperatur mit dem Lichte, welches die Strahlen gaben,

im Verhältniß stehend. Der blaue Strahl gab, nach ihm, das meiste Licht, brachte aber unter allen Strahlen, den violetten ausgenommen, die geringste Wärme hervor. Wurde das Prisma mit Alkohol, Terpentinöl, oder Wasser angefüllt, so brachte der gelbe Strahl das höchste Steigen des Thermometers zuwege; wurde ein Prisma aus grünem Glase angewandt, so erzeugte der rothe Strahl die meiste Hitze; endlich wenn er sich eines Prismas aus gelbem Glase bediente, so brachte der farbenlose Schweiß, der sich an der Grenze des rothen Strahles befand, die meiste Hitze hervor.

Professor Wünsch nimmt an, daß sich das Sonnenlicht nur in drei farbige Strahlen theilen lasse, und ein Hauptzweck, den er sich bei diesen Versuchen über das Wärme erregende Vermögen der Lichtstrahlen vorgesetzt hat, ist zu zeigen, daß sie seiner Hypothese günstig sind. Man sehe: Versuche über die vermeinte Sondernung des Lichtes u. s. w. in dem Magazin für die neuesten Entdeckungen in der gesammten Naturkunde u. s. w. B. I. S. 207.

Wünsch Behauptung wurde von Ritter einer weitläufigen Prüfung unterworfen (Journal für Chemie, Physik und Mineralogie B. VI. S. 633), der in mehreren Punkten in seinen Ansichten von Wünsch abwich. Es würde jedoch unnütz seyn, an diesem Orte weitläufiger diesen Gegenstand zu erörtern, da die Versuche von Wünsch, wenn sie auch nicht durchgängig mit denen von Herschel zusammensimmen, doch auch nicht mit denselben unverträglich sind.

Herschel's Versuche wurden im Jahre 1813 von Bernard wiederholt und bestätigt. Er war für diesen Zweck mit einem vortreflichen Apparate versehen, auch scheinen seine Erfahrungen mit der nöthigen Sorgfalt angestellt wor-

den zu seyn. Er fand, so wie Herschel, daß das erwärmende Vermögen der Strahlen, von dem rothen nach dem violetten Strahle des Farbenbildes hin, abnimmt. Es ist am Ende der rothen Strahlen am größten, während das Thermometer noch immer in die Strahlen des Farbenbildes eingesenkt bleibt. Stellte er das Thermometer ganz über die Grenze des sichtbaren Farbenbildes, an die Stelle hin, wo Herschel das Maximum der Hitze angiebt, so betrug der Ueberschuß der Temperatur über die der umgebenden Luft nur $\frac{1}{2}$ von dem, welchen die rothen Strahlen gaben. Auch fand Gerard überhaupt, die absolute Intensität der erzeugten Wärme geringer als sie von Herschel angegeben worden.

Diese Versuche machen es wahrscheinlich, daß die Wärme erregenden Strahlen und die Farbe erregenden Strahlen ganz verschiedenen Gesetzen folgen. Ob in den Sonnenstrahlen wirklich zwei von einander spezifisch verschiedene Strahlen vorhanden sind, wie von einigen angenommen wurde, nämlich Lichtstrahlen und Wärmestrahlen, oder ob gewisse unbekante Veränderungen in der Geschwindigkeit, oder irgend einer anderen Beschaffenheit des Lichtes, diesen das Vermögen erteilen, Wärme zu erregen, sind Fragen, die befriedigend zu beantworten der beschränkte Zustand unserer Kenntnisse nicht gestattet. Einige neuere Versuche von De La Roche sind der letzten Ansicht nicht ungünstig. Er fand, daß je mehr die Temperatur eines heißen Körpers erhöht wurde, um so größer die Anzahl von Wärmestrahlen war, die vermögend waren, durch eine Glasplatte zu dringen.

2. Die Wärmestrahlen werden von den durchsichtigen Körpern eben so wie die Lichtstrahlen gebrochen. Wie fin-

den ferner, daß sie eben so wie die Lichtstrahlen sich in Hinsicht der Brechbarkeit unterscheiden; daß einige derselben so brechbar wie die violetten Strahlen sind, daß aber die größere Anzahl derselben weniger brechbar als die rothen sey.

3. Die Wärmestrahlen werden von polirten Flächen auf dieselbe Art wie die Lichtstrahlen zurückgeworfen. Dieses wurde vor längerer Zeit von Scheele gezeigt, der ebenfalls die Bemerkung machte, daß der Einfallswinkel dem Zurückwerfungswinkel gleich sey. Herr Pictet, und noch früher Herr King (Morsels of Criticism Vol. I.) ersterer im Jahre 1790, letzterer im Jahre 1785, haben mehrere Versuche über diesen Gegenstand bekannt gemacht, welche zu derselben Folgerung führen. Pictet stellte zwei zimmerne Hohlspiegel, die eine Brennweite von neun Zoll hatten, in einer Entfernung von 12 Fuß 2 Zoll von einander auf. In den Brennpunkt des einen stellte er eine eiserne Kugel von zwei Zoll im Durchmesser, die so stark erhitzt worden, daß sie im Dunkeln nicht sichtbar war; in den Brennpunkt des anderen stellte er die Kugel eines Thermometers. In sechs Minuten stieg das Thermometer um 22° . Ein brennendes Licht, das an die Stelle der eisernen Kugel gesetzt wurde, brachte beinahe dieselbe Wirkung hervor. In diesem Falle scheinen beide, sowohl das Licht als die Wärme, zu wirken. Um die Wirkungen beider von einander zu trennen, stellte er zwischen beide Spiegel eine Platte von recht reinem Glase. Das Thermometer sank in neun Minuten 14° ; und wenn die Glastafel wieder weggenommen wurde, so stieg es in sieben Minuten um 12° , und doch schien das Licht, welches auf das Thermometer fiel, durch das Glas nicht im mindesten geschwächt zu seyn. Herr Pictet schloß demnach aus diesen Versuchen: „daß der Wärmestoff vom

Spiegel sey zurückgeworfen worden, und daß dieses die Ursache von dem Steigen des Thermometers gewesen sey."

In einem andern Versuche, wurde an die Stelle der eisernen Kugel, ein Glaskolben, der 2044 Gran kochendes Wasser enthielt, gesetzt. Zwei Minuten nachher wurde ein dicker Schirm aus seidnem Zeuge, der zwischen beide Spiegel gestellt worden, hinweggenommen. Das Thermometer stieg von 47° auf $50\frac{1}{2}^{\circ}$, und fiel sogleich, wenn der Kolben aus dem Brennpunkte hinweggenommen wurde.

Die zinnernen Hohlspiegel wurden hierauf in einer Entfernung von 30 Zoll von einander aufgestellt; in dem Brennpunkte des einen derselben, befand sich der Kolben mit kochendem Wasser, in dem Brennpunkte des andern, ein sehr empfindliches Lustthermometer, von dem jeder Grad ungefähr $\frac{1}{2}$ eines Fahrenheit'schen Grades gleich war. Genau in der Mitte des Raumes zwischen beiden Spiegeln, war ein sehr dünner, gewöhnlicher Glaspiegel so aufgestellt, daß jede Seite desselben dem Kolben zugekehrt werden konnte. Wurde die polirte Seite dieses Spiegels gegen den Kolben gekehrt, so stieg das Thermometer nur um $0,5^{\circ}$; wurde hingegen die mit Staniol belegte Seite, die mit Dinte und Rauch geschwärzt worden, ihm zugewendet, so stieg das Thermometer um $3,5^{\circ}$. In einem andern Versuche, stieg, wenn die polirte Seite des Spiegels dem Kolben zugekehrt war, das Thermometer um 3° ; war es die andere Seite, um $9,2^{\circ}$. Wurde die Zinnfolie abgerieben und der Versuch wiederholt, so stieg das Thermometer 13° . Wurde an die Stelle des Glaspiegels, ein Stück dünne weiße Pappe von gleichen Dimensionen mit demselben gesetzt, so stieg das Thermometer 10° . Pictet sur le feu chap. 3me.

4. Berard hat durch eine Reihe sehr scharfsinniger

Versuche gezeigt, daß die Wärmestrahlen eben so wie die Lichtstrahlen der Polarisation fähig sind.

5. Da die Wärme aus den leuchtenden Körpern, so wie das Licht, ausströmt, ohne eine bemerkbare Verminderung ihres Gewichtes hervorzubringen, so hat man allen Grund zu schließen, daß ihre Theilchen ebenfalls sehr klein seyn müssen. Es kann demnach weder der Zusatz des Wärmestoffes noch das Entziehen desselben auf das Gewicht der Körper Einfluß haben. Da dieses eine nothwendige Folge aus den Versuchen von Dr. Herschel ist, so würde, wofern man durch Versuche zeigen könnte, daß der Wärmestoff das Gewicht der Körper verändere, die Theorie, welche sich auf Herschels Versuche gründet, über den Haufen geworfen werden. Wirklich haben mehrere Naturforscher aus den Versuchen von Deluc, Fordyce, Morveau und Chaus sier dergleichen Folgerungen gezogen. Nach ihnen, werden die Körper, wenn man sie erhitzt, absolut leichter. Der Versuch von Fordyce, der mit der größten Sorgfalt gemacht zu seyn scheint; wurde auf folgende Art angestellt:

Er nahm eine Glaskugel von drei Zoll im Durchmesser, mit einem kurzen Halse, die 451 Gran wog. In diese schüttete er 1700 Gran Wasser aus dem New River, London, und verschloß sie hermetisch. Das Ganze wog bei einer Temperatur von 32° Fahr. 2150 $\frac{3}{4}$ Gran. Es wurde 20 Minuten lang in eine kaltmachende Mischung aus Schnee und Salz gestellt, bis ein Theil der Flüssigkeit gefroren war. Die Kugel wurde hierauf erst mit einem trockenen leinenen Tuche, dann mit einem reinen, trockenen Leder abgewischt, und sogleich gewogen; sie war jetzt um $\frac{1}{8}$ eines Granes schwerer geworden. Dieses wurde genau auf dieselbe Art fünfmal wiederholt. Bei jedem neuen Versuche

war eine größere Menge Wasser gefroren, und die Gewichts-
zunahme vergrößert. Nachdem alles Wasser gefroren war,
so fand eine Zunahme der Schwere von $\frac{1}{2}$ eines Granes
statt. Ein Thermometer, das mit der Kugel in Berührung
gebracht wurde, stand auf 10° . Ließ man die Vorrichtung
in diesem Zustande, bis das Thermometer auf 32° stieg, so
wog sie $\frac{1}{2}$ Gran mehr, als bei derselben Temperatur, wenn
das Wasser sich im flüssigen Zustande befand. In der Folge
wird gezeigt werden, daß das Eis weniger Wärme enthält,
als Wasser, das mit ihm gleiche Temperatur hat. Die
Wage war empfindlich genug, um $\frac{1}{1000}$ eines Granes an-
zugeben.

Dieser Gegenstand zog die Aufmerksamkeit von Lavoisier auf sich, und seine Versuche, die in den Abhandlungen der französischen Akademie vom Jahre 1783 bekannt gemacht wurden, führten ihn zu dem Schlusse: daß das Gewicht der Körper nicht verändert werde, man mag sie erkälten, oder erwärmen, daß mithin der Wärmestoff keine bemerkbare Veränderung in dem Gewichte der Körper hervorbringe.

Die Versuche des Grafen Rumford über denselben Gegenstand, die um das Jahr 1797 angestellt wurden, sind eben so entscheidend. Er wiederholte die Versuche von Berthollet mit der gewissenhaftesten Genauigkeit, und zeigte, daß weder die Zunahme noch Abnahme der Wärme eine merkliche Veränderung in dem Gewichte der Körper hervorbringe. Phil. Transact. 1799. p. 179.

6. Der Wärmestoff kommt mit dem Lichte in einer anderen, nicht minder eigenthümlichen Eigenschaft überein. Seine Theilchen hängen nie in Massen zusammen, und wenn sie gewaltsam angehäuft werden, so fliehen sie nach

allen Richtungen davon, und trennen sich mit unglaublicher Schnelligkeit von einander. Diese Eigenschaft setzt noch wendig eine wechselseitige Zurückstößung unter den Theilchen des Wärmestoffes voraus.

Es scheint demnach, daß Licht und Wärmestoff sich in einer großen Anzahl von Eigenschaften nähern. Beide werden von der Sonne als Strahlen, mit großer Geschwindigkeit ausgesandt; beide werden von durchsichtigen Körpern gebrochen und von polirten Flächen zurückgeworfen; beide bestehen aus Theilchen, die einander wechselseitig zurückstoßen, und keine bemerkbare Wirkung auf das Gewicht anderer Körper hervorbringen. Sie unterscheiden sich jedoch dadurch von einander: das Licht bringt uns die Empfindung des Sehens hervor, der Wärmestoff hingegen das Gefühl der Wärme. Ob diese Verschiedenheit hinreichend sey, einen specifischen Unterschied zwischen Licht und Wärme zu begründen? oder ob sie bloße Modificationen eines und desselben Körpers sind? sind Fragen, deren befriedigende Antwort der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse nicht gestattet.

Zweiter Abschnitt.

Von der Bewegung des Wärmestoffes.

Aus dem, was im Vorhergehenden vom Wärmestoffe gesagt wurde, ergab sich, daß er, so wie das Licht, von der Oberfläche der Körper nach allen Richtungen strahlt; und wenn er auf die Art ausgestrahlt wurde, sich mit großer Geschwindigkeit bewegt. Wie das Licht kann er auch absorbiert werden, wenn er die Oberfläche der Körper trifft. Ist er auf die Art in dieselben eingedrungen, so kann er seinen Weg durch alle Körper hindurch fortsetzen; seine Wes-

wegung ist aber in diesem Falle verhältnißmäßig langsam. Man sagt, daß er unter diesen Umständen von den Körpern geleitet werde.

Der Wärmestoff bewegt sich demnach auf zwei sehr verschiedene Arten: 1) durch Strahlung; 2) durch Leitung. Es wird zweckmäßig seyn, von jedem dieser Gegenstände besonders zu handeln.

1. Strahlen des Wärmestoffes.
Werden künstlich erhitzte Körper der freien Luft ausgesetzt, so senden sie unmittelbar Wärme aus, und fahren damit fort, bis sie beinahe auf die Temperatur der umgebenden Atmosphäre zurückgekommen sind.

Daß verschiedene Substanzen, in diese Umstände versetzt, mit verschiedenen Graden der Schnelligkeit erkalten, konnte selbst dem sorglosesten Beobachter nicht entgehen; allein der Einfluß, den die Oberfläche auf die Beschleunigung oder Verspätung des Abkühlens hat, wurde vor nicht gar langer Zeit untersucht. Dieser wichtige und merkwürdige Theil der Lehre von der Wärme, ist erst durch den Scharfsinn des Herrn Leslie in ein helleres Licht gesetzt worden. Seine Untersuchungen über die Natur der Wärme (Inquiry into the nature of heat), die er im Jahre 1804 bekannt gemacht hat, enthalten eine zahlreiche Menge eigenthümlicher Versuche und Ansichten über diesen Gegenstand. Es ist merkwürdig, daß wenige Wochen nach Bekanntmachung dieses Werkes, eine Abhandlung des Grafen Rumford über denselben Gegenstand, durch ähnliche Versuche unterstützt, in den philosophischen Transaktionen erschien. Im Jahre 1818 machte Herr De La Roche zu Genf einen Aufsatz bekannt, der mehrere wichtige Zusätze zu den Versuchen von Leslie enthält.

11. Herr Leslie füllte eine dünne Kugel von polirtem Zinn, die vier Zoll im Durchmesser und einen kurzen Hals hatte, mit warmen Wasser, und stellte sie auf ein dünnes Gestell in ein Zimmer, dessen Temperatur 15 Grad nach der hunderttheiligen Skala war. Das Thermometer, das in diese Kugel eingesenkt war, fiel in Zeit von 156 Minuten von 35° der ursprünglichen Temperatur des Wassers auf 25° . Derselbe Versuch wurde wiederholt, allein die äußere Seite der Kugel wurde nun mit einem dünnen Ueberzuge von Lampenschwarz bedeckt. Die Zeit, welche jetzt erfordert wurde, um ein dem vorhergehenden gleiches Abkühlen zu bewirken, betrug jetzt nur 81 Minuten (Leslie a. a. O. S. 268). Hier erfolgte demnach das Abkühlen beinahe in der Hälfte der Zeit; der einzige Unterschied, der statt fand, war der dünne Ueberzug von Lampenschwarz. Nichts gewährt einen sprechenderen Beweis von dem Einfluß, den die Oberflächen der heißen Körper auf die Zeit des Abkühlens haben, als dieses.

Graf Rumford nahm zwei dünne zylindrische Gefäße aus Messing, beide von gleicher Größe und Gestalt; füllte sie mit heißem Wasser von derselben Temperatur an, und bekleidete das eine mit einer Hülle von irländischer Leinwand, ließ aber das andere unbekleidet. Das unbekleidete Gefäß erkaltete um zehn Grad in 55 Minuten, das bekleidete um eine gleiche Anzahl von Graden in 36½ Minuten; (Nicholson's Journ. IX. 60.) In diesem Versuche brachte die Leinwand eine ähnliche Wirkung hervor, wie das Lampenschwarz in dem vorhergehenden. Statt das Entweichen der Wärme aufzuhalten, wie sich erwarten ließ, wurde eine entgegengesetzte Wirkung hervorgebracht. Dieselbe Beschleunigung fand statt, wenn der Zylinder mit einem

nem dünnen Ueberzuge von Leim, von weißer oder schwarzer Farbe bekleidet, oder mit einem Lichte angeschmaucht wurde.

2. Die Veränderungen in dem Verhältnisse der Zeit des Abkühlens, die dadurch veranlaßt werden, daß das heiße Gefäß mit verschiedenen Substanzen bekleidet wird, sind am größten, wenn die Luft des Zimmers, in welchem der Versuch angestellt wird, vollkommen ruhig ist. Der Unterschied nimmt ab, wenn die Atmosphäre bewegt ist, und bei sehr starkem Winde verschwindet er fast gänzlich. So fand Herr Leslie, daß zwei zinnerne mit heißem Wasser angefüllte Kugeln, von denen die eine polirt, die andere mit Lampenschwarz überzogen war, wenn sie einem Winde von verschiedener Heftigkeit ausgesetzt wurden, in folgenden Zeiten ihre Wärme verloren.

	Metallisch-glänzende Kugel.		Geschwärzte Kugel.
Bei einem sanften Winde	44 Min.	—	35 Min.
Bei einem ziemlich lebhaften Winde	23 —	—	20 $\frac{1}{4}$ —
Bei einem heftigen Winde	9,5 —	—	9 —

Dieses reicht hin, uns zu überzeugen, daß die Wirkung des Lampenschwarzes, um das Abkühlen zu befördern, von keinem demselben eigenen Vermögen die Wärme zu leiten, wodurch diese der Luft mitgetheilt wird, sondern von der Eigenschaft desselben herrühre, die Wärme in einem vorzüglicheren Grade auszustrahlen, als glänzende metallische Körper. Daß dieses wirklich der Fall sey, läßt sich leicht zeigen.

3. Stellt man einen Kasten aus Zinn von kubischer Gestalt und bedeutender Größe in einer Entfernung von
I. E

einem oder zwei Fuß vor einem Hohlspiegel aus polirtem Zinn auf, in dessen Brennpunkt sich ein sehr empfindliches Thermometer befindet, so steigt das Thermometer etwas. Wird der Kasten mit Lampenschwarz bestrichen, so steigt das Thermometer ungleich höher, als wenn das Metall glänzend ist. Wir sehen demnach, daß eine größere Menge Wärmestoff aus dem Lampenschwarz als aus dem glänzenden Metalle ausstrahlt; indem das Steigen des Thermometers in gewisser Hinsicht das Maas des Ausströhmens ist. Ein gewöhnliches Thermometer eignet sich nicht zu dergleichen Versuchen, weil eine jede Veränderung der Temperatur in dem Zimmer, in welchem die Versuche angestellt werden, darauf wirkt. Herr Leslie hat aber ein anderes erfunden, dem wir vorzüglich den Grad der Genauigkeit verdanken, der diesen Versuchen gegeben wurde. Er hat ihm den Namen des Differential-Thermometers gegeben. Auch Graf Rumford hat sich eines ähnlichen bei seinen Versuchen bedient.

Dieses Thermometer besteht aus einer dünnen Glasröhre, die wie der Buchstabe U gebogen ist, und sich an jedem Ende in eine kleine hohle Kugel, nahe von gleicher Größe, endigt. Die Röhre enthält etwas Schwefelsäure, die durch Carmin roth gefärbt worden, und die den größten Theil derselben anfüllt. Die Glaskugeln sind mit Luft gefüllt, und beide stehen mit der Zwischenröhre in Verbindung. An dem einen Schenkel der Röhre befindet sich eine kleine elfenbeinerne Skale, die in 100 Grade getheilt ist, und die Menge der Schwefelsäure wird so gewählt, daß in der getheilten Röhre ihre obere Fläche dem mit 0 bezeichneten Punkte der Skale entspricht.

Die Glaskugel, die sich an dem Schenkel des Instru-

mentes befindet, an welchem die Skale angebracht ist, wird die Fokal-Kugel genannt. Man denke sich dieses Werkzeug in ein warmes Zimmer versetzt, so wird die Wärme gleichförmig auf beide Kugeln wirken, und die eingeschlossene Luft in beiden um gleich viel ausdehnen; die Flüssigkeit in der Röhre wird demnach unverrückt auf ihrer Stelle bleiben. Denkt man sich aber die Fokal-Kugel der Einwirkung der Wärme ausgesetzt, während die andere Kugel es nicht ist, so wird die in der Fokal-Kugel befindliche Luft sich ausdehnen, während die in der anderen unverändert bleibt. Sie wird demnach stärker auf die Flüssigkeit in der Röhre drücken, die folglich gegen die kältere Kugel hingetrieben werden wird; die Flüssigkeit wird sich demnach über den Nullpunkt in der Röhre erheben, zugleich wird das Steigen mit dem Grade der Wärme im Verhältnisse stehen, welcher der Fokal-Kugel mitgetheilt wurde.

Dieses Thermometer ist mithin vorzüglich dazu geeignet, um den Grad der Hitze anzugeben, der in einem besondern Punkte angehäuft worden, während die umgebende Atmosphäre nur wenig dadurch verändert wird. Es zeigt folglich keine Veränderungen, die in der Temperatur des Zimmers, in welchem das Instrument aufbewahrt wird, vorgehen, an, wohl aber unmittelbar die geringste Veränderung an der Stelle, wo die Fokal-Kugel sich befindet.

Zu seinen Versuchen über das Strahlen der Wärme bediente sich Herr Leslie hohler, zinnerner Würfel, die in Hinsicht der Größe von drei bis zehn Zoll verschieden waren. Diese füllte er mit heißem Wasser an, und stellte sie vor einen zinnernen Hohlspiegel, in dessen Brennpunkte das Differential-Thermometer aufgestellt war. Der Hohlspiegel hatte eine parabolische Gestalt und ungefähr 14 Zoll im

Durchmesser. Diese Vorrichtung bot Mittel an die Hand, den Einfluß verschiedener Oberflächen auf das Strahlen der Wärme zu prüfen. Es war hiezu nichts weiter erforderlich, als die Oberfläche des Würfels mit den verschiedenen Substanzen zu bekleiden, deren Ausstrahlungs-Vermögen man prüfen wollte, und ihn in diesem Zustande mit heißem Wasser angefüllt vor den Spiegel zu stellen. Die in jedem Falle ausgestrahlte Wärme sammelte sich in dem Brennpunkte des Spiegels, in welchem die Fokal-Kugel des Differential-Thermometers aufgestellt war, und das Steigen dieses Werkzeuges gab das verhältnismäßige Ausstrahlen jeder Oberfläche an. Diese Versuche wurden mit großer Genauigkeit angestellt. Nachstehende sind die vorzüglichsten Ergebnisse, welche erhalten wurden.

4. Ist die Natur und Lage des Würfels dieselbe, so steht das Steigen des Differential-Thermometers stets mit dem Unterschiede der Temperatur des Würfels und der Temperatur der Luft im Zimmer, in welchem der Versuch angestellt wurde, im Verhältniß. (Veslie a. a. O. S. 14.)

5. Ist die Temperatur des Würfels dieselbe, so nimmt die Wirkung auf das Differential-Thermometer ab, so wie die Entfernung des Würfels von dem Hohlspiegel zunimmt, wobei stets vorausgesetzt wird, daß sich die Fokal-Kugel im Brennpunkte des Brennspiegels befindet. Drückt man das Steigen des Thermometers, wenn sich der Würfel drei Fuß vom Spiegel befand, durch 100 aus, so wurde, wenn der Würfel bis auf sechs Fuß entfernt wurde, dasselbe nur gleich 57 gefunden. Wurde ein Glasspiegel an die Stelle des metallenen Hohlspiegels und ein Kohlenfeuer an die Stelle des Würfels gesetzt, so stieg, wenn sich das Feuer in einer Entfernung von 10 Fuß befand, das Thermometer

37°, in einer Entfernung des Feuers von 30 Fuß um 21°.
(a. a. O. S. 51.)

Aus den Versuchen von Herrn Leslie ergiebt sich, daß die Wirkung auf das Thermometer beinahe im umgekehrten Verhältnisse der Entfernung des Würfels vom Hohlspiegel stehe. Er fand ebenfalls, wenn er sich Würfel von verschiedenen Durchmesser bediente, die bis zu demselben Grade erhitzt, und in solchen Entfernungen aufgestellt worden, daß sie alle denselben Winkel dem Spiegel darboten; daß in diesen Fällen die Wirkung eines jeden auf das Differential Thermometer nahe dieselbe war.

So bewirkte ein Würfel von

3 Zoll in 3 Fuß Entfernung ein Steigen des Thermometers um	50°
4 — — 4 — — — — — — — — — —	54°
6 — — 6 — — — — — — — — — —	57°
10 — — 10 — — — — — — — — — —	59°

Wir sehen aus diesen Versuchen, daß die Wirkung des Würfels auf das Thermometer nahe mit dem Winkel, den er darbietet, im Verhältnisse stehe, und ebenfalls, daß die von dem Würfel ausgestrahlte Wärme, bei ihrem Durchgange durch die Luft, keine merkliche Verminderungen leidet.

6. Die Wärme strahlt von den heißen Körpern nach allen Richtungen aus; allein aus den Versuchen von Leslie ersehen wir, daß das Ausstrahlen in der auf der Oberfläche des heißen Körpers senkrechten Richtung am häufigsten sey. Stellt man den Würfel in einer gegen den Hohlspiegel schrägen Richtung auf, so nimmt die Wirkung ab, und zwar im Verhältnisse mit der Schiefe des Würfels. Herr Leslie hat gezeigt, daß die Wirkung in allen Fällen mit dem Schwinke, unter welchem der Würfel, aus dem Orte des Spiegels gesehen, erscheint, im Verhältnisse stehe. Daher

ist die Wirkung der erhitzten Oberfläche dem Sinus ihres Neigungswinkels gegen den Spiegel proportional.

Dieses sind die Wirkungen, welche die Temperatur, die Entfernung und Lage des Würfels in Beziehung auf den Hohlspiegel hervorbringen. Keiner dieser Umstände, wenn man den ersten ausnimmt, veranlaßt eine Veränderung in der Menge der ausgestrahlten Wärme, sondern nur in Hinsicht des Urtheils, der von dem Spiegel aufgefangen und der Fokal-Kugel zugesandt wird; der Fall ist aber verschieden, wenn die Oberfläche des Würfels selbst verändert wird.

7. Herr Leslie mittelte das strahlende Vermögen mehrerer Substanzen dadurch aus, daß er sie nach und nach auf der Seite eines Würfels anbrachte, und den Erfolg, der dadurch auf das Differential-Thermometer hervorgebracht wurde, bestimmte. Nachstehende Tabelle giebt das relative Vermögen verschiedener Substanzen an, die von diesen Naturforschern untersucht wurden, in Graden des Differential-Thermometers ausgedrückt.

Lampenschwarz	100°	Hausenblase	80
Wass. d. Schätzung n.	100+	Graphit	75
Schreibpapier	98	Angelaufenes Blei	45
Harz	96	Quecksilber	20+
Siegellack	95	Glänzendes Blei	19
Crown Glas	90	Polirtes Eisen	15
Fusch	88	ZinnGeschirr	12
Eis	85	Gold, Silber, Kupfer	12
Mennige	80		

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß die Metalle, in Hinsicht des Ausstrahlens der Wärme, sehr vielen anderen Kör-

vern nachstehen, und das zinnerne Geschire unter den metallischen Körpern denen angehört, bei welchen das Ausstrahlen vorzüglich gering ist. Lampenschwarz strahlt mehr als achtmal so viel Wärme aus, und Crownglas 7,5mal so viel Wärme als letzteres Metall.

3. Dieses ist das Wärme ausstrahlende Vermögen verschiedener Körper. Wenn aber auch die Substanz dieselbe bleibt, so wird das Ausstrahlen dennoch durch dem Anscheine nach unbedeutende Veränderungen auf der Oberfläche derselben beträchtlich verändert. So strahlen Metalle unvollkommener als andere Körper Wärme aus, allein diese Unvollkommenheit hängt von dem Glanz und der Politur ihrer Oberflächen ab. Läuft das Metall, wenn es der Luft ausgesetzt wurde, an, welches man jetzt gewöhnlich einer Verbindung mit dem atmosphärischen Sauerstoff zuschreibt, so wird das Vermögen Wärme auszustrahlen bedeutend vermehrt. Man findet dieses in der vorhergehenden Tabelle bestätigt, wo das ausstrahlende Vermögen des Bleies, wenn seine Oberfläche Metallganz hat, nur 19 ist, dasselbe aber, wenn die Oberfläche angelauten ist, bis auf 45 steigt. Dieselbe Veränderung ereignet sich bei dem Zinne, überhaupt bei allen Metallen, mit denen Versuche angestellt wurden.

Hebt man die Glätte der Oberfläche dadurch auf, daß man Schrammen in dieselbe macht, so wird das strahlende Vermögen des Metalles vermehrt. Ist demnach die Wirkung der glänzenden Fläche des Würfels 12, so steigt sie bis 22, wenn man die Seite mit einem Stük feinem Sandpapier in einer Richtung reibt. (Leslie a. a. O. S. 51.) Wird aber die Fläche mit Sandpapier über's Kreuz gerieben, so daß eine neue Reihe von Furchen, welche die erste

durchschneidet, gebildet wird, so wird das ausstrahlende Vermögen abermals etwas vermindert.

9. Das ausstrahlende Vermögen der Körper wurde dadurch geprüft, daß aus jedem derselben ein dünner Ueberzug auf einer der Seiten des Würfels gebildet wurde. Die Dicke dieses Ueberzuges läßt sich in jedem beliebigen Verhältnisse abändern. Es bietet sich nun die nicht unwichtige Frage dar: ob das ausstrahlende Vermögen durch die Dicke des Ueberzuges bis zu einem gewissen Grade modificirt werde, oder ob es dasselbe bleibt, welches auch die Dicke des Ueberzuges seyn mag?

Diese Frage ist vom Herrn Leslie ebenfalls beantwortet worden. Auf der glänzenden Seite eines Würfels breitete er eine dünne Schichte Gallerte aus, und auf einer andern eine viermal so dicke Schichte derselben Substanz; beide wurden getrocknet, so daß sie dünne Häutchen bildeten. Die Wirkung des dünnsten Häutchens war 38, die des andern 54. In diesem Falle nahm die Wirkung mit der Dicke des Häutchens zu. Die Zunahme wächst, bis die Dicke des Häutchens Gallerte ungefähr $\frac{1}{1000}$ eines Zolles erreicht; dann bleibt sie beständig. Wurde die Fläche des Würfels mit Baumöl gerieben, so war die Wirkung 51, ein dickerer Ueberzug von Del brachte eine Wirkung von 39 hervor. Man sieht hieraus, daß wenn eine metallische Oberfläche mit einem Ueberzug von Gallert, oder Del versehen ist, die Wirkung mit der Dicke des Ueberzuges im Verhältnisse stehe, bis diese Dicke eine gewisse Grenze erreicht. Belegt man aber gläserne Oberflächen mit sehr dünnen Ueberzügen von Metall, so wird keine solche Veränderung wahrgenommen. Herr Leslie bediente sich eines Würfels, dessen eine Seite von Glas war. Auf diese wur-

den nach und nach sehr dünne Blättchen Gold, Silber und Kupfer gelegt. Ihrer Dünne ungeachtet war die Wirkung nur 12, oder dieselbe, welche durch einen dicken Ueberzug aus eben diesen Metallen hervorgebracht worden wäre. Bei dient man sich des n. Gold emailirten Glases, so ist die Wirkung etwas vergrößert, ein Beweis, daß eine Veränderung in der Dicke des metallischen Ueberzuges dieselbe Wirkung wie eine Aenderung in der Dicke des Ueberzuges aus Gallerte haben würde, wofern man ihnen nur eine hinreichende Dünne zu geben vermögend wäre. (Leslie a. a. O. S. 110.) So lange eine Zunahme der Dicke des Ueberzuges einen Einfluß auf das Vermögen der Körper Wärme ausstrahlen hat, muß die unter demselben liegende Fläche des Würfels einen gewissen Grad der Kraft äußern; und es scheint, daß die Wirkung, welche von metallischen Körpern hervorgebracht wird, größer sey, als die, welche gläserne Körper äußern.

10. Dieses sind alle bisher beobachteten Umstände, die mit der ausstrahlenden Oberfläche verknüpft, auf das Vermögen derselben einen Einfluß haben. Denn bis jetzt war es unmöglich, den Einfluß, welchen Härte und Weiche oder Farbe auf das Strahlen des Wärmestoffes haben, auszumitteln; obgleich den Versuchen von Herrn Leslie (a. a. O. S. 90.) zufolge, es nicht unwahrscheinlich zu seyn scheint, daß die Weiche ein Bestreben besitze, das Ausstrahlen zu vermehren. Da aber der Erfolg, so weit wenigstens, als er durch das Differential-Thermometer gemessen wurde, nicht allein von der ausstrahlenden Oberfläche, sondern auch von der Oberfläche der Fokals Kugel und ebenfalls von dem Hohlspiegel abhängt; so wird es nothwendig seyn, ebenfalls diejenigen Abänderungen in Erwägung zu ziehen, die durch Veränder

zung der Oberflächen dieser Körper hervorgebracht werden. Diese Untersuchung, die wir, so wie die vorhergehende, Herrn Leslie verdanken, wird ein bedeutendes Licht auf die Natur des Ausstrahlens werfen.

II. Wenn die Fokal-Kugel *su.* im natürlichen Zustande befindet, das heißt, wenn ihre Oberfläche das unbedeckte Glas ist, so wurde bereits bemerkt, daß die Seite des Würfels, die mit Lampenschwarz überzogen wurde, das Thermometer bis auf 100° zum Steigen bringt. Wird der Versuch wiederholt, und die Fokal-Kugel mit einem Blättchen Staniol, das recht gleit anschließt, belegt, so wird das Thermometer statt auf 100° nur auf 20° steigen. Eine glänzende Seite des Würfels wird das Thermometer, wenn die Fokal-Kugel unbedeckt ist, um 12° zum Steigen bringen; allein wenn die Kugel mit Zinnfolie belegt wurde, so wird das Steigen nicht mehr als $2\frac{1}{2}$ betragen. (Leslie a. a. O. S. 19.)

Aus diesen Versuchen leuchtet ein, daß das Metall die Wärme nicht allein schlechter ausstrahlt, als Glas, sondern auch, daß es nicht so geschickt ist, dieselbe einzufangen, wenn die Strahlen gegen die Oberfläche desselben treffen. Wird die Oberfläche des Staniols dadurch gesücht, daß man sie mit Sandpapier reibt, so wird die hervorgebrachte Wirkung, wenn die Fokal-Kugel in den Brennpunkt gestellt wird, bedeutend verstärkt werden (a. a. O. S. 98.) Es wurde bereits bemerkt, daß das ausstrahlende Vermögen des Zinnes ebenfalls vermehrt werde, wenn man in die Oberfläche desselben Schrammen macht. Diese Thatsachen veranlassen uns zu dem Schlusse, daß diejenigen Flächen, welche die Wärme sehr kräftig ausstrahlen, dieselbe auch in reichlicher Menge einsaugen, wenn sie gegen die Oberfläche derselben trifft.

Ganz das Gegentheil findet, wie man auch wohl erwarten konnte, bei dem Hohlspiegel statt. Diejenigen Oberflächen, welche am besten Wärme ausstrahlen, werfen sie am schlechtesten zurück; während die am schlechtesten ausstrahlenden Oberflächen am kräftigsten zurückwerfen. Die Metalle reflektiren demnach die Wärme weit vorzüglicher, als das Glas. Wurde an die Stelle des Hohlspiegels aus Zinn ein Hohlspiegel aus Glas gesetzt, so stieg das Differential-Thermometer nur einen Grad, wurde hingegen die Fläche des Spiegels mit Lampenschwarz überzogen, so wurde alle Wirkung zerstöhret. Wurde er mit einem Blatt Staniol belegt, so war die Wirkung 10°. (Leslie a. a. O. S. 20.)

Um die relative Intensität verschiedener Körper in Hinsicht des Vermögens, die Strahlen zurückzuwerfen, zu vergleichen, stellte Herr Leslie dünne Platten von den zu untersuchenden Substanzen vor den Hauptspiegel, und in einer kleineren Entfernung vom Spiegel, als der Brennpunkt. Es erfolgte eine neue Zurückwerfung, und die Strahlen wurden in einem Brennpunkt gesammelt, der dem Spiegel um eben so viel näher lag, als die Platte, als der alte Brennpunkt weiter entfernt war. Versuche, die mit mehreren Substanzen angestellt wurden, führten zu nachstehenden Verhältnißzahlen, welche die Intensität jenes Vermögens bei ihnen bezeichnen.

Messing	100	Staniol, durch Quecksilber erweicht	10
Silber	90	Glas	10
Staniol	85	— mit Wachs oder Del überzogen	5
Bloßzinn	80		
Stahl	70		
Blei	60		

Wird die Politur des Hohlspiegels dadurch zerstört, daß man ihn mit Sandpapier reibt, so wird die Wirkung sehr vermindert. Giebt man dem Spiegel einen Ueberzug von Gallerte, so wird die Wirkung in dem Verhältnisse vermindert, so wie die Dicke des Ueberzuges zunimmt, bis der Durchmesser $\frac{1}{1000}$ Theil eines Zolls beträgt. Nachstehende Tabelle giebt die Intensität des Spiegels, der einen Ueberzug von Gallerte, von verschiedener Dicke, erhalten hat, an.

Dicke des Ueberzuges.	Wirkung.
$\frac{1}{400000}$	98
$\frac{1}{100000}$	93
$\frac{1}{30000}$	87
$\frac{1}{20000}$	61
$\frac{1}{10000}$	39
$\frac{1}{3000}$	29
$\frac{1}{2000}$	21
$\frac{1}{1000}$	15

Die Wirkung des mit keinem Ueberzug versehenen Hohlspiegels war 127.

Diese Erscheinungen stimmen genau mit dem, was man bei der Voraussetzung, daß die Intensität der Zurückwerfung im umgekehrten Verhältnisse mit der des Ausstrahlens stehe, erwarten konnte. Herr Leslie hat gezeigt, daß nur die vordere Fläche der Hohlspiegel wirksam sey. Denn wird ein Glaspiegel angewandt, so verändert man weder seine Wirkung, wenn man die Belegung von der hinteren Fläche abträgt, noch wenn man die hintere Fläche mit Sand oder Schmirgel reibt. (Leslie a. a. O. S. 108.)

13. Dies sind die Erscheinungen vom Ausstrahlen der Wärme, so weit als die Beschaffenheit der strahlenden Ober-

fläche des Spiegels und der Fokal-Kugel darauf Einfluß haben. Sie lassen keinen Zweifel zu: daß Wärme wirklich von verschiedenen Flächen ausgestrahlt werde, und daß unter den Körpern, in Hinsicht ihres ausstrahlenden Vermögens, ein bedeutender Unterschied stattfinde. Wir sehen ferner, daß die Substanzen sich nicht weniger in Hinsicht ihres Vermögens, Wärme zurückzuwerfen, unterscheiden, und daß die Intensität des letzteren Vermögens stets im umgekehrten Verhältnisse mit der Intensität des ersten stehe.

Ehe wir ein Urtheil in Hinsicht der Art, wie die Wärme in diesen Fällen fortgeführt werde, fällen können, wird es nöthig seyn, die Wirkung der verschiedenen Mittel zu untersuchen, in denen das Ausstrahlen stattfinden kann, so wie die Hemmungen, welche dadurch entstehen, daß man verschiedene Substanzen zwischen die strahlende Fläche und den Hohlspiegel stellt. Die beiden Punkte sind von Herrn Leslie mit ungewöhnlichem Scharfsinn untersucht worden.

14. Bei allen gewöhnlichen Fällen ist das Medium, durch welches die Wärme ausgestrahlt wird, atmosphärische Luft; und aus den Versuchen von Herrn Leslie geht hervor, daß kein merkliches Strahlen bemerkbar sey, wenn der Würfel, Hohlspiegel und das Differential-Thermometer in Wasser getaucht werden. Hieraus schließt er, daß kein Ausstrahlen statt findet, es sey denn, daß der ausstrahlende Körper von einem elastischen Medium umgeben sey. Die Versuche, welche er anführt, sind aber kaum genügend, diesen Punkt zu entscheiden. Substanzen, die man in Wasser taucht, erkalten so schnell, daß kaum so viel Zeit übrig bleibt, um daß das Thermometer afficirt werden kann; überdies kann die Wärme sich kaum in der Fokal-Kugel in einer

solchen Menge anhäufen, um daß dadurch ein merkliches Steigen veranlaßt werden kann.

Die Wärme strahle durch alle gasförmige Körper, mit denen bis jetzt Versuche angestellt wurden; und den Versuchen von Herrn Leslie zufolge scheint es nicht, daß durch Veränderung des umgebenden Mediums das Verhältniß des Ausstrahlens bedeutend verändert werde. Das Verhältniß ist wenigstens in Wasserstoffgas und atmosphärischer Luft dasselbe; und Sauerstoffgas und Stickgas scheinen in dieser Hinsicht dieselben Eigenschaften, wie die atmosphärische Luft, zu besitzen.

Herr Leslie hat auch gezeigt, daß die Verdünnung der umgebenden Luft das ausstrahlende Vermögen der Oberflächen um etwas vermindere; allein das Ausstrahlen nimmt in verschiedenen Gasarten in verschiedenen Verhältnissen ab. Nachstehende Tabelle, die aus seinen Versuchen berechnet wurde, zeigt nach ihm die Verminderung des Vermögens des Ausstrahlens in atmosphärischer Luft und Wasserstoffgas von verschiedenen Graden der Dichte.

Grade der Verdünnung	Atmosphärische Luft		Wasserstoffgas	
	Ausstrahlen des Glases	Metalles	Ausstrahlen des Glases	Metalles
1	5741	714	5714	714
2	5519	690	5584	698
4	5332	667	5456	682
8	5150	644	5331	666
16	4975	622	5210	651
32	4805	601	5091	637
64	4641	580	4974	622
128	4483	560	4861	608
256	4331	542	4750	594
512	4183	523	4641	580
1024	4041	505	4538	567

Dieses ist die Wirkung der verschiedenen Mittel, so weit sie von Herrn Leslie untersucht wurde, es wäre jedoch zu wünschen, daß die Versuche, auf die sich seine Schlüsse gründen, wiederholt würden.

15. Wird ein Körper als Schirm zwischen den heißen Würfel und den Hohlspiegel gestellt, so wird, nach Umständen, die Wirkung entweder vermindert oder gänzlich aufgehoben. Dieses ist von Herrn Leslie mit großem Scharfsinne untersucht worden. Die ausführliche Auseinandersetzung von der Wirkung der Schirme macht vielleicht den wichtigsten und sinnreichsten Theil seines Werkes aus. Ein Schirm kann auf das Ausstrahlen der Wärme eine dreifache Wirkung haben: 1) durch seine Entfernung von dem heißen Würfel; 2) durch seine Dicke, und 3) durch die Natur der Substanz, aus welcher er gebildet ist. Jez der dieser Umstände soll nach und nach in Erwägung gezogen werden.

1) Aus den Versuchen von Herrn Leslie geht hervor, daß ein Schirm die Wirkung des Ausstrahlens auf das Differential-Thermometer, das sich im Brennpunkte des Hohlspiegels befindet, im Verhältniß seiner Entfernung von dem Würfel vermindert. Ist er dem Würfel sehr genähert, so ist die Wirkung verhältnismäßig nur gering, sie nimmt aber sehr schnell zu, wenn der Schirm vom Würfel entfernt wird, so daß das Steigen des Differential-Thermometers bald ganz verhindert wird. Befindet sich der Würfel drei Fuß von dem Hohlspiegel entfernt, und bringt die mit Lampenschwarz beschriebene Seite eine Wirkung gleich 100 hervor, so wird diese Wirkung durch Zwischenstellen einer Glasaufstellung in der Entfernung von zwei Zoll vom Würfel bis auf 20 vermindert. Wird die Glasaufstellung langsam gegen den

Hohlspiegel hin vorgerückt, so nimmt die Wirkung des Ausstrahlens nach und nach ab; und wenn sie demselben bis auf einen Fuß genähert wird, so wird das Ausstrahlen vollkommen aufgehalten.

2) Bedient man sich statt der Glastafel eines dünn gehobelten Brettchens, das man in der Entfernung von zwei Zoll von dem Würfel aufstellt, so wird das Ausstrahlen vermindert, und die Verminderung steht mit der Dicke des Brettchens im Verhältnisse.

Bei einem $\frac{1}{2}$ Zoll dicken Brettchen ist die Wirkung	20
— $\frac{1}{2}$ — — — — —	15
— 1 — — — — —	9

Es wird demnach das Ausstrahlen sehr langsam in dem Verhältnisse, wie die Dicke zunimmt, verändert. (Veslie a. a. O. S. 38.)

3) Wird ein Blatt Staniol an die Stelle der Glastafel gesetzt, und in dieselbe Lage gebracht, so wird die Wirkung statt auf 20 auf 0 zurückgeführt. Dieses ereignet sich, wie dünn das Blättchen Staniol auch immer seyn mag. Selbst ein Goldblättchen von $\frac{1}{10000}$ Zoll Dicke, obgleich das Licht durch dasselbe hindurchgeht, hemmt vollständig das Fortschreiten der strahlenden Wärme. Wird an die Stelle des Blattes Staniol ein Blatt Schreibpapier gesetzt, so ist die Wirkung 23 (a. a. O.). Es scheint demnach, daß die Körper in Hinsicht ihres Vermögens, die strahlende Wärme aufzufangen, sich bedeutend von einander unterscheiden; und ebenfalls, daß das Vermögen Wärme aufzufangen im umgekehrten Verhältnisse mit dem Vermögen sie auszustrahlen steht. Diejenigen Substanzen, welche die Wärme am stärksten ausstrahlen, fangen, wenn man sich ihrer als Schirme bedient, die geringste Menge derselben auf; und diejenigen, welche

welche am wenigsten Wärme ausstrahlen, fangen die größte Menge derselben auf. Es wurde aber früher bemerkt, daß das Vermögen, Wärme zu absorbiren, dasselbe sey, wie das Vermögen sie auszustrahlen. Daher sind diejenigen Substanzen, welche die geringste Menge Wärme absorbiren, auch diejenigen, die sie am kräftigsten auffangen, und umgekehrt.

Diese Thatsachen führen ganz natürlich zu der Meinung: daß das Vermögen, Wärme zu absorbiren, von der Oberfläche derjenigen Substanz abhängt, die als Schirm zwischen gestellt wird; eine Meinung, die von Herrn Leslie durch folgenden Versuch einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhält.

Er nahm zwei Glastafeln und belegte eine Seite von jeder mit Staniol, während die andere Seite unbelegt blieb. Diese beide Glastafeln wurden gegen einander gepreßt, so daß die belegten Seiten von beiden nach außen gekehrt waren, und hierauf als Schirm in einer Entfernung von zwei Zoll vom Würfel aufgestellt. Es schien, als wenn alle Wärmestrahlen aufgefangen würden, denn am Thermometer war nicht die mindeste Wirkung bemerkbar. Wurde hingegen die nicht belegte Seite nach außen gekehrt, so war die Wirkung des Ausstrahlens gleich 18. Man sieht demnach, daß derselbe Schirm in derselben Lage, nach Beschaffenheit seiner äußeren Fläche sehr verschiedene Antheile der strahlenden Wärme auffange. War das Zinn nach außen gekehrt, so wurde alle Wärme aufgefangen; war hingegen das Glas nach außen gekehrt, so ging ungefähr $\frac{1}{2}$ in den Hohlspiegel über.

Die Wirkung war der beschriebenen ähnlich, wenn zwei Blätter Zinn, von denen jedes auf einer Seite mit einer dünnen Schichte Lampenschwarz bestrichen war, als Schirm

gebraucht, und zwei Zoll vom Würfel aufgestellt wurden. Wurden sie gegen einander gepreßt, mit den belegten Seiten nach außen gekehrt, so brachte das Ausstrahlen keine Wirkung auf das Thermometer hervor; waren hingegen die geschwärzten Seiten die äußersten, so war die Wirkung gleich 23. Wurde nur eine Glastafel angewandt, und ihre geschwärzte Seite dem Würfel zugekehrt, so war die Wirkung gleich 4. Wurden beide Platten angewandt, mit den geschwärzten Seiten nach außen gekehrt, und wurden sie in einer Entfernung von zwei Zoll von einander aufgestellt, so war alle Wirkung vernichtet. (Leslie a. a. O. S. 35.)

16. Nachstehende Erfahrungen von Herrn De La Roche haben jedoch in etwas die Forderungen modificirt, die aus den sehr scharfsinnigen Versuchen von Leslie hervorzugehen scheinen. Sie zeigen zugleich, daß die Analogie zwischen dem Ausstrahlen des Lichtes und der Wärme größer sey, als letzterer annahm. De La Roche fand, daß die strahlende Wärme in einigen Fällen unmittelbar durch Glas hindurchgeht; daß die Menge der unmittelbar durch Glas hindurchgehenden strahlenden Wärme um so viel größer sey, im Verhältniß gegen das ganze Quantum Wärmestoff, das in dieser Richtung ausgesandt wurde, je höher die Temperatur der Quelle ist, welche die Wärme ausströhmt; daß Wärmestrahlen, die bereits durch einen gläsernen Schirm hindurchgegangen sind, wenn sie durch einen zweiten Glasschirm von derselben Beschaffenheit hindurchgehen, eine weit geringere Verminderung ihrer Intensität erfahren, als es bei ihrem Durchgange durch den ersten Schirm der Fall war, daß die Strahlen, welche ein heißer Körper ausfendet, sich in Hinsicht ihres Vermögens, durch Glas hindurchzugehen, unterscheiden; daß ein dickes Glas, obgleich eben so

gut oder in einem höheren Grade durchgänglich für das Licht, als ein dünnes Glas von schlechterer Beschaffenheit, einer weit geringeren Menge strahlender Wärme den Durchgang verstatet; der Unterschied ist jedoch um so weniger bedeutend, je mehr die Temperatur der ausstrahlenden Quelle erhöht ist. Die Menge der Wärme, die ein heißer Körper an einen kalten in einiger Entfernung von ihm sich befindenden Körper in einer bestimmten Zeit abgibt, nimmt alles übrige gleichgesetzt, in einem höheren Verhältnisse zu, als das Verhältniß der Temperatur des ersten Körpers über den zweiten. Man sehe: Journal de Physique. Vol. LXXXV. p. 201 etc.

Diese Versuche von De La Roche würden, wösern sich ihre Genauigkeit nicht in Anspruch nehmen läßt, die Schlüsse, welche Herr Leslie aus seinen Beobachtungen abgeleitet hat — daß ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Strahlen des Lichtes und der Wärme stattfindet — völlig wernichten. Die Hypothese des Herrn Leslie, daß das Strahlen der Wärme von Schwingungen der Luft herrühre, die den Schallwellen ähnlich sind, kann nicht zugelassen werden, weil sie mit den Versuchen von De La Roche unverträglich ist. Es ist keinesweges unmöglich, daß das Vermögen Wärme und Licht hervorzubringen, Eigenschaften derselben Substanz sind. Dieser Stoff könnte Licht erzeugen, wenn er mit einer gewissen Intensität wirkt, oder wenn die Theilchen desselben einander in gewissen beschränkten Intervallen folgen. Werden diese Intervalle verändert, so könnte vielleicht das Erzeugniß Wärme seyn.

II. Leitung der Wärme.

1. Legt man das Ende eines eisernen, 20 Zoll langen Stabes in ein Feuer, während ein Thermometer an dem

anderen Ende angebracht ist, so verfließen vier Minuten, ehe das Thermometer zu steigen anfängt, und funfzehn Minuten, bis es 15° gestiegen ist. Der Wärmestoff braucht demnach vier Minuten, um sich durch einen 20 Zoll langen Stab fortzupflanzen. Geht der Wärmestoff auf eine so lange same Art über, so sagt man, er werde durch die Körper geleitet. Auf diese Art geht er gewöhnlich durch nicht elastische Körper durch; und ob er sich gleich öfters strahlend durch elastische Media hindurch bewegt, so wird sich doch in der Folge ergeben, daß er ebenfalls durch sie geleitet werden kann.

2. Da die Schnelligkeit des Wärmestoffes, wenn er durch Körper geleitet wird, sehr zurückgehalten wird, so ist es klar, daß er sich nicht ohne Hemmung durch sie hindurchbewegt. Er muß einige Zeit lang durch die Theilchen des leitenden Körpers zurückgehalten, folglich von ihnen angezogen werden. Es folgt hieraus, daß eine Verwandtschaft oder Anziehung zwischen dem Wärmestoff und jedem Leiter der Wärme stattfindet; und vermöge dieser Verwandtschaft wird er durch die Körper geleitet.

3. Die Körper leiten demnach den Wärmestoff in Folge ihrer Verwandtschaft zu demselben und der Eigenschaft, welche sie haben, sich unbestimmt mit neuen Antheilen des selben zu verbinden. Dieses ist der Grund von der langsamen Fortpflanzung desselben, oder welches dasselbe ist, von der langen Zeit, die erfordert wird, einen Körper zu erwärmen oder zu erkälten. Der Prozeß bestehet aus einer fast unendlichen Anzahl sich wiederholender Zusammensetzungen und Zersezungen.

4. Wir sehen ferner, daß wenn man an dem einen Ende eines Körpers Wärme anbringt, die Temperatur der

Schichten desselben sich gleichförmig nach ihrer Entfernung von der Quelle der Wärme vermindern müsse. Jedermann muß bemerkt haben, daß dieses stets der Fall sey. Führt man z. B. mit der Hand längs einem eisernen Stabe, der mit dem einen Ende im Feuer liegt, hin; so wird man finden, daß seine Temperatur nach und nach von dem Ende, das im Feuer liegt, welches am heißesten ist, nach dem anderen Ende hin, welches am kältesten ist, abnimmt. Das Maaß der hindurchgelassenen Wärme muß demnach stets mit dem Ueberschuß der Temperatur im Verhältniß stehen, welcher der Seite des Leiters, die der Quelle der Wärme am nächsten ist, mitgetheilt wurde.

Die Verbreitung des Wärmestoffes durch einen festen Körper zeigt sehr schön nachstehender Versuch von Biot. Er nahm eine eiserne Stange von 22 Decimetern (nahe 6 Fuß 9 Zoll) Länge und drei Centimetern (nahe 1 Zoll) Breite, die an dem einen Ende so gebogen war, daß man sie in ein Medium, das eine beständige Quelle von Wärme gewährte, eintauchen konnte. Längs der Stange befanden sich in gleichen Entfernungen Vertiefungen, die mit Quecksilber angefüllt waren, in das die Kugeln von Thermometern eintauchten. Das gekrümmte Ende des Stabes wurde in ein Gefäß mit Quecksilber getaucht, das stets in derselben erhöhten Temperatur von 82° Reaumur, gleich 216° Fahrenheit, erhalten wurde. Die Höhlungen, in welchen die Thermometer sich befanden, waren von dem Ende ausgehend, wo die Quelle der Wärme angebracht war, in Entfernungen von 1 Decimeter von einander befindlich. Nach Verlauf von vier Stunden stiegen die Thermometer nicht ferner; man ließ sie noch eine Stunde in diesem Zustande beharren, und untersuchte dann die Temperaturen, welche sie anzeigten.

Die Temperatur des ersten war $23,5^{\circ}$ Reaumur; des zweiten 14; des dritten 9; des vierten $5,75$; des fünften $3,75$; des sechsten $1,75$; des siebenten 1. Letzteres war von der Oberfläche des erwärmten Quecksilbers 10 Decimeter entfernt. Das Thermometer, welches über dieses hinaus lag, war nicht mehr merklich afficirt, mithin war an mehr als der Hälfte des Stabes keine Erhöhung der Temperatur bemerkbar. (Journal des Mines, T. XVII. p. 203.)

Diese Resultate geben die Temperaturen beinahe in geometrischer Progression, wenn die Entfernungen in arithmetischer fortschreiten; die stattfindenden Abweichungen fallen zum Theil wohl auf die bei dergleichen Versuchen unvermeidlichen Irrthümer.

5. Der Durchgang des Wärmestoffes durch einen Körper in Folge des leitenden Vermögens desselben muß eine Grenze haben, und diese Grenze hängt von der Anzahl der Antheile des Wärmestoffes ab, mit denen die Schichte des Körpers, welche der Quelle der Wärme am nächsten liegt, sich zu verbinden fähig ist. Ist die Länge eines Körpers so groß, daß die Schichten, aus denen er besteht, die Anzahl der Antheile des Wärmestoffes übertreffen, mit denen eine Schichte sich zu verbinden vermag, so ist klar, daß der Wärmestoff nicht werde durch den Körper geleitet werden können, oder mit anderen Worten, die Schichten, welche am weitesten von der Quelle der Wärme entfernt sind, werden keinen Zuwachs der Temperatur erhalten können. Diese Grenze hängt in allen Fällen von der Menge Wärmestoff ab, mit der ein Körper sich verbinden kann, ehe er seinen Zustand verändert.

So weit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, können

sich alle Körper in einem unbestimmten Verhältnisse mit dem Wärmestoffe verbinden, allein die größere Anzahl derselben verändert, nachdem sich eine gewisse Anzahl von Theilen Wärme mit ihnen verbunden hat, ihren Zustand. So wird Eis, nachdem es eine gewisse Menge Wärmestoff angenommen hat, in Wasser verwandelt, das seinerseits durch einen neuen Zufluß von Wärmestoff in Wasserdunst übergeht. So schmelzen Metalle, die man bis zu einem gewissen Grade erhitzt, werden verflüchtigt und oxydirt. Holz und viele andere brennbare Körper fangen Feuer und werden verstreuet. Hat nun mit der ersten Schichte eines Körpers sich so viel Wärmestoff verbunden, als er aufzunehmen vermag, ohne seinen Zustand zu verändern, so ist es klar, daß kein Wärmestoff mehr in den Körper eindringen kann; weil der nächste Antheil die erste Schichte zerstreuen würde.

6. Was das Verhältniß betrifft, in welchem die Körper den Wärmestoff leiten, so hängt dieses von der specifischen Beschaffenheit jedes Körpers ab: die vorzüglichsten Leiter leiten am raschesten und auf die größte Entfernung. Die Güte der Körper als Leiter scheint in gewissem Maße von ihrer Dichte herzurühren: allein nicht gänzlich, da die specifische Verwandtschaft eines jeden gegen den Wärmestoff hierauf einen beträchtlichen Einfluß haben muß. Sind Körper in Klassen geordnet, so kann man es als allgemeine Regel aufstellen, daß die dichtesten in dem vorzüglichsten Verhältnisse leiten. So leiten die Metalle vorzüglicher als irgend ein anderer Körper. Betrachtet man aber die Individuen einer Klasse, so findet man, daß es nicht immer die dichtesten sind, welche am besten leiten.

7. Da die Körper die Wärme nach der Größe der chemischen Anziehung, die sie gegen dieselbe äußern, leiten;

und da alle Körper eine chemische Anziehung zum Wärmestoff haben, so müssen nothwendig alle Körper Leiter seyn, es sey denn, daß ihrem leitenden Vermögen durch irgend eine andere Kraft entgegengewirkt werde. Wäre ein Körper so beschaffen, daß ein einziger Antheil Wärmestoff hinreicht, eine Veränderung seines Zustandes hervorzubringen, so leuchtet es ein, daß er den Wärmestoff nicht leiten kann, weil jede Reihe von Theilchen, so wie sie sich mit einem Antheil Wärmestoff verbunden hat, ihren Ort verändern würde, mithin der folgenden Schichte keinen Wärmestoff mittheilen könnte.

8. Alle festen Körper sind Leiter; weil alle Körper fähig sind, sich mit verschiedenen Antheilen Wärmestoff zu verbinden, ehe sie ihren Zustand verändern. Dieses ist in einem sehr merkwürdigen Grade der Fall mit allen erdigen und steinigen Körpern, desgleichen mit den Metallen, vegetabilischen und thierischen Körpern. Man muß jedoch dieses mit gewissen Einschränkungen verstehen. Alle Körper sind zwar Leiter, sie sind aber nicht in allen Verhältnissen Leiter. Die meisten festen Körper sind bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre Leiter; so wie sie aber bis auf die Temperatur gebracht werden, bei welcher sie ihren Zustand verändern, so hören sie auf Leiter zu seyn. So ist bei der Temperatur von 60° der Schwefel ein Leiter, wird er aber bis zu 218° erhitzt, oder bis zu dem Punkte, bei welchem er schmilzt oder verflüchtigt wird; so ist er nicht länger ein Leiter. Eben so leitet das Eis bei einer Temperatur von 20° oder irgend einer anderen Temperatur unter dem Gefrierpunkte; allein Eis bei 32° ist kein Leiter, weil ein Zusatz von Wärmestoff eine Veränderung seines Zustandes bewirkt.

9. Was die tropfbarflüssigen und gasförmigen Körper betrifft, so möchte es dem ersten Anblick nach scheinen, daß sie ebenfalls Leiter sind; denn sie lassen sich eben so gut als feste Körper erhitzen, und sich bedeutend erhitzen, ohne daß dadurch eine merkliche Veränderung ihres Zustandes hervorgebracht wird. Die tropfbarflüssigen Körper unterscheiden sich aber in einem wesentlichen Punkte von den festen; ihre Theile lassen sich nach jeder beliebigen Richtung verschieben, und sie gehorchen dem geringsten Anstoß, während die Theilchen der festen Körper, als Folge der Natur dieser Körper selbst, fest und bleibend sind.

Eine Veränderung, welche von dem Wärmestoffe in den Körpern hervorgebracht wird, ist die Ausdehnung oder Erweiterung ihres Raumes, und diese Erweiterung ist mit einer verhältnismäßigen Verminderung des specifischen Gewichtes vergesellschaftet. Verbindet sich demnach der Wärmestoff mit einer Schichte von Theilchen, so wird die ganze Schichte specifisch leichter als die anderen Theilchen. Dieses bewirkt in festen Körpern keine Veränderung der Lage, wohl aber in flüssigen, wenn das erhitze Stratum sich unter den anderen befindet. In diesem Falle wird es, da seine Fähigkeit sich zu bewegen, nicht beschränkt ist, seinen Ort verändern, und auf die Oberfläche der Flüssigkeit geführt werden.

Bei flüssigen Körpern macht es demnach einen großen Unterschied, an welchem Theile des Körpers die Quelle der Wärme angebracht wird. Bringt man sie an der höchsten Schichte von allen an, oder auf der Oberfläche der Flüssigkeit, so kann der Wärmestoff sich, so wie bei den festen Körpern, durch das leitende Vermögen der Flüssigkeit, nur niederwärts bewegen: bringt man sie hingegen an der unteren

sten Schichte an, so nimmt er seinen Weg aufwärts, un- abhängig von diesem leitenden Vermögen, in Folge der Flüssigkeit des Körpers und der Ausdehnung der erhitzten Theilchen. Die niedrigste Schichte wird, so wie sie sich mit einem Theile Wärmestoff verbindet, specifisch leichter und steigt aufwärts. Neue Theilchen nähern sich der Quelle der Wärme, verbinden sich ihrerseits mit dem Wärmestoffe, und werden von ihrer Stelle verrückt. Auf diese Art gelangt ein Theilchen nach dem andern zu der Quelle der Wärme; folglich werden sie sämmtlich in kurzer Zeit erhitzt und der Wärmestoff wird in Flüssigkeiten beinahe auf einmal auf eine größere Entfernung fortgeführt, als in irgend einem festen Körper. Die Flüssigkeiten besitzen demnach die Eigenschaft, den Wärmestoff fortzuführen oder von einem Orte zu dem andern zu bringen; die Folge hiervon ist die, daß sie, unabhängig von irgend einem leitenden Vermögen, Wärme erhalten.

10. Das fortsführende Vermögen der Flüssigkeiten ist zuerst von dem Grafen Rumford genau untersucht worden. Dieser scharfsinnige Naturforscher wurde, als er es das erste Mal wahrnahm, so sehr davon überrascht, daß er zu dem Schluß verleitet wurde, daß durch dasselbe allein die Flüssigkeiten Wärme erhalten, und daß sie des Vermögens, Wärme zu leiten, gänzlich ermangeln. Bei einer Reihe von Versuchen über die Mittheilung der Wärme bediente er sich Thermometer von ungewöhnlicher Größe. Er setzte eines derselben (dessen Kugel nahe vier Zoll im Durchmesser hatte), das mit Alkohol gefüllt war, einer so großen Hitze aus, als dasselbe irgend ertragen konnte, und stellte es zum Abkühlen an ein Fenster, das von ungefähr von der Sonne beschienen wurde. Zufällig waren einige

Staubtheilchen dem Alkohol beigemischt; diese wurden von der Sonne erleuchtet und wurden dadurch sichtbar. Dieses veranlaßte die Bemerkung, daß die ganze Flüssigkeit in der Röhre sich in einer sehr raschen Bewegung befand, und sich schnell in entgegengesetzten Richtungen zu gleicher Zeit auf und niederwärts bewegte. Der aufsteigende Strom nahm die Achse, der niederwärts gehende die Seiten der Röhre ein. Wurden die Seiten der Röhre mittelst Eis abgekühlt, so wurde die Schnelligkeit beider Ströme vermehrt. Sie nahm ab, so wie die Flüssigkeit erkaltete; und wenn dieselbe auf die Temperatur des Zimmers zurück gebracht worden war, so hörte die Bewegung gänzlich auf.

Der Versuch wurde mit Leinöl wiederholt, und das Ergebnis war genau dasselbe. Diese Ströme wurden offenbar durch die Theilchen der Flüssigkeit hervorgebracht, die einzeln sich nach den Seiten der Röhre begaben, und ihren Wärmestoff daselbst absetzten. In dem Augenblicke, da dieses geschah, wurde ihr specifisches Gewicht vermehrt, und sie sanken zu Boden; folglich trieben sie den wärmeren Theil der Flüssigkeit in die Höhe, der auf die Art gedrängt wurde, längs der Achse der Röhre aufzusteigen. Nachdem sie den oberen Theil der Röhre erreicht hatten, gaben die Theilchen einen Theil ihres Wärmestoffes ab, wurden specifisch schwerer und stürzten ihrerseits zu Boden.

Da sich diese innere Bewegungen der Flüssigkeiten nur dann wahrnehmen lassen, wenn man Körper von demselben specifischen Gewichte mit ihnen vermischt, und da man nicht leicht einen Körper von demselben specifischen Gewichte mit dem Wasser antrifft, der nicht in diesem aufsteiglich wäre, so bediente sich Graf Rumford nachstehenden scharfsinnigen Verfahrens, um sich zu überzeugen, ob diese Flüssigkeit demselben Gesetz gehorche.

Das specifische Gewicht des Wassers wird bedeutend vermehrt, wenn man irgend ein Salz in demselben auflöst. Er setzte demnach dem Wasser so lange Kali zu, bis es genau ein gleiches specifisches Gewicht mit dem Bernstein hatte, der auch nur wenig schwerer als reines Wasser ist. Es wurde hierauf eine Anzahl kleiner Stückchen Bernstein in diese Auflösung geschüttet, und das Gemenge in eine Glas Kugel mit einem langen Halse gefüllt. Als diese erhitzt und nachmals erkaltet wurde, so zeigte sie genau dieselben Erscheinungen, wie die übrigen Flüssigkeiten. Eine Veränderung der Temperatur, welche nur wenige Grade betrug, war hinreichend, die Ströhme in Thätigkeit zu setzen, und jederzeit ließ sich eine Bewegung hervorbringen, wenn ein heißer oder kalter Körper irgend einem Theile des Gefäßes genähert wurde. Wurde ein heißer Körper genähert, so stieg derjenige Theil der Flüssigkeit, der ihm am nächsten war, er senkte sich aber niederwärts bei Annäherung eines kalten Körpers.

Diese Bemerkungen führten den Grafen Rumford natürlich zu der Untersuchung: ob nicht das Erwärmen und Erkalten der Körper durch alles, was die Flüssigkeit derselben vermindert, sehr aufgehalten werde? Er nahm ein großes Leinöl-Thermometer mit einer kupfernen Kugel und Glasröhre. Die Kugel wurde genau in den Mittelpunkt eines messingenen Zylinders gebracht, so daß rund herum ein leerer Raum von 0,25175 eines Zolles Durchmesser blieb. Das Thermometer wurde an seinem Orte durch vier hölzerne Stifte, die von den Seiten und dem Boden des Zylinders hervortreten, so wie dadurch erhalten, daß seine Röhre durch den Korkstopfel des Zylinders hindurchging. Dieser Zylinder wurde mit reinem Wasser angefüllt, dann

so lange in thauendes Eis gestellt, bis das Thermometer auf 32° fiel, und unmittelbar darauf in ein Gefäß mit kochendem Wasser getaucht. Das Thermometer stieg in Zeit von 597 Sekunden von 32° auf 200° . Offenbar mußte aller Wärmestoff, der das Steigen des Thermometers verursacht hatte, seinen Weg durch das Wasser im Zylinder genommen haben.

Der Versuch wurde vollkommen auf dieselbe Art wiederholt, nur mit dem Unterschiede, daß mit dem Wasser, das den Zylinder anfüllte, und 2276 Gran betrug, 192 Gran Stärke gekocht wurden, wodurch es ungleich weniger flüssig wurde. Das Thermometer brauchte jetzt 1109 Sekunden, um von 32° auf 200° zu steigen. In einem anderen Versuche wurde ein gewisses Quantum gestoßter Apfel in den Zylinder gethan. Noch in einem anderen Versuche wurden mit 2276 Gran reinem Wasser 192 Gran Eiderbaunen gemengt. Diese Beimischungen brachten keine andere Wirkung hervor, als die Bewegung der Theilchen zu erschweren; sie verzögerten die Zeit des Abkühlens etwas mehr als die Stärke.

Da nun sowohl die Stärke als die Eiderbaunen die Flüssigkeit des Wassers verminderten, so folgt aus diesen Versuchen, daß, je vollkommener man die innere Bewegung einer Flüssigkeit verhindert, eine um so längere Zeit verstreiche, bis die Flüssigkeit eine gegebene Temperatur annimmt. Läßt man demnach Wärme auf Flüssigkeiten wirken, so erhalten sie in den gewöhnlichen Fällen den größten Theil ihrer Temperatur durch ihr fortführendes Vermögen. Sind folglich Flüssigkeiten Leiter; so ist ihr Leitungsvermögen, im Vergleich mit ihrem fortführenden Vermögen, nur schwach.

Alle Flüssigkeiten sind jedoch fähig, die Wärme zu leiten; denn läßt man die Quelle der Wärme auf ihre Oberfläche wirken, so nimmt der Wärmestoff seinen Weg nach und nach unterwärts, und die Temperatur jeder Schichte nimmt stufenweise von der Oberfläche nach dem Boden der Flüssigkeit hin ab. In diesem Falle rührt die Zunahme der Temperatur nicht von dem fortführenden Vermögen der Flüssigkeit her. Dieses Vermögen bewirkt zwar eine aufwärts gehende Bewegung des Wärmestoffes in den Flüssigkeiten, gewiß aber keine niederwärts gehende. Flüssigkeiten sind demnach Leiter der Wärme.

Herr Dr. Traill suchte das leitende Vermögen verschiedener tropfbarer Flüssigkeiten dadurch auszumitteln, daß er die Zeit bestimmte, welche erfordert wurde, ein Quecksilber-Thermometer, das in die den Gegenstand des Versuches ausmachende Flüssigkeit getaucht war, durch den niederwärts gehenden Wärmestoff um 3° dadurch zum Steigen zu bringen, daß er einen eisernen Zylinder von einem Zoll im Durchmesser, der bis 212° Fahr. erhitzt war, in der Flüssigkeit so aufhängte, daß er von der Kugel des Thermometers $0,5$ Zoll entfernt war. Die erhaltenen Ergebnisse legt nachstehende Tabelle dar, welche die Zeit in Minuten und Sekunden anzeigt.

Quecksilber	0' 15"
Eine gesättigte Auflösung des schwefelsauren Natrum	6' 30"
Wasser	7' 5"
Probe-Spiritus	8' nahe
Auflösung von schwefelsaurem Eisen, 1 Theil Salz gegen 5 Theile Wasser	8'
Kalilauge? (water of potassa)	8' 15"
Ruhmilch	8' 25"

Gestichtige Aufkündigung der schwefelsauren Alaunerde	9' 40"
Durchsichtiges Baumöl	9' 50"
Alkohol, der Londner Pharmacopoe	10' 45"

Man sehe: Nicholson's Journal Vol. XII. p. 137.

II. Nimmt man eine eiserne Stange und einen Stein von gleichen Dimensionen, legt ein Ende von jedem in das Feuer, und bringt an das andere Ende ein Thermometer oder die Hand, so wird man das Ende der eisernen Stange weit eher als das des Steines heiß finden. Der Wärmestoff wird demnach nicht mit gleicher Schnelligkeit und Leichtigkeit durch alle Körper geleitet. Diejenigen, die ihn mit Leichtigkeit hindurchgehen lassen, werden gute Leiter; die, durch welche er nur schwierig hindurchgeht, schlechte Leiter genannt.

Die Versuche, welche bis jetzt über diesen Gegenstand angestellt wurden, sind nicht zahlreich genug, um uns in Stand zu setzen, mit Genauigkeit das Verhältniß zu bestimmen, in welchem verschiedene Körper den Wärmestoff leiten. Der Gegenstand ist jedoch von der größten Wichtigkeit, und verdient eine sorgfältige Untersuchung.

Die Metalle sind unter allen Körpern, mit denen bis jetzt Versuche angestellt wurden, die vorzüglichsten Leiter der Wärme. Das leitende Vermögen aller ist jedoch nicht gleich. Dr. Ingenhoush ließ aus verschiedenen Metallen, Zylinder von genau gleicher Größe verfertigen, überzog sie mit Wachs und tauchte das eine Ende derselben in heißes Wasser. Aus der Länge des geschmolzenen Wachsüberzuges schloß er das leitende Vermögen eines jeden. Aus diesen Versuchen folgerte er, daß das leitende Vermögen der Metalle, die er untersuchte, in folgender Ordnung stand:

Silber

Gold

Kupfer

Zinn

Platin

Eisen

Stahl

Blei

} nahe gleich

} den übrigen weit nachstehend.

13. Nächst den Metallen scheinen die Steine die besten Leiter zu seyn; allein diese Eigenschaft ist bei verschiedenen Steinen sehr verschieden. Die Ziegeln sind weit schlechtere Leiter als die meisten Steine.

14. Das Glas scheint in Hinsicht seines leitenden Vermögens sich nicht merklich von den Steinen zu unterscheiden. Wie sie, ist es ein schlechter Leiter. Dieses ist der Grund, warum es leicht springt, wenn es plötzlich erhitzt oder erkaltet wird. Ein Theil desselben, der leichter als der übrige den Wärmestoff annimmt oder fahren läßt, dehnt sich aus, oder zieht sich zusammen, wodurch die Cohäsion aufgehoben wird.

Hierauf folgen getrocknete Hölzer. Mayer hat eine Reihe von Versuchen über das leitende Vermögen einer bedeutenden Anzahl Körper angestellt. Das Resultat ersticht man aus nachstehender Tabelle, in welcher das leitende Vermögen des Wassers = 1 gesetzt ist.

Körper.	Leitendes Vermögen.
Wasser	= 1,00
Diaspyrus Ebenum	= 2,17
Pyrus Malus	= 2,74
Fraxinus excelsior	= 3,08
Fagua sylvatica	= 3,21

Car.

Körper.	Leitendes Vermögen.
Carpinus Betulus	= 3,23
Punus domestica	= 3,25
Umus	= 3,25
Quercus Robur pedunculatus	= 3,26
Pyrus communis	= 3,32
Betula alba	= 3,41
Quercus Robur sessilis	= 3,63
Pinus picea	= 3,75
Betula Alnus	= 3,84
Pinus sylvestris	= 3,86
Pinus Abies	= 3,89
Tilea europaea	= 3,90

Die Kohle ist ebenfalls ein schlechter Leiter: den Versuchen von M: v: v: e: a: u: zufolge, verhält sich ihr leitendes Vermögen zu dem des feinen Sandes wie 2 zu 3. Federn, Seide, Wolle und Haare sind noch schlechtere Leiter, als irgend eine der hier genannten Substanzen. Aus diesem Grunde eignen sie sich vorzüglich zu Gegenständen der Bekleidung. Sie verhindern, daß die Wärme des Körpers von der kalten, äußeren Luft fortgeführt werde. Graf Rumford hat eine Reihe sehr scharfsinniger Versuche über das leitende Vermögen dieser Substanzen angestellt. Er fand, daß dasselbe im umgekehrten Verhältnisse der Feinheit ihres Gefüges stehe.

15. Das leitende Vermögen der tropfbaren Flüssigkeiten ist nicht mit besonderer Genauigkeit untersucht worden. Thomson fand durch Versuche, daß das leitende Vermögen des Quecksilbers, Wassers und Leinöls folgendes sey:

I. Gleiche Raummengen.

Wasser	= 1
I.	⊗

Quecksilber	= 2
Leinöl	= 1,11.

II. Gleiche Gewichte.

Wasser	= 1
Quecksilber	= 4,8
Leinöl	= 1,05,

16. Was die gasförmigen Körper betrifft, so ist bekannt, daß die Körper weit langsamer in denselben erkalten, als in den tropfbaren Flüssigkeiten. Da aber das Abkühlen heißer Körper in Gasarten außer dem wärmeleitenden Vermögen dieser Flüssigkeiten noch von einer Menge anderer Ursachen abhängt, so ist eine Schätzung ihrer relativen Intensitäten als Leiter aus der Zeit, welche während des Erkaltens der Körper in ihnen verfließt, sehr schwierig. Graf Rumford fand, daß ein Thermometer nahe viermal so schnell im Wasser als in Luft von derselben Temperatur erkaltete. Es läßt sich jedoch kein befriedigender Schluß aus diesem Versuche ziehen, da bekannt ist, daß das Verhältniß des Abkühlens sich mit der Temperatur ungleich mehr im Wasser als in der Luft verändert. Derselbe Naturforscher fand, daß Verdünnung das leitende Vermögen der Luft vermindere, und daß heiße Körper am langsamsten in der Toricellischen Leere erkalten. Herr Leslie wurde durch die Feinheit seiner Werkzeuge in Sand gesetzt, das leitende Vermögen der Gasarten mit größerer Genauigkeit zu untersuchen, als vor ihm geschehen war. Folgende Thatsachen wurden von ihm festgestellt:

Das leitende Vermögen aller Gasarten wird durch Verdünnung vermindert. Er suchte aus seinen Versuchen zu zeigen, daß das leitende Vermögen der atmosphärischen Luft der Wurzel vom fünften Grade aus ihrer Dichte gleich sey.

Herr Dalton hat es wahrscheinlich gemacht, daß es sich nahe wie die Kubikwurzel ihrer Dichte verändere. Dünste aller Art und alles, was das Bestreben hat, die Luft auszudehnen, vermindern ihr leitendes Vermögen.

Das leitende Vermögen der atmosphärischen Luft, des Sauerstoffgas und Stickgas sind nahe gleich. Das leitende Vermögen des kohlensauren Gas scheint etwas geringer als das der atmosphärischen Luft zu seyn; allein die Körper erkalten im Wasserstoffgas nahe zweimal so schnell, als in der atmosphärischen Luft. Indem Herr Leslie den Prozeß des Abkühlens analysirte, und fand, daß das Ausstrahlen der Wärme in der atmosphärischen Luft und dem Wasserstoffgas gleich sey, suchte er zu zeigen, daß das leitende Vermögen dieser Gasart viermal so groß als das der atmosphärischen Luft sey. (Leslie a. a. D. S. 473.)

Herr Dalton (Dalton's New System of chemical Philosophy, Part I. p. 117 etc. Uebersetzung von F. Wolff. B. I. S. 132 ff.) hat sich vor nicht langer Zeit mit dem Verhältnisse des Erkaltens heißer Körper in verschiedenen Gasarten beschäftigt. Er füllte eine starke Flasche mit dem zu untersuchenden Gas, brachte ein empfindliches Thermometer durch einen durchbohrten Kork in dieselbe, und beobachtete die Zeit, welche erfordert wird, damit es um 15° bis 20° erkalte. Nachstehende Tabelle enthält die von ihm gefundenen Thatsachen:

Gasarten.	Zeit des Abkühlens.
Kohlensaures Gas	112 Sekunden
Schwefel-Wasserstoffgas	} 100 + —
Drydirtes Stickgas	
Delmachendes Gas	

Gasarten.	Zeit des Abkühlens.
Atmosphärische Luft	} 100 Sekunden.
Sauerstoffgas	
Stickgas	
Salpetergas	90 —
Gas aus Steinkohlen	70 —
Wasserstoffgas	40 —

Dritter Abschnitt.

Von der gleichen Vertheilung der Wärme.

In dem vorhergehenden Abschnitte wurde gezeigt, daß der Wärmestoff sich durch alle Körper, wiewohl mit verschiedenen Graden der Leichtigkeit, bewegen kann. Eine Folge aus dieser Eigenschaft ist das Bestreben, welches er hat, sich unter alle berührende Körper auf eine solche Art zu vertheilen, daß das Thermometer bei allen eine gleiche Temperatur anzeigt.

1. Die Temperatur der Körper läßt sich leicht erhöhen, wenn man sie unserem künstlichen Feuer aussetzt. So kann eine eiserne Stange rothglühend gemacht werden, wenn man eine hinreichende Zeit ein gewöhnliches Feuer auf sie wirken läßt. Wird sie aber aus dem Feuer genommen und der freien Luft ausgesetzt, so behält sie die Hitze, die ihr mitgetheilt wurde, nicht bei; sondern wird nach und nach kälter und kälter, bis sie auf die Temperatur der umgebenden Körper zurückgekommen ist. Wird auf der anderen Seite die eiserne Stange dadurch erkältet, daß man sie einige Zeit mit Schnee bedeckt, und bringt man sie hierauf in ein warmes Zimmer, so behält sie ihre niedrige Temperatur nicht

bei, sondern wird nach und nach wärmer, bis sie endlich die Temperatur des Zimmers angenommen hat.

Es scheint demnach, daß kein Körper bei seiner höheren Temperatur beharren kann, wenn er von kälteren Körpern umgeben ist, noch bei seiner niedrigen Temperatur, wenn er von wärmeren Körpern umgeben ist. Der Wärmestoff, wie innig er auch anfänglich mit den Körpern verbunden war, vertheilt sich nach und nach auf solche Art, daß alle benachbarte Körper, wenn man sie mit dem Thermometer untersucht, dieselbe Temperatur anzeigen. Diese Veränderungen erfolgen, nach der Größe oder Beschaffenheit der Körper, in längerer oder kürzerer Zeit; sie finden aber endlich stets statt.

Dieses ist ein allgemein bekanntes Gesetz. Wünschen wir einen Gegenstand zu erwärmen, so nähern wir ihn dem Feuer; wünschen wir ihn zu erkälten, so umgeben wir ihn mit kalten Körpern. Der Wärmestoff geht im letzten Falle nicht verloren, sondern wird nun gleichförmig durch die Körper vertheilt. Mischt man verschiedene Substanzen mit einander, von denen einige warm, andere kalt sind, so nehmen sie alle dieselbe Temperatur an; und diese ist das Mittel aus den Temperaturen, welche ursprünglich den Körpern angehörten. Die heißeren werden kälter, diejenigen, welche kälter waren, werden wärmer. Diese Eigenschaft des Wärmestoffes ist von den Naturforschern das Gleichgewicht des Wärmestoffes genannt worden, man könnte sie jedoch schicklicher die gleiche Vertheilung der Temperaturen nennen.

2. Aus den Versuchen von Kraft und Richman, die mit großer Genauigkeit, und zwar mit einer zahlreichen Menge von Körpern angestellt wurden, läßt sich nachstehende allgemeine Folgerung ableiten.

„Wird ein Körper in einem Medium, dessen Tempera-
 „tur von der seinigen verschieden ist, aufgehängt; so nimmt
 „der Unterschied zwischen der Temperatur des Körpers und
 „Mediums in einem geometrischen Verhältnisse ab, während
 „die Zeit in einem arithmetischen Verhältnisse zunimmt.
 „Oder in gegebenen kleinen Zeiträumen steht die verlorne
 „Wärme stets mit der im Körper zurückbleibenden Wärme
 „im Verhältnisse.“ Dieses Gesetz wurde zuerst von Saak
 „Newton aufgestellt, der vermittelst desselben mehrere über
 die Skale des Thermometers hinausgehende Temperaturen
 berechnete.

Aus den neuesten, mit Sorgfalt angestellten Versuchen
 von De Laroche geht hervor, daß dieses Gesetz nur eine
 Annäherung zur Wahrheit sey. Bei allen Temperaturen
 unter 212° ist es hinreichend nahe; allein der Irrthum
 nimmt zu, so wie die Temperatur wächst, und wird zuletzt
 sehr groß.

Der Wärmestoff, welcher die heißen Körper verläßt, bis
 sie auf die Temperatur der sie umgebenden Substanzen zu-
 rückgeführt sind, wird theils durch Leitung des umgebenden
 Mediums entfernt, theils wird er durch Strömung, die in
 diesem Medium (von dem vorausgesetzt wird, daß es flü-
 sig sey) hervorgebracht werden, fortgeführt, theils strahlt er
 von der Oberfläche des heißen Körpers aus. Der Prozeß
 des Erkaltens, sowohl in der Luft als im Wasser, ist mit
 großem Scharfsinne und Erfolge von Herrn Leslie unter-
 sucht worden, obgleich er vernachlässigt hat, die Arbeiten
 seiner Vorgänger über diesen Gegenstand zu berücksichtigen.
 Folgende Thatsachen sind ausgemittelt worden.

Der Erfolg des leitenden Vermögens hängt von dem
 Medium ab, und ist mithin beständig, vorausgesetzt, daß

die Temperaturen und das Medium beständig sind; er nimmt aber nach und nach ab, so wie sich die Temperatur des heißen Körpers der des Mediums nähert.

Der Erfolg des Ausstrahlens hängt von der Oberfläche des heißen Körpers a , und ist mithin beständig, wenn dieselbe Oberfläche bis zu demselben Grade erhitzt wird; er nimmt aber, so wie das leitende Vermögen, in dem Verhältnisse ab, in welchem der heiße Körper sich der Temperatur des Mediums nähert.

Der Theil des Mediums, welcher mit dem heißen Körper in Berührung ist, und der einen gewissen Antheil seiner Wärme von ihm empfängt, erhält eine verschiedene Dichte und macht einem neuen Antheile Platz, der, indem er seinerseits erhitzt wird, dem vorhergehenden Theile folgt, und auf diese Art wird ein Strom erzeugt, der das Verhältniß des Abkühlens sehr beschleunigt. Es leuchtet ein, daß die Schnelligkeit dieses Stromes um so größer seyn wird, je höher die Temperatur des heißen Körpers ist. Es wird demnach die Wirkung dieser künstlichen Ströme vermindert werden, so wie sich die Temperatur des heißen Körpers der des Mediums nähert.

Werden diese Ströme künstlich vermehrt, so leuchtet ein, daß das Verhältniß des Abkühlens in eben dem Maaße werde beschleunigt werden. Daher die Wirkung der Winde bei dem Abkühlen heißer Körper. Aus den Versuchen von Herrn Leslie geht hervor, daß wenn die übrigen Umstände gleich sind, die Zeit des Abkühlens stets mit der Schnelligkeit des Stromes, oder was dasselbe ist, mit der Schnelligkeit, mit der der heiße Körper sich durch das kalte Medium bewegt, im Verhältnisse stehe. So kühlte eine heiße Kugel, die in einer ruhigen Luft in 120 Minuten um eine

gewisse Anzahl Grade erkaltete, wenn sie in derselben Luft mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegt wurde, um dieselbe Anzahl von Graden in Zeiten ab, die in dem Verhältnisse, wie die Geschwindigkeiten wuchsen, abnahmen, wie man aus folgender Tabelle ersieht.

Schnelligkeit.	Zeit des Abkühlens.
6 $\frac{1}{2}$ Fuß in der Sekunde	60 Minuten
20 — — —	30 —
60 — — —	12 —

Wird der gewöhnliche Einfluß des Abkühlens abgezogen, so findet man, daß die Beschleunigung des Abkühlens bei diesen Graden genau wie die Geschwindigkeit zunimmt. (Leslie a. a. O. S. 281.)

4. So wie man die Entdeckung gemacht hatte, daß benachbarte Körper dieselbe Temperatur annehmen, so wurden verschiedene Versuche von den Naturforschern gemacht, um den Grund dieser Erscheinung auszumitteln. *Mairan* und andere Schriftsteller im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts erklärten es auf die Art, daß sie annahmen, der Wärmestoff sey eine Flüssigkeit, welche den ganzen Raum durchdringe, in dieser schwämmen die Körper wie ein Schwamm im Wasser, ohne die mindeste Verwandtschaft zu ihm zu haben. Die Folge hieraus war, ein stetes Bestreben nach einer Gleichheit der Dichte. Wird folglich zu viel Wärmestoff in einem Körper angehäuft, so muß derselbe ausfließen; wenn zu wenig, so muß er einströmen, bis die Gleichheit der Dichte hergestellt ist.

Diese Hypothese paßt nicht zu den Erscheinungen, welche sie erklären soll. Wäre es gegründet, so müßten alle Körper sich mit derselben Leichtigkeit erwärmen und erkalten; und die Wärme müßte sich gleich lange in dem Brenn-

punkte eines Brennglases und in einer Kugel aus Gold von demselben Durchmesser erhalten. Sie ist ferner unveränderlich mit der Natur des Wärmestoffes, der, wie in dem ersten Abschnitte dieses Kapitels gezeigt wurde, ein von *Mairan's* hypothetischer Flüssigkeit sehr verschiedener Körper ist.

Herr *Pictet* gab eine ungleich scharfsinnigere Erklärung von der gleichförmigen Vertheilung des Wärmestoffes. Nach ihm, wird durch Anhäufung des Wärmestoffes in irgend einem Körper die Zurückstoßung unter seinen Theilchen vermehrt, weil die Entfernung unter ihnen vermindert wird. Demnach stoßen sie einander zurück, und dieses veranlaßt, daß sie in jeder Richtung entfliehen und fortfahren, sich zu trennen, bis ihnen der Wärmestoff anderer Körper, der mit ihnen dieselbe relative Dichte hat, entgegenwirkt, sie seinerseits zurückstößt, und sie nöthigt, an dem Orte, wo sie sich befinden, zu verharren.

Die gleichförmige Vertheilung des Wärmestoffes hängt demnach davon ab, daß sich zwei einander entgegenwirkende Kräfte im Gleichgewichte halten. Die eine derselben ist die Zurückstoßung unter den Theilchen des Wärmestoffes in dem Körper, der seine Temperatur zu vermindern strebt; die andere ist die Zurückstoßung unter dem Wärmestoffe des Körpers und dem umgebenden Wärmestoffe, welcher die Temperatur zu erhöhen strebt. Ist die erste Kraft größer als die zweite, welches der Fall ist, wenn die Temperatur eines Körpers höher ist, als die der umgebenden Körper, so entweicht der Wärmestoff und der Körper wird kälter. Ueberwiegt hingegen letztere Kraft die erste, welches sich ereignet, wenn die Temperatur eines Körpers niedriger ist, als die der umgebenden Körper, so werden die Theilchen

des Wärmestoffes genöthigt, sich einander mehr zu nähern. In diesem Falle dringt neuer Wärmestoff ein, um den Raum auszufüllen, welchen jene gelassen haben, und der Körper wird heißer. Sind beide Kräfte gleich, so sagt man, beide Körper haben gleiche Temperatur, und es findet keine Veränderung statt. (Pictet, sur le Feu chap. 1.)

Bei näherer Prüfung dieser Theorie findet man, daß sich die Erscheinungen, welche das Erwärmen und Erkalten der Körper darbieten, keinesweges auf eine befriedigende Art aus ihr erklären lassen, sie ist demnach von ihrem einsichtsvollen Urheber selbst aufgegeben worden.

6. Die Erklärungsart, welche jetzt am allgemeinsten angenommen wird, und welche auf eine sehr genügende Art von den verschiedenen Erscheinungen Rechenschaft giebt, ist die von Prevost, welche er in dem Journal de Physique vom Jahre 1791 zuerst bekannt machte, in der Folge aber erweiterter in seinen Recherches sur la Chaleur, Genève 1792 vortrug. Sie wurde bald darauf von Pictet angenommen, und von Prevost selbst mit vielem Glück zur Erklärung der Versuche von Herschel und Pictet benützt.

Nach ihm ist der Wärmestoff eine diskrete Flüssigkeit, von welcher jedes Theilchen im freien Zustande sich mit ungemeyner Schnelligkeit bewegt. Heiße Körper senden nach allen Richtungen Wärmestrahlen aus, allein die Theilchen derselben sind so weit von einander entfernt, daß mehrere Ströme sich einander durchkreuzen können, ohne sich einander zu stören, wie dieses mit dem Lichte der Fall ist. Eine Folge hiervon muß seyn, daß wenn wir uns zwei benachbarte Räume denken, in denen ein Ueberfluß von Wärmestoff vorhanden ist, unter diesen ein stetiger Austausch desselben stattfinden müsse. Ist die Menge desselben in bei-

ben Räumen gleich, so werden die Austauschungen einander aufwiegen, und die Temperatur wird fortwährend dieselbe bleiben. Enthält hingegen der eine Raum eine größere Menge desselben, als der andere, so wird der Austausch ungleich seyn, und durch stetiges Wiederholen dieser Ungleichheit muß das Gleichgewicht der Temperatur unter ihnen hergestellt werden.

Denkt man sich einen Körper in ein Medium, das heißer als er selbst ist, versetzt, und die Temperatur dieses Mittels beständig, so kann man den Wärmestoff des Mittels als aus zwei Theilen bestehend annehmen; der eine ist dem Körper, der andere dem Unterschiede unter den Temperaturen beider gleich. Den ersten Theil kann man ganz außer Acht lassen, da sein Ausstrahlen durch das des Körpers völlig aufgewogen wird. Der zweite Theil allein muß in Erwägung gezogen werden, und in Beziehung auf diesen Ueberschuß ist der Körper absolut kalt oder enthält gar keinen Wärmestoff. Nimmt man an, daß in einer Sekunde der Körper $\frac{1}{20}$ dieses Ueberschusses enthält, so wird am Ende der ersten Sekunde der Ueberschuß noch $\frac{2}{20}$ seyn. Ein Antheil von diesem Ueberschuß wird in der nächsten Sekunde in den Körper übergehen, und der Ueberschuß wird auf $\frac{3}{20}$ von $\frac{1}{20}$ oder $(\frac{2}{20})^2$ zurückgebracht seyn. Am Ende der dritten Sekunde wird der Ueberschuß $(\frac{3}{20})^2$; am Ende der vierten $(\frac{3}{20})^4$ u. s. w. seyn. Bei dieser Reihenfolge nimmt die Zeit in einem arithmetischen Verhältnisse zu, während sich der Ueberschuß in einem geometrischen Verhältnisse verändert, so wie dieses *Nichmann's* Regel aussagt.

Dieses ist ein Abriss von *Prevost's* Theorie. Sie gründet sich gänzlich auf das Strahlen des Wärmestoffes, und läßt die Wirkung des leitenden Vermögens der Körper völs

lig außer Acht. Die Wirklichkeit des Ausstrahlens läßt sich nicht bezweifeln; und es ist ungemein wahrscheinlich, daß die gleichförmige Vertheilung der Temperatur die Folge davon sey. Würde der Wärmestoff bloß geleitet, so würde sein Fortschreiten ungemein langsam seyn, und es würde kaum eine vollkommene Gleichheit der Temperatur eintreten können. Zu gleicher Zeit muß man einräumen, daß diese Eigenschaft der Körper einen sehr bedeutenden Einfluß auf die Bestimmung der Zeit hat, welche verfließt, ehe die Temperatur sich berührender Körper gleichförmig wird. In so fern die Theorie von Prevost diesen Umstand nicht berücksichtigt, der offenbar von der Verwandtschaft, die zwischen dem Wärmestoffe und anderen Körpern stattfindet, abhängt; muß sie als unvollkommen betrachtet werden.

Vierter Abschnitt.

Von den Wirkungen des Wärmestoffes.

Da in den vorhergehenden Abschnitten die Wirkung des Wärmestoffes, die Art wie er sich durch andere Körper bewegt und sich unter sie vertheilt, betrachtet wurde; so wollen wir zunächst die Wirkungen untersuchen, die er auf andere Körper hervorbringt, indem er sich entweder mit ihnen verbindet, oder sich von ihnen trennt. Die Kenntniß dieser Wirkungen ist von der größten Wichtigkeit, einmal wegen des großen Zuwachs an Kraft, den wir dadurch erhalten, dann wegen der Leichtigkeit, mit der sich daraus mehrere der wichtigsten Erscheinungen begreifen und erklären lassen.

Die Wirkungen, welche der Wärmestoff hervorbringt, können unter drei Gesichtspunkte gebracht werden, nämlich:

1) Veränderungen des Raumbumfanges; 2) Veränderungen des Zustandes; und 3) Veränderungen der chemischen Zusammensetzung. Von jeder dieser drei Arten der Veränderungen soll besonders gehandelt werden.

I. Veränderungen im Raumbumfang.

Es läßt sich als allgemeine Regel, von der keine bekannte Ausnahme stattfindet, aufstellen; daß jeder Zusatz, oder jede Entziehung des Wärmestoffes, eine entsprechende Veränderung in dem Raumbumfang derjenigen Körper, welche dieser Aenderung der Menge freier Wärmestellen in einem Raume ausgesetzt wurden, hervorbringt. Allgemein bewirkt ein Zusatz von Wärme eine Erweiterung des Raumbumfanges des Körpers, ein Entziehen derselben eine Verminderung; dieses ist aber nicht gleichförmig der Fall, obgleich die Ausnahmen nicht sehr zahlreich sind. Diese Ausnahmen beschränken sich einmal auf eine nur kleine Anzahl von Körpern, dann finden sie bei diesen nicht durchgängig, sondern nur unter gewissen, besonderen Umständen statt; während bei allen anderen Intensitäten von Wärme diese Körper, wenn man sie erhitzt, an Raumbumfang zunehmen; hingegen eine Verminderung des Raumbumfanges erfahren, wenn sie erkalten. Wir können demnach die Ausdehnung als eine der allgemeinsten Wirkungen der Wärme betrachten. Sie ist gewiß eine der wichtigsten, da sie uns Mittel an die Hand gab, alle anderen zu messen. Zuerst soll die Erscheinung der Ausdehnbarkeit betrachtet, dann sollen die Ausnahmen, welche beobachtet wurden, in Betracht gezogen werden.

1. Vor allen Dingen müssen wir uns mit einem Werkzeuge bekannt machen, das auf der ausdehnenden Kraft

der Wärme beruhet, und uns ein Mittel an die Hand giebt, die Wärme mit vieler Genauigkeit zu messen.

Dieses Werkzeug ist das Thermometer. Es bestehet aus einer hohlen Glasröhre, die an dem einen Ende in eine Kugel ausgeblasen ist. Die Kugel und ein Theil der Röhre werden mit Quecksilber angefüllt, und das obere Ende der Röhre zugeschmolzen. Wird die Kugel mit einem heißen Körper in Berührung gebracht, so dehnt sich das Quecksilber aus und steigt mithin in der Röhre; bringt man sie hingegen mit einem kalten Körper in Berührung, so zieht sich das Quecksilber zusammen, und fällt folglich in der Röhre. Das Steigen des Quecksilbers drückt eine Zunahme der Wärme; sein Fallen eine Verminderung derselben aus; und die Menge, um die es steigt und fällt, giebt das Verhältniß dieser Zunahme oder Abnahme an. Um die Beobachtung zu erleichtern, ist die Röhre in eine gewisse Anzahl gleicher Theile, die Grade genannt werden, eingetheilt. Die durch die Wirkungen auf's Thermometer bestimmte Intensitäten der Hitze werden Temperaturen genannt.

Das Thermometer, dem wir fast alle Kenntnisse verdanken, die wir von dem Wärmestoffe besitzen, wurde gegen den Anfang des siebzehnten Jahrhundert entdeckt. Nach einigen hatte Sanctorio, der berühmte Begründer der statischen Arzneikunde, den ersten Gedanken von einem solchen Werkzeuge. Die Akademie zu Florenz und der englische Naturforscher Boyle verbesserten die erste, rohe Einrichtung desselben. Isaac Newton ertheilte ihm aber dadurch seine wesentliche Brauchbarkeit, daß er ein Verfahren angab, wie man unter einander vergleichbare Thermometer verfertigen könne.

Taucht man ein Thermometer noch so oft in thauenden Schnee, so wird es stets denselben Punkt anzeigen. Man sieht demnach, daß der Schnee stets bei derselben Temperatur anfängt zu schmelzen. Dr. Hooke fand, daß wenn ein Thermometer in kochendes Wasser getaucht wird, es immer, wofern nur der Druck der Atmosphäre derselbe ist, denselben Grad zeigt; mithin siedet das Wasser (alle übrigen Umstände gleich gesetzt) stets bei derselben Temperatur. Wird demnach ein neu verfertigtes Thermometer in thauenden Schnee getaucht, und der Punkt bemerkt, bei welchem das Quecksilber in der Röhre steht, dann dasselbe mit der nöthigen Vorsicht in siedendes Wasser gebracht, und auf's neue der Punkt bemerkt, bis zu welchem das Quecksilber sich erhebt, hierauf der Raum zwischen diesen beiden Punkten, den man den Fundamentalabstand nennt, in eine gewisse Anzahl gleicher Theile, etwa 100 eingetheilt, und wo der Hauptpunkt hinfällt 0, bei dem Siedpunkte 100 gesetzt, so wird jedes andere Thermometer, dem man eine ähnliche Einrichtung gegeben hat, denselben Grad wie das erste Thermometer anzeigen, wenn beide mit demselben heißen Körper in Verührung gebracht wurden. Alle solche Thermometer lassen sich demnach mit einander vergleichen, und die Skale läßt sich sowohl über den Siedpunkt, als unter dem Hauptpunkte auf jede beliebige Länge ausdehnen.

Newton zeigte zuerst das Verfahren, vergleichbare Thermometer zu machen; allein der praktische Theil dieser Kunst wurde von Fahrenheit und Dr. Martine von St. Andreas vervollkommnet. Da die verschiedenen Verfahrungsarten, welche die Verfertiger physikalischer Werkzeuge befolgten, um den Siedpunkt zu bestimmen, keine völlige Uebereinstimmung der Thermometer bewirkten, son-

bern öfters eine Abweichung von mehreren Graden von der Wahrheit statt fand, so wurde Herr Caven di sh veranlaßt, der Königlichen Societät der Wissenschaften zu London den Vorschlag zu thun, Regeln für die Verfertigung dieser sehr nützlichen Werkzeuge bekannt zu machen. Es wurde demnach eine aus den Mitgliedern gewählte Comitiée beauftragt, diesen Gegenstand genauer zu untersuchen. Diese machte sehr schätzbare Vorschriften bekannt, die in den philosophischen Transaktionen vom Jahre 1777 S. 316 ff. abgedruckt sind. Die wichtigste dieser Vorschriften ist die, um den Siedpunkt zu bestimmen, die ganze Röhre so wie die Kugel des Thermometers, den Dämpfen des siedenden Wassers auszusetzen. Dieses muß dann geschehen, wenn das Barometer auf 29,8 Zoll engl. steht.

Das Quecksilber ist diejenige Flüssigkeit, welche sich am besten zur Verfertigung der Thermometer eignet, denn seine Ausdehnung ist sehr gleichförmig, welches von dem großen Abstände zwischen dem Hauptpunkte und Siedpunkte bei demselben herrührt.

Es giebt jetzt vier Arten von Thermometer, deren sich die Naturforscher in Europa bedienen; die sich durch die Anzahl der Grade, in welche der Abstand vom Hauptpunkte bis zum Siedpunkte eingetheilt wurde, von einander unterscheiden. Sie sind: das Fahrenheitsche, das Celsiusche oder hunderttheilige, das Reaumur'sche und de Lilsche.

Die Engländer bedienen sich des Fahrenheit'schen Thermometers. Es müßte, da Fahrenheit ein Deutscher war, als das eigentliche deutsche Thermometer betrachtet werden, auch sind die Angaben in diesem Buche, wenn es nicht besonders bemerkt werde, immer nach diesem Thermometer gemacht.

gemacht. Der Fundamentalabstand ist bei demselben in 180 gleiche Theile getheilt. Die Skale fängt bei einer Temperatur an, die man erhält, wenn man ein Gemenge aus gleichen Theilen Salmiak und Schnee macht, diese liegt 32° unter dem Thaupunkte oder natürlichen Frostpunkte; dieser Punkt ist demnach mit 32° bezeichnet, und der Siedepunkt mit 212° .

Das Thermometer von Celsius wird in Schweden, und seit der Revolution in Frankreich unter dem Namen des hunderttheiligen Thermometers gebraucht. Bei ihm ist die Entfernung vom Thaupunkte bis zum Siedepunkte in 100 gleiche Theile getheilt. Der Thaupunkt ist mit 0, der Siedepunkt mit 100° bezeichnet.

Es sind demnach 180° Fahr. gleich 100° Celsius; aber $180 : 100 = 18 : 10 = 9 : 5$. Das heißt, 9° Fahr. sind gleich 5° Celsius. Will man demnach die Grade von Celsius auf Fahrenheit'sche zurückführen, so hat man $F = \frac{9C}{5} + 32$.

Das unter dem Namen von Reaumur bekannte Thermometer war vor der Revolution in Frankreich im Gebrauche. Bei ihm ist der Fundamentalabstand in 80 Grade eingetheilt. Der Thaupunkt ist mit 0, der Siedepunkt mit 80° bezeichnet. Das ursprüngliche Reaumur'sche Thermometer war mit Weingeist gefüllt. Das jetzige achtzigtheilige Quecksilbers Thermometer, welches auch häufig das Reaumur'sche genannt wird, muß eigentlich das de Lüc'sche genannt werden.

Es sind $180 F = 80 R$; also $F = \frac{9R}{4} + 32$.

Des De Lisle'schen Thermometers bedient man sich in Rußland. Der Raum zwischen dem Thaupunkte und Siedepunkte ist in 150 Grade getheilt. Die Eintheilung

fängt aber bei dem Siedpunkte an, wo 0 steht, und wird gegen den Thaupunkt, der mit 150° bezeichnet ist, fortgeführt.

Es sind demnach $180 F = 150 D$; oder $6 F = 5 D$. Um die Grade des De Lisle'schen Thermometers unter dem Siedpunkte auf Fahrenheit'sche zurückzuführen, haben wir $F = 212 - \frac{6 D}{5}$; um die über dem Siedpunkte zurückzuführen $F = 212 + \frac{6 D}{5}$.

2. Ungeachtet alle Körper durch die Wärme ausgedehnt, durch die Kälte zusammengezogen werden, und diese Ausdehnung in demselben Körper stets mit derselben Funktion des hinzugesetzten oder entzogenen Wärmestoffes im Verhältnisse steht, so findet man doch, daß die absolute Ausdehnung oder Zusammenziehung in verschiedenen Körpern ungleich verschieden sey. Allgemein ist die Ausdehnung gasförmiger Körper am stärksten; die der tropfbaren Flüssigkeiten ist geringer, und die der festen Körper ist die kleinste von allen. So dehnen sich 100 Kubitzoll atmosphärische Luft, die von der Temperatur von 32° bis auf die von 212° erhitzt werden, bis auf 137,5 Kubitzoll aus; während dieselbe Zunahme der Temperatur 100 Kubitzoll Wasser nur bis zu 104,5 Kubitzoll ausdehnt; und 100 Kubitzoll Eisen, wenn sie von 32° bis 212° erhitzt werden, nehmen einen Raum ein, der kaum 100,1 Kubitzoll übersteigt. Aus diesem Beispiele ersieht man, daß die Ausdehnung der Luft mehr als achtmal größer als die Ausdehnung des Wassers sey; die Ausdehnung des Wassers aber ungefähr 45 Mal so groß, als die des Eisens.

3. Da eine genaue Kenntniß der Ausdehnung gasförmiger

miger Körper öfters bei chemischen Untersuchungen von der größten Wichtigkeit ist, so hat man mehrere Versuche angestellt, um dieses auszumitteln, allein bis vor Kurzem ist dieses Problem unaufgelöst geblieben. Die Resultate, welche die Naturforscher erhielten, waren so abweichend und widersprechend, daß es unmöglich war, eine entschiedene Meinung in Hinsicht dieses Gegenstandes zu fassen. Dieses rührte davon her, daß nicht mit der erforderlichen Sorgfalt das Wasser aus den Gefäßen entfernt worden war, in denen die Ausdehnung der Gasarten gemessen wurde. Die Wärme, welche angewandt wurde, verwandelte Theile dieses Wassers in Dunst, die, sich mit dem Gas vermischend, ganz die wirklichen Veränderungen, die das Gas in seinem Raumbefange erfahren hatte, verhüllten. Diesem Umstande sind die Abweichungen in den Angaben von De Lüc, General Roy, Saussüre, Divernois u. s. w. zuzuschreiben.

Dieser Gegenstand hat glücklicher Weise vor Kurzem die Aufmerksamkeit zweier sehr scharfsinniger und genauer Naturforscher, Dalton und Gay Lüssac, auf sich gezogen, und ihre, mit aller erforderlichen Vorsicht angestellten Versuche haben die Aufgabe aufgelöst.

Die Versuche von Dalton aus Manchester wurden im Oktober 1801 in der naturforschenden Gesellschaft von Manchester vorgelesen, und im Anfange des Jahres 1802 durch den Druck bekannt gemacht. (Manchester Memoirs V. p. 593.) Ihm gebührt mithin die Ehre, das Gesetz, welches die gasförmigen Körper bei ihrer Ausdehnung befolgen, zuerst zur öffentlichen Kenntniß gebracht zu haben; denn Herr Gay Lüssac machte seine Abhandlung über die Ausdehnung der Gasarten erst sechs

Monate später bekannt. (Annales de Chimie. XLIII. p. 137.)

Die Versuche von Dalton zeichnen sich durch die Einfachheit des Apparates aus, wodurch ihr Werth ungemein erhöht wird; indem dadurch andere in Stand gesetzt werden, sie ohne Schwierigkeit zu wiederholen. Die Vorrichtung, deren er sich zu seinen Versuchen bediente, bestehet aus einer an dem einen Ende offener, in gleiche Theile eingetheilten Glasröhre. Diese wird mit Quecksilber gefüllt und in sie läßt man das Gas, welches vorher vollkommen getrocknet worden, treten, doch so, daß nur ein Theil der Röhre damit angefüllt wird. Jetzt wird die Röhre erhitzt, und die Ausdehnung durch die Menge Quecksilber, welche aus der Röhre herausgetrieben wird, gemessen.

Die Vorrichtung von Herrn Gay Lüssac ist mehr zusammengesetzt, aber gleich genau; und da seine Versuche mit größeren Raummengen Gas angestellt wurden, so vermehrt das Zusammentreffen seiner Resultate mit denen, welche Herr Dalton erhielt, ungemein das Vertrauen, welches man in seine Versuche setzen kann.

Aus den Versuchen von Gay Lüssac geht hervor, daß alle gasförmigen Körper, ohne Unterschied, bei derselben Erhöhung der Temperatur zwischen dem Thau- und Siedepunkte dieselbe Erweiterung ihres Raummanges erfahren, vorausgesetzt, daß sie in gleiche Umstände versetzt wurden; die Herren Petit und Dulong fanden, daß in sehr hohen Temperaturen dieses Gesetz ebenfalls obwalte *).

*) Dieser gleichförmigen Ausdehnung der Gasarten bedienten sich die Herren Petit und Dulong (Ann. de Chim. et de Phys. T. II. p. 240), um Vergleichen zwischen dem Gange des Queck-

Es reicht demnach hin, das Gesetz der Ausdehnung für einen gasförmigen Körper auszumitteln, um das genaue Verhältnis der Ausdehnung für alle zu haben. Nun ergibt sich aus den Versuchen von Gay Lüssac, daß atmosphärische Luft, die von 32° bis 212° erhitzt wurde, sich von 100 auf 137,5 Theile in ihrem Raummumfange erweitert. Die Erweiterung des Raummumfanges für 180° ist demnach 37,5 Theile; oder wenn der Raummumfang bei 32° als Einheit angenommen wird, so beträgt die Raumerweiterung 0,375. Dieses giebt $\frac{0,375}{180} = 0,00208$ oder $\frac{1}{480}$ für die Ausdehnung

silber- und Luft-Thermometers anzustellen. Vergleichungsversuche von 36° unter dem Hauptpunkte (nach dem hunderttheiligen Thermometer) bis zum Siedpunkte gaben nur geringe Abweichungen, die bald positiv bald negativ waren, so daß die daraus gezogene Mittelzahl eine fast gänzliche Uebereinstimmung des Quecksilber- und Luft-Thermometers zeigte. Größer wurden die Unterschiede bei mehr erhöhten Temperaturen, wie man aus nachstehender Tabelle ersieht.

Temperaturen, die das Quecksilber-Thermometer nach der hunderttheil. Skale zeigte.	Temperaturen, die das Luft-Thermometer angab.	Unterschiede.
100°	100	0
150	148,7	1,30
200	197,05	2,95
250	244,17	5,83
300	291,77	8,23

Man sieht hieraus, daß die Ausdehnung des Quecksilbers im Thermometer fortschreitend über die der Luft zunimmt, so daß, wenn diese als gleichförmig, mithin als ein regelmässiges Maaß der Temperaturen betrachtet wird, man folgern muß, daß die Anzeigen des Quecksilber-Thermometers, im Vergleich mit den wirklichen Temperaturen, zu hoch sind.

nung der atmosphärischen Luft bei Erhöhung der Temperatur um 1°. Herr Dalton fand, daß 100 Theile atmosphärische Luft, die von 55° bis 212° erhitzt wurden, einen Raum von 132,5 Theilen einnahmen; man erhält demnach für einen Grad des Thermometers eine Ausdehnung von 0,00207 oder $\frac{1}{487}$. Dieses unterscheidet sich nicht mehr von den Bestimmungen von Gay Lüssac, als sich bei Versuchen von solcher Feinheit erwarten läßt.

Aus den Versuchen von Gay Lüssac ersieht man, daß Wasserdunst und Aetherdunst dieselbe Ausdehnung wie die atmosphärische Luft erfahren, wenn dieselbe Erhöhung ihrer Temperatur stattfindet. Man kann demnach folgern: daß alle elastische Flüssigkeiten auf eine gleichförmige Art von der Wärme ausgedehnt werden. Nachstehende Tabelle giebt uns den Raumumfang einer gegebenen Menge atmosphärischer Luft für alle Temperaturen von 32° bis 212°.

Temp.	Volumen	Temp.	Volumen	Temp.	Volumen
32°	1000000	43°	1022916	54°	1045833
33	1002083	44	1024759	55	1047916
34	1004166	45	1027083	56	1049999
35	1006249	46	1029166	57	1052083
36	1008333	47	1031249	58	1054166
37	1010416	48	1033333	59	1056249
38	1012499	49	1035416	60	1058333
39	1014583	50	1037499	61	1060416
40	1016666	51	1039583	62	1062499
41	1018749	52	1041666	63	1064583
42	1020833	53	1043749	64	1066666

Temp.	Volumen	Temp.	Volumen	Temp.	Volumen
65°	1068749	81°	1102083	97°	1135416
66	1070333	82	1104166	98	1137499
67	1072916	83	1106249	99	1139583
68	1074999	84	1108333	100	1141666
69	1077083	85	1110416	110	1162499
70	1079166	86	1112499	120	1183333
71	1081249	87	1114583	130	1204166
72	1083333	88	1116666	140	1224999
73	1085416	89	1118749	150	1245833
74	1087499	90	1120833	160	1266666
75	1089383	91	1122916	170	1287499
76	1091666	92	1124999	180	1308333
77	1093749	93	1127083	190	1329166
78	1095833	94	1129166	200	1349999
79	1097916	95	1131249	210	1370833
80	1099999	96	1133333	212	1374999

Die Ausdehnung der tropfbar elastischen Flüssigkeiten unterscheidet sich von der der elastischen Flüssigkeiten nicht allein in Hinsicht der Größe sondern auch in Hinsicht des Mangels an Gleichförmigkeit, mit der sie sich ausdehnen, wenn ihre Temperaturen gleiche Zusätze erhalten. Dieser Unterschied scheint von der Feuerbeständigkeit oder Flüchtigkeit der Bestandtheile der tropfbarflüssigen Körper abzuhängen; denn in der Regel ist die Ausdehnung derjenigen tropfbaren Flüssigkeiten, bei einem Zusatz einer gegebenen Menge Wärme, am größten, deren Siedpunkt am niedrigsten ist, oder die einen Bestandtheil in sich enthalten, der leicht den gasförmigen

Zustand annimmt. So dehnt sich Quecksilber weit weniger als Wasser aus, wenn beide bis zu einer gegebenen Temperatur erhitzt wurden, auch kocht, wie bekannt, letzteres bei einer weit niedrigeren Temperatur, als ersteres; Alkohol, der bei einer niedrigeren Temperatur als Wasser siedet, wird stärker ausgedehnt, als dieses. Eben so ist die Ausdehnung bei der Salpetersäure größer, als bei der Schwefelsäure; nicht allein weil ihr Siedpunkt niedriger ist, sondern auch weil ein Theil derselben das Bestreben hat, den Zustand einer elastischen Flüssigkeit anzunehmen. Dieses Gesetz fand Thomson bei allen Flüssigkeiten, mit denen er Versuche anstellte, bestätigt. Man kann es demnach als einen auf eine ziemlich vollständige Induktion sich gründenden Satz betrachten, daß je höher die Temperatur ist, welche erfordert wird, um eine Flüssigkeit bis zum Sieden zu erhitzen, um so kleiner die Ausdehnung sey, welche durch den Zusatz von einem Grade Wärme hervorgebracht wird; oder mit anderen Worten, die Ausdehnbarkeit der tropfbaren Flüssigkeiten stehet beinahe im umgekehrten Verhältnisse mit der Temperatur, bei der sie anfangen zu siedern.

4. Ein anderer Umstand, die Ausdehnung der tropfbaren Flüssigkeiten betreffend, verdient besondere Aufmerksamkeit. Die Ausdehnbarkeit ether jeden scheint mit der Temperatur zu wachsen; oder mit anderen Worten, je näher die Flüssigkeit der Temperatur kommt, bei welcher sie siedet, um so größer ist die Ausdehnung, welche durch Zusatz eines Grades der Wärme hervorgebracht wird. Es ereignet sich demnach, daß die Ausdehnung derjenigen Flüssigkeiten sich der Gleichförmigkeit am meisten nähert, deren Siedpunkt am höchsten ist; oder um es genauer auszudrücken, das Verhältniß der Ausdehnbarkeit nimmt um so langsamer

zu, je höher die Temperatur ist, bei welcher die Flüssigkeit siedet.

5. Diese Beobachtungen reichen hin, zu zeigen, daß die Ausdehnbarkeit der tropfbaren Flüssigkeiten mit ihrer Dichte in keinem Zusammenhange stehe. Sie hängt von der Menge Wärme ab, welche erfordert wird, sie zum Sieden zu bringen und sie in elastische Flüssigkeiten zu verwandeln. Die Ursache aber, warum verschiedene Flüssigkeiten verschiedene Temperaturen erfordern, um diese Veränderung hervorzubringen, ist uns bis jetzt völlig unbekannt.

6. Nachstehende Tabelle giebt die Ausdehnung verschiedener Flüssigkeiten von dem 32sten Grade bis zu dem 212ten nach Fahrenheit's Skale an; der Raumumfang derselben wird bei der Temperatur von $32^{\circ} = 1$ gesetzt.

Salzsäure (Spec. Gew. 1,137)	0,0600 = $\frac{1}{17}$
Salpetersäure (Spec. Gew. 1,40)	0,1100 = $\frac{1}{9}$
Schwefelsäure (Spec. Gew. 1,85)	0,0600 = $\frac{1}{17}$
Alkohol	0,1100 = $\frac{1}{9}$
Wasser	0,0466 = $\frac{1}{22}$
Wasser, mit Kochsalz gesättigt	0,0500 = $\frac{1}{20}$
Schwefeläther	0,0700 = $\frac{1}{14}$
Fette Oele	0,0800 = $\frac{1}{12}$
Quecksilber	0,0200 = $\frac{1}{5}$

(Diese Bestimmungen sind sämmtlich von Dalton.)

Man sehe: Neues System des chemischen Theiles der Naturwissenschaft von John Dalton. Uebersetzt von F. Wolff. V. I. S. 52—53.)

Quecksilber (best. durch Ch. Cavendish)	0,01872 = $\frac{1}{53}$
Quecksilber (best. durch General Roy)	0,0168 = $\frac{1}{59}$
Quecksilber (best. durch Hälström. Silb. Annalen V. XVII. S. 108.)	0,01758 = $\frac{1}{57}$

Quecksilber (best. durch La Lande und De Lisle

a. a. D. S. 102.) $0,0150 = \frac{1}{66}$

Dr. Young fand, daß wenn man einen Grad von Fahrenheit's Thermometer durch f ausdrückt, die Ausdehnung des Wassers, wenn man von 39° ausgehend, die selbe sowohl über als unter dieser Grenze sucht, nahe durch $0,0000022 f^2 - 0,0000000435 f^3$ ausgedrückt werden könne. Er giebt folgende Tabelle für die Ausdehnung dieser Flüssigkeit, nach den Versuchen von Gilpin und Kirwan berechnet.

Temperaturen.	Ausdehnung.	
	beobachtet	berechnet
30° Gilpin	0,00020	0,00018
32 G.	0,00012	0,00011
34 G.	0,00006	0,00005
39 G.	0,00000	0,00000
44 G.	0,00006	0,00005
48 G.	0,00018	0,00018
49 G.	0,00022	0,00022
54 G.	0,00049	0,00048
59 G.	0,00086	0,00084
64 G.	0,00133	0,00130
69 G.	0,00188	0,00186
74 G.	0,00251	0,00251
79 G.	0,00321	0,00326
90 G.	0,00491	0,00513
100 G.	0,00692	0,00720
102 Kirwan	0,00760	0,00763
122 R.	0,01258	0,01264
142 R.	0,01833	0,01859
162 R.	0,02481	0,02512

182 Kirwan	0,03198	0,03219
202 R.	0,04005	0,03901
212 R.	0,04333	0,04332

Man sehe: Young's Lectures on natural Philosophy Vol. II. p. 392.

Nachstehende Tabelle giebt die Grade an, welche mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllte Thermometer bei derselben Temperatur, den Versuchen von De Lüc zufolge (Recherches sur les modifications de l'atmosphère. Vol. I. p. 271.) zeigen. Die Röhren, welche er mit diesen Flüssigkeiten gefüllt hatte, waren von Glas; De Lüc bestimmte jedoch nicht die Capacitäten derselben, dadurch verlieren die in dieser Tabelle gegebenen Resultate sehr viel von ihrer Brauchbarkeit.

Quecksilber	Olivöhl	Resentliches Chamillenöl	Resentliches Ebymännöl	Alkohol der Schwefelpulver entzündet	Mit Kochsalz gesättigtes Wasser	Wasser
80°	80°	80°	80°	80°	80°	80°
75°	74,6	74,7	74,3	73,8	74,1	71,0
70	69,4	69,5	68,8	67,8	68,4	62,0
65	64,4	64,3	63,5	61,9	62,6	53,5
60	59,3	59,1	58,3	56,2	57,1	45,8
55	54,2	53,9	53,3	50,7	51,7	38,5
50	49,2	48,8	48,3	45,3	46,6	32,0
45	44,0	43,6	43,4	40,2	41,2	26,1
40	39,2	38,6	38,4	35,1	36,3	20,5
35	34,2	33,6	33,5	30,3	31,3	15,9
30	29,3	28,7	28,6	25,6	26,5	11,2
25	24,3	23,8	23,8	21,0	21,9	7,3
20	19,3	18,9	19,0	16,5	17,3	4,1
15	14,4	14,1	14,2	12,2	12,8	1,6
10	9,5	9,3	9,4	7,9	8,4	0,2
5	4,7	4,6	4,7	3,9	4,2	0,4
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
- 5				- 3,9	- 4,1	
- 10				- 7,7	- 8,0	

Bei dieser Eintheilung der Thermometer bezeichnet 0 die Temperatur, bei welcher Wasser friert, 80° die Temperatur, bei der es kocht.

Gay Lüssac hat vor Kurzem (Annales de Chimie et de Physique. Vol. II. p. 130.) die Erscheinungen, welche die Ausdehnung der tropfbaren Flüssigkeiten darbietet, einer näheren Prüfung unterworfen. Nachstehende Tabelle enthält die Ergebnisse, zu denen seine Versuche führten. Er nimmt den Rauminhalt der Flüssigkeit bei ihrem Siedepunkte gleich 1000 an. Die Tabelle drückt die Zusammenziehungen aus, die jede Flüssigkeit erfuhr, wenn sie um fünf Grad, nach dem hunderttheiligen Thermometer, unter ihrem Siedepunkt erkaltet wurde. Die Temperaturen, bei welchen die verschiedenen Flüssigkeiten, welche den Gegenstand des Versuches ausmachten, kochten, sind folgende:

Wasser	bei 212°
Alkohol	— 173,14
Schwefel- Kohlenstoff .	— 116,1
Schwefeläther	— 96,2

Temperat- turen	Wasser-Zu- sammenzie- hungen	Alkohol-Zu- sammenzie- hungen	Schwefel-Kob- lenstoff-Zusam- menziehungen	Äther-Zu- sammenzie- hungen
0°	0,00	0,00	0,00	0,00
5	3,34	5,55	6,14	8,15
10	6,61	11,43	12,01	16,17
15	10,50	17,51	17,93	24,16
20	13,15	24,34	23,80	31,83
25	16,06	29,15	29,65	39,14
30	18,85	34,74	35,06	46,42
35	21,51	40,28	40,48	52,06
40	24,10	46,68	45,77	58,77
45	26,50	50,85	51,03	65,48
50	28,56	56,02	56,28	72,01
55	30,60	61,01	61,14	78,38
60	32,42	65,96	66,21	
65	34,02	70,74		
70	35,47	75,48		
75	36,70	80,11		

Aus dieser Tabelle erseht man, daß Alkohol und Schwefelkohlenstoff dieselbe Ausdehnung erfahren. Gay Lüssac hat gezeigt, daß sie ebenfalls denselben Raumeumfang Dunst bilden, wenn sie bis zum Sieden erhitzt werden.

Alkohol bildet sein 488,3faches Volumen Dunst

Schwefelkohlenstoff — 491,1 — — —

7. Die Ausdehnung der festen Körper ist so unbedeutend, daß man mehrere Vorsichtsmaßregeln anwenden muß, um sie mit Genauigkeit zu messen. So weit die Beobachtungen reichen, ist sie gleichförmig. In dieser Hinsicht ähnelt sie der Ausdehnung der Gasarten.

Nachstehende Tabelle enthält die Größe der Ausdehnung verschiedener festen Körper von 32° bis 212° , so wie sie von Lavoisier und Laplace im Jahre 1782 bestimmt wurde. Die Versuche scheinen mit großer Sorgfalt gemacht zu seyn. Man hielt sie für verloren, sie sind aber von Biot wieder aufgefunden und bekannt gemacht worden. Man sehe: *Traité de Physique experimentale et mathématique* T. I. p. 158, und *Précis élémentaire de Physique experimentale*. T. I. p. 209. Uebers. von F. Wolff. B. I. S. 323.

Namen der Körper, mit denen Versuche angestellt wurden.	Länge eines Lineals bei 212° , dessen Länge bei $32^{\circ} = 1,00000000$ gesetzt wird.	Größe der Ausdehnung in gewöhnl. Brüchen.
Blei	1,00284836	$\frac{1}{372}$
Eisen, rundes, das durch den Drahtzug gezogen	1,00123504	$\frac{1}{812}$
Eisen, weiches, geschmiedetes	1,00122045	$\frac{1}{819}$
Flintglas, englisches	1,00081166	$\frac{1}{1244}$

Namen der Körper, mit denen Versuche angestellt wurden.	Länge eines Lineals bei 212° dessen Länge bei 32° = 1,00000000 gesetzt wird.	Größe der Ausdehnung in gewöhnl. Brüchen.
Glas, französisches, mit Blei	1,00087199	$\frac{1}{117}$
Glas, ohne Blei, (in Röhren)	1,00087572	$\frac{1}{112}$
Glas von St. Gobin (Spiegelglas)	1,00089089	$\frac{1}{112}$
Fein Gold	1,00146606	$\frac{1}{112}$
Gold, Pariserprobe, nicht ausgeglüht	1,00155155	$\frac{1}{111}$
Gold, Pariserprobe, ausgeglüht	1,00151361	$\frac{1}{111}$
Kupfer	1,00171733	$\frac{1}{112}$
Messing	1,00187821	$\frac{1}{112}$
Platin, (nach Vorda)	1,00085655	$\frac{1}{117}$
Quecksilber	1,00615915	$\frac{1}{10111}$
Feines Silber	1,00190974	$\frac{1}{112}$
Silber, Pariserprobe	1,00190868	$\frac{1}{112}$
Stahl, nicht gehärtet	1,00107915	$\frac{1}{112}$
Stahl, gelb angelauten bei 65 Grad	1,00123956	$\frac{1}{117}$
Zinn, von Falmouth	1,00217298	$\frac{1}{112}$
Zinn, ostindisches, oder von Malacca	1,00193765	$\frac{1}{112}$

Im Jahre 1754 machte Herr Smeaton eine Reihe von Versuchen über die Ausdehnung verschiedener Körper bekannt, die er mittelst eines von ihm erfundenen, in den philosophischen Transaktionen vom Jahre 1754, Seite 598 f.

beschriebenen sehr scharfsinnigen Werkzeuges gemessen hatte. Nachstehende Tabelle zeigt die Ausdehnung, welche die verschiedenen Körper erfahren, wenn sie von 32° bis 212° erhitzt werden; das ursprüngliche Volumen = 1 gesetzt.

Weißes Glas einer Barometerröhre	0,00083
Spiegelglanz	0,001083
Blasen: Stahl (blistered steel)	0,001125
Harter Stahl	0,001225
Eisen	0,001258
Bismuth	0,001392
Kupfer gehämmert	0,001700
Gemisch aus 8 Th. Kupfer, 1 Th. Zinn	0,0018166
Messing 16 Th. mit 1 Th. Zinn	0,001908
Messingdraht	0,001933
Spiegelmetall	0,001933
Zinkloth, aus Messing Th. 2, Zink 1	0,002053
Feines Zinn	0,002283
Rosenzinn (Grain tin)	0,002483
Schnellloth, Blei 2 Th., Zinn 1 Th.	0,002508
Zink 8 Th. Zinn 1 Th. etwas gehämmert	0,002692
Blei	0,002867
Zink	0,002942
Zink, gestreckt durch Hämmern	0,003011

Folgende Tabelle giebt die Bestimmungen der Ausdehnungen verschiedener Substanzen den Bestimmungen des General Roy zufolge an, dessen Genauigkeit bei Anstellung der Versuche bekannt ist.

Eine Glasröhre	0,00077615
Ein Glasstab	0,00080787
Ein Prisma aus Gußeisen	0,0011094
Ein stählerner Stab	0,0011447

Eine messingene Schale der Vermuthung nach aus Hamburg	0,0018554
Englisches gestrecktes Messing, als voller Stab (English plate brass rod)	0,001875
Englisches gestrecktes Messing, trogförmig aus- gehält (English plate brass trough)	0,0018928

Nachstehende Tabelle enthält die Resultate der Versuche von anderen Künstlern und Naturforschern über die Ausdehnung verschiedener festen Körper, indem wie im Vorhergehenden der Raumumfang bei $32^{\circ} = 1$ gesetzt wird. Die Grenzen, für welche die Ausdehnung bestimmt wird, sind von 32° bis 212° .

Stahl	0,0011899	Troughton
Silber	0,0020826	ders.
Kupfer	0,0019128	ders.
Eisendraht	0,0014401	ders.
Platin	0,0009918	ders.
Platin	0,0008565	Vorda
Palladium	0,0010	Wollaston
Eisen	0,001446	Hällström.

Da die Ausdehnung des Glases häufig ein wichtiger Gegenstand für den Experimentator ist, so ist sie mit großer Sorgfalt untersucht worden. Verschiedene Arten von Glas unterscheiden sich aber so sehr von einander, daß sich kein allgemeines Gesetz in dieser Hinsicht aufstellen läßt. Lavoisier und Laplace fanden, daß es um so weniger ausdehnbar durch Wärme war, je mehr Blei es enthielt. Mehrere Bestimmungen in Hinsicht dieses Gegenstandes findet man bereits in den im Vorhergehenden mitgetheilten Tabellen, zu denen man noch folgende hinzufügen kann. Ramsden fand die Ausdehnung eines massiven Glasstabes zwischen

schen 32° und 212° gleich 0,0096944, und die einer Glasröhre gleich 0,0093136. De Lüc's Versuche über die Ausdehnung von Barometer- und Thermometer-Röhren legt nachstehende Tabelle dar.

Temp.	Volumen	Temp.	Volumen	Temp.	Volumen.
32°	100000	100°	100023	167°	100055
50	100006	120	100033	190	100069
70	100014	150	100044	212	100088

Die Herren Petit und Dulong (Annal. de Chim. et de Phys. T. II. p. 254.) haben vergleichende Versuche über die Ausdehnungen des Quecksilber-Thermometers und die Ausdehnung der Metalle bei hohen Temperaturen angestellt. Sie bedienten sich hierzu eines Werkzeuges, das aus einer aus Platin und Kupfer zusammengesetzten Stange bestand, und welches mit großer Genauigkeit den Unterschied der Ausdehnung beider Metalle bei einer gegebenen Erhöhung der Temperatur anzeigte. Die Resultate waren genau das Umgekehrte von denen, die Seite 117 in der Anmerkung angeführt wurden. Die Ausdehnung der Metalle übertraf in einer Progression fortschreitend die des Quecksilber-Thermometers, so daß die Temperatur von 300° des letzteren 310° des ersteren entspricht. Nimmt man mithin ein Luft-Thermometer, Quecksilber-Thermometer und ein aus einer dichten metallischen Stange verfertigtes Thermometer, so würde eine Temperatur von 300° , die das erste angeht, von dem zweiten gleich 310° , von dem dritten gleich 320° angegeben werden. Für den Gang der Thermometer würde sich hieraus die Folgerung ziehen lassen, daß wofern — wie es jedoch sehr wahrscheinlich ist — die Ausdehnung der Gas-

arten gleichförmig und mit der Temperatur im Verhältnisse stehend ist, die Anzeigen des Quecksilber-Thermometers größer als die wirkliche Temperatur ausfallen müssen, und dieses in einem um so größeren Verhältnisse, als die Temperatur höher ist. Die Abweichungen würden noch größer seyn, als sie erscheinen, wosern nicht die Ausdehnung des Glases noch mehr die wirkliche Ausdehnung überträte, wo dann durch Ausdehnung der Kugel des Thermometers zum Theil eine Compensation der wachsenden Ausdehnung der in demselben enthaltenen Flüssigkeit bewirkt wird.

Nachdem die Erscheinungen und Gesetze der Ausdehnung angeführt worden, wird es zweckmäßig seyn, die Ausnahmen von dieser allgemeinen Regel der Ausdehnung durch Wärme, oder die Fälle anzuführen, in welchen eine Vermehrung der Temperatur nicht eine Raumerweiterung, sondern eine Verminderung des Volumens der Körper hervorbringt.

10. Das Wasser ist ein merkwürdiges Beispiel eines solchen Körpers. Diese Flüssigkeit ist bei einer Temperatur, die nahe gleich 40° , am dichtesten; sie dehnt sich aus, so wie die Temperatur abnimmt; wird sie über 40° erhitzt, so dehnt sie sich ebenfalls aus, so wie die Temperatur zunimmt. So bringt demnach die Wärme zwei entgegengesetzte Wirkungen auf das Wasser hervor, nach Verschiedenheit der Temperatur der Flüssigkeit. Von 32° und tiefer herunter bis 40° vermindert die Wärme den Rauminfang des Wassers, als kein von 40° bis 212° und aufwärts vermehrt sie denselben. Dieses ist jetzt die von den meisten Naturforschern angenommene Meinung, die als das Ergebnis der genauesten Versuche betrachtet werden kann.

Die Thatfachen, welche zu diesen Folgerungen führen,

wurden zuerst von den Florentiner Akademisten beobachtet. Man findet eine Nachricht von ihren Versuchen in der von Musche nbroök veranstalteten Uebersetzung: *Tentamina Experimentorum naturalium captorum in Academia del Cimento Lugduni Batavorum 1731. Pars I. p. 147.* Sie füllten eine Glasugel, die sich in einen engen, eingetheilten Hals endigte, mit Wasser und tauchten sie in eine Mischung aus Schnee und Kochsalz. Das Wasser trat plötzlich in den Hals, in Folge der Einrichtung des Gefäßes, und zog sich, so wie die Kälte darauf wirkte, nachmals wieder zusammen. Nach Verlauf einiger Zeit fing es wieder an zu steigen und fuhr fort langsam und gleichförmig zu steigen, bis ein Theil desselben sich in Eis verwandelte, wo es dann plötzlich mit der größten Schnelligkeit aufstieg.

Die Aufmerksamkeit der Königlichen Societät zu London wurde im Jahre 1683 durch Dr. Croune auf diese merkwürdige Ausdehnung geleitet, der einen ähnlichen Versuch wie die Florentiner Naturforscher anstellte, und aus demselben die Folgerung ableitete: daß Wasser bei einer geringen Temperatur über dem Gefrierpunkt anfängt, durch Kälte ausgedehnt zu werden. Dr. Hooke machte gegen diese Folgerung Einwürfe, und schrieb die scheinbare Ausdehnung des Wassers dem Zusammenziehen des Gefäßes zu, in welchem der Versuch gemacht wurde. Dieses vermochte ihn, das Glas vorher in einer kaltmachenden Mischung zu erkalten, und es dann mit Wasser anzufüllen. Der Erfolg war jedoch, dieser Vorsicht ungerachtet, derselbe wie vorher. (*Birche's History of the Royal Society. IV. 253.*)

De Lüc war der erste, der genau die Temperatur auszumitteln suchte, bei welcher diese Ausdehnung durch Kälte beginnt. Er setzte sie bei 41° und nahm an, daß die

Ausdehnung nahe dieselbe sey, wenn man Wasser dieselbe Anzahl von Graden über diese Grenze erwärmt oder unter derselben erkaltet. Seine Versuche stellte er in gläsernen Thermometerrohren an, vernachlässigte aber die nöthigen Correktionen für die Zusammensetzung des Glases zu machen. Bei den Versuchen der Herren Charles Blagden und Gilpin (im Jahre 1790) über diesen Gegenstand wurde jedoch dieser Umstand berücksichtigt. Das Wasser wurde in einer Glasflasche bei jedem Grade der Temperatur zwischen 32° bis 100° gewogen, und sein specifisches Gewicht bestimmt. Sie setzten das Maximum der Dichte bei 39° , und fanden die Ausdehnung bei einer Veränderung der Temperatur um gleich viel Grade über oder unter 39° nahe gleich.

Nachstehende Tabelle giebt das Volumen des Wassers für entsprechende Grade auf beiden Seiten von 39° , ihren Versuchen zufolge.

Specifisches Gewicht	Raumumfang des Wassers	Temperatur		Raumumfang des Wassers	Specifisches Gewicht desselben
		100000	39		
1,00000	00	38	40	00	1,00000
0,99999	01	37	41	01	0,99999
0,99998	02	36	42	02	0,99998
0,99996	04	35	43	04	0,99996
0,99994	06	34	44	04	0,99994
0,99991	08	33	45	08	0,99991
0,99988	12	32	46	12	0,99988

Dalton erhielt bei seinen Versuchen, die er im Jahre 1802 bekannt machte, beinahe dieselben Resultate, wie De

Lit. Er setzt, das Maximum der Dichte bei $42,5^{\circ}$ und macht keine Correctionen für das Zusammenziehen des Glases. Er bemerkte, wie Blagden früher gethan hatte, daß die Ausdehnung auf beiden Seiten des Maximum-Punktes dieselbe sey, wenn die Veränderung der Temperatur gleich viel Grade beträgt, und daß sie fortfährt stattzufinden, so tief auch das Wasser, wosfern es nicht friert, erkaltet wird. (Manchester Memoirs V. 374.)

Bei allen diesen Versuchen wurde das Wasser in gläsernen Gefäßen erkaltet. Als aber die Franzosen ihre neuen Maße und Gewichte bestimmten, so wurde dieser Gegenstand von Lefebure Gineau auf eine von jener verschiedene Art untersucht. Ein bestimmter Raumumfang Wasser bei einer gegebenen Temperatur wurde als Grundeinheit ihrer Gewichte angenommen. Um ihn zu erhalten, wurde ein kupferner Zylinder, der etwa neun französische Zoll lang war und eben so viele Zolle im Durchmesser hatte, angefertigt, und sein körperlicher Inhalt auf das genaueste bestimmt. Dieser Zylinder wurde in Wasser von verschiedenen Temperaturen gewogen. Dadurch wurde das Gewicht einer Wassermenge erhalten, die mit dem Zylinder einen gleichen körperlichen Raum einnahm; und dieses gab, nach dem die nöthigen Verbesserungen wegen der Veränderungen im Raumumfang des Zylinders durch Wärme oder Kälte gemacht worden, die Dichte des Wassers bei den Temperaturen, bei welchen die Versuche angestellt wurden. Das Resultat hievon war, daß die Dichte des Wassers bis zur Temperatur von 40° stets zunahm, und unterhalb derselben sich eben so beständig verminderte. (Journal de Physique XLIX. p. 171 und Traité élémentaire de Physique par Hauy. Seconde édition T. I. p. 255 etc.)

Diese Versuche scheinen um das Jahr 1795 stattgefunden zu haben. Später wurden von Hällström Versuche, die den beschriebenen ganz ähnlich waren, und sich nur darin unterschieden, daß er sich eines gläsernen Zylinders bediente, angestellt. Die von ihm erhaltenen Ergebnisse waren dieselben. Nachdem er die nöthigen Verichtigungen angestellt hatte, fand er, daß das Maximum der Dichte des Wassers zwischen 4 und 5 Grad nach Celsius's Thermometer, oder nahe bei 40° Fahr. falle. (Gilbert's Annalen B. XVII. S. 207.)

Noch neuer sind die Versuche, welche Dr. Hope über diesen Gegenstand bekannt gemacht hat, die auf einem verschiedenen Wege zu denselben Ergebnissen führen. Er bediente sich schmaler, gläserner Zylinder, die er mit Wasser von verschiedenen Temperaturen füllte, und die an ihrem oberen und unteren Theile mit Thermometern versehen waren. Die Resultate waren folgende.

1) War die Temperatur des Wassers 32° und wurde es der Luft, die eine Temperatur von 61° hatte, ausgesetzt, so stieg das am Boden sich befindende Thermometer am schnellsten, bis die Temperatur des Wassers 38° wurde, dann stieg das am oberen Theile befindliche Thermometer am schnellsten. Ganz das Umgekehrte fand statt, wenn die Temperatur des Wassers 53° war und dasselbe nun auf eine niedrigere Temperatur zurückgeführt wurde. In diesem Falle stand das am oberen Theile des Zylinders befestigte Thermometer am höchsten, bis das Wasser auf 40° erkaltete; dann war der Stand des am Boden befindlichen Thermometers höher. Er schloß hieraus: daß Wasser, welches bis gegen 40° erwärmt wird, herabsinkt, über 40° hingegen nach dem oberen Theile aufsteigt, und umgekehrt.

2) Wurde an dem oberen Theile des Zylinders eine kaltmachende Mischung angebracht (die Temperatur der Luft gleich 41°), und wurde der Versuch selbst mehrere Tage fortgesetzt, so fiel das am Boden befindliche Thermometer niemals unter 39° ; wurde hingegen die kaltmachende Mischung am Boden angebracht, so fiel das am oberen Theile befindliche Thermometer eben so schnell auf 34° , als das am Boden befestigte. Hieraus wurde gefolgert, daß das unter 39° erkaltete Wasser nicht sinken könne, sondern leicht aufwärts steige.

3) War die Temperatur des Wassers im Zylinder 32° und wurde an der Mitte des Zylinders warmes Wasser angebracht, so stieg das am Boden befindliche Thermometer auf 39° , ehe man eine Wirkung an dem am oberen Theile angebrachten wahrnahm. War hingegen die Temperatur des im Zylinder befindlichen Wassers $39,5^{\circ}$ und wurde die Mitte des Gefäßes erkaltet, so sank das am oberen Theile befindliche Thermometer auf 33° , ehe man an dem am Boden angebrachten eine Wirkung wahrnahm. (Transactions of the Royal society of Edinburgh. Vol. V. p. 379.)

Graf Rumford's Versuche über diesen Gegenstand beruhen auf denselben Grundsätzen, wie die von Dr. Hope, und führen zu denselben Ergebnissen^{*)}. Beide führen zu dem Resultate: daß das Maximum der Dichte bei dem Wasser zwischen 39° und 40° fällt.

Nimmt man aus den verschiedenen Versuchen, die über diesen Gegenstand angeführt wurden, das arithmetische

^{*)} Die Versuche von Dr. Hope wurden noch vor dem Oktober 1804, die von dem Grafen Rumford im August 1805 durch den Druck bekannt.

Mittel, so findet man, daß die Temperatur, bei welcher die Dichte des Wassers ein Maximum ist, auf $39,81^{\circ}$ fällt. Man kann sie demnach ohne Besorgniß eines bedeutenden Irrthumes in runden Zahlen gleich 40° setzen. Dieses ist die Temperatur, welche die französischen Naturforscher bei Feststellung ihres Grundmaafes annahmen.

Eine andere Ausnahme von der Ausdehnung durch Wärme bieten uns mehrere Thonarten, so wie die reine Thonerde, welche einen Hauptbestandtheil derselben ausmacht, dar, welche sich bei einer Zunahme der Temperatur zusammenziehen, statt sich auszudehnen. Dieses Zusammenziehen ist bei den Temperaturen unterhalb des Glühens unregelmäßig, und scheint vorzüglich von Verstreuung der Feuchtigkeit und dem Austreiben luftförmiger Stoffe herzuführen. So wie die Temperatur der des Glühens nahe rückt, bemerkt man eine geringe Erweiterung des Raumes und ein Entweichen luftförmiger Stoffe; bei dem völligen Rothglühen tritt wieder ein Zusammenziehen ein, und schreitet von dieser Grenze an fort, so wie die Temperatur wächst, bis sie den Grad erreicht hat, bei welchen Verglasung eintritt. Es eignet sich letzteres, das bei verschiedenen Arten von Thon bei verschiedenen Temperaturen stattfindet, so ist jene Eigenschaft vernichtet. Während dieser Periode bleibt der Thon porös und saugt Wasser ein, nimmt aber zu gleicher Zeit eine bedeutende Härte an. Das ganze Zusammenziehen, das er erfährt, beträgt etwa ein Viertel seines Volumens. So wie er anfängt sich zu verglasen, dehnt er sich aus, und bei Verstärkung der Hitze verwandelt er sich in eine Schlacke, und zieht sich in ein Volumen zusammen, das kleiner ist, als das, welches er in irgend einem seiner vorhergehenden Zustände einnahm.

Es ist schwer, einen befriedigenden Grund für dieses anomale Verhalten bei dem Thone anzugeben. Da das Zusammenziehen bleibend ist, und auch nach dem Erkalten des Thones besteht, so sind einige geneigt, keine Veränderung der Bestandtheile anzunehmen. Sie schreiben es dem Entweichen flüchtiger Stoffe, vorzüglich des Wassers zu, die von dem Thon mit großer Energie zurückgehalten werden, und die nach und nach, so wie die Temperatur wächst, ausgetrieben werden. Durch eine schwache Glühhitze wird atmosphärische Luft und kohlensaures Gas ausgeschieden; von dieser Temperatur bis zum starken Rothglühen findet ein Gewichteverlust statt, der ungefähr zwei Procent beträgt. Ueber diese Grenze hinaus hört der Gewichteverlust auf. Dieses hat Saussure ebenfalls bestätigt. Die Thonzylinder, deren er sich bediente, verloren, wenn sie bis zum 29sten Grade der Pyrometer-Skala erhitzt wurden, $2\frac{1}{2}$ Gran; von dieser Temperatur bis zu dem 170sten Grade fand kein Gewichteverlust statt, ungeachtet die Raumverminderung ein Viertel betrug.

Wahrscheinlich rührt diese Erscheinung von einer stärkeren Anziehung der Cohäsion her, welche die Hitze begünstigt, so daß eine innigere Aggregation der Massentheilchen dadurch bewirkt wird. Dieses wird wahrscheinlich durch den Umstand, daß die Härte des Thones in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem die Temperatur, der er ausgesetzt wurde, wächst, so daß Substanzen, die ihn in seinem natürlichen Zustande leicht auflösen, nachdem er der Hitze ausgesetzt worden, nur schwer darauf wirken. Herr James Hall bemerkt in seinen Versuchen über die durch Zusammenpressen modificirte Wärme (Edinb. Philos. Trans. Vol. VI.),

daß die Kreide den beschriebenen ähnliche Veränderungen erfahre. An einem festen Stücke derselben bemerkte man; als es zusammengedrückt der Wärme ausgesetzt wurde, ein dreimal stärkeres Zusammenziehen, als an den Thonstücken von gleichem Durchmesser. Es verlor das Vermögen Wasser einzusaugen fast ganz, und erhielt einen Zuwachs im specifischen Gewichte, welches auf eine unter diesen Umständen stattfindende Annäherung der Theilchen deutete.

Auf diese Eigenschaft des Thones, sich in hohen Temperaturen mit ziemlicher Regelmäßigkeit zusammenzuziehen, gründete Wedgwood die Einrichtung seines Pyrometers. Die Skale desselben besteht aus zwei geraden Stücken Messing, die 24 Zoll lang, in Zolle und Zehnthelle von Zollen (also das Ganze in 240 Theile, die Grade genannt werden) eingetheilt sind. Sie sind auf einer messingenen Platte so befestigt, daß sie sich einander nähern. Der Raum zwischen ihnen beträgt an dem einen Ende 0,5, an dem anderen 0,3 Zoll. Das zweite Stück dieses Thermometers sind kleine, an der einen Seite etwas breitgedrückte, zylindrische Körper, die aus wohlgewaschenem, durchgeknetetem Thon in einer Form verfertigt werden. Sie werden vor dem Gebrauche bis zum Rothglühen erhitzt, und müssen dann genau in das weitere Ende der rinnenförmigen Skale passen. Sollte man z. B. durch dieses Werkzeug die Temperatur messen, bei welcher Kupfer schmilzt, so legt man einen Zylinder, zugleich mit dem Kupfer, in den Schmelztiegel. So wie das Metall schmilzt, nimmt man ihn heraus, läßt ihn erkalten, versucht, wie weit er sich in die rinnenförmige Skale hineinschieben läßt, und bemerkt den an dieser Stelle verzeichneten Grad.

Der Nullpunkt der Skale dieses Pyrometers entspricht

nach Wedgwood $1077\frac{1}{2}$ Grade nach Fahrenheit, oder 598 Grad nach dem hunderttheiligen Thermometer. Es ist diejenige Temperatur, bei welcher ein rothglühender Körper am Tageslichte sichtbar wird. Jeder Grad ist gleich 130° Fahr. oder 72° nach dem hunderttheiligen Thermometer. Man kann demnach die Grade desselben leicht auf Grade des einen oder andern Thermometers zurückführen. Die Skale dieses Pyrometers umfaßt mithin 32000 Grade Fahr. Die größte gemessene Hitze ist jedoch die von $160^\circ = 21377^\circ$ Fahr. Es war die Temperatur eines kleinen Windofens, und übertrifft die Temperatur, bei welcher Gußeisen schmilzt, um 30° Wedgwood. (Philos. Transact. Vol. LXXIV. p. 310.)

Guyton hat gegen das angegebene Verhältniß der Grade des Pyrometers von Wedgwood gegen die Thermometergrade Zweifel erregt. Nach ihm ist 1° Wedgwood nicht gleich 130° Fahr. = 72° der hunderttheiligen Skale, sondern nur gleich $62,5^\circ$ Fahr. = $34,7$ hundertth. Dem gemäß würde der Nullpunkt von Wedgwood nicht auf 1077° Fahr., sondern auf 517° fallen u. s. w. Der Irrthum ist bei Wedgwood, nach Guyton, daher entstanden, daß ersterer die Temperatur, bei welcher Silber schmilzt, zu hoch und zwar gleich 23° setzt, da doch, mehreren Versuchen zufolge, sie 22° nicht übersteigt.

Auch Dr. Irvine fand die Grade von Wedgwood, im Verhältniß gegen die Grade des Thermometers zu hoch. Er überzeugte sich, daß die Hitze eines gewöhnlichen Feuers 790° Fahr. betrage, während Wedgwood die bei Tage sichtbare Glühitze, die doch eher niedriger als jene seyn muß, gleich 1077° Fahr. schätzt. Guyton hänge

gen scheint das Verhältniß zu gering angenommen zu haben; indem der Anfangspunkt von Wedgwoods Skale wohl eine höhere Temperatur als 517° Fahr. anzeigt; da diese und selbst noch höhere Temperaturen sich sowohl durch Quecksilber als Del, die beide keine Rothglühbige aushalten, messen lassen.

II. Die Anzahl derjenigen Körper, welche bei dem Uebergange aus dem Zustande tropfbarflüssiger in den fester Körper durch Verminderung der Temperatur eine Raumersweiterung erfahren, ist sehr zahlreich. Nicht allein bei dem Wasser, sondern bei allen Körpern, die bei dem Erkalten eine krystallinische Form annehmen, findet eine solche Ausdehnung statt.

Seit langer Zeit kannten die Naturforscher die ungemelne Gewalt, mit der das Wasser sich bei dem Gefrieren ausdehnt. Mit Wasser angefüllte Glasflaschen werden, wenn das Wasser gefriert, gewöhnlich zersprengt. Die Florentiner Akademisten sprengten eine kupferne Kugel, deren Höhlung einen Zoll im Durchmesser hatte, dadurch, daß sie dieselbe mit Wasser füllten, und dieses zum Gefrieren brachten. Die Kraft, welche zur Hervorbringung dieser Wirkung erforderlich war, wurde von Muschenbrot auf 27720 Pfund berechnet. Die vollständigste Reihe von Versuchen über das ausdehnende Vermögen, welches das gefrierende Wasser äußert, ist vom Major Williams zu Quebeck gemacht, und in dem zweiten Bande der Edinburgher Transaktionen abgedruckt worden.

Man hat diese Ausdehnung auf die Art zu erklären gesucht, daß man sie als die Folge eines dem Wasser eigenen Bestrebens betrachtet, bei dem Festwerden seine Theilchen auf eine bestimmte Art zu ordnen, so daß sie prismat

tische Krystalle bilden, die einander unter Winkeln von 60° und 120° durchkreuzen. Die Kraft, mit der sie sich auf diese Art ordnen, muß ungeheuer seyn, da sie kleine Mengen Wasser in Stand setzt, einen so großen mechanischen Druck zu überwinden. Thomson versuchte mehrere Versuchungsarten, um das specifische Gewicht des Eises bei 32° zu erforschen. Diejenige, welche ihm am besten gelang, war die, Alkohol mit Wasser zu vermischen, bis ein festes Stück Eis, das in die Flüssigkeit gebracht wurde, sich an jeder Stelle derselben erhielt, ohne zu sinken oder zu steigen. Das specifische Gewicht einer solchen Flüssigkeit wurde gleich 0,92 gefunden, welches demnach das specifische Gewicht des Eises ist, wobei das specifische Gewicht des Wassers bei einer Temperatur von 60° als Einheit angenommen wird. Dieses ist eine weit größere Ausdehnung, als die, welche das Wasser durch Wärme erfährt, selbst wenn es bis 212° erhitzt wird. Man sieht hieraus, daß wenn das Wasser in Eis verwandelt wird, es sich nicht ferner gleichförmig ausdehnt, sondern eine sehr rasche und beträchtliche Raumverweiterung erfährt.

Eine gleiche Ausdehnung nimmt man bei der Krystallisation der meisten Salze wahr; wenigstens bei allen denen, welche in prismatischen Krystallen anschließen. Dieses ist der Grund, warum gläserne Gefäße, die mit dergleichen Flüssigkeiten ganz angefüllt sind, häufig zerbrechen, wenn die Krystalle gebildet werden. Wauquelin hat über diesen Gegenstand zahlreiche Versuche bekannt gemacht. (Annales de Chimie. T. XIV. p. 286).

Mehrere Metalle besitzen die Eigenschaft, sich in dem Augenblicke auszudehnen, wenn sie fest werden. Reaumur war der erste Naturforscher, welcher diesen Gegenstand

untersucht hat. Unter den Metallen, die er der Prüfung unterwarf, fand er nur drei, die sich beim Festwerden ausdehnten, während alle übrige sich zusammenzogen. Diese drei waren: Gußeisen, Bismuth und Antimonium. (Mem. Par. 1726 p.273.) Aus diesem Grunde drücken sich die aus Gußeisen gemachten Abgüsse so scharf in den Formen ab.

Die Ausdehnung dieser Körper darf ja nicht als Ausnahme von der allgemeinen Regel: daß der Rauminfang der Körper zunimmt, wenn man sie erwärmt, betrachtet werden; denn die Ausdehnung ist Folge, nicht von der Verminderung der Hitze, sondern von der Veränderung ihres Zustandes aus tropfbarflüssigen in feste Körper und der neuen Anordnung der Theile, in welcher diese Veränderung besteht, oder welche dieselbe begleitet.

12. Es giebt jedoch eine sehr bedeutende Anzahl von Körpern, deren Rauminfang bei dem Festwerden abnimmt, und bei denen das Verhältniß der Raumverminderung durch das Festwerden vielmehr vergrößert wird. Gehen tropfbarflüssige Körper in den Zustand der festen über, so bilden sie entweder prismatische Krystalle, oder eine Masse, bei welcher sich keine Regelmäßigkeit in der Anordnung der Theilchen bemerken läßt. Im ersten Falle ist das Festwerden mit Raumerweiterung vergesellschaftet; im zweiten findet eine Raumverminderung statt. Wasser und alle Salze bieten Beispiele der ersten; Wachs und Talg Beispiele der zweiten Art dar.

Bei diesen letzten Körpern findet das Festwerden nicht augenblicklich, wie bei dem Wasser und den Salzen, sondern langsam und stufenweise statt; sie werden anfänglich klebrig und zuletzt völlig fest. Die meisten Oele bilden, wenn sie

fest werden, sehr regelmäßige Kugeln. Dasselbe bemerkt man bei dem Honig und bei einigen Metallen, als dem Quecksilber, das, wie Herr Cavendish aus seinen und Herrn Macnab's Versuchen folgert, bei dem Festwerden ungefähr $\frac{1}{7}$ seines Raummumfanges verliert. (Phil. Transact. 1783. p. 23.) Erstarrt Schwefelsäure, so dehnt sie sich nicht merklich aus, auch verändert sie nicht im mindesten ihr Ansehn. Man kann Schwefelsäure von dem specifischen Gewichte 1,8 in Thermometerrohren, ehe sie friert, bis auf -36° erkalten, und während des ganzen Herganges zieht sie sich ununterbrochen zusammen. Bei -36° oder ungefähr bei dieser Temperatur gefriert sie; allein ihr Ansehn ist so wenig verändert, daß Thomson bei Anstellung dieses Versuches sich nicht eher überzeugen konnte, ob die Flüssigkeit gefroren sey oder nicht, als bis er die Röhre zerbrach. Die Säure war vollkommen fest und zeigte keine Spuren von Krystallisation.

II. Veränderungen in dem Zustande der Körper.

Alle Naturkörper, so weit wir jetzt mit ihnen bekannt sind, kommen, wie bereits Seite 6 bemerkt wurde, in einem der folgenden drei Zustände vor; nämlich im Zustande fester, tropfbarflüssiger und elastischflüssiger oder ausdehnbarer Körper vor. Man fand, daß in einer großen Anzahl von Fällen dieselbe Substanz nach und nach diese verschiedenen Zustände annehmen kann. Der Schwefel ist gewöhnlich ein fester Körper, wird er aber bis zu 218° erhitzt, so wird er in eine tropfbare Flüssigkeit verwandelt; und bei noch höheren Temperaturen (ungefähr bei 570°) geht er in den Zustand einer elastischen Flüssigkeit

von dunkelbrauner Farbe über. So erscheint das Wasser in unseren Himmelsstrichen gewöhnlich als ein tropfbarflüssiger Körper, wird es aber bis 32° erkaltet, so nimmt es den Zustand eines festen und bei 212° eines elastisch flüssigen Körpers an.

Alle festen Körper, eine geringe Anzahl ausgenommen, lassen sich, wenn man sie hinreichend erwärmt, in tropfbarflüssige verwandeln; auf der anderen Seite geht eine tropfbare Flüssigkeit, wenn sie einem hinreichenden Grade von Kälte ausgesetzt wird, in den Zustand eines festen Körpers über. Alle tropfbare Flüssigkeiten lassen sich, wenn man sie erhitzt, in elastische Flüssigkeiten verwandeln, und eine große Anzahl fester Körper kann dieselbe Veränderung erfahren. Endlich ist die Anzahl der elastischen Flüssigkeiten, die sich durch Kälte zu tropfbaren Flüssigkeiten verdichten lassen, keinesweges unbeträchtlich.

Diese Thatsachen haben die Naturforscher zu der allgemeinen Folgerung veranlaßt: daß alle Körper, wenn man sie in eine hinreichend niedrige Temperatur versetzt, den Zustand fester Körper annehmen würden; daß alle feste Körper, wenn sie genugsam erhitzt werden, tropfbarflüssig, und alle tropfbarflüssigen, auf eine gewisse Temperatur gebracht, elastisch flüssig werden.

Diese verschiedenen Zustände im Aggregatzustande der Körper hängen von der verhältnismäßigen Wirkung der Cohäsionskraft und Wärmethätigkeit ab. Die Anziehung, welche unter den kleinsten Theilchen der Körper stattfindet, nähert dieselben einander und verbindet sie so, daß sie im Zustande fester Körper erscheinen. Wäre diese Kraft allein in der Natur thätig, so würden wir keinen anderen Zustand der

der Körper, als den der festen Körper kennen, die Theilchen derselben würden sich berühren, sie würden alle gleichförmig dicht seyn, ja es würde nicht einmal in besondere Grenzen eingeschlossene Körper geben, sondern alles würde in eine große Masse zusammenfließen. Dieser Kraft wirkt nun die Wärmetätigkeit entgegen, sie entfernt die Theilchen der Körper und bringt nach dem Grade ihrer Wirksamkeit die verschiedenen Aggregat-Zustände der Körper zuwege. Man kann demnach die verschiedenen Formen der Körper auch aus dem Zusammenwirken einer anziehenden und zurückstoßenden Kraft ableiten, von denen die erste, als den Theilchen der Materie ursprünglich einwohnend, die andere dem Wärmestoff angehörend betrachtet wird. Der Körper ist fest, wenn die anziehende Kraft überwiegend ist; er ist tropfbarflüssig, wenn beide Kräfte im Gleichgewicht stehen, und expansibel, wenn die abstoßende Kraft vorwaltet.

Durch Anhäufung der Wärme oder durch Vermehrung der die Entfernung der Theilchen bewirkenden Kraft wird man demnach im Stande seyn, den festen Körper durch die verschiedenen Abänderungen im Aggregat-Zustande hindurchzuführen. Die besonderen Temperaturen, bei welchen Körper diese Veränderung erfahren, sind ausnehmend verschieden, sie sind jedoch für dieselben Körper stets beständig. Wir sehen demnach, daß die Wärme in allen Körpern Veränderungen hervorbringt, und die festen zuerst in tropfbarflüssige, nachmals in elastischflüssige verwandelt.

Um jedem Irrthume zu begegnen, muß man nicht übersehen, daß es mehrere Körper, wozu die meisten organischen Stoffe gehören, giebt, die man nicht schmelzen kann. So läßt sich, welcher Grad von Wärme auch angewandt wird, ein Stück Holz nicht in den tropfbarflüssigen Zustand ver-

sehen. Der Grund hievon liegt aber darin, daß diese Körper bereits bei einer Temperatur zersezt werden, die niedriger ist, als die zu ihrem Schmelzen erforderliche. Die Wärme hebt die Anziehung unter ihren Bestandtheilen auf, und diese treten in neue Verbindungen. So wird z. B. das Holz, statt durch Wärme geschmolzen zu werden, in Wasser, eine saure Flüssigkeit und mehrere andere neue Produkte verwandelt. Dieser Fall ist demnach keine Ausnahme von der aufgestellten Regel.

Die Versuche von Herrn James Hall zeigen, daß wenn die Zersezung verhindert werden kann, mehrere Substanzen, die man sonst für ungeschmelzbar hält, schmelzen. Durch Anwendung eines starken Druckes, durch den die Zersezung, welche die Wärme durch Abscheidung luftförmiger oder flüchtiger Bestandtheile bewirkt, verhindert wird, gelang es ihm, Marmor, Kalkstein oder Kreide, selbst Kohle zu schmelzen, welche ohne diese Handgriffe sich nicht schmelzen ließen. Man könnte aus diesen Versuchen noch die Folgerung ziehen, daß wenn ein ausdehnbarer Körper oder ein Körper, der in seinem isolirten Zustande luftförmig erscheint, mit einem festen verbunden ist, und sein Entweichen durch einen starken Druck verhindert wird, der feste Körper dadurch bei einer niedrigen Temperatur in Fluß kommt. So ist Kalkerde in der größten Hitze, die wir durch unsere Oefen hervorbringen können, ungeschmelzbar, mit Kohlen säure verbunden schmilzt sie hingegen, den Versuchen von James Hall zufolge, bei einer Temperatur von 25° Wedgwood. Es scheint, daß der luftförmige Bestandtheil seine Eigenschaft, durch Wärme ausgedehnt zu werden, mit dem festen Körper theilt, und dadurch die Schmelzbarkeit des letzteren vermehrt.

I. Werden feste Körper durch Wärme in tropfbarflüssige verwandelt, so tritt in mehreren Fällen die Veränderung auf einmal ein. Es giebt keine Zwischengrade zwischen dem Festseyn und Flüssigseyn; in andern Fällen kann man aber eine sehr stufenweise erfolgende Veränderung wahrnehmen; der feste Körper wird zuerst weich, und geht langsam durch alle Zwischengrade der Weiche hindurch, bis er zuletzt vollkommen flüssig wird. Die Umwandlung des Eises in Wasser ist ein Beispiel der ersten Veränderung, denn in dieser Substanz giebt es keinen Zwischenzustand zwischen Festigkeit und Flüssigkeit. Das Schmelzen des Glases, Wachses und Talges gewährt Beispiele von der zweiten Art der Veränderung, denn diese Körper gehen durch jeden möglichen Grad der Weiche hindurch, ehe sie den Zustand vollkommen flüssiger Körper annehmen. In der Regel findet bei den Körpern, die kristallin oder regelmäßige prismatische Gestalten annehmen, kein Zwischenzustand zwischen Festigkeit und Flüssigkeit statt, während die, welche nichtregelmäßig diese Gestalt annehmen, nach und nach durch alle Zwischenzustände hindurchgehen.

I. Feste Körper gehen nicht eher in den Zustand tropfbarflüssiger über, als bis sie auf eine gewisse Temperatur gebracht worden sind; diese Temperatur ist für jede Art von Körpern beständig. Bei den der ersten Klasse angehörenden Körpern ist dieselbe genau bestimmt; bei denen der zweiten Klasse hingegen, ungeachtet sie ebenfalls beständig ist läßt sich die Temperatur, bei welcher das Flüssigseyn eintritt, nicht mit solcher Genauigkeit bestimmen, wegen der unendlichen Schwattirungen von Weiche, durch welche die Körper hindurchgehen, ehe sie den größtmöglichen Grad der Flüssigkeit erreichen. Allein selbst bei diesen Körpern

findet man leicht, daß dieselbe Temperatur denselben Grad der Flüssigkeit hervorbringt.

Die Temperaturen, bei denen diese Uebergänge vom Festseyn zum Flüssigseyn stattfinden, erhalten verschiedene Namen nach dem gewöhnlichen Zustande des so veränderten Körpers. Erscheint der Körper in der Regel in einem tropfbarflüssigen Zustande, so nennt man die Temperatur, bei der er den Zustand eines festen Körpers annimmt, den Frostpunkt oder Erstarrungspunkt. Bei dem Wasser z. B. wird die Temperatur, bei welcher dasselbe in Eis übergeht, der Frostpunkt des Wassers genannt. Auf der anderen Seite wird, wenn der Körper sich gewöhnlich im Zustande eines festen Körpers befindet, die Temperatur, bei der er flüssig wird, der Schmelzpunkt desselben genannt; so tritt der Schmelzpunkt des Schwefels bei 218° , der des Zinnes bei 442° ein.

2. Nachstehende Tabelle enthält den Schmelzpunkt einer beträchtlichen Anzahl fester Körper.

Namen der Körper.	Schmelzpunkt.
Blei	612°
Bismuth	476
Zinn	442
Schwefel	218
Wachs	142° *)
Ballrath	112
Phosphor	108
Zalg	92
Anisöl	50

*) Gebleichtes Wachs schmilzt, nach Nicholson, bei 155° .

Namen der Körper.	Schmelzpunk.
Baumöl	36°
Eis	32
Milch	30
Essig	28'
Blut	25
Bergamotöl	23
Weine	20
Serpentinhöl	14
Quecksilber	— 39
Tropfbarflüssiges Ammonium	— 46
Aether	— 46

Ungeachtet der Frostpunkt des Wassers bei einer Temperatur von 32° stattfindet, so läßt sich dasselbe unter günstigen Umständen bedeutend stärker erkalten, ehe es anfängt in Krystallen anzuschließen. *Reaumur* und *Fahrenheit* stellten hierüber Versuche an; allein *Charles Blagden* (*Phil. Transact.* 1788. p. 125.) hat diesen Gegenstand mit der größten Ausführlichkeit untersucht. Dadurch, daß er Wasser langsam der Einwirkung von kaltmachenden Mischungen aussetzte, konnte er dasselbe bis auf 22° erkalten, ehe es gefror. Der Versuch gelingt am besten, wenn das Wasser frei von Luft ist. Es muß auch durchsichtig seyn, denn undurchsichtige Körper, die in demselben schwimmen, veranlassen, daß es bei einer Temperatur, die nur wenige Grade unter dem Gefrierpunkte ist, in Krystallen anschließt. Wirft man ein Stück Eis in Wasser, das so abgekühlt worden, so veranlaßt dieses, daß es augenblicklich in Krystallen anschließt. Dieselbe Wirkung wird hervorgebracht, wenn man die Flüssigkeit in eine zitternde Bewegung versetzt; nicht aber, wenn man sie umrührt. Sie gefriert ebenfalls, wenn sie zu schnell erkaltet wird.

Es ist bekannt, daß wenn Salze in Wasser aufgelöst werden, der Frostpunkt in den meisten Fällen herabgedrückt wird. So gefriert Seewasser weit schwerer, als reines Wasser. Herr Charles Blagden hat durch Versuche den Grad bestimmt, bei dem mehrere Salzaufösungen gefrieren. Die von ihm erhaltenen Ergebnisse legt nachstehende Tabelle dar. Die erste Spalte enthält die Namen der Salze; die zweite die Menge des Salzes (dem Gewichte nach), die in 100 Theilen Wasser aufgelöst ist; und die dritte den Frostpunkt der Auflösung (Blagden a. a. D. S. 277.)

Namen der Salze.	Verhältniß.	Frostpunkt.
Kochsalz	25	4
Salmiak	20	8
Rochelle Salz	50	21
Schwefelsaure Talkerde	41,6	25,5
Salpeter	12,5	26
Schwefelsaures Eisen	41,6	28
Schwefelsaures Zink	53,3	28,6

Man ersieht aus dieser Tabelle, daß das Kochsalz bei weitem am wirksamsten sey, den Frostpunkt des Wassers herabzubringen. Eine Auflösung von 25 Theilen Kochsalz in 100 Theilen Wasser friert bei 4°. Diese Auflösungen können, wie das reine Wasser, weit unter ihren Frostpunkt erkältet werden, ohne zu gefrieren; und in diesem Falle wird das Gefrieren durch Eis eben so, wie im gemeinen Wasser bewirkt, nur langsamer.

Verändert man das Verhältniß desselben Salzes, das in Wasser aufgelöst ist, so ergiebt sich aus den Versuchen von Herrn Charles Blagden, daß der Frostpunkt stets mit der Menge des Salzes im Verhältnisse steht. Bringt z. B. der Zusatz von $\frac{1}{20}$ den Frostpunkt um 10° herab, so

wird der Zusatz von $\frac{1}{75}$ ihn um 20° herabbringen. Kennt man demnach aus nachstehender Tabelle die Wirkung, welche eine gewisse gegebene Menge Salz erzeugt, so kann man leicht den Erfolg berechnen, der durch irgend eine andere Menge erhalten wird. Nachstehende Tabelle giebt den Frostpunkt von Auflösungen verschiedener Mengen Salz in 100 Theilen Wasser an, einmal durch *Blagden's* Versuche auf dem Erfahrungswege gefunden, und dann dieselben Punkte in der Voraussetzung berechnet, daß der Erfolg mit der Menge des Salzes im Verhältnisse stehe.

Menge Kochsalz in 100 Theilen Wasser.	Frostpunkt bestimmt durch Versuche	Frostpunkt bestimmt durch Rechnung.
3,12 . . .	28 + . . .	28,50
4,16 . . .	27,5 . . .	27,30
6,25 . . .	25,5 . . .	25,00
10,00 . . .	21,5 . . .	20,75
12,80 . . .	18,5 . . .	17,60
16,10 . . .	13,5 . . .	14,00
20,00 . . .	9,5 . . .	9,80
22,20 . . .	7,2 . . .	7,00
25,00 . . .	4,0 . . .	4,00

Die starken Säuren, namentlich die Schwefelsäure und Salpetersäure, die im Grunde Zusammensetzungen sind, welche nach dem Grade ihrer Stärke verschiedene Mengen Wasser enthalten, bieten, wie Herr *Cavendish* aus den Versuchen des Herrn *Macnab* gezeigt hat, nach Verschiedenheit der Umstände in Hinsicht des Frostpunktes bedeutende Verschiedenheiten dar. Folgende sind die wichtigsten Erscheinungen in Hinsicht des Gefrierens dieser Flüssigkeiten, die bis jetzt gefunden wurden.

Setzt man diese Säuren, mit Wasser verdünnt, der

Kälte aus, so gefriert der schwächere Theil, während der stärkere flüssig bleibt; so daß sie durch Kälte in zwei Theile, die sich durch ihre Stärke sehr von einander unterscheiden, getrennt werden. Dieses nannte Herr Cavendish das wässerige Gefrieren dieser Körper.

Sind sie sehr verdünnt, so erfährt, wenn man sie der Kälte aussetzt, die ganze Mischung das wässerige Gefrieren, und in diesem Falle geht aus den Versuchen von Vlagden hervor, daß bei dem Zusatz von Säure die Erniedrigung des Frostpunktes in einem größeren Verhältnisse stehe, als die Zunahme der Säure. Nachstehende Tabelle giebt den Frostpunkt von Mischungen aus verschiedenen Mengen Schwefelsäure von 1,837 (bei einer Temperatur von 62°), und von Salpetersäure von 1,454 specifischem Gewichte, mit 100 Theilen Wasser an.

Schwefelsäure.	
Verhältniß der Säure.	Frostpunkt.
10	24,5
20	12,5
25	7,5
Salpetersäure.	
10	22,0
20	10,5
23,4	7,9

Man sehe: Philos. Transact. 1788. p. 308.

Die concentrirten Säuren selbst frieren, wenn man sie einem hinreichenden Grade von Kälte aussetzt; jede hat aber einen bestimmten Grad von Stärke, bei dem sie am leichtesten gefriert. Ist sie entweder stärker oder schwächer, als dieser Grad, so muß die Kälte verstärkt werden. Nachstehende Tabelle ist von Herrn Cavendish aus Herrn

Maenab's Versuchen berechnet worden, und giebt den Frostpunkt der Salpetersäure von verschiedenen Graden der Stärke an. (Philosophical Transact. 1788. p. 174.)

Stärke.	Frostpunkt.	Unterschied.
568	- 45,5	+ 15,4
538	- 30,1	+ 12
508	- 18,1	+ 8,7
478	- 9,4	+ 5,3
448	- 4,1	+ 1,7
418	- 2,4	- 1,8
388	- 4,2	- 5,5
358	- 9,7	- 8
328	- 17,7	- 10
298	- 27,7	

Die Stärke der Säure wurde durch die Menge Mar-
mor, welche zur Sättigung von 1000 Theilen erforderlich ist,
bestimmt. In nachstehender Tabelle findet man den Frostpunkte
der Schwefelsäure von verschiedenen Graden der Stärke.

Stärke.	Frostpunkt.
977	+ 1
918	- 26
846	+ 42
758	- 45.

Herr Keir hatte früher die Bemerkung gemacht, daß
Schwefelsäure von einem specifischen Gewichte gleich 1,780
(bei 60°) am leichtesten gefriere, und nur eine Temperatur
von 46° erfordere. Dieses stimmt sehr gut mit der in der
vorhergehenden Tabelle befindlichen Angabe, da nach Herrn
Cavendish Schwefelsäure von dem angegebenen specifi-
schen Gewichte eine Stärke gleich 846 hat. Wir ersehen
ferner aus der mitgetheilten Tabelle, daß außer dieser Stärke,

bei welcher die Säure am leichtesten gefriert, die Schwefelsäure noch einen anderen Punkt entgegengesetzter Biegung bei einem höheren Grade von Stärke hat. Wird über diesen hinaus die Stärke vermehrt, so fängt die Kälte, welche zur Hervorbringung des Gefrierens erfordert wird, an, wieder abzunehmen.

6. Ehe Dr. Black anfing, seine chemischen Vorträge in Glasgow (im Jahre 1757) zu halten, wurde allgemein angenommen, daß feste Körper durch einen kleinen Zusatz von Wärme, nachdem sie erst einmal bis zum Schmelzpunkt erhitzt wurden, in den Zustand flüssiger Körper versetzt werden, und daß sie wieder den Zustand fester Körper annehmen, wenn ihnen auch nur eine geringe Menge des Wärmestoffes entzogen wird, der erforderlich ist, um sie bei dieser Temperatur zu erhalten. Eine aufmerksame Erwägung der Erscheinungen, welche das Festwerden und Flüssigwerden begleiten, führte diesen scharfsinnigen Naturforscher nach und nach zu der Ueberzeugung, daß die herrschende Meinung unstatthaft sey. Er stellte eine andere auf, die er durch direkte Versuche bestätigte, und trug die Gründe, welche ihn dazu bestimmten, einer gelehrten Gesellschaft zu Glasgow am 23ten April 1762 (Black's Vorlesungen über die Grundlehren der Chemie. Aus dem Englischen übersezt von Lorenz von Crell. V. I. Vorrede S. XL — XLIV.) vor. So oft er in den folgenden Jahren bei seinen Vorlesungen auf diesen Gegenstand kam, gab er eine ausführliche Darstellung dieser Lehre.

Die Hauptzüge derselben sind folgende. Wird ein fester Körper in den Zustand eines trocknarflüssigen versetzt, so verbindet sich eine weit größere Menge Wärme mit demselben, als unmittelbar vorher durch das Thermometer wahrgenom-

men werden kann. Diese große Menge Wärmestoff vermehrt die bemerkbare Wärme des Körpers nicht, sondern muß dazu verwandt worden seyn, den Aggregat-Zustand des Körpers zu verändern. Dieser bedeutende Zusatz von Wärmestoff ist die vornehmste und unmittelbare Ursache des hervorgebrachten Flüssigseyns.

Geht auf der anderen Seite ein Körper aus dem Zustand eines tropfbarflüssigen in den eines festen über, so verläßt ihn eine große Menge Wärmestoff, ohne daß dadurch seine Temperatur merklich verändert wird, und der Körper kann den Zustand eines festen nur dadurch annehmen, daß ihm diese bedeutende Menge Wärmestoff entzogen wird.

Mit anderen Worten; wird ein fester Körper flüssig, so verbindet er sich mit einer gewissen Menge Wärmestoff, ohne daß dadurch seine Temperatur erhöht wird; und dieser Antheil Wärmestoff ist es, welcher die Veränderung des Zustandes aus einem festen Körper in einen flüssigen bewirkt. Wird hingegen der flüssige Körper in einen festen verwandelt, so verläßt ihn jener Antheil Wärmestoff, ohne eine Verminderung seiner Temperatur; und dieses Entziehen des Wärmestoffes bewirkt die Veränderung. So wird durch die Verbindung mit einem gewissen Antheil Wärmestoff das Eis in Wasser verwandelt, und durch Entziehen eines gewissen Antheils Wärmestoff geht Wasser in den Zustand des Eises über. Wasser ist demnach eine Zusammensetzung aus Eis und Wärmestoff; und allgemein sind alle Flüssigkeiten Verbindungen des festen Körpers, in den sie durch Kälte verwandelt werden können, mit einem gewissen Antheile Wärmestoff.

Folgende Versuche wurden von Dr. Black zur Unterstützung dieser Theorie angeführt.

a) Bringt man ein Stück Eis, das eine Temperatur von 22° hat, in ein warmes Zimmer, so wird es in kurzer Zeit bis auf 32° , den Hauptpunkt, erwärmt. Es fängt dann zu schmelzen an; allein dieses erfolgt sehr langsam, und es verstreichen mehrere Stunden, ehe alles Eis geschmolzen ist. Während dieser ganzen Zeit bleibt die Temperatur auf 32° ; da es aber ununterbrochen von warmer Luft umgeben ist, so kann man mit Grunde vermuthen, daß stetig Wärmestoff in das Eis eindringt. Da nun das Thermometer keine Spur dieses Wärmestoffes anzeigt; was wird aus demselben, wenn er sich nicht mit dem Antheile des Eises chemisch verbunden hat, der in Wasser verwandelt wurde, und wenn er nicht die Ursache von dem Schmelzen des Eises ist?

Dr. Black nahm zwei dünne, kugelförmige Gefäße von vier Zoll im Durchmesser und beinahe von gleichem Gewichte. Beide wurden mit Wasser gefüllt; der Inhalt des einen wurde in eine feste Eismasse verwandelt; der Inhalt des anderen wurde auf 33° erkaltet. Beide Gefäße wurden hierauf in einem gedämmten Zimmer, dessen Temperatur 47° war, entfernt von allen anderen Körpern, aufges hängt. In einer halben Stunde stieg das Thermometer in dem mit flüssigem Wasser angefüllten Gefäße von 33° auf 40° , mithin um 7° . Das Eis im anderen Gefäße war anfänglich um vier bis fünf Grad kälter als schmelzender Schnee, allein nach wenigen Minuten stieg ein damit in Berührung gebrachtes Thermometer auf 32° . Der Zeitpunkt, in dem es diese Temperatur erreichte, wurde bemerkt, und hierauf das Ganze $10\frac{1}{2}$ Stunde ruhig sich selbst überlassen. Nach Verlauf dieser Zeit war alles Eis geschmolzen, mit Ausnahme einer geringen Menge schwammiger Masse, die auf dem oberen Theile schwamm und nach

wenigen Minuten verschwand. Die Temperatur des Eiswassers war 40° .

Es waren demnach $10\frac{1}{2}$ Stunde erforderlich, um das Eis zu schmelzen und die Temperatur des Produktes bis auf 40° zu erhöhen. Während dieser ganzen Zeit muß ihm der Wärmestoff mit derselben Schnelligkeit zugeführt worden seyn, als dem mit flüssigen Wasser gefüllten Gefäße in der ersten halben Stunde. Die ganze Menge, die es demnach erhielt, war $21 \times 7 = 147^{\circ}$; seine Temperatur war aber 40° ; mithin wurden 139 oder 140 Grad von dem schmelzenden Eis absorbiert, und blieben in dem Wasser, in das es verwandelt worden war, versteckt, indem sein Daseyn durch das Thermometer nicht angezeigt wurde. (Blacq a. a. D. S. 153.)

Die Wärme dringt wirklich in das Eis ein, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man die Hand unter das Gefäß hält, in welchem es enthalten ist. Man nimmt einen Strom kalter Luft wahr, der während der ganzen Zeit des Prozesses von demselben niederwärts steigt.

Vielleicht könnte man sagen, daß die Wärme, welche in das Eis eindringt, daselbst nicht verbleibe, sondern gänzlich zerstöhrt werde. Diese Ansicht wird durch nachstehenden Versuch widerlegt.

b) Wird, wenn das Thermometer auf 22° steht, ein mit Wasser von 52° angefülltes Gefäß, außerdem ein zweites Gefäß mit Salzwasser von derselben Temperatur der freien Luft ausgesetzt, und senkt man in jedes ein Thermometer: so wird man finden, daß beide nach und nach den Wärmestoff verlieren und bis auf 32° erkaltet werden. Nachmals fährt das Salzwasser (das nicht eher friert, als bis es auf 4° erkaltet wurde) fort, ohne Unterbrechung kälter

zu werden, und erreicht 22° , die Temperatur der umgebenden Luft; das reine Wasser aber bleibt stetig auf 32° . Es friert wirklich, wiewohl sehr langsam, und während des ganzen Prozesses ist seine Temperatur 32° . Warum sollte nun die eine Flüssigkeit plötzlich aufhören, Wärmestoff fahren zu lassen, die andere aber nicht? Ist es nicht ungleich wahrscheinlicher, daß das Wasser, indem es gefriert, nach und nach den Wärmestoff fahren läßt, den es während seines Flüssigwerdens verschluckt hatte; und daß diese Entwicklung die Temperatur des Wassers auf 32° erhält, den Theil ungerechnet, den es während des ganzen Prozesses an die umgebende Luft abgibt? Wir können uns leicht überzeugen, daß das Wasser während des Gefrierens stets der umgebenden Luft Wärmestoff mittheilt; denn ein empfindliches Thermometer, das über demselben aufgehängt wird, erfährt ununterbrochen von einem aufsteigenden Luftstrom, der kälter als die umgebende Luft ist, eine Wirkung. (Black a. a. O. S. 161.) Nachstehender Versuch, der zuerst von Fahrenheit angestellt, nachmals öfters von Dr. Black und anderen wiederholt wurde, giebt einen sprechenden Beweis dafür, daß eine solche Entwicklung des Wärmestoffes während des Gefrierens wirklich stattfindet.

c) Ist die Temperatur der Luft 22° , und setzt man ihr Wasser in einem schmalen Bierglase, in dem sich ein Thermometer befindet, und das mit einem Deckel versehen ist, aus, so erkaltet das Wasser nach und nach bis auf 22° , ohne zu gefrieren. Es ist demnach 10° unter dem Gefrierpunkte. Befindet sich alles in dieser Lage, und schüttelt man das Wasser, so friert ein Theil desselben augenblicklich zu einer schwammigen Masse, und die Temperatur des ganzen steigt plötzlich auf den Thaupunkt, so daß demnach das

Wasser zehn Grad in einem Augenblick gewonnen hat. Woher kommen diese zehn Grad? Rühren sie nicht offenbar von dem Theile des Wassers her, der gefroren ist, und muß demnach nicht das Wasser, während des Aktes des Gefrierens, Wärmestoff fahren lassen?

Thomson folgert aus einer Reihe zahlreicher Versuche, die er über diesen Gegenstand angestellt hat; daß die Menge des Eises, die plötzlich bei dem Schütteln des Wassers, das bis unter den Frostpunkt erkaltet worden, gebildet wird, stets in einem beständigen Verhältnisse zu der Kälte der Flüssigkeit vor dem Schütteln stehe. Er fand, daß wenn Wasser bis auf 22° erkaltet wurde, nach einer Mittelzahl aus mehreren Versuchen nahe $\frac{1}{4}$ des Ganzen gefriere; ist die vorhergehende Temperatur 27° , so friert ungefähr $\frac{1}{3}$ des Ganzen. Es wollte nicht glücken, befriedigende Versuche bei Temperaturen, die niedriger als 22° sind, anzustellen; er schließt jedoch nach Analogie, daß für jede fünf Grad der Verminderung der Temperatur unter dem Frostpunkt, ohne daß Gefrieren stattfindet, $\frac{1}{4}$ der Flüssigkeit plötzlich bei dem Schütteln gefriere.

Wäre dieser Schluß nach Analogie richtig, und könnte man Wasser 28×5 Grad unter 32° , ohne daß es gefriere, erkalten; so würde das Ganze augenblicklich, wenn es geschüttelt würde, gefrieren, und die Temperatur des Eises würde 32° seyn. Nun verdient aber bemerkt zu werden, daß $28 \times 5 = 140$ genau die Menge Wärme ist, die den Versuchen von Dr. Black zufolge, in das Eis eingeht, um es in Wasser zu verwandeln.

Es folgt demnach, daß in allen Fällen, in welchen Wasser unter 32° erkaltet wird, es einen Theil seines Wärmestoffes verliere, der erfordert wurde, um sein Flüssigseyn

zu bewirken. In dem Augenblicke, in welchem solches Wasser geschüttelt wird, bemächtigt sich ein Theil der Flüssigkeit derjenigen Menge Wärmestoff, die ihm fehlt, auf Kosten eines andern Theiles, der mithin in Eis verwandelt wird. Erfaltet man demnach Wasser auf 22° , so fehlt jedem Theilchen desselben 10° des Wärmestoffes, die erfordert werden, um es im flüssigen Zustande zu erhalten. Dreizehn Theile entziehen jeder dem vierzehnten zehn Grad. Diese dreizehn Theile erhalten demnach eine Temperatur gleich 32° ; der andere Theil, dem $10 \times 13 = 130^\circ$ entzogen wurden, die mit den zehn Graden, die er vorher verloren hatte, 140° oder die ganze Menge des Wärmestoffes betragen, die erfordert wird, um ihn im flüssigen Zustande zu erhalten, nimmt folglich die Gestalt des Eises an.

d) Sollte man diese Versuche nicht für hinreichend halten, um die Folgerungen von Dr. Black zu bestätigen, so werden folgende, die wir demselben Naturforscher verdanken, seine Meinung außer allen Zweifel setzen.

Er mischte gegebene Gewichte Eis, dessen Temperatur 32° und Wasser, dessen Temperatur 190° betrug, zusammen. Das Eis schmolz in wenigen Sekunden, und die Temperatur der Flüssigkeit war 53° .

Das Gewicht des Eises war	179	halbe	Drachmen
das des heißen Wassers	135	—	—
das der Mischung	254	—	—
das des gläsernen Gefäßes	16	—	—

Sechzehn Theile Glas haben dieselbe Wirkung, kalte Körper zu erwärmen, als acht Theile gleich heißen Wassers. Man kann demnach statt der 16 halben Drachmen Glas acht halbe Drachmen Wasser setzen, dadurch wird das Gewicht des heißen Wassers auf 143 halbe Drachmen gebracht.

In

In diesem Versuche waren demnach 158 Grad Wärmestoff in dem heißen Wasser enthalten, die sich zwischen das Eis und Wasser theilen mußten. Hätten sie sich gleichförmig vertheilt, und wäre das Ganze nachmals durch das Thermometer wahrzunehmen gewesen, so würde das Wasser $\frac{1}{2} \frac{1}{2}$ zurückbehalten, das Eis $\frac{11}{2} \frac{1}{2}$ Theile gewonnen haben. Mit anderen Worten: das Wasser würde 36° zurückbehalten, das Eis 72° erhalten haben; und die Temperatur würde nach der Mischung 104° gewesen seyn. Die Temperatur wird aber bei angestelltem Versuche nur gleich 53° gefunden; das heiße Wasser verlor 137°, und das Eis erhielt nur einen Zuwachs der Temperatur von 21°. Eine Verminderung der Temperatur des Wassers um 18° ist gleich einem Gewinne von 21° in Hinsicht der Temperatur des Eises (denn $119 : 135 = 18 : 20 \frac{1}{2}$). Es sind demnach $158 - 18 = 140$ Wärme bei dem heißen Wasser gänzlich verschwunden. Diese 140° müssen in das Eis eingedrungen seyn, und es in Wasser verwandelt haben, ohne seine Temperatur zu erhöhen. (Blak a. a. O. S. 157.)

Eben so, wenn man irgend eine Menge Eis oder (was dasselbe ist) Schnee von 32° nimmt, und sie mit einem gleichen Gewichte Wasser von 172° vermischt, so schmilzt der Schnee augenblicklich und die Temperatur der Mischung ist nur 32°. Hier ist das Wasser um 140° erkaltet, während die Temperatur des Schnees nicht im mindesten erhöht wird; so daß 140° Wärmestoff verschwunden sind. Sie müssen sich mit dem Schnee verbunden haben; sie haben ihn aber nur geschmolzen, ohne seine Temperatur zu erhöhen. Hieraus folgt unwiderleglich, daß Eis, wenn es in Wasser verwandelt wird, den Wärmestoff verschluckt, und sich chemisch mit ihm verbindet.

L

2

Es hat seine Schwierigkeiten, mit Genauigkeit die Anzahl der Grade Wärme zu bestimmen, die während des Schmelzens des Eises verschwinden. Daher hat man so verschiedene Angaben über diesen Gegenstand. Cavendish, der, seiner Versicherung nach, diese Thatsache entdeckte, ehe ihm bekannt wurde, daß sie von Dr. Black gefunden worden sey, setzt sie auf 130° ; Wilke auf 130° ; Black gleich 140° ; Laplace und Lavoisier gleich 135° . Das Mittel aus diesen Angaben ist nahe 140° .

Wasser, das demnach auf 32° erkaltet ist, kann folglich nicht eher frieren, als bis es 140° Wärmestoff hat fahren lassen; und Eis, das bis auf 32° erwärmt worden, kann nicht schmelzen, bis es 140° Wärmestoff absorbiert hat. Dieses ist der Grund, warum dieser Prozeß so langsam von statten geht. Was demnach das Wasser betrifft, so leidet es keinen Zweifel, daß sein Flüssigseyn von dem Wärmestoff herrührt, den es enthält, und daß die Menge des Wärmestoffes, die erfordert wird, das Eis in den Zustand eines flüssigen Körpers zu versetzen, nahe 140° betrage.

Der Menge Wärmestoff, die dadurch das Flüssigseyn der festen Körper bewirkt, daß sie sich chemisch mit ihnen verbindet, hat Dr. Black den Namen der verborgenen Wärme gegeben, weil ihre Gegenwart von dem Thermometer nicht angezeigt wird. Diese Bezeichnung ist hinreichend bedeutend; andere Naturforscher haben jedoch vorgezogen, sie Wärmestoff des Flüssigseyns zu nennen.

Dr. Black und seine Freunde fanden ferner durch Versuche, daß die Flüssigkeit des geschmolzenen Waxes, Salzes, Gallrathes, so wie der Metalle von derselben Ursache herrühre. Landriani zeigte, daß dieß der Fall mit dem Schwefel, Alaun, Salpeter und mehreren Metallen

sey (Journal de Phys. T. XXV.); und es hat sich bis jetzt bei jedem Körper, mit dem man Versuche anstellen konnte, bestätigt gefunden. Wir können es demnach als allgemeines Gesetz betrachten, daß in allen Fällen, in welchen ein fester Körper in einen flüssigen verwandelt wird, er sich mit dem Wärmestoffe verbinde, und daß dieses der Grund seiner Flüssigkeit sey.

Die Versuche, um den verborgenen Wärmestoff anderer Körper als des Wassers zu bestimmen, die wir bis jetzt kennen, verdanken wir dem Dr. Irvine und seinem Sohne Herrn William Irvine (Nicholson's Journal. IX. 45.). Nachstehende Tabelle giebt die Ergebnisse ihrer Versuche an.

Körper.	Verborgene Wärme.	Auf die spezifische Wärme des Wassers zu rückgeführt.
Schwefel	143,68	27,14
Wallrath	145	
Blei	162	15,6
Bienenwachs	175	
Zink	493	48,8
Zinn	500	33
Wismuth	550	23,25

Die verborgene Wärme des Wallrathes, Waxes und Zinnes wurde durch Irvine, den Vater, die anderen Angaben durch seinen Sohn bestimmt. Die verborgene Wärme in der zweiten Spalte drückt die Grade der Wärme aus, um die sie die Temperatur jedes der verschiedenen Körper, wenn diese fest gewesen wären, würde erhöht haben, den Fall mit dem Wallrath und Wachs ausgenommen. Bei diesen drückt sie die Zunahme der Tempera-

tur aus, die bewirkt worden wäre, wenn sie flüssig gewesen wären.

Dr. Black hat es ebenfalls ausnehmend wahrscheinlich gemacht, oder vielmehr er hat es durch Versuche und Beobachtungen dargethan, daß die Weiche solcher Körper, die durch Wärme bildsam werden, von einem Antheil verborgener Wärme herrühre, die sich chemisch mit ihnen verbindet. Die Hämmerbarkeit der Metalle wird durch dieselbe Ursache bewirkt. Dieß ist der Grund, warum sie, wenn man sie hämmert, heiß und spröde werden.

II. Es scheint demnach, daß allgemein die Umwandlung fester Körper in flüssige durch die Verbindung eines Antheiles Wärmestoff mit dem festen Körper veranlaßt werde. Es giebt aber noch eine andere Veränderung des Zustandes, die noch merkwürdiger ist, welche eintritt, wenn Körper der Wirkung der Wärme ausgesetzt werden. Fast alle tropfbare Flüssigkeiten gehen nach und nach in den Zustand elastischer Flüssigkeiten, die unsichtbar und mit denselben mechanischen Eigenschaften wie die Luft begabt sind, über. So wird Wasser durch das Kochen in Wasserdunst, eine unsichtbare Flüssigkeit, die einen 1800 Mal größeren Raum einnimmt, und eben so elastisch wie Luft ist, verwandelt. Diese Flüssigkeiten behalten so lange, als ihre Temperatur hinreichend hoch ist, ihre elastischen Eigenschaften bei; so wie sie aber mehr erkalten, so verlassen sie diesen Zustand und werden in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt. Alle Flüssigkeiten, selbst eine bedeutende Anzahl fester Körper, sind fähig, in diesen Zustand versetzt zu werden, wenn man sie gehdrig erhitzt.

1. Diese Eigenschaft gewisser Körper, der Wärme ausgesetzt den Zustand elastischer Flüssigkeiten anzunehmen,

wird Flüchtigkeit genannt; so wie Körper, welche diese Eigenschaft besitzen, flüchtige heißen. Den flüchtigen Körpern stehen die feuerfesten entgegen, welche die Eigenschaft besitzen, die Wirkung der Wärme auszuhalten, ohne in Dünste verwandelt zu werden. Uebrigens sind Flüchtigkeit und Feuerbeständigkeit nur relative Begriffe, keinesweges etwas absolutes.

2. Was die Temperatur betrifft, bei welcher tropfbare Flüssigkeiten diese Veränderung erfahren, so lassen sie sich sämmtlich unter zwei Abtheilungen bringen. Es giebt einige tropfbare Flüssigkeiten, die bei jeder Temperatur nach und nach in elastische Flüssigkeiten verwandelt werden; während andere diese Veränderung nicht eher erfahren, als bis ihre Temperatur einen gewissen Grad erreicht. Das Wasser ist ein allgemein bekanntes Beispiel der ersten Art. Untersucht man ein offenes, mit Wasser gefülltes Gefäß mit Sorgfalt, so findet man, daß das Wasser Tag für Tag an Raumumfang abnimmt, und endlich gänzlich verschwindet. Wird der Versuch in einem hinreichend geräumigen Gefäße angestellt, aus dem vorher die Luft ausgepumpt wurde, so bemerkt man, daß das Wasser das Gefäß im Zustande eines unsichtbaren Dunstes anfüllt, in welcher Temperatur dasselbe auch versetzt wird. Eben so nehmen der Alkohol, der Aether und die flüchtigen Oele nach und nach, bei allen Temperaturen, den Zustand elastischer Flüssigkeiten an. Hingegen Schwefelsäure und die fetten Oele lassen sich nicht eher in den Zustand eines Dunstes versetzen, als bis sie auf eine gewisse Temperatur gebracht worden sind. Läßt man sie in offenen Gefäßen stehen, so erfahren sie dennoch keinen merklichen Gewichtsverlust; auch vermindert sich das Gewicht der Schwefelsäure nicht, wenn sie auch noch so lange

Zeit in der Temperatur des kochenden Wassers erhalten wurde. Nehmen Flüssigkeiten in allen Temperaturen nach und nach die Form elastischer Flüssigkeiten an, so sagt man, sie verdunsten freiwillig. Den Körpern, welche der zweiten Klasse angehören, fehlt diese Eigenschaft gänzlich.

3. Bei übrigens gleichen Umständen nimmt das Verdunsten der Flüssigkeiten mit ihrer Temperatur zu, und nach dem sie bis zu einem gewissen Grade erhitzt worden, gehen sie mit großer Schnelligkeit in den Zustand elastischer Flüssigkeiten über. Läßt man die Wärme auf den Boden des Gefäßes, in welchem die tropfbare Flüssigkeit enthalten ist, wirken, welches der gewöhnliche Fall ist, so werden, nach dem die ganze Flüssigkeit in diese Temperatur versetzt worden, diejenigen Theilchen, welche sich dem Boden zunächst befinden, zuerst in eine elastische Flüssigkeit verwandelt. Sie steigen, so wie sie gebildet wurden, durch die Flüssigkeit wie Aufblasen herauf und setzen das Ganze in eine lebhafte Bewegung. Man sagt dann, daß die Flüssigkeit kochet oder siede.

Jede besondere Flüssigkeit hat einen bestimmten Punkt, bei dem das Kochen anfängt (alles übrige gleichgesetzt) und diesen nennt man den Siedpunkt der Flüssigkeit. So fängt das Wasser an zu kochen, wenn es bei einem Barometersstande von 27 Pariser Zoll bis auf 212° erhitzt worden. Es verdient bemerkt zu werden, daß wenn eine Flüssigkeit anfängt zu kochen, sie nicht heiser wird, wie heftig auch immer das Feuer ist, dem sie ausgesetzt wurde. Ist das Feuer heftig, so kocht sie rascher, allein die Temperatur derselben wird nicht vermehrt. Dieses wurde zuerst von Dr. Hooke bemerkt.

Nachstehende Tabelle enthält den Siedpunkt von einer großen Anzahl Flüssigkeiten.

Körper.	Siedpunkt.
Schwefeläther	96°
Schwefelkohlenstoff	116
Ammonium	140 (nach Dalton)
Alkohol	173
Wasser	212
Salpetersäure von 1,54	175 (nach Dalton)
Salpetersäure von 1,42	248
Kohlensaures Kali	260
(dieses so stark concentrirt, daß es beinahe fest wurde)	280
Salzsaure Kalterde	264 (nach Thomson)
Schwefelsäure (spec. Gewicht = 1,849)	605 (nach Dalton)
Phosphor	554
Schwefel	570
Leindl	600
Quecksilber	656

Es wurde bemerkt, als von dem Schmelzpunkte der festen Körper gehandelt wurde, daß man ihn bedeutend verändern könne, wenn man die Umstände verändert, unter denen sich der Körper befindet. So läßt sich Wasser ungleich tiefer als 32° erkalten, ohne daß es gefriert. Der Siedpunkt ist noch weit weniger bestimmt, da er gänzlich von dem Drucke abhängt, den die in's Sieden zu versetzende Flüssigkeit erfährt. Wird der Druck vermindert, so kocht die Flüssigkeit bei einer niedrigeren Temperatur; wird er vermehrt, so ist hierzu eine höhere Temperatur erforderlich. Aus den Versuchen des Professor Robison ersieht man,

daß im luftleeren Raume alle Flüssigkeiten bei einer Temperatur kochen, die ungefähr 124° weniger beträgt, als die, bei welcher sie in der freien Luft bei einem Barometerstande von 28 pariser Zollen siedet, (30 Zoll engl.); demnach wird im luftleeren Raume Wasser bei 88° , Alkohol bei 49° kochen. In Papin's Digestor läßt sich die Temperatur des Wassers auf 300° , ja 400° erheben, ehe es anfängt zu kochen; allein in dem Augenblicke, da dieser Druck hinweggenommen wird, beginnt das Sieden mit ungemeiner Heftigkeit.

Auf die Eigenschaft, daß bei vermindertem Druck auf die Oberfläche der Flüssigkeit das Sieden bei einer niedrigeren Temperatur erfolgt, hat man ein Verfahren gegründet, die Höhen vermittlest der Temperaturen, bei welchen das Wasser in verschiedenen Stationen siedet, zu messen. Besonders bequem ist die Einrichtung, welche Wollaston diesem Werkzeuge gegeben hat, und die man in den philosophischen Transaktionen vom Jahre 1817 beschrieben findet.

Wird eine tropfbare Flüssigkeit mit einem festen Körper, der eine chemische Anziehung gegen sie äußert, verbunden, so wird der Uebergang in eine ausdehnbare Flüssigkeit verhindert oder aufgehalten. Dadurch daß man Salze z. B. in Wasser auflöst, wird sein Siedpunkt um mehrere Grade erhöht, indem die chemische Anziehung, welche das Wasser gegen das Salz äußert, seiner Verflüchtigung entgegenwirkt. Der Erfolg kann in der Regel als mit der Intensität der chemischen Anziehung und der Menge des aufgelösten Salzes in Verhältniß stehend, betrachtet werden. Acharde behauptete, daß gewisse Salze den Siedpunkt des Wassers herabdrückten, den Grund hievon hat jedoch Gay Lussac gezeigt. Wird jedoch ein flüchtiger Körper mit einem

anderen verbunden, und ist die chemische Anziehung, die sie gegen einander äußern, sehr stark, so wird die Flüchtigkeit des weniger flüchtigen vermehrt.

Ein Hauptkennzeichen der in dunstförmigen Zustand versetzten Körper ist ihre Ausdehnbarkeit. Vermöge derselben streben die Theilchen sich von einander in's Unbestimmte zu entfernen, und würden sich wirklich entfernen, wosfern nicht andre entgegenwirkende Kräfte es verhindernen. Nähert man die Theilchen der ausdehnbaren Flüssigkeit einander durch Druck, so nehmen sie, sobald dieser nachläßt, den vorigen Raum wieder ein. Wärme vermehrt diese Ausdehnbarkeit ungemein. So wird z. B. bei dem Wasserdunste, so wie dessen Temperatur über 212° erhöht wird, für jede Erhöhung um 30° dieselbe beinahe verdoppelt. Die große Ausdehnbarkeit des Wasserdunstes macht ihn geschickt, als bewegende Kraft in den Dampfmaschinen benutzt zu werden.

Die ausdehnbaren Flüssigkeiten sind ferner ungemein dünn, daher sind sie, wenige ausgenommen, unsichtbar, indem so wenig Lichtstrahlen von ihnen zurückgeworfen werden, daß das im Auge hervorgebrachte Moment so gering ist, daß wir die materiellen Theilchen, aus denen sie bestehen, nicht wahrnehmen können.

Entziehet man den Dünsten Wärmestoff, so werden dieselben sichtbar; dieses rührt davon her, daß ein Theil derselben den tropfbarflüssigen Zustand annimmt, und sich durch den übrigen Theil der Dünste verbreitet. Den sichtbaren werdenden Dunst könnte man Dampf nennen. Der Druck besitzt ebenfalls die Eigenschaft, die Elasticität des Wasserdunstes zu beschränken, und wenn man ihn von gehöriger Stärke anwendet, ihn gänzlich zu tropfbarer Flüssigkeit zu verdichten.

In einem gegebenen Raume kann für eine bestimmte Temperatur nur eine bestimmte Menge Dunst sich im unveränderten Zustande erhalten. Ist der Raum mit Dunst gesättigt, und man vermindert nach und nach den Raum, so wird aller Ueberschuß durch den Druck oder die Verengerung des Raumes in tropfbarflüssigen Zustand versetzt, die Spannkraft des Dunstes nimmt jedoch durch diese Raumveränderung nicht im mindesten zu.

4. Da die Dünste Verbindungen eines schweren Körpers mit dem Wärmestoffe sind, so kommt ihnen ebenfalls Schwere zu.

Daß übrigens auch die Versetzung der Körper in den Zustand der Dünste durch den Wärmestoff bewirkt werde, ist von Dr. Black auf eine sehr genügende Art dargethan worden. Derselbe wandte mit vielem Scharfsinne seine Theorie von der verborgenen Wärme auf diese Umwandlung an, und zeigte, daß sie von derselben Ursache herrühre, wie die Umwandlung der festen Körper in tropfbarflüssige; nämlich von der Verbindung eines gewissen Antheils des Wärmestoff mit der tropfbaren Flüssigkeit, ohne daß eine Zunahme der Temperatur die Folge davon ist. Die Wahrheit dieses sehr wichtigen Punktes wurde durch folgende Versuche festgestellt.

a) Stellt man ein Gefäß mit Wasser auf das Feuer, so wird das Wasser nach und nach heißer, bis es eine Temperatur von 212° erreicht; nachmals wird die Temperatur nicht vergrößert. Nun wird ihm aber Wärmestoff unablässig von dem Feuer mitgetheilt, der sich mit dem Wasser verbindet. Da aber das Wasser davon nicht wärmer wird, so muß er sich mit dem Theile desselben vereinigen, welcher als Wasserdunst entweicht. Die Temperatur des Wassers

dunktes ist aber nur 212° ; mithin hat der Wärmestoff, der sich mit ihm verband, seine Temperatur nicht erhöht. Wir müssen demnach schließen, daß die Umwandlung des Wassers in Dunst von der Verbindung desselben mit dem Wärmestoffe herrühre, indem dieser keine andere Veränderung bewirkt.

Dr. Black stellte etwas Wasser in einem zinnernen Gefäße auf ein rothglühendes Eisen. Das Wasser hatte eine Temperatur von 50° , nach vier Minuten fing es zu kochen an, und in 20 Minuten war alles verkocht. Während der vier ersten Minuten hatte es eine Temperaturerhöhung von 162° oder von $40\frac{1}{2}$ Grad in jeder Minute erhalten. Nimmt man an, daß der Zufluß von Wärme in jeder Minute während des ganzen Processes des Kochens derselbe war; so muß der Wärmestoff, welcher in das Wasser eindrang und es in Dunst verwandelte, $40\frac{1}{2} \times 20 = 810^{\circ}$ betragen haben. (Black a. a. O. B. I. S. 200 ff.) Diesen Wärmestoff zeigt das Thermometer nicht an, denn die Temperatur des Wasserdunstes beträgt nur 212° ; aus diesem Grunde nannte Dr. Black ihn verborgene Wärme.

b) Wasser läßt sich in Papin's Digestor bis auf 400° , ohne zu kochen, erhitzen; weil der Dunst gewaltsam zusammengedrückt und verhindert wird, zu entweichen. Öffnet man die Mündung des Gefäßes plötzlich, während sich alles in diesem Zustande befindet, so dringt ein Theil des Wassers als Dunst heraus, der größere Theil bleibt aber als Wasser zurück, und seine Temperatur sinkt auf 212° ; folglich sind 188° Wärme plötzlich verschwunden. Diese müssen durch den Dunst fortgeführt worden seyn. Da nun ungefähr $\frac{1}{7}$ des Wassers in Dunst verwandelt wurde, so

muß dieser Dunst nicht allein seine eigene 188° , sondern auch die 188° , die jeder der übrigen vier Theile verlor, enthalten; das heißt, er muß $188^{\circ} \times 5 = 940^{\circ}$ Wärmestoff, dessen Gegenwart vom Thermometer nicht angezeigt wird, in sich genommen haben. Dieser Versuch wurde zuerst vom Dr. Black und nachmals, mit größerer Genauigkeit, von Herrn Watt angestellt.

c) Werden heiße, tropfbare Flüssigkeiten unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht, und wird die Luft schnell hinweggenommen, so kochen dieselben, und ihre Temperatur sinkt mit großer Schnelligkeit um eine bedeutende Anzahl Grade. So wird die Temperatur des Wassers, obgleich es anfanglich beinahe siedend war, sehr bald auf die Temperatur von 70° herabgebracht; und Aether wird bald so kalt, daß er Wasser, das in die Nähe des Gefäßes, in dem er sich befindet, versetzt wird, zum Gefrieren bringt. In diesem Falle führt der Dunst offenbar die Wärme der Flüssigkeit fort; allein die Temperatur des Dunstes ist niemals höher, als die der Flüssigkeit selbst; die Wärme muß sich demnach mit demselben verbinden und verborgene Wärme werden.

d) Mischt man einen Theil Wasserdunst von 212° mit neun Theilen (dem Gewichte nach) Wasser von 62° , so nimmt der Wasserdunst augenblicklich die Gestalt des Wassers an, und die Temperatur ist nach der Mischung $178,6^{\circ}$; es hat demnach jeder der neun Theile Wasser $116,6^{\circ}$ Wärmestoff erhalten; mithin hat der Dunst $9 \times 116,6^{\circ} = 1049,4^{\circ}$ Wärmestoff verloren. Da aber die Temperatur des Dunstes um $33,3^{\circ}$ vermindert ist, so muß diese Größe abgezogen werden. Es bleiben noch etwas mehr als 1000° übrig, welche die Menge Wärmestoff sind, die in dem Dunste vorhanden war, ohne seine Temperatur zu vermehren.

Dieser Versuch läßt sich nicht direkt anstellen; allein man erhält die angeführten Ergebnisse, wenn man ein gegebenes Gewicht Dunst durch eine metallene Schlangendröhre, die von einem gegebenen Gewichte Wasser umgeben ist, hindurchgehen läßt. Die Temperaturerhöhung, welche das Wasser erhält, zeigt den Wärmestoff an, den der Wasserdunst bei seiner Verdichtung fahren läßt; Aus den Versuchen, die Herr Watt auf diese Art anstellte, geht hervor, daß die verborgene Wärme des Wasserdunstes 940° beträgt. Den Versuchen von Lavoisier zufolge, beträgt sie über 1000° . Rumford fand sie gleich, $1040,3^{\circ}$. Die verborgene Wärme des Alkoholdunstes fällt nach diesem Naturforscher zwischen 477° und 500° . (Gilbert's Annalen der Physik V. XLV. S. 312.)

Aus den Versuchen von Dr. Black und seiner Freunde geht hervor, daß nicht allein das Wasser sondern alle übrige tropfbare Flüssigkeiten sich bei ihrer Umwandlung in Dunst mit einem Antheile von Wärmestoff verbinden, ohne daß dadurch ihre Temperatur verändert wird; und daß jede elastische Flüssigkeit bei ihrer Umwandlung in eine tropfbarflüssige einen Theil Wärmestoff fahren läßt, ohne daß dadurch eine Veränderung der Temperatur bewirkt wird.

Das Gesetz von Dr. Black, hat demnach eine große Allgemeinheit, und begreift jede Veränderung in dem Zustande eines Körpers unter sich. Die Ursache der Umwandlung eines festen Körpers in einen tropfbarflüssigen, ist die chemische Verbindung des festen Körpers mit dem Wärmestoffe, so wie die Umwandlung der tropfbaren Flüssigkeit in eine elastische die Verbindung der tropfbaren Flüssigkeit mit Wärmestoff. Tropfbare Flüssigkeiten sind Verbindungen fester Körper; elastische Flüssigkeiten Verbindungen

tropfbarer Flüssigkeiten mit Wärmestoff. Der allgemeinste Ausdruck dieses Gesetzes würde folgender seyn: wenn ein Körper seinen Zustand verändert, so verbindet er sich entweder mit Wärmestoff oder trennt sich von dem Wärmestoffe.

Diese Entdeckung, die wir gänzlich dem Schorffinne Blac's verdanken, gehört zu den wichtigsten, die bisher in der Chemie gemacht wurden. Andere Naturforscher haben zwar Anspruch darauf gemacht; allein diese Ansprüche sind entweder ohne Grund, oder ihr Ursprung läßt sich bis zu den Vorlesungen des Dr. Blac verfolgen, oder sie entstanden mehrere Jahre später als Dr. Blac seine Lehre auf den chemischen Lehrstühlen von Glasgow und Edinburgh öffentlich vorgetragen hatte.

Aus dem Vorhergehenden ersieht man, daß der Uebergang einer tropfbaren Flüssigkeit in den Zustand einer ausdehnbaren innerhalb sehr entfernter Grenzen der Temperatur stattfindet, nur daß die bei einer niedrigeren Temperatur gebildete Menge des Dunstes unbedeutender ist. Doch hängt die Bildung desselben nicht allein von der Temperatur, sondern von der durch den Druck modificirten Temperatur ab, so daß bei verändertem Druck, während die Temperatur dieselbe bleibt, oder bei veränderter Temperatur und beständig gleichem Druck, sehr verschiedene Mengen Dampf gebildet werden. Die Intensität der Elasticität eines Dampfes, der sich aus einer tropfbaren Flüssigkeit unter diesen verschiedenen Umständen entwickelt, ist demnach sehr verschieden, je nachdem die Mengen desselben, die gebildet werden, verschieden sind. Dieser Gegenstand ist von Herrn Dalton untersucht worden, und aus einer zahlreichen Menge von Versuchen bestimmt er den Grad der Elasticität, den

der Dunst, welcher mit der tropfbaren Flüssigkeit, aus der er sich entwickelt, in Verührung ist, bei sehr verschiedenen Temperaturen aufkört. Die Größe seiner Spannkraft drückt er durch die Höhe einer Quecksilbersäule aus, der er das Gleichgewicht zu halten vermag.

So hält Wasserdunst, der mit dem Wasser in Verührung ist, bei einer Temperatur von 212° mit einer Quecksilbersäule von 30 Zoll (engl.) das Gleichgewicht; bei 122° mit einer Quecksilbersäule von 3,5 Zoll, und bei 32° mit einer Quecksilbersäule von 0,20 Zoll.

Nachstehende Tabelle enthält die Resultate, welche Dalton bei seinen Versuchen fand. Die Grade sind nach Fahrenheit, die Höhen der Quecksilbersäulen in englischen Zollen angegeben. Dieser verhält sich zu dem französischen wie 2539990 zu 2706994.

Temperaturen.	Spannkraft des Dunstes in engl. Zollen ausgedrückt.	Verhältniß jedes vorgehenden Stie des zum folgenden.
32°	0,200	
43,25	0,297	1,485
54,5	0,435	1,465
65,75	0,630	1,450
77,00	0,910	1,440
88,25	1,290	1,43
99,5	1,820	1,41
110,75	2,540	1,40
122,00	3,500	1,38
133,25	4,760	1,36
144,5	6,450	1,35
155,75	8,510	1,33
167,00	11,250	1,32
178,25	14,600	1,30
189,5	18,800	1,29
200,75	24,000	1,27
212	30,000	1,25

Die beiden ersten Spalten dieser Tabelle bedürfen keiner Erklärung; die dritte enthält die Faktoren, mit denen jede entsprechende Zahl in der zweiten vervielfältigt werden muß, um die nächstfolgende herverzubringen. Wären diese Faktoren unwandelbar dieselben, so würden die Zahlen, welche die den Temperaturen entsprechenden Intensitäten der Elasticität der Dünste ausdrücken, eine von 32° bis 212° wachsende geometrische Reihe bilden. Man sieht jedoch, daß dieser Factor, so wie die Temperatur wächst, regelmäßig und langsam abnimmt.

Unter den Versuchen anderer Naturforscher über die Größe der Spannkraft des Wasserdunstes bei verschiedenen Temperaturen müssen vorzüglich die von De la Roüpe genannt werden. Dieser erhielt bei seinen Versuchen für die niedrigen Temperaturen etwas kleinere, für die größeren etwas höhere Werthe, als Dalton fand, wie man aus nachstehender Tabelle ersieht.

Thermometer-Grade von Reaumur.	Spannkraft der Dünste in franz. Zollen Quecksilber ausgedrückt.	Thermometer-Grade von Fahrenheit.	Spannkraft der Dünste in engl. Zollen Quecksilber ausgedrückt.
0	0,00	32	0,00
10	0,15	54,5	0,16
20	0,65	77	0,69
30	1,52	99,5	1,62
40	2,92	122	3,11
50	5,35	144,5	5,71
60	9,95	167	10,61
70	16,90	189,5	18,02
80	28,00	212	29,86
90	46,40	234,5	49,49
100	71,86	257	70,57
110	98,00	279,5	104,52

Dalton

Dalton dehnte seine Versuche auch auf andere Flüssigkeiten aus, und folgerte aus den erhaltenen Ergebnissen: daß für alle Flüssigkeiten bei Temperaturen, die von ihrem Siedpunkte an der freien Luft um gleich viel Grade (sowohl oberhalb als unterhalb desselben) entfernt sind, die Spannkraft der Dünste gleich sey. So hält z. B. die Spannkraft des aus dem bis zu 212° erhitzten Wasser sich entwickelnden Dunstes einer Quecksilbersäule von 30 Zoll Höhe das Gleichgewicht; wird diese Temperatur um 30° vermindert, so wird die Spannkraft derselben um die Hälfte vermindert, mithin muß, diesem Gesetze zufolge, die Spannkraft irgend einer anderen Flüssigkeit, bei einer Temperatur, die um 30° von ihrem Siedpunkte bei dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre entfernt ist, ebenfalls um die Hälfte vermindert seyn; und eben so für eine jede andere Zunahme oder Abnahme der Temperatur. Kennt man demnach die Spannkraft des Wasserdunstes bei verschiedenen Temperaturen, so läßt sich hieraus mit Leichtigkeit die Intensität der Dünste jeder anderen Flüssigkeit, deren Siedpunkte bekannt ist, finden, indem die Elasticität des Dunstes dieser Flüssigkeit in irgend einer Entfernung vom Siedpunkte der des Wasserdunstes in derselben Entfernung des Wassers von seinem Siedpunkte gleich seyn wird. Den Siedpunkt des Aethers fand Dalton gleich 102° ; den des Alkohol gleich 175° ; den des tropfbarflüssigen Ammoniums 140° ; den der tropfbarflüssigen salzsauren Kalkerde 230° . Die Intensität der Spannkraft des Dunstes jeder dieser Flüssigkeiten bei 60° wird demnach folgender seyn: für den Aether gleich 12,13; für den Alkohol 1,5; für das tropfbarflüssige Ammonium 4,3; für die tropfbarflüssige salzsaure Kalkerde ungefähr 0,26

Zoll Quecksilber. (Manchester Memoirs Vol. V. p. 563 etc.) Es scheint jedoch noch sehr sorgfältiger Untersuchungen zu bedürfen, ehe man dem von Dalton ausgesprochenen Satze die Allgemeinheit eines Gesetzes einräumen kann.

Saussure der jüngere glaubt, ein anderes Gesetz gefunden zu haben, das zwischen den specifischen Gewichten der Dünste und der Flüchtigkeit der tropfbaren Flüssigkeiten, aus denen sie gebildet wurden, obwaltet. Es ist dieses: daß das specifische Gewicht derselben um so geringer sey, je weniger beträchtlich die Flüchtigkeit der Flüssigkeiten ist. Er bemerkt z. B., daß der Wasserdunst leichter sey, als der Dunst des Alkohols, dieser leichter als der des Aethers. Hieraus schließt er: daß das specifische Gewicht der Dünste im direkten Verhältnisse der Flüchtigkeit der tropfbaren Flüssigkeiten stehe, aus denen sie gebildet wurden. Eine Folge hiervon würde die seyn, daß wenn elastische Flüssigkeiten sich nicht mengten, sondern nach ihrem specifischen Gewichte übereinander lagerten, die von den am wenigsten flüchtigen Körpern, als Metallen und Erden, vom Erdboden aufsteigenden Dünste die obersten Regionen der Atmosphäre einnehmen müßten, vorausgesetzt, daß die Temperatur gleichförmig wäre.

Nachstehende Tabelle, zu welcher die Data von den bestmährtesten Autoritäten entlehnt sind, bietet jedoch manche Ausnahme von diesem Gesetze dar.

	Specifisches Gew. d. Dunstes, das der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen.	Siedpunkt der Flüssigkeit.
Terpenthinöl .	5,013 (Gay Lussac)	314° (Thomson)
Wasser .	0,6235 (Ebend. Ann. de Chim. T. XCI. p. 95. 150. Ann. de Chim. et de Phys. T. I. p. 218.)	212

	Specifisches Gew d. Dunstes, das der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen.	Siedpunkt der Flüssigkeit.
Alkohol . . .	1,603 (a. a. D.) . . .	173°
Zode Wasserstoffsäure,		
Aether . . .	5,4749 (a. a. D.) . . .	148
Schwefelkohlenstoff	2,6447 (a. a. D.) . . .	116
Schwefeläther . . .	2,586 (a. a. D.) . . .	96
Dunst d. Blausäure	0,9476 (a. a. D.) . . .	79,7
Salzäther . . .	2,219 (Ehenard, Mem. d'Arcueil. I. 121.)	52

Der Uebergang der tropfbaren Flüssigkeiten in den dunstförmigen Zustand wird ungemein befördert, wenn man über die Oberfläche des erhitzten Körpers einen Luftstrom hingehen läßt. Setzt man eine tropfbare Flüssigkeit in einem Gefäße, das nur eine unvollkommene Gemeinschaft mit der Luft hat, einer mäßigen Wärme aus, so erfolgt das Verdunsten langsam, während es bei derselben Temperatur rasch von statten geht, wenn der Zutritt der Luft frei ist. Selbst wenn ein Körper durch einen anderen zerlegt wird, erfolgt die Zerlegung, wosfern sie mit Entwicklung einer elastischen Flüssigkeit vergesellschaftet ist, in verschlossenen oder unvollkommen verschlossenen Gefäßen ungleich weniger rasch, als wenn die Mischung der Luft ausgesetzt wird. Dieses wird durch mehrere Versuche von Gay Lüssac auf das Vollkommenste bestätigt. (Mem. d'Arcueil T. I. p. 204.) Schüttet man Schwefelsäure auf Salpeter, so entweicht beim Zutritt der Luft längere Zeit dunstförmige Salpetersäure; so wie aber der Zutritt der Luft abgehalten wird, hört die Entwicklung derselben bald auf. Hält man salzsaures Kali, überhaupt mehrere Salze, in einem offenen Gefäße im Fluß; so findet ein Gewichtsverlust statt, der nicht

bemerkt wird, wenn man das Gefäß leicht bedeckt. So wie der Deckel abgenommen wird, erheben sich unmittelbar Dämpfe, obgleich man nicht wahrnimmt, daß welche durch kleine Oeffnungen an den Seiten des Deckels entweichen. Mehrere Metalle, als Blei, Antimonium, Bismuth, stoßen, in einem offenen Siegel in der Rothglühhitze, Dämpfe aus, geben aber in einem verschlossenen Siegel keinen Anflug; sie scheinen demnach in dem einen Falle flüchtig, in dem anderen feuerbeständig zu seyn. Endlich verdunstet Wasser bei den gewöhnlichen Temperaturen, wenn es der Luft ausgesetzt ist, läßt sich aber nicht bei derselben Temperatur in unvollkommen verschlossenen Gefäßen überdestilliren.

Gay Lüssac sucht dieses aus einem Grunde zu erklären, der auch von Dalton aufgestellt worden: daß beim Uebergange einer tropfbaren Flüssigkeit in den Zustand einer dunstförmigen, bei Temperaturen, die niedriger als der Siedepunkt sind, nicht der Druck der verschiedenen elastischen Flüssigkeiten, sondern nur der Druck ihres eigenen Dunstes entgegenwirke. Im leeren Raume z. B. geht ein Theil Wasser in Dunst über, und dieser Dunst äußert eine gewisse Spannkraft, den die Temperatur bestimmt, welche die Menge der verdunsteten Flüssigkeit beschränkt. Nach Dalton, bildet sich dieselbe Menge Dunst aus dem Wasser, und befindet sich in demselben bestimmten Raume, dieser mag leer oder mit irgend einer elastischen Flüssigkeit angefüllt seyn. Die Dunstbildung wird demnach bei einer bestimmten Temperatur eben so in der atmosphärischen Luft als im leeren Raume erfolgen. Nur wenn der Dunst mit dem Körper in Berührung bleibt, wird dem Verdunsten entgegengewirkt, und hieraus ersieht man, warum dieses Verdunsten in verschlossenen Gefäßen oder in solchen, die

eine unvollkommene Gemeinschaft mit der atmosphärischen Luft haben, unterdrückt wird.

Auf dem ungleichen Bestreben, welches wir an den Körpern wahrnehmen, in den Zustand ausdehnbarer Flüssigkeiten überzugehen, beruhet das Verfahren, sie zu trennen, wenn sie chemisch mit einander verbunden sind. Man setzt eine solche Verbindung in einer schicklichen Vorrichtung dem Feuer aus. Der Körper, welcher leichter verflüchtigt wird, wird bei der Einwirkung der Wärme früher als der andere in Dunst verwandelt werden. Diese Dünste, die sich an der freien Luft zerstreuen würden, nöthigt man, an einen kälteren Ort zu gehen. Hier verlieren sie durch Entziehung ihres Wärmestoffes ihre Ausdehnbarkeit, ihre Grundlage scheidet sich ab, und bildet, nach verschiedener Beschaffenheit derselben, entweder einen tropfbarflüssigen Körper, den man in diesem Falle ein Destillat, so wie die Operation selbst das Destilliren nennt; oder die verflüchtigten Theile verdichten sich durch Abkühlen zu einem festen Körper, einem Sublimat, dann wird die Operation seine Sublimirung genannt.

III. Von den Dünsten unterscheidet man eine andere Art ausdehnbarer Flüssigkeiten, welche man Gasarten nennt. Letztere unterscheiden sich von ersteren durch folgende Merkmale.

1. Sie behalten ihren ausdehnbaren Zustand, mit Ausnahme des gasförmigen Ammoniums, das bei einer Temperatur von -45° sich zu einer tropfbaren Flüssigkeit verdichtet, bei jeder Temperatur, der sie bis jetzt ausgesetzt wurden, bei; während die Dünste, wenn ihnen der Wärmestoff durch Berührung mit einem kalten Körper entzogen wird, in ihren vorigen Zustand zurückkehren.

Die Elasticität oder Spannkraft einer Gasart nimmt zu, wenn man den Raum vermindert, in den sie eingeschlossen ist, und zwar steht der Grad der Elasticität, den sie äußert, im umgekehrten Verhältnisse mit dem Raume, in den man sie einengt. Ein ganz anderes Verhalten zeigen die Dünste, wie Seite 170 bemerkt wurde.

Vermehrt man in einem gegebenen Raume die Menge einer Gasart oder die Menge des Stoffes, aus dem sich eine Gasart entbindet, so nimmt zugleich die Größe der Spannkraft zu, welche dieses Gas äußert. Vermehrt man hingegen in einem gegebenen Raume die Menge der noch nicht in Dunst verwandelten Flüssigkeit, so wird dadurch nicht im mindesten die Spannkraft des Dunstes vermehrt.

Die Hauptkennzeichen der Gasarten, die sie von den Dünsten unterscheidet, sind demnach: daß sie dem Druck widerstehen, sich in's Unbestimmte zusammendrücken lassen, und sich durch keinen bekannten Druck in den Zustand einer tropfbaren Flüssigkeit versetzen lassen. Aus diesem Grunde hat man die Gasarten auch, um sie von den Dünsten zu unterscheiden, permanent ausdehnsame Flüssigkeiten genannt.

2. Die Zunahme an Spannkraft, die diese beide Arten elastischer Flüssigkeiten durch Wärme erhalten, ist ebenfalls sehr verschieden, vorausgesetzt, daß der mit Dunst erfüllte Raum so viel davon enthalte, als er aufzunehmen vermag. Die Elasticität trockener Gasarten verhält sich bei der Temperatur des kochenden Wassers zu der bei dem Scharpunkte wie 1,375 zu 1; die des Wasserdunstes, in einem gesättigten Raume, innerhalb derselben Grenzen wie 160 zu 1. Ueber die Ausdehnung der Gasarten durch Wärme sehe man Seite 116 ff.

Der Analogie nach werden die Gasarten, so wie die Dünste, für Verbindung einer ponderabeln Basis mit dem Wärmestoffe gehalten. Wir stoßen jedoch auf Fälle, wo wir Gasarten in den Zustand fester Körper übergehen sehen, ohne daß eine verhältnismäßige Entwicklung von Wärme stattfindet. Bringt man z. B. gasförmiges Ammonium mit gasförmiger Salzsäure in Berührung, so ist das Produkt ein festes Salz, und doch ist die sich entwickelnde Wärme sehr unbedeutend.

3. Man bedient sich nachstehender Verfahrensarten, um die verschiedenen Gasarten darzustellen. Diejenigen Substanzen, welche die Basis der Gasarten enthalten, können an und für sich erhitzt werden. Dadurch werden mehrere dieser Grundlagen in permanent-ausdehnsame Flüssigkeiten verwandelt. Oder man verändert diejenigen Körper, von welchen die Grundlage einen Bestandtheil ausmacht, durch chemische Zerlegung so, daß jene frei wird, und einen permanent elastischen Zustand annimmt.

Wird das Gas durch Einwirkung des Feuers ausgetrieben, so wendet man zu dieser Operation Retorten; im andern Falle Entbindungsflaschen an. Letztere sind von Glas und haben zwei Mündungen, von denen die eine dem sich entwickelnden Gas den Ausgang gestattet, die andere hingegen zum Einschütten und Nachfüllen der zu diesem Versuche erforderlichen Materialien dient. Aus der ersten Mündung geht eine luftdicht befestigte, schlangenförmig gebogene, gläserne Röhre hinaus, die hinreichend weit seyn muß, um dem sich entbindenden Gas den Ausweg zu gestatten. Auch die zweite Oeffnung muß luftdicht verschlossen werden können. Vortheilhaft ist es, wenn der sie verschließende Körper die Gestalt eines Trichters hat, dessen Kanal

Durch einen gläsernen Zapfen verschlossen wird, so daß wenn der Trichter mit Säure angefüllt ist, man den Zapfen nur etwas lüften darf, um Säure nachstrecken zu lassen.

Die sich entbindenden Gasarten werden in gläsernen Zylindern, Glocken, Flaschen u. s. w. aufgefangen. Um den Zutritt der atmosphärischen Luft abzuhalten, und die Verunreinigung der sich entbindenden Gasart durch die in den zum Auffangen dienenden Gefäßen befindliche Luft zu verhindern, füllt man sie mit einer Flüssigkeit an und sperrt sie mit derselben. Die Flüssigkeiten, deren man sich für diesen Zweck bedient, sind entweder Wasser oder Quecksilber. Wasser wird in den Fällen angewandt, in welchen die Gasart von demselben nicht absorbiert wird. Gewöhnlich nimmt man kaltes Wasser; zuweilen kocht man es ab, um die in demselben enthaltene luftförmige Stoffe zu entfernen. Bei den Gasarten, welche zwar von kaltem, weniger von warmem Wasser verschluckt werden, erhitzt man dieses so stark, als die Gefäße und Hände es vertragen. Bei den Gasarten, die sowohl von kaltem als heißem Wasser absorbiert werden, bedient man sich statt desselben des Quecksilbers.

Die unter dem Namen der pneumatischen Wanne bekannte Geräthschaft dient als Behälter für die Flüssigkeit, durch welche man die Gasart leitet und aufsteigen läßt. Sie wird entweder aus Holz oder verzinnem Kupfer oder Eisenblech u. s. w. gefertigt. Einige Zoll unter dem oheren Rande ist im Innern eine bewegliche Brücke angebracht, die mit Löchern, an denen sich nach unten zu kurzhälftige Trichter befinden, durchbohrt ist. Die Flüssigkeit in der Wanne muß ein bis zwei Zoll hoch die Brücke bedecken. Auf letztere stellt man die mit dem Sperrungsmittel angefüllten Gefäße

mit ihrer Mündung genau über eine der Oeffnungen, und leitet die gekrümmte Röhre der Entbindungsgeräthschaft unter den zu der Oeffnung gehörenden Trichter.

Wendet man Quecksilber zum Sperrungsmittel an, so bedient man sich, wegen des beträchtlichen Gewichtes und des hohen Preises desselben, nach einem weit kleineren Maaßstabe eingerichteter pneumatischer Bannen aus Marmor oder aus recht dichtem Holze.

In denen Fällen, in welchen man sich des Wassers als Sperrungsmittel bedient, nimmt das Gas häufig einen Theil desselben mit sich. Diese anhängende Feuchtigkeit entzieht man dem Gas dadurch, daß man es mit frisch gebranntem Kalk, frisch geschmolzenem, noch heißen Kali, (beide in Stücke geschlagen) oder frisch bereiteter salzsaurer Kalkerde in Bewegung bringt. Um dem Gas die anhängende Säure zu entziehen, wäscht man es wiederholt mit Wasser.

4. Es ist bei den meisten chemischen Versuchen sehr wichtig, die Menge des sich entwickelnden Gases mit Genauigkeit zu messen. Man findet die absolute Menge desselben so, daß man dasselbe in ein luftleergemachtes Gefäß von bekanntem Rauminhalte und Gewichte treten läßt, und dieses nachmals auf einer genauen Wage wiegt. Das spezifische Gewicht desselben (die atmosphärische Luft als Einheit angenommen) läßt sich dadurch finden, daß man das Gewicht der Gasart durch das Gewicht einer Menge atmosphärischer Luft, welche dasselbe Gefäß anfüllt, theilt. Es versteht sich, daß die nöthigen Correktionen für Veränderungen im Druck der Luft und Temperatur gemacht werden. Man sehe über diesen Gegenstand und die dabei zu beobachtenden Vorichtsmaaßregeln Dier's Anfangsgründe

der Erfahrungsnaturlehre. Aus dem Französischen übersezt von F. Wolff. B. I. S. 421 ff. *).

Nachstehende Tabelle giebt das specifische Gewicht mehrerer gasförmigen Stoffe, so wie das Gewicht eines französischen Kubikfußes und Kubikzollens derselben in französischen Pfunden und Granen für einen Barometerstand von 28 Zoll und die Temperatur des thauenden Eises oder 32° Fahr. an. Die mit einem Sternchen bezeichneten Angaben sind nicht durch wirkliche Wiegungen gefunden, sondern aus der Zusammensetzung der Gasarten gefolgert.

Namen.	Namen d. Naturforscher, u. denen die Bestimmung herrührt.	Spec. Gewicht.	Gew. eines	
			franz. Kub. Fußes.	franz. Kub. Zollens.
			Pfunde.	Grane.
Atmosphäre. Luft		1,00000	0,0907	0,484
Sauerstoffgas	Biot und Arrago	1,10359	0,1001	0,532
Stickgas		0,96913	0,0879	0,469
Gasförmiges Ammonium		0,59669	0,0541	0,289
Kohlensaures Gas		1,51961	0,1378	0,735
Salzsaures Gas		1,24740	0,1131	1,6037
Wasserstoffgas	Brezelius	0,0688 bis		
	u. Dulong	0,0689	0,0067	0,0333
Chlorine	Gay Lussac			
	u. Lavenard	2,470	0,2240	1,1955

*) Nur verbessere man a. a. D. S. 423 Z. 16 folgenden Druckfehler. Nach gefunden werden soll, lese man: Man fängt damit an, die leere Kugel zu wiegen. Ihr Gewicht sey Π , das von P , wegen Veränderungen in der Dichte der Luft, die sie aus der Stelle drängt, verschieden seyn kann.

Namen.	Namen d. Naturforscher, v. denen die Bestimmung herrührt.	Spec. Gewicht.	Gew. eines	
			franz. Kub. Fußes.	franz. Kub. Zolles.
			Pfunde.	Grane.
Gasförmiges Kohlenoryd	Cruikshank	0,9569	0,0868	0,4630
Drydirtes Stickgas	Colin	1,3204	0,1379	0,7359
Salpetergas	Berard	1,0388	0,0942	0,5028
Schwefelwasserstoffgas	Gay			
	Lüffac	1,1912	0,1080	0,5765
Schwefelsaures Gas	u. Theod. v. Sauffüre	2,1204	0,1923	1,0262
Delmachendes Gas	Theodor v. Sauffüre	0,97804	0,8871	0,4734
Fluß: boraxsaures Gas	John Davy	2,3709	0,2150	1,1475
		3,5737	0,3241	1,7296
Fluß: kieselerdehaltiges Gas				
Chlorine: Kohlenstoffgas *	Ebend.	3,3888	0,3074	1,6402
Euchlorin: Gas *		2,3782	0,2157	1,1510
Jodine: Wasserstoffgas	Gay Lüffac	4,443	0,4029	2,1504

5. Ein genaues Wiegen der Gasarten erfordert sehr feine Werkzeuge und einen geübten Experimentator. Die Chemisten messen demnach gewöhnlich den Rauminfang derselben, und bestimmen aus dem specifischen Gewichte das Gewicht. Den Rauminfang mißt man vermittelst Zylinder, die in Zolle und Unterabtheilungen desselben getheilt sind.

6. Bei der Bestimmung des Gewichtes der Gasarten

aus ihrem Umfange müssen mehrere Umstände berücksichtigt werden, besonders die Temperatur und der Druck. Da elastische Flüssigkeiten sehr ausdehnbar sind, so kann durch eine geringfügige Aenderung der Temperatur eine beträchtliche Aenderung ihres specifischen Gewichtes bewirkt werden.

Man nehme an, daß für die Temperatur von $54,5^{\circ}$ Fahr. gleich 10° Reaumur als Normal-Temperatur das specifische Gewicht der Gasarten bestimmt worden sey, so wird, so wie die Temperatur von dieser verschieden ist, die nöthige Correktion gemacht werden müssen. Man kann vorzüglich innerhalb der Temperaturen, für welche die Berichtigungen zu machen sind, als der Wahrheit sich vollkommen nähernd, annehmen, daß luftförmige Flüssigkeiten für jeden Grad von Fahrenheits Skale $\frac{1}{470}$ ihres Volumens ausgedehnt werden. Man theilt demnach den beobachteten Raumumfang des Gas mit 470, und vervielfältigt den Quotienten mit der Anzahl von Graden, um welche die Temperatur des Gas die Normal-Temperatur übertrifft, oder sich unter ihr befindet. Im ersten Falle wird das Produkt der Multiplikation dem beobachteten Volumen zugefetzt; in dem anderen davon abgezogen.

Die andere Correktion, welche gemacht werden muß, betrifft Veränderungen des Druckes, entweder der Atmosphäre oder die dadurch entstehen, daß das Gefäß, in welchem das Gas enthalten ist, in irgend eine Flüssigkeit mehr oder weniger tief eingesenkt wurde. Man bestimmt das Gewicht für einen mittleren Barometerstand von 28 pariser Zoll; ist jedoch der Druck der Atmosphäre von dem hier angegebenen verschieden, so müssen die nöthigen Berichtigungen gemacht werden, um das Volumen des Gas auf jene

Bestimmung zurückzuführen. Das Volumen aller elastischen Flüssigkeiten steht mit dem auf ihnen lastenden Druck im umgekehrten Verhältnisse. Wie sich demnach der mittlere Barometerstand zu dem beobachteten verhält, so verhält sich das beobachtete Volumen des Gas zu dem Volumen desselben bei dem mittleren Barometerstande. Es sey das Volumen einer Gasart bei der Normal-Temperatur von $54,5^{\circ}$ Fabr. und einem Barometerstande von 28,5 Zoll, gleich 100 Kubikzoll, es frägt sich, wie groß wied sein Raumumfang bei dem mittleren Barometerstande von 28 Zoll seyn? Man setze die Proportion an; $28,5 : 28 = x : 100$, mithin $x = \frac{28,5 \times 100}{28}$ nahe = 101,785, oder das Gas, welches bei einem Barometerstande von 28,5 Zoll einen Raum von 100 Kubikzoll einnimmt, würde bei einem Barometerstande von 28 Zoll einen Raum von 101,785 Kubikzoll einnehmen. Um das gesuchte Resultat zu finden, vervielfältigt man das beobachtete Volumen des Gas mit dem Barometerstande zur Zeit des Versuches, und theilt das Produkt mit dem mittleren Barometerstande, so wird der Quotient den Raumumfang des Gas für den beobachteten Barometerstand geben.

Eine zweite Berichtigung, die gemacht werden muß, betrifft den Druck, welchen die das Gefäß sperrende Flüssigkeit aufert. Steht der Zylinder, in welchem das Gas enthalten ist, auf dem Brett der pneumatischen Wanne, und steht die Säule der Flüssigkeit in und außerhalb des Gefäßes gleich hoch, oder fällt die obere Fläche beider in dieselbe Horizontal-Ebene, so leuchtet ein, daß der Druck beider gleich, und von dem atmosphärischen Druck nicht verschieden seyn werde. Steht hingegen die äußere Säule der Flüssig-

keit höher als die innere, so wird das Gas nicht allein von dem Druck der Atmosphäre, sondern auch von dem Ueberschuß der Höhe der äußeren Säule der Flüssigkeit über die innere zusammengedrückt. Wäre hingegen der Zylinder nur bis auf $\frac{1}{2}$ eines Raumes mit Gas, das übrige Viertel aber mit Wasser oder Quecksilber angefüllt, so ist es einleuchtend, daß diese Säule Flüssigkeit dem atmosphärischen Druck entgegenwirkt, und daß der wirkliche Druck, dem das eingeschlossene Gas ausgesetzt ist, gleich ist dem Druck der Atmosphäre, weniger dem Gewichte der Säule Flüssigkeit in dem Zylinder. Diese Umstände müssen nothwendig berücksichtigt werden. Das Bequemste ist, die innere und äußere Säule auf gleiche Höhe zu bringen und so den gegenseitigen Druck aufzuheben; dieses ist jedoch nicht in allen Fällen thunlich.

Durch nachstehendes Verfahren lassen sich diese Verichtigungen machen, und das bei dem Versuche sich ergebende Volumen auf das Volumen für einen bestimmten Druck zurückführen. Ist die Flüssigkeit Quecksilber, so messe man die Höhe desselben innerhalb des Zylinders, und ziehe diese von dem beobachteten Barometerstande ab. Gesezt die Höhe der Quecksilbersäule wäre sechs Zoll, der Barometerstand 29 Zoll, dieses giebt 23 Zoll für den wirklichen Druck, dem das Gas im Zylinder ausgesetzt ist. Jetzt messe man den Rauminhalt des Gases, der 100 Kubikzoll betragen mag, x drücke den unbekanntem Raumumfang des Gases aus. Man wird nun folgende Proportion haben: 23 : 29 = x : 100 und $x = \frac{100 \times 23}{29} = 79,31$ Kubikzoll für einen Barometerstand von 29 Zoll. Das einfache Verfahren ist demnach folgendes: man zieht die Höhe der Queck-

silber säule im Zylinder von dem Barometerstande ab, vers vielfältigt diese Differenz mit dem Volumen des Gas, theilt das Produkt durch den wirklichen Barometerstand, so giebt der Quotient den Rauminhalt des Gases für den bestimmten Druck an. Bedient man sich zum Theilen des mittleren Barometerstandes von 28 Zoll, so wird der Quotient den Rauminhalt des Gases für den mittleren Barometerstand angeben.

Wäre Wasser diejenige Flüssigkeit, welche den Raum in dem Zylinder einnimmt, so läßt sich die Correktion aus seinem specifischen Gewichte, verglichen mit dem des Quecksilbers, finden; indem ersteres sich zu letzterem wie 1 zu 13,5 verhält. Die Höhe einer Wasser säule von 13,5 Zoll wird den Rauminhalt des Gases um eben so viel verengen, als eine Quecksilber säule von einem Zoll Höhe; oder ein Zoll Wasser äußert einen Druck, der gleich dem Druck von 0,0737 Zoll Quecksilber ist.

Stünde die äußere Säule der Flüssigkeit höher als die innere, so wird die Rechnung auf eben die Art geführt, nur mit dem Unterschiede, daß die Differenz zwischen der Höhe der äußeren und inneren Säule in diesem Falle zu dem Barometerstande zugezählt wird, statt daß sie im vorhergehenden Falle abgezogen wurde.

Nachstehende Tabelle dient dazu, mit der größten Leichtigkeit die beobachteten Höhen der Wasser säule, die in Zollen und Zehnthellen von Zollen ausgedrückt sind, in entsprechende Höhen Quecksilber zu verwandeln.

Wasserszolle.	Quecksilberzolle.	Wasserszolle.	Quecksilberzolle.
0.1	0,00737	4	0,29480
0.2	0,01474	5	0,36851
0.3	0,02211	6	0,44221
0.4	0,02948	7	0,51591
0.5	0,03685	8	0,58961
0.6	0,04422	9	0,66332
0.7	0,05159	10	0,73702
0.8	0,05896	11	0,81072
0.9	0,06633	12	0,88442
1	0,07370	13	0,95812
2	0,14740	14	1,04182
3	0,22110	15	1,11525

7. Diejenigen Gasarten, welche keine chemische Verbindung mit einander eingehen, durch welche ein neues von jedem der einzelnen Bestandtheile verschiedenes Produkt gebildet wird (welches letztere z. B. mit dem salzsauren Gas und gasförmigen Ammonium der Fall ist, die, wenn sie in Berührung gebracht werden, salzsaures Ammonium bilden), verbreiten sich, wenn sie in dasselbe Gefäß gebracht werden, gleichförmig durch den ganzen Raum, so daß das Gemenge durchgängig gleiche Dichte hat. Jeder Theil des Gemenges enthält genau dieselbe verhältnismäßige Menge jeder der beiden Gasarten. Haben die Gasarten sich einmal auf die angegebene Art gleichförmig durch das Gefäß verbreitet, so bemerkt man ferner keine Störung der Gleichförmigkeit des Gemenges, wenn auch ein bedeutender Unterschied im specifischen Gewichte der gemengten Gasarten stattfindet. Das schwerere Gas senkt sich nicht auf den Boden des Gefäßes, das leichtere nimmt nicht die obere Stelle ein.

Priestley bemerkte diese Erscheinung zuerst (Priestley, on Air, Vol. II. p. 441.); Dalton erweiterte die Versuche,

Versuche, und zeigte, daß wenn die Gasarten bloß in Berührung gebracht werden, und man die leichteste an die obere, die schwerste an die untere Stelle versetzt, sie sich von selbst, ohne alles Schütteln oder anderweitige Beihülfe, mengen. (Philos. Magaz. XXIV. 8.) Berthollet hat durch seine Versuche dieses vollkommen bestätigt.

Mengt man mehrere Gasarten mit einander, so wird ihr Rauminfang nicht merklich verändert. Mengt man zwei Gasarten mit einander, von jeder zwei Kubikzoll, so wird der Rauminhalt des Gemenges vier Kubikzoll betragen.

Das specifische Gewicht des Gemenges ist genau das arithmetische Mittel zwischen den beiden Gasarten, vorausgesetzt, daß das Verhältniß, in dem sie gemengt wurden, berücksichtigt wird.

8. Man hat diese Erscheinung auf zwei verschiedene Arten zu erklären gesucht. Nach der einen Erklärungsart besitzen alle Gasarten eine chemische Anziehung gegen einander, es erfolgt eine wahre Mischung, und sie bleiben in Folge derselben gemischt oder vereinigt. Die Intensität dieser chemischen Anziehung ist freilich nur gering; es wird mithin durch dieselbe keine merkliche Veränderung in dem Rauminfange oder dem specifischen Gewichte der Mischung hervorgebracht. Aus diesem Grunde nennt Berthollet diese Verbindung eine Auflösung* (Berthollet's Versuch einer chemischen Statik. Aus dem Französischen übersetzt von Baroldy, mit Erläuterungen von Fischer. W. I. S. 509 ff.)

(*) Man wird hier an eine Aeußerung Berthollet's erinnern, die er bei einer andern Gelegenheit macht (s. Gilbert's Ann. I.

Herr Dalton nimmt an, daß verschiedene ausdehn-
samen Flüssigkeiten, die sich in demselben Gefäße befinden,
in Hinsicht ihrer Tension völlig unabhängig von einander
sind, und daß nur die Theile einer und derselben ausdehn-
samen Flüssigkeit gegen einander Elasticität äußern; keines-
weges aber die Theile verschiedener ausdehnbarer Flüssigkei-
ten. Hieraus folgt, daß eine, einen Raum bereits erfül-
lende Gasart für eine andere so gut als nicht vorhanden
ist, mithin der von jener erfüllte Raum als ein leerer Raum
betrachtet werden kann. Diese gleichförmige Verbreitung
sey demnach eine nothwendige, in dem Wesen der ausdehn-
samen Flüssigkeiten gegründete Eigenschaft. (Man sehe Man-
chester Memoirs T. V. p. 543, und Gilbert's Annals
Vol. XII. S. 385 ff. D. XIII. S. 438 ff.)

Erwägt man, daß alle übrige Fälle, in denen eine che-
mische Verbindung stattfindet, mit einer Veränderung der
Dichte der Zusammensetzung vergesellschaftet sind, daß hinge-
gen im gegenwärtigen Falle keine solche Veränderung statt-
findet; daß mehrere Gasarten, die sich auf die angegebene
Art, ohne daß eine Veränderung ihrer Dichte bemerkbar sey,
verbinden, in eine weit künftige Bereinigung treten kön-
nen, mit der sie eine neue mit verschiedenen Eigenschaften
auszeichnen. (Man sehe Gilbert's Annals Vol. XX. S. 167).
Wäre indeß auch diese Erklärung nicht
genügend, (sagt Berthollet), so würde das noch kein Grund
seyn, hier die Verwandtschaft als wirkende Kraft zu verwerfen, da
andere Wirkungen davon zeugen; eine Bemerkung, welche auf
mehrere Fälle paßt, wo das Zusammenfallen der physischen
und chemischen Erscheinungen machen kann, daß man die Wirkung
der Verwandtschaft verkannte, wenn man von den Ursachen eines
Phänomens urtheilt, ohne auf die Analogien zu sehen, durch die
es mit anderen Phänomenen verknüpft ist.

begabte Substanz bilden (z. B. Sauerstoff und Wasserstoffgas, Wasser, Sauerstoff und Stickgas, Salpetersäure), so wird man sehr geneigt, die Richtigkeit von Dalton's Hypothese anzuerkennen. Außer den Einwürfen, die Berthollet gegen Dalton's Hypothese gemacht hat, sehe man die Bemerkungen von Gough (Gilbert's Annalen B. XXI. S. 401 ff.) so wie die von Tralles (a. a. O. B. XXVII. S. 400 ff.), dagegen.

9. Der Wasserdunst und wahrscheinlich alle Dünste mengen sich mit den Gasarten, ganz so wie die Gasarten mit einander. Dalton hat hierüber zahlreiche Versuche angestellt, aus denen er nachstehendes allgemeine Resultat zog.

Es drücke ι den Raum aus, den irgend ein Gas, das frei von aller Feuchtigkeit ist, bei einer bestimmten Temperatur einnimmt; p sey der Druck in Zollen Quecksilber ausgedrückt, dem dasselbe ausgesetzt ist; f die Spannung des Dunstes irgend einer Flüssigkeit bei dieser Temperatur im leeren Raume. Bringt man nun die tropfbare Flüssigkeit mit der Luft in Berührung, so erfolgt eine Ausdehnung, und der von der Luft eingenommene Raum ist gleich $\iota +$

$$\frac{f}{p-f} = \frac{p}{p-f}.$$

Gesetzt die Temperatur sey 180° ,

$p = 30$ Zoll, und die Flüssigkeit Wasser, so ist $f = 15$ Zoll. mithin $\frac{p}{p-f} = \frac{30}{30-15} = 2$. Es wird

demnach der Raummfang der Luft in diesem Falle verdoppelt seyn. (Manchester Memoirs Vol. V. p. 572.)

Man ersieht hieraus, daß wenn Dunst und Gas gemengt worden, die Elasticität des Gemenges der Summe der Elasticität gleich sey, welche die beiden Bestandtheile haben würden, wosfern jeder derselben den Raum des Gan-

zen einnahme, und daß der Raummumfang des Gemenges gleich sey den Raummumfangen der beiden Bestandtheile, vore ausgefetzt, daß jeder einzelne demselben Druck, welchen ihre Verbindung nach erfolgtem Gemenge erfährt, ausgefetzt wäre. Dieses ereignet sich aber genau bei dem Mengen zweier Gasarten.

Man hat verschiedene Hypothesen zur Erklärung dieser Erscheinung aufgestellt.

Nach der einen verbindet sich das Gas chemisch mit der tropfbaren Flüssigkeit, und löst diese auf, nicht etwa im Zustande einer ausdehnbaren, sondern tropfbaren Flüssigkeit. Dieses stimmt jedoch gar nicht mit den von Dalton bemerkten Erscheinungen.

Nach der zweiten, löst das Gas den Dunst genau so auf, wie ein Gas das andere, oder der Dunst befindet sich in einem gasförmigen Zustande und bildet mit dem Gas eben eine so unvollkommene chemische Verbindung, wie Gasarten, die mit einander gemengt wurden. Diese Meinung ist seit den hygrometrischen Versuchen von Saussüre und De Luc von den meisten Naturforschern angenommen worden.

Die dritte Hypothese ist von Dalton und stimmt genau mit der überein, welche in Hinsicht der Gasarten (man sehe Seite 193) von ihm angenommen wurde. Nach ihm sind die kleinsten Theilchen der Gasarten und Dünste in Rücksicht gegen einander völlig unelastisch. Mengt man sie, so hebt die Elasticität des Dunstes einen Theil von dem Druck auf, dem das Gas ausgefetzt war. Das Gas dehnt sich mithin in Folge des dadurch bewirkten Ueberschusses von Elasticität aus, bis seine Elasticität, verbunden mit der des Dunstes, genau diesem Druck das Gleichgewicht hält. Beide

Flüssigkeiten sind gemengt, wirken aber nicht auf einander. Jede trägt einen Theil des Druckes. Würde irgend eine derselben vernichtet, und müßte nun die andere nur den Theil des Druckes tragen, der auf ihren Antheil kommt, so würde der Raummumfang unverändert derselbe bleiben.

Die letzte dieser Hypothesen erklärt die Erscheinungen ungemein gut. Man ersieht aus derselben, wie alles übrige gleich gesetzt, die Menge des Dunstes stets mit dem Raummumfang des Gas im Verhältnisse steht, warum alle Gasarten dasselbe Verhältniß davon enthalten, und warum der Raummumfang des Gemenges der Summe der Raummumfänge beider Bestandtheile vor der Mischung gleich ist.

Dalton wendet seine Hypothese zur Erklärung mehrerer von Priestley beobachteten Erscheinungen an. Leshotter fand, daß wenn feuchte, irdene Retorten erhitzt werden, der Wasserdunst nach außen durch die Poren des Gefäßes bringe, während zu gleicher Zeit die äußere Luft durch dieselben Poren nach innen strömt, und in bedeutender Menge gesammelt werden kann. (Priestley on Air, Vol. II. p. 407.) Er erweiterte in der Folge seine Versuche und wählte verschiedene Gasarten. Er fand, daß wenn irdene Retorten mit einer Art von Gas angefüllt und mit einer anderen Gasart umgeben werden, bei Anwendung von Wärme ein Theil des Gas durch die Poren der Retorte entweiche, während eine gleiche Menge des die Retorte umgebenden Gas durch dieselbe Poren eindringt. (American Philos. Transact. V. 14.) Dasselbe findet statt bei Blasen ohne Anwendung von Wärme. Wird eine Blase mit Wasserstoffgas angefüllt und in der Luft aufgehängt, so erhält das Gas bald die Eigenschaft zu detoniren, in Folge der äußeren Luft, mit der es sich gemengt hat.

Diese Erscheinungen erklärt Dalton aus seiner Hypothese auf eine sehr genügende Art. Die Wärme vergrößert die Poren, welche eine Gemeinschaft zwischen der Luft außerhalb des Gefäßes und dem Dunste oder Gas innerhalb desselben gestatten. Beide mengen sich vermittelst dieser Poren eben so, wie sie sich mengen würden, wenn man sie durch zwei mit einander in Verbindung stehende Gefäße in Verührung gebracht hätte. (Philos. Mag. XXIV. III.)

Fünfter Abschnitt.

Ueber die Menge des Wärmestoffes in den Körpern.

Nachdem in dem zweiten Abschnitte gezeigt worden, daß der Wärmestoff sich durch alle Körper bewegen kann, und in dem dritten, daß er sich nach und nach durch alle benachbarten Körper auf eine solche Art verbreitet, daß sie dieselbe Temperatur annehmen, so ist der nächste Punkt, welcher sich der Untersuchung darbietet: die Menge des Wärmestoffes in den Körpern.

Kann man aus einer gleichen Temperatur der Körper auf dieselbe Menge Wärmestoff in ihnen schließen? Wird dieselbe Menge desselben erfordert, um in allen Körpern dieselbe Veränderung der Temperatur hervorzubringen? Welchen Punkt würde ein Thermometer zeigen, wenn es in einen Körper getaucht würde, dem alle Wärme gänzlich entzogen worden? Diese Fragen werden sich nur dann mit einigem glücklichen Erfolge beantworten lassen, wenn wir die Wirkungen kennen, welche der Wärmestoff auf die Körper hervorbringt; denn nur durch diese Wirkungen allein wird die Menge des Wärmestoffes in den Körpern gemessen.

Dieses machte es nothwendig, im vierten Abschnitte diese Wirkungen zu untersuchen. Die erlangten Wärmekennnisse sollen nun angewandt werden, um die Untersuchung über die Menge des in den Körpern enthaltenen Wärmestoffes zu unternehmen.

Diese Untersuchung zerfällt natürlich in drei Theile. 1) In die Untersuchung der relativen Menge Wärmestoff in den Körpern, oder der Menge in jedem, welche erfordert wird, eine bestimmte Veränderung der Temperatur zu bewirken; 2) der absoluten Menge Wärmestoff, welche in den Körpern vorhanden ist; 3) der Erscheinungen der Kälte oder der Abwesenheit des Wärmestoffes. Diese drei Punkte sollen in der angegebenen Ordnung untersucht werden.

I. Von dem specifischen Wärmestoffe der Körper.

1. Mischt man gleiche Gewichte Wasser und Wallrathöl von verschiedenen Temperaturen zusammen und schüttelt sie, so ist die Erwartung natürlich, daß die Mischung die mittlere Temperatur annehmen werde. Man nehme z. B. an, die Temperatur des Wassers sey 100° und die des Oeles 50° , so läßt sich vernünftiger Weise erwarten, daß das Wasser um 25° erkaltet, und die Temperatur der Mischung auf 75° gebracht werde. Stellt man den Versuch aber wirklich an, so ist das Resultat weit entfernt, dieser scheinbar vernunftgemäßen Erwartung zu entsprechen; denn die Temperatur ist nach der Vermischung $83\frac{1}{2}^{\circ}$; folglich hat das Wasser nun $16\frac{1}{2}^{\circ}$ verloren, während das Del $33\frac{1}{2}^{\circ}$ gewonnen hat.

Mischt man auf der andern Seite gleiche Gewichte Wasser von 50° und Wallrathöl von 100° ; so wird die

Temperatur nach dem Schütteln nur $66\frac{1}{2}^{\circ}$ seyn, so daß das Oel $33\frac{1}{2}$ Grad Wärme verlor; das Wasser hingegen nur $16\frac{1}{2}^{\circ}$ gewonnen hat. Dieser Versuch zeigt, daß keineswegs dieselbe Menge Wärmestoff erfordert werde, um die Temperatur des Ballrathöles und die des Wassers um eine gleiche Anzahl von Graden zu erhöhen. Die Menge Wärmestoff, welche eine Temperaturerhöhung von $10\frac{1}{2}$ Grad bei dem Ballrathöle bewirkt, erhöht die Temperatur des Wassers nur um $6\frac{1}{2}$; folglich wird die Menge Wärmestoff, welche die Temperatur des Wassers 1° erhöht, die des gleichen Gewichtes Ballrathöles um 2° erhöhen.

Werden andere Substanzen auf dieselbe Art untersucht, so wird man finden, daß sie sich von einander durch die Menge Wärmestoff unterscheiden, die erfordert wird, jede derselben bis auf eine gegebene Temperatur zu erheben; indem einige davon eine größere Menge desselben erfordern, als ein gleiches Gewicht Wasser, andere weniger; allein jeder erfordert eine seiner Natur nach eigenthümliche Menge. Man nennt die Menge Wärmestoff, welche erfordert wird, um einen Körper bis zu einer gewissen Temperatur zu erheben (um einen Grad z. B.), den specifischen Wärmestoff des Körpers. Wir kennen zwar nicht die absolute Menge Wärmestoff, welche erfordert wird, um einen gewissen Grad von Hitze in irgend einem Körper hervorzubringen; wird aber die unbekante Menge Wärmestoff, welche erfordert wird, die Temperatur irgend eines Körpers, z. B. des Wassers, um einen Grad zu erhöhen = 1 gesetzt, so läßt sich auf dem Erfahrungswege bestimmen, wieviel Wärmestoff, mehr oder weniger, bei anderen Körpern erfordert werde, um bei ihnen eine gleiche Temperaturerhöhung zu bewirken. Finden wir nun durch Versuche, daß dieselbe Menge

Wärmestoff, welche das Wasser um 1° erwärmt, dieselbe Menge Balltrahöl um 2° erhitzt, so folgt, daß der specifische Wärmestoff des Wassers zweimal größer sey, als der jenes Oeles. Wird demnach der specifische Wärmestoff des Wassers = 1 gesetzt, so muß der des Balltrahöls gleich 0,5 seyn. Auf diese Art läßt sich der specifische Wärmestoff aller Körper finden.

Boerhave war der erste, der sich mit Untersuchung dieses wichtigen Gegenstandes beschäftigte. Die Erfahrung, daß dichte Körper einem anderen, der eine höhere Temperatur hat, die Wärme rascher entziehen, als weniger dichte, brachte ihn auf den Gedanken, daß dieses vielleicht darin seinen Grund haben könne, daß die dichtere Masse eine Anlage habe, dieses Vermögen in einem höheren Grade zu äußern. Um dieses auszumitteln, stellte Fahrenheit auf sein Ersuchen nachstehende Versuche an. Er mischte gleiche Mengen derselben Flüssigkeit als Wasser, Oel von verschiedenen Temperaturen. Die Mischung nahm bald eine gleichförmige Temperatur an, und diese war das arithmetische Mittel beider Temperaturen oder, wie Boerhave es ausdrückt, der halbe Ueberschuß der heißeren über die kälteren; (qui est dimidium excessus calidioris supra minus calidam portionem) das heißt: wurde 1 Pfund Wasser von 212° mit 1 Pfunde, von 32° vermischt, so war die resultirende Temperatur 122° . Die Differenz der Temperaturen beider Antheile beträgt $212^{\circ} - 32^{\circ} = 180^{\circ}$, nimmt man nun die Hälfte hievon von der heißeren Temperatur ab, und legt sie der kälteren zu, so wird diese um 90° erhöht, jene um eben so viel erniedrigt. Hier wurde demnach die Vertheilung durch die Menge der Materie regulirt. — Wurden hingegen gleiche Mengen verschiedener Flüssigkeiten,

z. B. Wasser und Quecksilber) von verschiedenen Temperaturen angewandt, so war das Ergebniß verschieden. War das Wasser heißer als das Quecksilber und würden gleiche Mengen, dem Raummumfange nach, gemengt, so war die Temperatur des Gemenges größer, als das arithmetische Mittel aus beiden Temperaturen. War auf der andern Seite das Quecksilber heißer als das Wasser, so war, unter Voraussetzung gleicher Raummumfänge, die resultirende Temperatur kleiner als das arithmetische Mittel. Wurden drei Theile Quecksilber dem Volumen nach mit zwei Theilen Wasser von verschiedenen Temperaturen gemengt; dann entsprach die sich ergebende Temperatur stets dem arithmetischen Mittel aus beiden ganz so, als wenn gleiche Mengen Wasser mit einander vermischt worden wären. (Man sehe: Boerhave, Elementa Chemiae Basileae. MDCCXIV. T. I. p. 269 sq.)

Aus diesen Versuchen, die man als die Grundlage dieser ganzen Lehre ansehen muß, folgerte Boerhave ganz richtig, daß der Wärmestoff in den Körpern sich nicht nach ihrer Dichte oder der Menge des in ihnen enthaltenen Stoffes vertheile. Wäre dieses, so müßte, da das Quecksilber dreizehnmal schwerer als Wasser ist, der Zusatz eines Raummumfanges Quecksilber von einer höheren Temperatur als das Wasser, mit dem es gemengt wird, eine Wirkung hervorzubringen, der gleich, die ein dreizehnmal so großes Volumen Wasser von dieser Temperatur bewirkte; während die Erfahrung zeigt, daß das Vermögen des Quecksilbers, die Temperatur des Wassers zu erhöhen, nicht einmal der gleich ist, die ein Volumen Wasser von gleicher Temperatur mit dem Quecksilber haben würde.

Boerhave zog jedoch eine Folgerung, die mit diesen

Versuchen unverträglich ist, nämlich daß der Wärmestoff sich in den Körpern ihrem Raummumfange nach vertheilt. Wäre dieses richtig, so müßte die bei dem Vermengen gleicher Volumen Wasser und Quecksilber von verschiedenen Temperaturen sich ergebende Temperatur das arithmetische Mittel aus jenen beiden seyn; und es wäre nicht nöthig gewesen, um dieses hervorzubringen, drei Volumen Quecksilber mit zwei Volumen Wasser zu mengen.

Dr. Black scheint der erste gewesen zu seyn, der die richtige Folgerung aus diesen Versuchen zog, daß die Weirgen Wärmestoff, die ungleichartige Körper von ungleichartigen Temperaturen enthalten, weder mit ihrem Gewichte noch Raummumfange im Verhältnisse stehen, sondern daß die Menge des in ihnen befindlichen Wärmestoffes durch die Intensität der Anziehung bestimmt werde, die sie gegen diese Thätigkeit äußern. Seine Versuche fallen in die Jahre 1760 bis 1765. (Black a. a. O. B. I. S. 102 ff. S. 364 ff.)

Dr. Irvine untersuchte nachmals diesen Gegenstand in den Jahren von 1765 bis 1770; und Dr. Crawford machte eine große Reihe von Versuchen hierüber in seiner Abhandlung über die Wärme bekannt. Diese drei Naturforscher bezeichneten diese Eigenschaft mit dem Ausdruck Kapazität der Körper für den Wärmestoff. Professor Wilcke zu Stockholm, dessen Aufmerksamkeit ebenfalls auf diese Untersuchungen gelenkt wurde, führte zuerst den Ausdruck specifischer Wärmestoff ein, der allgemein angenommen worden ist, indem der Ausdruck Kapazität für den Wärmestoff Zweideutigkeiten veranlaßt und Verwirrung in diesen Gegenstand gebracht hat*).

*) Der Ausdruck specifischer Wärmestoff ist in einer ver-

Die Versuche von Wilcke wurden zuerst in den Schriften der Akademie der Wissenschaften zu Stockholm im Jahre 1781 bekannt gemacht^{*)}. Die Art, wie sie angestellt wurden, war ungemein scharfsinnig, und durch sie wurde der specifische Wärmestoff mehrerer Metalle bestimmt. Das Metall, mit welchem der Versuch angestellt wurde, wurde zuerst genau gewogen (gewöhnlich wurde ein Pfund davon genommen), dann an einem Faden aufgehängt, in ein geräumiges zinnernes Gefäß, das mit kochendem Wasser angefüllt war, getaucht, und so lange in demselben gelassen, bis es eine gewisse Temperatur annahm, die vermittelst des Thermometers bestimmt wurde. In ein anderes kleines Gefäß aus Zinn wurde ein dem Gewichte des Metalles genau gleiches Quantum Wasser von 32° geschüttet. In dieses Gefäß wurde das Metall getaucht und so aufgehängt, daß es weder die Seiten noch den Boden desselben berührte. Der Grad der Wärme wurde dann in dem Augenblicke, da das Metall und Wasser dieselbe Temperatur erreicht hatten, mit einem sehr genauen Thermometer gemessen. Aus der Veränderung der Temperatur leitete Wilcke, durch eine sehr scharfsinnige Rechnung, den specifischen Wärmestoff des Metalles ab, wobei der des Wassers als Einheit angenommen wurde.

schiedenen Bedeutung von Seguin gebraucht worden. Er versteht darunter die gesammte Menge des Wärmestoffes, die in einem Körper enthalten ist.

^{*)} Wilcke nennt Klingensjerna als den, welcher zuerst die Lehre von der Verschiedenheit der Körper in Hinsicht des specifischen Wärmestoffes aufgestellt hat. Kongl. Vetenskaps Academiens nya handlingar. B. II. für das Jahr 1781 S. 49.

Der Zeit nach waren die Versuche von Crawford, dem wir einige der merkwürdigsten Thatsachen verdanken, die wir bis jetzt in Hinsicht des specifischen Wärmestoffes kennen, diesen die nächsten; auch standen sie ihnen in Hinsicht des Scharfsinnes der Vorrichtungen, um genaue Resultate zu erhalten, keinesweges nach. Er bediente sich des Verfahrens, daß er Körper von verschiedenen Temperaturen mit einander vermischte. Die Resultate wurden in seiner Abhandlung über die Wärme bekannt gemacht. In der ersten Ausgabe hatten sich manche Fehler in die Folgerungen eingeschlichen, die er aus seinen Versuchen zog, weil er die chemischen Veränderungen nicht berücksichtigte, die bei seinen Versuchen durch die Mischung mehrerer Gegenstände hervorgebracht wurden. Diese wurden durch seine folgenden Versuche verbessert, und die Berichtigungen in die zweite Ausgabe seiner Schrift aufgenommen. Das Verfahren, welches er befolgte, war genau dasselbe, welches zuerst Dr. Black angegeben hatte. Zwei Substanzen von verschiedener Temperatur wurden gleichförmig gemischt, und die Veränderung der Temperatur, die in jeder durch die Mischung hervorgebracht wurde, wurde als im umgekehrten Verhältnisse mit ihrem specifischen Wärmestoffe stehend, betrachtet.

Wird der specifische Wärmestoff des Wassers = 1 gesetzt, so war die Formel folgende. Es sey die Menge des Wassers (das gewöhnlich eine der vermischten Substanzen war) W, und seine Temperatur w. Die Menge des andern Körpers, dessen specifischer Wärmestoff ausgemittelt werden soll, sey B und seine Temperatur b. Die Temperatur nach der Mischung sey m. Der specifische Wärmestoff von B ist $\frac{W \times (m - w)}{B \times (b - m)}$; oder wenn das Wasser der hei-

tere der vermischten Körper ist; so ist der specifische Wärmestoff von $B = \frac{W \times (w + m)}{B \times (m - b)}$. Mit andern Worten: Man multiplicire das Gewicht des Wassers durch seine Veränderung der Temperatur. Man thue dasselbe mit der andern Substanz; dividire das erste Produkt durch das zweite; so wird der Quotient den specifischen Wärmestoff der andern Substanz geben, den des Wassers als Einheit angenommen. (Man sehe Blac a. a. D. B. I. S. 363.)

Mehrere Versuche über den specifischen Wärmestoff der Körper wurden mit vieler Genauigkeit von Lavoisier und Laplace angestellt.

Ihr Verfahren war ungemein einfach und scharfsinnig und wurde zuerst von Laplace angegeben. Sie bedienten sich dabei eines Werkzeuges, dem sie den Namen Calorimeter (Wärmemesser) gaben. Es bestehet aus drei zylindrischen Gefäßen, von denen das eine das andere einschließt, so daß dadurch drei Abtheilungen gebildet werden. Diese drei Räume sollen durch die Benennung: der innere, mittlere und äußere unterschieden werden. Der innere, in welchen die Körper, die den Gegenstand des Versuches ausmachen, gebracht werden, bestehet aus einem Netz von Eisendraht, das von mehreren eisernen Stangen getragen wird. Seine Oeffnung oder Mündung wird durch einen Deckel verschlossen, der aus denselben Materialien bestehet. Die mittlere Abtheilung ist mit Eis angefüllt. Das Eis ruhet auf einem Roste und unter diesem ist ein Sieb befindlich. Auch die äußere Abtheilung wird mit Eis angefüllt.

Das Eis würde bereits bemerkt, daß kein Wärmestoff durch Eis von 32° hindurchgehen kann. Er bringt zwar in dasselbe ein, verbleibt aber in demselben, und wird zum Schmelzen desselben verwandt. Die Menge des geschmolzenen Eises ist demnach das Maaß des Wärmestoffes, der in das Eis eingedrungen ist. Da die äußere und mittlere Abtheilung mit Eis gefüllt sind, so kann alles Wasser abfließen und die innere Höhlung auf 32° herabkommen. Man erhitzt nun denjenigen Körper, dessen specifischen Wärmestoff man bestimmen will, bis auf eine gewisse Temperatur, etwa auf 212° , und bringt ihn sogleich, in ein dünnes Gefäß eingeschlossen, in den innersten Raum. So wie er erkaltet, schmilzt er das Eis in dem mittleren Raume. Das dadurch gebildete Wasser fließt durch das Drahtnetz und Sieb ab, und fällt durch den konischen Trichter und die Röhre in ein unten aufgestelltes Gefäß, das zu seiner Aufnahme bestimmt ist. Der äußere Raum wird mit Eis angefüllt, um zu verhindern, daß die äußere Luft sich dem Eise in der mittleren Abtheilung nähere, und einen Theil desselben schmelze. Das dadurch erzeugte Wasser wird durch eine besondere Röhre abgeführt.

Die Temperatur der äußeren Luft muß bei Anstellung dieser Versuche nie unter 32° noch über 41° seyn. Im ersten Falle würde das Eis im mittleren Raume zu schnell erkaltet werden; im letzten geht ein Luftstrom durch den Apparat, und führt etwas Wärmestoff fort. Dadurch, daß verschiedene Substanzen von derselben Temperatur in den Apparat gebracht und die Menge von Eis bemerkt wurde, die jede derselben, indem sie bis auf 32° erkaltete, zum Schmelzen brachte, war es leicht, den specifischen Wärmestoff einer jeden auszumitteln. Schmolz demnach Wasser, indem

es von 212° bis auf 32° erkaltete, ein Pfund Eis und Wasserthöl unter denselben Umständen 0,5 Pfund; so war der specifische Wärmestoff des Wassers 1, und der des Oeles 0,5. Dieses scheint bei weitem die einfachste Art zu seyn, Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, und muß auch die genaueste seyn, wofern wir nur überzeugt seyn können, daß alles geschmolzene Eis sich in dem Behälter sammelt. Ein Versuch von Herrn Wedgwood macht dieses jedoch zweifelhaft. Er fand, daß das geschmolzene Eis keinesweges ganz abfloß, sondern wiederum fror und den Ausweg dem abfließenden Wasser versperrte. (Phil. Transact. Vol. LXXIV. p. 376.)

Herr Kirwan hat ebenfalls eine Tabelle über den specifischen Wärmestoff der Körper geliefert, die Magellan in seiner Abhandlung über die Wärme bekannt gemacht hat. Herr Mayer hat eine Reihe von Versuchen über den specifischen Wärmestoff der trockenen Hölzer angestellt, und Herr Leslie hat in seinem Werke über die Wärme die Resultate seiner Versuche über den Wärmestoff verschiedener Körper mitgetheilt.

Mayer stellte seine Versuche auf die Art an, daß er die Zeit des Abführens desselben Rauminhaltes verschiedener Körper bestimmte. Hieraus folgert er ihr Leitungsvermögen für die Wärme und stellt den Satz auf, daß der specifische Wärmestoff der Körper sich umgekehrt verhalte, wie das leitende Vermögen, vervielfältigt mit dem specifischen Gewichte des Körpers. Es seyen zwei Körper A und B, L sey das leitende Vermögen von A, C sein specifischer Wärmestoff und M sein specifisches Gewicht, I drücke das leitende Vermögen von B, c seinen specifischen Wärmestoff, m sein specifisches

cifisches Gewicht aus, dann ist $C : c = \frac{1}{LM} : \frac{1}{lm} = lm$
: LM.

Herr Leslie machte seine Beobachtungen ebenfalls auf die Art, daß er die Zeit bestimmte, die verschiedene Körper von gleichem Raummumfange brauchen, um unter denselben Umständen zu erkalten. Er vervollkommnete Mayers Verfahren dadurch, daß er die Körper, welche den Gegenstand der Versuche ausmachten, in eine Hülle einschloß, die für alle dieselbe war. Dadurch gelang es ihm, den Irrthum zu vermeiden, der aus einer Ungleichheit im strahlenden Vermögen der Oberflächen entstehen muß. Die Verhältniszahlen, welche er bei dem von ihm angewandten Verfahren erhielt, vervielfältigte er mit dem specifischen Gewichte der Körper, mit denen Versuche angestellt wurden. (Leslie on Heat. p. 240.)

Auch Dalton hat sich mit diesem wichtigen Gegenstande beschäftigt, und eine Tabelle über den specifischen Wärmestoff verschiedener Körper bekannt gemacht. Sein Verfahren ist dem, welches Leslie befolgt hat, ähnlich; und Dalton versichert, daß er sich überzeugt habe, dasselbe sey einer großen Genauigkeit fähig. Hat man sich jedoch aus dem Vorhergehenden überzeugt, daß auf das Erkalten der Körper noch andere Umstände, nämlich das strahlende und leitende Vermögen derselben, Einfluß haben, so wird man die Richtigkeit des Grundsatzes, von dem Leslie und Dalton ausgehen, nicht einräumen können. Der Irrthum, der durch die erste dieser Ursachen hervorgebracht wird, läßt sich durch die Art, wie die Versuche von diesen Naturforschern angestellt wurden, vermeiden, indem sie, wie bereits bemerkt wurde, dadurch, daß sie die Körper während

I. D

des Abkühlens in eine gläserne Kugel einschließen, ihnen dieselbe äußere Oberfläche geben. Der Einfluß der letztern dieser Ursachen läßt sich jedoch wohl schwerlich ganz vermeiden.

Merkwürdig sind die Ansichten, welche Dalton in Hinsicht des specifischen Wärmestoffes ausdehnbarer Flüssigkeiten giebt.

Nach ihm ist die Menge Wärmestoff, welche den kleinsten Theilchen aller elastischen Flüssigkeiten angehört, bei demselben Druck und derselben Temperatur dieselbe. Hieraus zieht er nachstehende Folgerungen:

a) Der specifische Wärmestoff gleicher Gewichte von irgend zwei elastischen Flüssigkeiten verhält sich umgekehrt wie die Gewichte ihrer Massentheilchen oder Atome.

b) Der specifische Wärmestoff gleicher Raumumfänge elastischer Flüssigkeiten steht im geraden Verhältnisse ihrer specifischen Gewichte und im umgekehrten der Gewichte ihrer Massentheilchen.

c) Diejenigen elastischen Flüssigkeiten, deren Atome am stärksten verdichtet sind, besitzen die stärkste Anziehung zum Wärmestoffe. Die stärkere Anziehung bewirkt eine größere Anhäufung von Wärmestoff in einem gegebenen Raume oder Volumen, vermehrt aber nicht die Menge des um einen einzelnen Atom angehäuften Wärmestoffes.

d) Vereinigen sich zwei elastische Atome durch chemische Anziehung, um einen elastischen Atom zu bilden, so entweicht die Hälfte ihres Wärmestoffes, vereinigen sich drei, so entweichen zwei Dritteltheile ihres Wärmestoffes u. s. w. Ueberhaupt wenn m elastische Theilchen durch chemische Verbindung auf n Theilchen reducirt werden, so verhält sich die Menge des entwichenen Wärmestoffes zu dem

zurückgebliebenen wie $m - n$ zu n . Man sehe Dalton's System der Naturwissenschaft u. s. w. Uebersetzt von F. Wolff. B. I. S. 177 ff.

Wären diese Ansichten von Dalton völlig ausgemachte Wahrheiten, so würde man aus der Menge von Theilchen, die in einem bestimmten Gewichte oder bestimmten Raume umfange der verschiedenen Gasarten enthalten sind, den specifischen Wärmestoff derselben berechnen können. Dieses hat Dalton auch wirklich gethan. Die von ihm durch diese theoretische Bestimmungen erhaltene Zahlen weichen so sehr von denen ab, die anderweitig auf dem Erfahrungswege gefunden worden, daß dieser Gegenstand noch sehr fernerer Prüfung bedarf.

Der Graf Rumford, welcher die Gesetze der Wärme mit besonderer Sorgfalt untersucht hat, hat ebenfalls einige Versuche über den specifischen Wärmestoff verschiedener Körper angestellt. Die von ihm erhaltenen Resultate unterscheiden sich aber sehr von denen der anderen Naturforscher, die ihre Aufmerksamkeit auf den Gegenstand gerichtet haben. Man sehe Gilbert's Annalen B. XLV. S. 306 ff.

In dem Jahre 1813 machten die Herren De Laroche und Berard eine Reihe von Versuchen über den specifischen Wärmestoff der gasförmigen Körper bekannt — ein Gegenstand, der die besondere Aufmerksamkeit von Crawford und ebenfalls von Lavoisier und Laplace auf sich gezogen hatte. Das Verfahren, welches die zuletzt genannten Naturforscher befolgten, erweckte jedoch kein besonderes Vertrauen in die Richtigkeit der erhaltenen Resultate. Das Verfahren von De Laroche und Berard, obgleich in der Ausführung etwas schwierig, scheint in Händen so geschickter Männer eines großen Grades der Genauigkeit

fähig zu seyn, um so mehr, da sie ihre Versuche mit besonderer Sorgfalt angestellt haben.

Nachstehende Tabelle giebt eine Uebersicht von dem specifischen Wärmestoffe der Körper, in wiefern derselbe bisher durch Versuche bestimmt worden.

I. Gasarten, in Beziehung auf die atmosphärische Luft.

	Gleiche Raum- umfänge.	Gleiche Ge- wichte.
Atmosphärische Luft.	1,0000	1,0000
Wasserstoffgas	0,9033	12,3401
Kohlensaures Gas	1,2583	0,8280
Sauerstoffgas	0,9765	0,8848
Stickgas	1,0000	1,0318
Drydirtes Stickgas	1,3503	0,8878
Delmachendes Gas	1,5530	1,5763
Gasförmiges Kohlenoxyd	1,0340	1,0805.

Gasarten, in Beziehung auf das Wasser.

	Gleiche Gewichte.
Wasser	1,0000
Atmosphärische Luft	0,2669
Wasserstoffgas	3,2936
Kohlensaures Gas	0,2210
Sauerstoffgas	0,2361
Stickgas	0,2754
Drydirtes Stickgas	0,2369
Delmachendes Gas	0,4207
Gasförmiges Kohlenoxyd	0,2884
Wasserdunst	0,8470

(Diese Bestimmungen sind sämmtlich von De Lavoche und Berard. Annales de Chimie. Vol. LXXXV. p. 72—224.)

II. Wasser.

	Specifischer Wärmestoff.
Eis	{ 0,9000 (a)
	{ 0,8000 (b)
Wasser	1,000
Wasserdunst	1,5500 (c)

III. Salzaufösungen.

Kohlenfaures Ammonium	{ 0,851 (a)
	{ 0,950 (d)
Schwefelhaltiges Ammonium, spec. Gewicht = 0,818	0,994 (a)
Schwefelsaure Zinkerde 1 }	0,844 (a)
Wasser 2 }	
Kochsalz	0,23 (d)
Kochsalz 1 }	0,832 (a)
Wasser 8 }	
do (1,197)	0,780 (d)
Salpeter 1 }	0,8167 (e)
Wasser 8 }	
Salpeter 1 }	0,646 (a)
Wasser 3 }	
Kohlenfaures Kali (1,30)	0,750 (d)
Salzaures Ammonium 1 }	0,789 (a)
Wasser 1,5 }	
Weinstein 1 }	0,734 (a)
Wasser 237,3 }	

		Speziſcher Wärmestoff.
Schwefelſaures Eiſen	1	} 0,765 (a)
Waffer	2,5	
Schwefelſaures Natrium	1	} 0,728 (a)
Waffer	2,9	
Alaun	1	} 0,649 (a)
Waffer	2,9	
Salpeterſäure	9 $\frac{1}{2}$	} 0,6189 (e)
Kalferde	1	
do	(1,40)	. . . . . 0,62 (d)
Auflöſung von braunem Zucker		. . . . . 0,086 (a)
do	(1,17)	. . . . . 0,77 (d)

IV. Säuren und Alkalien.

Effig		. . . . . 0,92 (d)	
Salpeterſäure	}	blaffe	0,844 (a)
		(1,20)	0,760 (d)
		(1,2989)	0,6613 (e)
			0,62 (f)
		(1,30)	0,66 (d)
Salzſäure	}	(1,355)	0,576 (a)
		(1,36)	0,63 (d)
		(1,122)	0,680 (a)
Schwefelſäure	}	(1,153)	0,60 (d)
		(1,885)	0,758 (a)
		(1,872)	0,429 (a)
			0,340 (f)
		(1,844)	0,35 (d)
	(1,87)	0,3345 (e)	
		0,333 (b)	

		Specifischer Wärmestoff.
Schwefelsäure	4, Wasser 5	0,6631 (e)
do	4, Wasser 3	0,6031 (e)
do	gleiche Raumumfänge	0,520 (d)
Effigsäure	(1,056)	0,66 (d)
Kali	(1,346)	0,759 (a)
Ammonium	. . . . . { (0,997)	0,708 (a)
	 { (0,948) . . . . .	1,03 (d)

V. Brennbare Körper.

Alkohol	. . . . . {	. . . . . 1,086 (a)
		. . . . . 0,930 (f)
		(0,817) 0,70 (d)
		. . . . . 0,6666 (c)
		. . . . . 0,64 (f)
		. . . . . 0,602 (c)
		(0,853) 0,58978 (g)
		(0,818) 0,54993 (g)
Schwefeläther	. . . . . {	(0,848) 0,76 (d)
		(0,76) 0,66 (d)
Baumöl	. . . . . {	(0,729) 0,54329 (g)
		. . . . . 0,718 (a)
Leinöl	. . . . . {	. . . . . 0,50 (f)
		. . . . . 0,43849 (g)
Walrathöl	. . . . . {	. . . . . 0,528 (a)
		. . . . . 0,45192 (g)
Terpenthinöl	. . . . . {	. . . . . 0,5000 (c)
		. . . . . 0,52 (d)
Terpenthinöl	. . . . . {	. . . . . 0,472 (a)
		. . . . . 0,400 (b)
		. . . . . 0,33856 (g)

	Specifischer Wärmestoff.
Naubtha	0,41519 (g)
Walfrath	0,399 (a)
do flüßig	0,320 (b)

VI. Thierische Flüssigkeiten.

Arterielles Blut	{ 1,0300 (c)
	{ 0,913 (h)
Vendfes Blut	{ 0,8328 (c)
	{ 0,903 (h)
Ruhmilch	{ 0,9999 (c)
	{ 0,98 (d)

VII. Thierische feste Körper.

Ochsenhäute mit Haaren	0,7870 (c)
Lungen eines Schafes	0,7690 (c)
Mageres Ochsenfleisch	0,7400 (c)

VIII. Pflanzenkörper.

Pinus sylvestris	0,65 (i)
Pinus Abies	0,60 (i)
Tilea europaea	0,62 (i)
Pinus picea	0,58 (i)
Pyrus Malus	0,57 (i)
Betula alnus	0,53 (i)
Baumwolle	0,53
Quercus Robur }	0,51 (i)
— sessilis }	
Fraxinus excelsior	0,51 (i)
Pyrus communis	0,50 (i)
Weiz	0,506 (c)

	Specifischer Wärmestoff.
Pferdeböhen	0,502 (c)
Sägefpäne von Fichtenholz	0,500 (c)
Erbsen	0,492 (c)
Fagus sylvatica	0,49 (i)
Carpinus Betulus	0,48 (i)
Betula alba	0,48 (i)
Weizen	0,477 (c)
Ulme	0,47 (i)
Quercus Robur pedunculata	0,45 (i)
Prunus domestica	0,44 (i)
Dyaspyrus Ebenum	0,43 (i)
Gerste	0,4210 (c)
Hafer	0,416 (c)
Steinkohle	{ 0,28 (d) 0,2777 (c)
Holzfohle	0,2631 (c)
Abgeschwefelte Steinkohlen	0,1923 (c)

IX. Erdige Körper, Steingut und Glas.

Kalkhydrat	0,40 (d)
Kreide	{ 0,27 (d)
	{ 0,2564 (c)
Gebrannter Kalk	{ 0,30 (d)
	{ 0,2229 (c)
	{ 0,2168 (e)
Afche von Steinkohlen	0,1855 (c)
Afche von Ulmenholz	0,1402 (c)
Agat (2,646)	0,195 (k)
Steingut	0,195 (a)
Kronglas	0,200 (b)

	Spezifischer Wärmestoff.
Kryftall	0,1929 (e)
Schwedisches Glas (2,386)	0,187 (k)
Flintglas	{ 0,19 (d)
	{ 0,174 (a)

X. Schwefel	{ 0,19 (d)
	{ 0,183 (a)

XI. Metalle.

Platin	0,13 (b)
	{ 0,143 (b)
Eifen	{ 0,13 (d)
	{ 0,125 (a)
	{ 0,1269 (c)
	{ (7,876) 0,126 (k)
Messing (8,356)	{ 0,1123 (c)
	{ 0,116 (k)
	{ 0,11 (d)
Kupfer (8,784)	{ 0,1111 (c)
	{ 0,114 (k)
	{ 0,11 (d)
Eifenblech	0,1099 (e)
Kanonennmetall	0,1100 (g)
Nickel	0,10 (d)
Zinn (7,154)	{ 0,0943 (c)
	{ 0,102 (k)
	{ 0,10 (d)
Silber (10,001)	{ 0,082 (k)
	{ 0,08 (d)

Specifischer Wärmestoff.

Zinn	{	0,068 (a)
		0,0704 (c)
		0,07 (d)
		0,060 (k)
Antimonium (6,107)	{	0,086 (a)
		0,0645 (c)
		0,063 (k)
		0,06 (d)
Gold (19,040)	{	0,050 (k)
		0,05 (d)
Blei (11,456)	{	0,050 (a)
		0,0352 (c)
		0,042 (k)
		0,04 (d)
Bismuth (9,861)	{	0,043 (k)
		0,04 (d)
Quecksilber	{	0,033 (a)
		0,0357 (c)
		0,0290 (e)
		0,0496 (d)

XII. Oxyde.

Eisenoxyd	0,320 (a)	
Eisenrost	0,2500 (c)	
do beinahe frei von Luft	0,1666 (a)	
Weißes Antimoniumoxyd, gewaschen	{	0,220 (a)
		0,2272 (c)
do fast frei von Luft	0,1666 (c)	
Kupferoxyd desgl.	0,2272 (c)	
Oxyde von Blei und Zinn	0,102 (a)	

	Spezifischer Wärmestoff.
Zinkoryd	0,1369 (c)
Zinnoryd, fast frei von Luft	{ 0,099 (c) 0,096 (a)
Gelbes Bleioryd besgl.	{ 0,068 (c) 0,068 (a)

a) Kirwan; b) Irvine, Essays p. 84 et 88; c) Crawford; d) Dalton. Ein neues System des chemischen Theiles der Naturwissenschaft, aus dem Engl. übersetzt von F. Wolff. B. I. S. 71 ff. e) Lavoisier und Laplace; f) Leslie; g) Graf Rumford; h) John Davy, Phil. Transact. 1814 p. 539; i) Meyer; k) Wille.

Man glaubte aus den bisherigen Versuchen über den spezifischen Wärmestoff sich zur Annahme folgender Resultate berechtigt.

1. Dr. Crawford stellte zahlreiche Versuche über den spezifischen Wärmestoff der Körper bei verschiedenen Temperaturen an, und er folgerte aus denselben: daß er in demselben Körper nahe beständig sey, während dieser in demselben Zustande beharrt. Seine Schlüsse gründeten sich auf zwei Voraussetzungen, von denen jede zweifelhaft und keinesweges hinreichend erwiesen ist: 1) daß das Quecksilbers Thermometer ein genaues Maaß der Wärme ist, was man jedoch nach dem, was Seite 130 gesagt wurde, schwerlich einräumen wird; 2) daß sich die Wärme nicht chemisch mit den Körpern verbindet. Aus diesen Voraussetzungen folgert er: daß der spezifische Wärmestoff des Wassers sich bei verschiedenen Temperaturen nicht verändert. Indem er nun Körper von verschiedenen Temperaturen mit Wasser vermischte, so bestimmte er die Beharrlichkeit ihres spezifischen Wärmestoffes. Man sehe Crawford's Versuche und

Beobachtungen über die Wärme der Thiere u. s. w. Aus dem Englischen übersezt von Dr. Lorenz Crell. Leipzig, 1789. S. 16 ff.

Da jedoch Crawford's Schlüsse sich keinesweges auf ganz erwiesene Voraussetzungen gründen, so sind sie nicht zulässig. Herr Dalton hat zu zeigen gesucht, daß der specifische Wärmestoff aller Körper mit der Temperatur zunimmt, allein auch diese Behauptung wird von ihm nicht erwiesen.

2. Man nahm es als ausgemacht an, daß, wenn ein Körper seinen Zustand verändert, sich sein specifischer Wärmestoff zu gleicher Zeit nach folgendem Gesetze verändere. Geht ein fester Körper in den Zustand eines tropfbarflüssigen, oder ein tropfbarflüssiger in den Zustand eines elastischflüssigen über; so nimmt der specifische Wärmestoff zu; wird eine elastische Flüssigkeit tropfbarflüssig, oder verwandelt sich eine tropfbare Flüssigkeit in einen festen Körper, so nimmt der specifische Wärmestoff ab. Dieser Satz wurde von Dr. Irvine zuerst aufgestellt, und von ihm mit vielem Scharfsinne zur Erklärung einer großen Menge merkwürdiger und wichtiger Erscheinungen angewandt. Die meisten Naturforscher schenkten ihm ungetheilten Beifall.

3. Der specifische Wärmestoff der Körper wird durch ihre Verbindung mit Sauerstoff vergrößert. So ist der specifische Wärmestoff der Metalloxyde größer, als der der Metalle, und der der Säuren größer, als der ihrer Grundlagen. Dieses wurde als Thatsache von Dr. Crawford aufgestellt, und machte den Grundstein seiner Theorie von der thierischen Wärme aus. Allein auch dieser Satz wird durch mehrere neue Erfahrungen wankend.

4. Der specifische Wärmestoff des Sauerstoffes wird

vermindert, wenn er in Verbindung mit brennbaren Körpern tritt. Dieses wurde ebenfalls von Cramford, jedoch auf eine noch weniger einleuchtende Art, behauptet.

Die neuesten Versuche, um den specifischen Wärmestoff der Körper zu bestimmen, verdanken wir den Herren Petit und Dulong. (Annales de Chimie et de Physique. T. X. p. 395—413.)

Das Verfahren dieser Naturforscher gründet sich auf die Gesetze des Erkaltens. Schon aus dem Vorhergehenden wird man sich überzeugt haben, daß unter der Geschwindigkeit, mit welcher verschiedene Körper, die sich in gleichen Umständen befinden, erkalten; Beziehungen stattfinden, mit Hilfe derer man das Verhältniß der Capacitäten aus der Zeit des Erkaltens ableiten könne. Mayer (man sehe Seite 208) machte bereits diese Anwendung auf die Bestimmung des specifischen Wärmestoffes, und überzeugte sich, daß die Capacitäten, welche auf diesem Wege gefunden wurden, sich wenig von denen entfernten, welche die Methode der Mischungen gab. Ihm folgten Lesclapart und Dalton, wenn aber gleich letztere den Einfluß, welchen das verschiedene strahlende Vermögen der Oberflächen auf den Erfolg hat, berücksichtigten; so bleibt immer noch die ungleiche Leistungsfähigkeit der Substanzen, die mit einander verglichen wurden, unbeachtet. Dieses ist jedoch bei den Versuchen der Herren Dulong und Petit geschehen.

Der Einfluß dieser Ursache ist um so geringer, je kleiner der Raumumfang des angewandten Körpers ist, und je langsamer die Verstreung des Wärmestoffes erfolgt. Die Vereinigung dieser beiden Bedingungen bietet jedoch die Schwierigkeit dar, daß, so wie man die Masse eines Körpers vermindert, man die Schnelligkeit vermehrt, mit welcher die Wärme verstreuet wird.

Durch folgende Mittel gelang es jedoch, die Versuche so zu leiten, daß die verschiedenen Grade der Leitungsfähigkeit derjenigen Substanzen, mit welchen Versuche angestellt wurden, keinen merklichen Einfluß auf das Maaf der Capacitäten hatten.

a. Die Beobachtungen wurden nicht eher angefangen, als bis die Temperatur des Körpers die der Umgebungen nur um wenige Grade übertraf. Auch wurden alle Versuche in einem Intervalle von 10° und 5° , um welche die Temperatur des Körpers höher als die des umgebenden Mittels war, gemacht. Es ist alsdann unumgänglich nöthig, mit der größten Genauigkeit die Temperaturen zu messen, weil, wenn ein auch nur geringer Irrthum bei ihrer Schätzung begangen wird, dadurch ungleich wichtigere in dem definitiven Resultate, das zu erhalten man sich vorgesetzt hat, veranlaßt werden können. Stellt man, wie es bei diesen Untersuchungen der Fall war, die Versuche mit allen Körpern bei denselben Temperaturen an, so vermeidet man die Unsicherheiten, welche die Theilung des Thermometers veranlassen kann. Beobachtet man ferner dieses Werkzeug mit einem hinreichend starken Vergrößerungsglase, so kann man überzeugt seyn, daß man nicht um $\frac{1}{100}$ eines Grades irren werde, das in Hinsicht des specifischen Wärmestoffes eine Unsicherheit, die völlig unbeachtet bleiben kann, hervorbringt.

Alle diese Vorichtsmaafregeln würden übrigens fruchtlos seyn, wenn die Temperatur des umgebenden Mittels nicht in allen Fällen und während der ganzen Dauer jedes Versuches streng dieselbe bliebe. Dieses wurde dadurch erreicht, daß man alle Körper, mit denen Versuche angestellt wurden, in einen Behälter mit dünnen, im Innern ge-

schwärzten Seitenwänden einschloß, und denselben von allen Seiten mit einer dichten Schichte thauenden Eises umgab.

b. Das so eben beschriebene Verfahren, wodurch die Schnelligkeit des Erkaltens vermindert wurde, ohne daß das durch der Genauigkeit der Messungen, welche unerlässlich ist, Eintrag geschah, wurde mit einem anderen verbunden, dessen Einfluß aus der Kenntniß der Gesetze von der Mittheilung der Wärme berechnet werden konnte. Es ergiebt sich aus diesen Gesetzen, daß die Schnelligkeit des Erkaltens eines Körpers, alles übrige gleichgesetzt, bedeutend vermindert werden kann, wenn seine Oberfläche ein nur schwaches Vermögen auszustrahlen besitzt, und er in eine sehr verdünnte Luft eingetaucht ist. Um dieses zu erreichen, wurden die festen Körper vor dem Versuche in ein sehr feines Pulver verwandelt. In diesem Zustande wurden sie in ein zylindrisches, aus dünnem Silber verfertigtes Gefäß von geringem Rauminhalte eingeschlossen und stark eingedrückt. In der Achse des Gefäßes befand sich der Behälter eines Thermometers, das dazu diente, den Gang des Erkaltens anzugeben. Das zylindrische Gefäß wurde hierauf in die Mitte des Behälters gestellt, und in diesem die Luft so stark verdünnt, daß sie nur eine Spannkraft von ungefähr einer Linie äußerte.

Durch Anwendung dieser Vorichtsmaaßregeln gelang es, das Erkalten sehr langsam zu machen, folglich dasselbe mit Genauigkeit bei sehr kleinen Massen zu beobachten. Um hievon einen Begriff zu geben, erwäge man, daß bei dem Messen der Kapacitäten der dichtesten Körper, wie z. B. des Goldes und Platins, deren Massen das Gewicht von 30 Granen nicht übertrafen, und bei denen das Erkalten am schnellsten erfolgte, die Dauer desselben wenigstens 15 Minuten betrug.

Wurden

Wurden die Erfolge, die diese Naturforscher bei Bestimmung des specifischen Wärmestoffes der am schlechtesten leitenden Substanzen erhielten, mit denen verglichen, welche durch das Verfahren der Mischungen und durch die Versuche mit dem Calorimeter erhalten wurden, so dient die merkwürdige Uebereinstimmung zum überzeugendsten Beweise von der Genauigkeit des befolgten Verfahrens.

Nachstehende Tabelle, in welcher der specifische Wärmestoff des Wassers, so wie das Gewicht eines Mässhentheilchen oder Atomen Sauerstoff als Einheit angenommen wurde, enthält den specifischen Wärmestoff mehrerer einfachen Körper. Es wurden übrigens nur solche Bestimmungen aufgenommen, über deren Richtigkeit nicht der mindeste Zweifel obwaltete.

Specifischer Wärmestoff.	Relatives Gewicht der Atome.	Produkte aus dem Gewichte jedes Atoms und der entsprechenden Capacität.	
Wismuth	0,0288	13,30	0,3830
Blei	0,0293	12,95	0,3794
Gold	0,0298	12,43	0,3704
Platin	0,0314	11,16	0,3740
Zinn	0,0514	7,35	0,3779
Silber	0,0557	6,75	0,3759
Zink	0,0927	4,03	0,3736
Tellur	0,0912	4,03	0,3675
Kupfer	0,0949	3,957	0,3755
Nickel	0,1035	3,69	0,3819
Eisen	0,1100	3,392	0,3731
Kobalt	0,1498	2,46	0,3685
Schwefel	0,1880	2,011	0,3780

L.

W

Mit Hülfe der Data, welche vorstehende Tabelle enthält, läßt sich leicht das Verhältniß berechnen, das unter den Capacitäten der Atome verschiedener Natur stattfindet. Will man aus dem specifischen Wärmestoffe, der auf dem Erfahrungswege gefunden wurde, zu dem specifischen Wärmestoffe der kleinsten Theilchen selbst gelangen, so erreicht man diesen Zweck, wenn man die Werthe, welche für ersten gefunden wurden, durch die Anzahl der Theilchen theilt, die ein gleiches Gewicht der verglichenen Substanzen enthält. Nun leuchtet es aber ein, daß die Zahl der kleinsten Theilchen für gleiche Gewichte der Materie im umgekehrten Verhältnisse der Dichte der Atomen stehen müsse. Man findet demnach das gesuchte Resultat, wenn man jede der auf dem Erfahrungswege gefundenen Capacitäten durch das Gewicht des correspondirenden Atomen vervielfältigt. Diese verschiedene Produkte wurden in der dritten Spalte vereinigt.

Sie führen zu dem Resultate:

daß die Atome aller einfachen Körper genau dieselbe Capacität für den Wärmestoff haben.

Die Zahlen in der dritten Spalte, welche die Capacitäten ausdrücken, weichen nämlich so wenig von einander ab, als es bei den unvermeidlichen Irrthümern, sowohl bei dem Messen der Capacitäten, als bei den chemischen Analysen, irgend möglich ist, um so mehr wenn man erwägt, daß der aus diesen Quellen hervorgehende Irrthum in gewissen Fällen in demselben Sinne seyn kann, mithin im endlichen Erfolge dadurch vervielfältigt hervortritt.

Das Gesetz, welches ausgesprochen wurde, scheint von dem Aggregat-Zustande der Körper unabhängig zu seyn, sobald man sie nur unter denselben Umständen betrachtet.

Zu diesem Schlusse scheinen wenigstens die Versuche der Herren Lavoche und Berard zu berechtigen. Die Zahlen, welche sie für das Sauerstoffgas und Stickgas angeben, stimmen sehr wohl mit dem aufgestellten Gesetze, indem die Abweichung süglich den bei dieser Art von Versuchen fast unvermeidlichen Irthümern zugeschrieben werden kann. Die Zahl, welche sie für das Wasserstoffgas angeben, ist etwas zu klein. Die Schnelligkeit, mit welcher dieses Gas, im Vergleich mit den übrigen Gasarten, sich mit der Temperatur der umgebenden Körper ins Gleichgewicht stellt, konnte nur zu leicht in Hinsicht der dieses Gas betreffenden Bestimmung eine Unrichtigkeit herbeiführen, welche jene Naturforscher nicht genugsam zu vermeiden suchten. Bringt man diese Ursache des Irthumes gehörig in Anschlag, so läßt sich der Unterschied erklären, ohne daß man nöthig hat, zu einer gezwungenen Voraussetzung seine Zuflucht zu nehmen.

Die Versuche, den specifischen Wärmestoff zusammengesetzter Körper zu bestimmen, sind nicht so weit vorgerückt, als daß die genannten Naturforscher auf eine bestimmte Art ihre Meinung aussprechen könnten. Sie begnügen sich vorläufig zu bemerken, daß die von ihnen erhaltenen Resultate sich zu dem Gesetze hinneigen: daß stets ein sehr einfaches Verhältniß unter den Kapacitäten der zusammengesetzten und elementaren Atome obwalte.

Eine andere sehr wichtige Folgerung, die sie aus ihren Untersuchungen ableiten, ist die: daß die mehr oder weniger großen Mengen Wärmestoff, die sich im Augenblicke der chemischen Verbindung entwickeln, in keinem Verhältnisse mit der Kapazität der Elemente stehen, und daß in den meisten Fällen dieser Verlust der Wärme von keiner Ver-

minderung in der Kapazität der dadurch gebildeten Zusammensetzungen begleitet ist. So bringt z. B. die Verbindung des Sauerstoffes mit dem Wasserstoffe oder des Schwefels mit dem Blei, welche mit einer so starken Entwicklung von Wärme vergesellschaftet ist, keine bedeutendere Veränderung in den Kapacitäten des Wassers und des Schwefels Bleies hervor, als die Verbindung des Sauerstoffes mit dem Kupfer, Blei, Silber oder des Schwefels mit dem Kohlenstoffe in den Kapacitäten der Dryde dieser Metalle oder des Schwefelkohlenstoffes bewirkt.

Es wird nicht uninteressant seyn, mit diesen Versuchen die früheren des Herrn Desprez (Annales de Chimie et de Physique. T. VI. p. 184—201) zu vergleichen. Derselbe geht ebenfalls bei der Bestimmung des specifischen Wärmestoffes von der Zeit aus, welche ein Körper in der atmosphärischen Luft braucht, um abzukühlen. Da diese Zeit in geradem Verhältnisse seiner Dichte und seines specifischen Wärmestoffes steht, so folgt, daß sich letzterer bestimmen lasse, wenn durch Beobachtung die beiden ersten gefunden wurden.

Die Dimensionen der kugelförmig gebildeten Körper wurden so klein gewählt, daß die Temperatur des Mittelpunktes sich von der der Oberfläche wenig unterschied; die anfängliche Temperatur der Körper übertraf die der umgebenden Luft in allen Versuchen um dieselbe Größe; der Zustand der Oberflächen war für alle Körper genau derselbe; der Mittelpunkt des Behälters der Thermometer fiel mit dem Mittelpunkte der Kugeln zusammen u. s. w.

Alle diese Bedingungen wurden von Herrn Desprez berücksichtigt. Er machte die Oberflächen der Metalle dadurch streng gleich, daß er sie mit Lagen Firniß so lange

überzog, bis eine neue Schichte Firniß, welche aufgetragen wurde, keinen bemerkbaren Unterschied in der Dauer des Erkaltens bewirkte. Diese Grenze nennt er das Minimum der Zeit, weil der Zusatz neuer Schichten das Erkalten verzögern würde, wie er sich wirklich durch Versuche überzeugete.

Vereinigt man die Resultate, welche verschiedene Versuche gaben, so läßt sich aus ihnen nachstehende Tabelle entwerfen.

Metalle	pollirt	Mit Firniß überzogen				Verhältnis.
		mit 1 Lagen	mit 2 Lagen	mit 3 Lagen	mit 4 Lagen	
Ehntiedeisen	9'56"	5'44"	5'40"	5'40"	1000 zu 570	
Stahl	10'17"	5'50"	5'48"	5'48"	1000 zu 564	
Eiseneisen	9'41"	5'55"	5'52"	5'52,6"	1000 zu 605	
Messing	8'41,5"	4'57,5"	4'49"	4'45,5"	1000 zu 561	
Zinn	7'59"	4'26"	4'24"	4'24,6"	1000 zu 559	
Zinn	4'37,5"	2'43,5"	2'37"	2'37"	1000 zu 566	
Wax	3'45"	2'23"	2'20"	2'20"	1000 zu 622	

In der ersten vorbrechten Spalte befinden sich die Namen der Metalle; in der zweiten ist die Zeit des Erkaltens bei polirter Oberfläche; in den vier folgenden die Zeit des Erkaltens, wenn die Oberfläche mit einer, zwei u. s. w. Lagen Firniß bestrichen worden; in der letzten die Verhältnisse der Zeit des Erkaltens der polirten Oberflächen zu der kürzesten Zeit des Erkaltens der mit Firniß bestrichenen Oberflächen angegeben.

Man ersieht aus dieser Tabelle, daß die Wirkung der ersten Schichte Firniß darin besteht, das Erkalten der polirten Kugeln auf die Hälfte der Dauer zurückzubringen; daß die zweite Lage noch eine Verminderung der Dauer um einige Sekunden bewirkt; daß die dritte in der Regel ohne Wirkung ist.

Jedes Metall, mit Ausnahme des Messings, wurde durch das Aufstreichen der zweiten Lage Firniß auf die kleinste mögliche Zeit des Erkaltens herabgebracht.

Es verdient bemerkt zu werden, daß das Verhältniß der Zeit des Erkaltens der polirten Metalle zu dem der mit Firniß bestrichenen für alle Metalle beinahe dasselbe ist.

Das Schmiedeeisen, der Stahl, das Gußeisen, welche dieselbe gefirnißte Oberfläche hatten, verloren eine gleiche Anzahl von Wärme in Zeiten, die sich wie 346, 348, 352 verhalten, wie man aus der dritten Spalte sieht. Das Eisen erkaltet demnach um so langsamer, je größer die Menge Kohlenstoff ist, mit der es verbunden ist.

Das nicht mit Firniß bestrichene Gußeisen (zweite Spalte) erkaltet ungleich rascher als das Schmiedeeisen und der Stahl, weil das Gußeisen keine so vollkommene Politur annahm, als die beiden anderen Metalle.

Die Kugeln aus Schmiedeeisen und Stahl waren ge-

schmiedet, die aus Gußeisen war aus einer vierspündigen Kanonenkugel gemacht worden. Die Kugeln aus Zink, Messing, Zinn und Blei waren gegossen worden. Das Gewicht einer jeden von diesen Kugeln stand mit der Dichte des Metalles, aus dem sie verfertigt worden, im Verhältnisse.

Nimmt man das arithmetische Mittel der Verhältnisse der letzten Spalte (mit Ausnahme des Bleies) so findet man 1000 zu 571 für dieses mittlere Verhältniß.

Die angeführten Versuche dienten Herrn Desprez dazu, die specifische Wärme und die äußere Leitungsfähigkeit jedes Metalles zu berechnen. Die Resultate, welche er erhielt, legt nachstehende Tabelle dar.

Metalle.	Zeit des Erkaltens		Kapazität aus dem Erkalten berechnet	Äußere Leitungsfähigkeit.	Unmittelbar gefundene Kapazität.
	polirt	gefirnigt			
Schmiedeeisen	100	175,2	100	100	100
Gußeisen	103,5	170,8	113,6	106,3	103,6
Stahl	102,3	187,4	102,1	98,9	
Zink	77,6	139,1	84,6	97,8	85,8
Messing	84,0	153,3	80,6	95,9	
Zinn	46,5	81,6	48,6	99,2	47,8
Blei	41,2	66,2	28,6	109,0	30,6

Die für das Gußeisen gegebene Zahl kann nicht als völlig genau betrachtet werden, weil die Oberfläche der Kugel mit kleinen Höhlungen bedeckt war; diese Höhlungen waren zwar dem Auge wenig bemerkbar; sie müssen jedoch auf das Erkalten Einfluß gehabt haben.

Die Kapacität und Leitungsfähigkeit des Eisens werden durch 100 ausgedrückt; man kann hier nicht die durch das Erkalten gegebene Kapacität des Wassers als Einheit annehmen, weil die Strömung, die durch Verrückung der kleinsten Theile der Flüssigkeit aus ihrer Stelle bewirkt werden, verhindern, daß man eine genaue Vergleichung unter den festen und tropfbarflüssigen Körpern anstellen kann.

Es ergiebt sich ferner aus der Ansicht der Tabelle, daß die Kapacitäten des Schmiedeeisens, des Stahles, Zinks, Zinnes, Bleies, die durch das Erkalten in der Luft gefunden worden, sich nicht sehr von denen unterscheiden, die man durch die gewöhnlichen Verfahrensarten erhält.

Unter äußerer Leitungsfähigkeit wird dasjenige Quantum Wärmestoff verstanden, welches die Einheit der Oberfläche, die auf einer Temperatur von 100° erhalten wurde, an die Luft, die auf der Temperatur 0 erhalten wird, in der Zeiteinheit abgeben kann. Diese Menge Wärme, welche in einer gegebenen Zeit von einer erhitzten Oberfläche ausströmen kann, besteht aus zwei verschiedenen Theilen; der eine ist der Wärmestoff, der an die mit der Oberfläche in Verührung stehende Luft abgegeben wurde; der andere Theil ging durch das Ausstrahlen verloren.

Das Blei besitzt die äußere Leitungsfähigkeit im vorzüglichsten Grade, das Messing im niedrigsten. Die übrigen Metalle (das Gußeisen ausgenommen, das, wie bereits bemerkt wurde, sich nicht so vollkommen poliren ließ) besitzen dieses Vermögen fast in gleichem Grade, welches sehr gut mit den Versuchen von Leslie (s. Seite 70) über das strahlende Vermögen der metallischen Oberflächen stimmt.

II. Von der absoluten Menge des Wärmestoffes in den Körpern.

Aus dem, was über die relative Menge des Wärmestoffes gesagt wurde, geht hervor, daß sie in verschiedenen Körpern sehr verschieden ist, selbst wenn diese, durch das Thermometer untersucht, dieselbe Temperatur anzeigen. Das Thermometer ist auch nicht im Stande, die Menge des in den Körpern enthaltenen Wärmestoffes anzugeben; da, des specifischen Wärmestoffes nicht zu erwähnen, der Antheil Wärmestoff, welcher das Flüssigseyn veranlaßt, gar nicht von demselben angezeigt wird. So enthält Wasserdunst bei 212° 1000° Wärme mehr als Wasser bei eben dieser Temperatur und doch ist diese für beide gleich. Sieht es demnach ein Verfahren, die absolute Menge Wärmestoff, welche ein Körper enthält, auszumitteln? Welchen Grad würde ein Thermometer anzeigen (vorausgesetzt, daß ein Thermometer fähig wäre, so niedrige Grade anzugeben), wenn dem Körper, mit dem es in Berührung gebracht wird, aller Wärmestoff entzogen worden wäre? oder welcher Grad des Thermometers entspricht dem wirklichen Nullpunkte?

Der erste, der sich mit Beantwortung dieser Frage beschäftigte, war Dr. Irvine zu Glasgow. Er stellte eine Hypothese auf, die einige Herrn Kirwan mit Unrecht zugeschrieben haben, durch deren Hilfe er den wirklichen Nullpunkt zu finden hoffte:

1. Es leidet keinen Zweifel, daß wenn der specifische Wärmestoff der Körper bei allen Temperaturen derselbe bleibt, daß die absolute Menge des Wärmestoffes in den Körpern mit dem specifischen Wärmestoffe derselben im Verhältnisse stehen müsse. Ist demnach der specifische Wärmestoff des

Ballrathölles nur die Hälfte von der des Wassers, so muß das Wasser zweimal so viel Wärmestoff als Ballrathöl von derselben Temperatur enthalten. Man nehme an, daß bei den Körpern aller Wärmestoff gänzlich entzogen sey, und daß mit beiden ein Thermometer in Verührung gebracht werde, dessen Nullpunkt die absolute Kälte oder gänzliche Vererbung der Wärme anzeigt; so wird, wenn man die Temperatur des Wassers und Oeles um einen Grad erhöhen will, eine gewisse Menge Wärme zugeführt werden müssen, und es wird die doppelte Menge Wärme erforderlich seyn, um bei dem Wasser dieselbe Veränderung als bei dem Oele hervorzubringen. Soll eine Temperaturerhöhung von zwei Graden bewirkt werden, so wird dieselbe Regel befolgt werden müssen, und so fort für jede Anzahl von Graden. Es wird demnach bei allen Temperaturen das Wasser zweimal so viel Wärmestoff enthalten als das Oel.

2. Die Annahme, daß der specifische Wärmestoff der Körper bei allen Temperaturen derselbe sey, war der Grundsatz, von dem Dr. Irvine bei seinen Schlüssen ausging. Er hatte dargethan, daß wenn ein Körper seinen Zustand verändert, und den eines festen Körpers mit dem eines tropfbarflüssigen, oder eines tropfbarflüssigen mit dem eines elastischflüssigen vertauscht, sein specifischer Wärmestoff zu gleicher Zeit zunehme. Die Beständigkeit des specifischen Wärmestoffes der Körper, auf die er seine Theorie gründete, fand nur so lange statt, als sie in demselben Zustande beharrten. Er nahm ferner an, daß wenn ein fester Körper in einen tropfbarflüssigen verwandelt wird, der Wärmestoff, welcher verschluckt wird, ohne daß damit eine Zunahme der Temperatur vergesellschaftet ist, oder der verborgene Wärmestoff, eine bloße Folge von der Zunahme des specifischen Wär-

mestoffes des Körpers sey. So werden bei dem Uebergange von Eis in Wasser 140° Wärmestoff verschluckt, weil der specifische Wärmestoff des Wassers den des Eises um so viel übertrifft, daß noch ein Zusatz von 140° Wärmestoff erfordert wird, um dieselbe Temperatur zu behaupten, die es hatte, als sein specifischer Wärmestoff geringer war. Dieselbe Annahme erklärt die Absorbition des Wärmestoffes, wenn Körper aus dem Zustande tropfbarer in den elastischer Flüssigkeiten übergehen.

3. Die Hypothese des Dr. Irvine vom absoluten Wärmestoffe gründete sich auf diese zwei Annahmen, welche er als Grundsätze betrachtete. Die erste gab ihm das Verhältniß des absoluten Wärmestoffes der Körper; die zweite den Unterschied unter dem absoluten Wärmestoffe zweier Körper. Aus diesen beiden Datis ließ sich mit Leichtigkeit die absolute Menge des Wärmestoffes in einem Körper berechnen. Man nehme nun an, daß der specifische Wärmestoff des Wassers sich zu dem des Eises wie 10 zu 9 verhalte, und daß, wenn Eis in Wasser verwandelt wird, die Menge des absorbirten Wärmestoffes 140° betrage. Die absolute Menge des Wärmestoffes im Eise bei 32° werde x genannt, so leuchtet ein, daß der absolute Wärmestoff im Wasser bei $32^\circ = x + 140^\circ$ ist. Wir haben demnach den absoluten Wärmestoff des Eises $= x$; den des Wassers $= x + 140^\circ$. Diese Größen verhalten sich aber zu einander wie 10 zu 9. Dieses giebt nachstehende Proportion: $10 : 9 = x + 140^\circ : x$. Setzt man das Produkt aus den beiden mittleren Gliedern dem aus den beiden äußeren gleich, so hat man $10x = 9x + 1260^\circ$, hieraus folgt, daß $x = 1260^\circ$.

So erhalten wir die absolute Menge des Wärmestoffes in Eis von 32° , und finden, daß sie 1260° beträgt. Was

fer bei 32° enthält demnach 1400° Wärmestoff. Dieser Satz läßt sich auch folgendermaßen ausdrücken: da sich der specifische Wärmestoff des Wassers zu dem des Eises wie 10 zu 9 verhält, so ist es klar, daß die 140° Wärme, die sich bei dem Gefrieren des Wassers entwickeln, gleich sind dem zehnten Theile der ganzen im Wasser enthaltenen Menge Wärme. Mit hin ist die Wärme des Wassers $= 140 \times 10 = 1400$.

Auf diesem Wege suchte Dr. Irvine den wirklichen Nullpunkt oder den Grad zu bestimmen, bei welchem ein Thermometer stehen würde, das mit einem Körper, dem aller Wärmestoff entzogen worden, in Verührung gebracht worden wäre. Aus obestehender Rechnung würde sich ergeben, daß er bei dem Eise 1260° unter 32° der Fahrenheitschen Skale, oder 1228° unter 0 fallen würde. Dr. Crawford hingegen, der seine Versuche mit einer verschiednen Art von Körpern anstellte, setzt den wirklichen Nullpunkt 1500° unter Fahrenheits 0. Dalton, der seine Aufmerksamkeit ebenfalls auf diesen Gegenstand gerichtet hat, fand als Mittelzahl aus seinen Versuchen, daß der wirkliche Nullpunkt 6000° unter Fahrenheits Hauptpunkt falle.

4. Es ist nur zu bedauern, daß die Wahrheit der Grundsätze, auf welche Dr. Irvine's Theorie sich gründet, keinesweges außer allen Zweifel gesetzt ist. Der erste Satz: daß der specifische Wärmestoff der Körper bei allen Temperaturen derselbe bleibt, ist keinesweges durch Versuche gegen alle Zweifel gesichert; ja Dr. Irvine selbst hat das Gegentheil in Hinsicht des Wachses und Ballenathes dargethan; dasselbe bemerkte Dr. Crawford in anderen Fällen. Sollte jedoch der Satz für alle Temperaturen, so lange sich

die Körper in demselben Zustande befinden, richtig seyn; so sind wir doch keinesweges befugt, da jede Veränderung des Zustandes offenbar mit einer entsprechenden Veränderung der Temperatur verknüpft ist, zu behaupten, daß der specifische Wärmestoff mit dem absoluten im Verhältnisse stehe. Zum Beispiel, obgleich der specifische Wärmestoff des Eises sich zu dem des Wassers wie 9 zu 10 verhält, so folgt doch keinesweges, daß ihr absoluter Wärmestoff in demselben Verhältnisse stehe; auch läßt sich kein befriedigender Grund für die Annahme, daß dieses Verhältniß stattfinden müsse, angeben, es sey denn, daß eingeräumt werde, daß der Wärmestoff unfähig sey, sich chemisch mit den Körpern zu verbinden; wäre dieses, so würde jener Satz allerdings eingeräumt werden können.

5. Der zweite Satz: nämlich, daß der von den Körpern während der Veränderung ihres Zustandes absorbirte Wärmestoff nur eine Folge der Veränderung des specifischen Wärmestoffes der Körper sey, wird eben so wenig von direkten Beweisen unterstützt, und kann nicht eingeräumt werden, wenn man annimmt, daß sich der Wärmestoff chemisch mit den Körpern verbinden könne. Man findet hier keinen Grund für die Veränderung des Zustandes, welche der Körper erfahren hat, während die Theorie von Black eine Erklärung dieser Veränderung giebt. Die 940 Grad Wärme, welche verschwinden, wenn Wasser in Wasserdunst verwandelt wird, sind, nach Dr. Irvine, lediglich eine Folge der Vermehrung des specifischen Wärmestoffes des Wasserdunstes über die des Wassers. Warum wird aber das Wasser Wasserdunst, und warum zeigt es ein Bestreben, Wärme zu verschlucken, ehe es wirklich in Dunst verwandelt wurde, ein Bestreben, welches macht, daß es eine Kraft äußert, die zu

leht die größten Hindernisse zu überwinden vermag. Wird diese Veränderung durch eine chemische Verbindung mit dem Wärmestoffe bewirkt, wie alle Erscheinungen anzeigen, dann ist die Hypothese von Irvine unzulässig. Dem zu Folge stellten sowohl Dr. Irvine als Crawford es als Axiom auf, daß der Wärmestoff unfähig sey, sich chemisch mit den Körpern zu verbinden.

6. Eine andere Reihe von Versuchen, aus der Dr. Irvine seine Folgerungen ableitete, ist einer genaueren Untersuchung fähig. Vereinigen sich Körper chemisch mit einander, so wird fast immer eine Veränderung der Temperatur hervorgebracht, indem die Zusammensetzung entweder Wärme fahren läßt oder verschluckt. Dr. Irvine fand durch mannigfaltig abgeänderte Versuche, daß die chemische Verbindung mit einer ähnlichen Veränderung in dem specifischen Wärmestoffe der Zusammensetzung begleitet wird. Nimmt der specifische Wärmestoff zu, so erzeugt die Zusammensetzung Kälte, nimmt der specifische Wärmestoff ab, so wird Wärme entwickelt.

Er schloß, in Folge seiner früher aufgestellten Meinung: daß die Wärme, welche unter diesen Umständen entwickelt oder verschluckt wird, mit der Veränderung des specifischen Wärmestoffes und der Folge dieser Veränderung im Verhältnisse stehe. Es war demnach leicht, wenn man den specifischen Wärmestoff zweier Körper vor der Verbindung, so wie den specifischen Wärmestoff der Zusammensetzung und die Wärme, die sich entwickelte oder verschluckt wurde, kannte, aus dieser Hypothese den absoluten Wärmestoff des Körpers abzuleiten. Es sey z. B. der specifische Wärmestoff zweier Körper vor ihrer chemischen Verbindung = 2, nach derselben = 1, so ist es klar, daß während der Verbindung sie

die Hälfte ihres absoluten Wärmestoffes haben fahren lassen. Es sey die Wärme, welche sich entwickelt hat, 700, dann wird die ganze Menge der Wärme, die in den Körpern enthalten ist, zweimal 700 oder 1400 seyn.

Man nehme an, daß gleiche Gewichte zweier Körper, A und B, chemisch mit einander verbunden werden: es sey der chemische Wärmestoff von A = C, der von B = c; der specifische Wärmestoff des Productes nach der Zusammensetzung sey K + k, dann wird, nach Dr. Irvine, folgendes Verhältniß stattfinden: C + c - (K + k) : K + k = 1 (gleich der entwickelten Wärme) : S (der absoluten Wärme). Mit hin ist
$$S = \frac{1(K + k)}{C + c - K - k}.$$

Sind die Gewichte der chemisch mit einander verbundenen Körper nicht gleich, dann setze man Q gleich dem Gewichte von A, q gleich dem Gewichte von B; so wird wie vorher $CQ + cq - (KQ + kq) : KQ + kq = 1 : S$. Hieraus findet man den Werth von S =
$$\frac{1(KQ + kq)}{CQ + cq - KQ - kq}.$$

Diese Hypothese kann nur unter der Voraussetzung wahr seyn, daß die Menge S, die erhalten wird, wenn man die Substanzen in verschiedenen Verhältnissen mischt, eine beständige Größe sey. Ist dieses nicht der Fall, so fällt diese Hypothese über den Haufen. So wenn verschiedene Mengen Wasser und concentrirte Schwefelsäure mit einander vermischt werden, muß die Menge Wärmestoff, die in jedem Versuche entwickelt wird, verglichen mit der Veränderung des specifischen Wärmestoffes uns denselben Werth für S geben. Allein den Versuchen zufolge, die über diesen Gegenstand angestellt wurden, scheint es nicht, daß ein solcher

beständiger Werth von S beobachtet worden sey. Die Versuche von Gadolin nähern sich diesem Resultate zwar etwas, allein die von Lavoisier und Laplace weichen sehr davon ab, wie man aus folgenden Angaben sehen wird.

Aus den Versuchen von Lavoisier und Laplace, mit einer Mischung aus Wasser und gebranntem Kalk in dem Verhältnisse von 9 zu 16, folgt, daß der wirkliche Nullpunkt 3428° unter 0 falle.

Aus ihren Versuchen mit einer Mischung aus vier Theilen Schwefelsäure und drei Theilen Wasser folgt, daß der wirkliche Nullpunkt 7262° unter 0 liegt.

Ihre Versuche mit einer Mischung aus vier Theilen Schwefelsäure und fünf Theilen Wasser setzen ihn 2598° unter 0. Ihre Versuche mit $9\frac{1}{2}$ Theilen Salpetersäure und einem Theile Kalkerde gaben für x oder den wirklichen Nullpunkt den Werth $6,8\frac{0}{17}\frac{0}{17}$, einen Werth, der weit über die Rothglühhiße hinausliegt, indem hier x negativ gefunden, mithin nicht unter, sondern über 32° genommen werden muß, daher bemerkte Laplace: daß, da er physisch unmöglich ist, dadurch die Unrichtigkeit der Hypothese, welche der Rechnung zum Grunde liegt, dargethan werde; vorausgesetzt, daß der specifische Wärmestoff der Körper, der in die Rechnung eingeführt wurde, richtig war. Mem. de l'acad. des Scienc. 1780 p. 386.

Das mittlere Resultat von Gadolin's Versuchen mit Mischungen aus Schwefelsäure und Wasser ist, daß er 2300° unter 0 falle.

Dalton's Resultate weichen von 4150° bis 11000° ab; das Mittel aus allen Versuchen setzt den wirklichen Nullpunkt 6150° unter 32° .

Dr.

Dr. Irvine's eigene Versuche veranlassen ihn, den wirklichen Nullpunkt 900° unter 0 zu setzen.

Dr. Crawford fand bei seinen Versuchen, daß er 1500° unter 0 falle.

Diese Ergebnisse weichen so ungeheuer von einander ab, daß man wenig Vertrauen in sie setzen kann, und die Ueberszeugung begründet sich, daß die Data, auf denen diese Berechnungen beruhen, unsicher sind.

7. Vor Kurzem hat Herr Dalton ein anderes Verfahren angegeben, um die absolute Menge des Wärmestoffes in den Körpern zu bestimmen. Er geht davon aus, daß die Zurückstößung, die unter den Theilchen der elastischen Flüssigkeiten stattfindet, durch den Wärmestoff veranlaßt werde, mit dem diese Theilchen verbunden sind, und daß sie stets mit der mit ihnen verbundenen absoluten Menge des Wärmestoffes im Verhältnisse stehe. Nun ist der Durchmesser des kugelförmigen Raumes, über den der Einfluß eines Theilchens sich erstreckt, das Maaß der Zurückstößung und steht mit der Kubikwurzel der ganzen Masse im Verhältnisse. Die Zurückstößung, welche die Theilchen einer elastischen Flüssigkeit bei verschiedenen Temperaturen äußern, steht mit der Kubikwurzel des Raummumfanges der Flüssigkeit bei diesen Temperaturen im Verhältnisse. Folglich steht, dieser Hypothese nach, die absolute Menge des Wärmestoffes elastischer Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen stets mit der Kubikwurzel der Raummumfangs bei diesen Temperaturen im Verhältnisse.

Folgendes Beispiel diene zur Erläuterung des Gesagten. Ein Volumen atmosphärischer Luft, das bei 55° einen Raum gleich 1000 einnimmt, nimmt bei 212° einen Raummumfang gleich 1325 ein; mithin steht die Menge des absoluten Wär-

mestoffes in Luft bei 55° zu der bei 212° in dem Verhältnisse von $\sqrt[3]{1000}$ zu $\sqrt[3]{1325}$ oder nahe wie 10 zu 11. Man nenne die Menge des absoluten Wärmestoffes der atmosphärischen Luft bei 55° x , so wird der absolute Wärmestoff der Luft bei $212^{\circ} = x + 157$ seyn. Dieses giebt folgendes Verhältniß: $10 : 11 = x : x + 157$. Mit hin $11x = 10x + 1570$ und $x = 1570$. So findet man demnach 1570 für die absolute Menge der Wärme in der atmosphärischen Luft bei 55° . Zieht man diese 55° ab, so erhält man 1515° unter 0 für den wirklichen Nullpunkt. Manchester Memoirs Vol. V. p. 601.

Dies ist Dalton's Hypothese; die Resultate, die er erhielt, stimmen sehr gut mit denen, welche Crawford aus einigen seiner Versuche ableitete; wendet man sie aber auf andere Temperaturen an, so bemerkt man kein so genaues Zusammenstimmen, wie von einem Ungenannten in Nicholson's Journal. Vol. IV. p. 223 (1803), gezeigt worden ist.

Es scheint aus den hier beigebrachten Beispielen, daß je höher die Temperatur ist, bei welcher die Vergleichung angestellt wurde, um so niedriger der Punkt sey, der für den Anfang der Skale der Wärme gefunden wird. Herr Dalton vermuthet jedoch, daß dieses davon herrühre, daß das Thermometer kein genaues Maaß für die Skale der Temperatur giebt; denn wenn die Temperatur, nach den Versuchen von De Lüc, verbessert wird, so verschwindet die Anomalie in einem der Fälle.

Diese Hypothese von Dalton gründet sich auf eine Annahme, die, ungeachtet sie nicht bewiesen werden kann, dennoch bis zu einem gewissen Punkte ungemein wahrschein-

lich ist; denn wenn elastische Flüssigkeiten ihre eigenthümliche Flüssigkeit der Wärme verdanken, und wenn die Zunahme ihrer Elasticität mit der Zunahme ihrer Wärme im Verhältnisse steht, so kann nicht süglich geleugnet werden, daß die Zurückstößung unter den Theilchen dieser Körper mit dem mit ihnen chemisch verbundenem Wärmestoffe im Verhältnisse stehe; zwar nicht mit der ganzen Menge ihres Wärmestoffes, wohl aber mit dem Theile desselben, der ihre Elasticität veranlaßt und dieselbe vermehrt. Man räumt jetzt ein, daß durch Entziehen des Wärmestoffes elastische Flüssigkeiten in tropfbare Flüssigkeiten, ja in feste Körper verwandelt werden können. Herr Dalton selbst vertheilte diese Meinung, welche bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft wohl kaum bezweifelt werden kann. Allein die kleinsten Theilchen der tropfbaren Flüssigkeiten und festen Körper stoßen einander nicht zurück, sondern besitzen eine entgegengesetzte Eigenschaft. Sie ziehen einander an; sie enthalten jedoch alle offenbar einen großen Antheil von Wärme. Bei der Umwandlung elastischer Flüssigkeiten in tropfbare, dadurch, daß wir ihnen Wärme entziehen, würden wir demnach ihren kleinsten Theilchen die Zurückstößungskraft entziehen, welche sie äußern, und dennoch eine bedeutende Menge Wärmestoff in ihnen zurücklassen. Es ist demnach nicht die gesammte Menge Wärmestoff, die mit den kleinsten Theilchen der elastischen Flüssigkeiten verbunden ist, der ihre Zurückstößung bewirkt, sondern nur ein Theil desselben. Nun wird man nicht sagen können, daß die Zurückstößungskraft der kleinsten Theilchen elastischer Flüssigkeiten mit dem Antheile Wärmestoff im Verhältnisse stehe, der keinen Einfluß auf die Hervorbringung der Zurückstößung hat und der mit ihnen chemisch verbunden bleiben würde.

wenn man auch diese Zurückstößung vernichtete. Sie kann nur mit dem Theile des Wärmestoffes im Verhältnisse stehen, der Zurückstößung bewirkt.

Die Hypothese von Dalton reicht demnach nur dahin, uns in Stand zu setzen, die Menge von Wärmestoff aufzufinden, welche das elastische Flüssigseyn der Körper, die den Gegenstand der Untersuchung ausmachen, bewirkt, nicht aber die ganze Menge desselben, die in ihnen enthalten ist, zu bestimmen; es sey denn, daß angenommen werde, daß sie so lange in dem Zustande elastischer Flüssigkeiten beharren, bis sie alles Wärmestoffes, den sie enthalten, das letzte Theilchen ausgenommen, beraubt sind. Diese Annahme ist aber keinesweges zulässig. Wir erhalten dadurch nicht einmal einen bestimmten Begriff von dem Wärmestoffe der elastischen Flüssigkeiten, es sey denn, daß man den specifischen Wärmestoff des Körpers, von dem die Rede ist, bestimme; und nachdem dieses geschehen, die Grade des das Flüssigseyn bewirkenden Wärmestoffes auf ein bekanntes Maas, z. B. auf die Anzahl von Graden, um welche sie die Temperatur des Wassers erheben würden, vorausgesetzt, daß es seinen Zustand nicht verändere, zurückführe. Dieses ist in der That in allen Fällen, wenn man bestimmt von dem wirklichen Nullpunkte reden will, notwendig. Denn da eine größere Menge Wärmestoff erfordert wird, um die Temperatur eines Körpers auf eine gewisse Anzahl von Graden zu erheben, als dieselbe Veränderung in einem andern hervorzubringen, so nehme man an, daß man diese Körper alles Wärmestoffes beraubt habe, und sie dann beide zu einer gewissen Temperatur erhebe, so werden zwar die Grade von Wärme, die beide erhielten, gleich seyn, allein die absolute Menge Wärmestoff, die beiden zugesetzt

würde, wird sehr ungleich seyn. Der Ausdruck wirklicher Nullpunkt kann keinen Sinn haben, in sofern damit die Menge des in den Körpern enthaltenen Wärmestoffes gemeint wird; es sey denn, daß wir dieß stets auf einen bestimmten Körper, etwa das Wasser, beziehen, und uns dessen als Maasstab bedienen.

III. Von der Kälte.

Nachdem die Bemühungen, die relative Menge des Wärmestoffes in den Körpern von derselben Temperatur darzutun, angegeben, und die verschiedenen Hypothesen erörtert worden, die man in Hinsicht des absoluten Wärmestoffes der Körper aufgestellt hat, so bleibt noch übrig, einige Bemerkungen über das Entweichen der Wärme oder das, was in der gewöhnlichen Sprache Kälte genannt wird, zu machen.

Verbindet sich Wärmestoff mit unserem Körper, oder trennt er sich von demselben, so erfahren wir, im ersten Falle, die Empfindung der Wärme, im zweiten die Empfindung der Kälte. Lege ich meine Hand auf ein heißes Eisen, so verläßt ein Theil des Wärmestoffes das Eisen und dringt in meine Hand, dieses verursacht die Empfindung der Wärme. Legt man im Gegentheil die Hand auf ein Stück Eis, so verläßt der Wärmestoff plötzlich die Hand und dringt in das Eis ein; dieses verursacht die Empfindung der Kälte. Empfindung der Wärme wird bewirkt durch Wärmestoff, der in unsere Körper eindringt; die Empfindung der Kälte durch Wärmestoff, der unseren Körper verläßt. Wir sagen, ein Körper sey warm, wenn er den umgebenden Körpern Wärmestoff mittheilt; wir nennen ihn kalt, wenn er Wärmestoff von anderen Körpern absorbiert. Die Stärke

der Empfindung von Wärme und Kälte hängt von der Schnelligkeit ab, mit welcher der Wärmestoff in unseren Körper eindringt oder ihn verläßt, und diese Schnelligkeit steht mit dem Unterschiede der Temperatur zwischen unserem Körper und der heißen oder kalten Substanz und dem leitenden Vermögen dieser Substanz im Verhältnisse. Je höher die Temperatur eines Körpers ist, um so lebhaftere Empfindung der Wärme theilt er mit; je niedriger seine Temperatur ist, um so lebhafter ist die Empfindung der Kälte; und wenn die Temperatur dieselbe ist, so hängen die Empfindungen von dem leitenden Vermögen der Substanz ab.

Was demnach im gemeinen Leben Kälte genannt wird, ist nichts anderes, als die Abwesenheit der gewöhnlichen Menge Wärmestoff. Sagen wir, eine Substanz sey kalt, so bezeichnen wir damit nur, daß sie weniger Wärme als gewöhnlich enthalte oder daß ihre Temperatur geringer sey, als die unseres Körpers.

Es hat jedoch Naturforscher gegeben, die behaupteten, die Kälte werde nicht durch das Entziehen des Wärmestoffes allein, sondern durch Zusatz von etwas Positivem, einem eigenthümlichen mit besonderen Eigenschaften begabten Körper hervorgebracht. Dieses war die Ansicht von Muschenbroek und Maran, und sie scheint die allgemeine Meinung der Physiker im Anfange des achtzehnten Jahrhunderts gewesen zu seyn. Nach ihnen ist die Kälte ein eigenthümlicher Stoff von salinischer Natur, welcher dem Salpeter sehr ähnlich ist, der beständig in der Luft schwimmt. Die kleinen Theilchen, aus denen, nach ihnen, dieser Stoff bestand, wurden von ihnen kaltmachende Theilchen genannt.

Zur Annahme dieser Hypothese wurden sie dadurch veranlaßt, weil sie auf keine andere Art das Gefrieren des Wassers glaubten erklären zu können. Nach ihnen dringen die kaltmachenden Theile zwischen die Theilchen des Wassers ein, heben ihre Beweglichkeit auf und verwandeln so das Wasser in Eis. Dr. Black, indem er die Ursache von dem Gefrieren des Wassers entdeckte, verbannte die kaltmachenden Theilchen aus dem Gebiete der Naturwissenschaft, indem die Vertheidiger derselben keine anderen Beweise für ihr Daseyn anführen konnten, als die Bequemlichkeit, die ihnen dadurch gewährt wurde, gewisse Erscheinungen zu erklären. Nithin, sobald sich für die Erscheinungen ohne ihre Beihülfe Grund angeben ließ, fiel jede Ursache, ihr Daseyn anzunehmen, hinweg.

Die einzige Thatsache, welche der Meinung, daß die Kälte eine eigenthümliche Substanz sey, einige Wahrscheinlichkeit giebt, ist folgender von Pictet angestellter Versuch *).

Zwei zinnerne Hohlspiegel wurden in einer Entfernung von 10 $\frac{1}{2}$ Fuß von einander aufgestellt, in einem der Brenn-

*) Dieser Versuch, oder wenigstens ein ähnlicher, wurde vor längerer Zeit angestellt, und in den Tentaminibus experimentorum naturalium captorum in Academia del Cimento (versio hrisa, auctore P. van Muschenbrök) Lugduni Batav. MDCCXXXI. Pars 1ma p. 179. beschrieben. Der neunte Versuch von der zurückgeworfenen Kälte wird so beschrieben: „Wir wollten versuchen, ob ein Hohlspiegel, der vor eine fünfhundert Pfund schwere Eismasse gestellt wurde, eine merkliche Zurückwerfung von Kälte auf ein sehr empfindliches Thermometer, das in 50 Grad getheilt war, hervorbringe, welches sich im Brennpunkte desselben befand. Wir fanden, daß das Thermometer sogleich fiel, allem wegen der Nähe des Eises blieb es zweifelhaft, ob die un-

punkte besand sich ein sehr empfindliches Luft-Thermometer, in dem anderen ein mit Schnee angefüllter Kolben. Das Thermometer fiel um mehrere Grade, stieg aber wieder, wenn der Kolben weggenommen wurde. Wurde auf den Schnee Salpetersäure geschüttet (wodurch die Kälte verstärkt wird) so sank das Thermometer 5° bis 6° tiefer. Hier scheint der Schnee Kälte ausgestrahlt zu haben, die von den Spiegeln auf das Thermometer zurückgeworfen wurde; dieses konnte sich nicht ereignen, wenn die Kälte nicht eine eigenthümliche Substanz war.

Dieser merkwürdige Versuch läßt sich jedoch befriedigend erklären, wenn man sich hierzu der Theorie von Prevost bedient. Man ersieht aus dieser Theorie, daß das Fallen des Thermometers davon herrührt, daß eine geringere Menge Wärmestoff dem Thermometer in einer gegebenen Zeit zugeführt wird, als dasselbe verliert. Denn in diesem Falle strahlen sowohl das Thermometer als der Schnee Wärmestoff aus, ersteres jedoch eine verhältnißmäßig größere Menge als letzteres.

Es giebt drei Arten Kälte zu erzeugen; sie sind: Aus

mittelbaren oder zurückgeworfenen Strahlen der Kälte am wirksamsten wären. Zu dem Ende wurde der Spiegel bedeckt und (was auch die Ursache seyn möchte) der Weingeist sogleich zu steigen an. Bei allem dem wollen wir uns nicht entscheidend aussprechen indem es irgend eine andere Ursache dieser Erscheinung geben mag außer dem Mangel der Zurückstrahlung vom Glase, indem es nur an Mitteln fehlet, alle Prüfungen anzustellen, die zu der Aufklärung dieses Versuches notwendig sind.“

Der Versuch von Pictet scheint ebenfalls von Andrea Gärtner, Mechanicus des Königs von Polen, angestellt worden zu seyn; er ist im Jahre 1785 von ihm bekannt gemacht worden *Annales de Chimie*. LXXI. p. 159.

dehnung oder Verdünnung ausdehnbarer Flüssigkeiten, Verdunstung und chemische Wirkung.

Wird durch Hinwegnahme des Druckes ein Gas plötzlich ausgedehnt, so erfolgt eine Erniedrigung der Temperatur. So bemerkt man, wenn durch die Luftpumpe die Luft unter dem Recipienten hinweggenommen wird, daß ein in demselben angebrachtes Thermometer um mehrere Grade sinkt. Darwin fand, daß ein Thermometer, welches einem Strome verdichteter Luft, die sich ausdehnte, so wie sie aus der Kugel einer Windbüchse herausdrang, ausgesetzt worden, um fünf bis sieben Grad fiel. Das auffallendste Beispiel einer durch Ausdehnung der Luft hervorgebrachten Kälte bietet uns der Heronsbrunnen in dem Bergwerke zu Schemnitz in Ungarn dar. Die Luft wird hier in einem großen Kessel durch eine Wassersäule von 260 Fuß Höhe zusammengedrückt. Bei dem Öffnen des Hahnes dringt die verdichtete Luft mit großer Heftigkeit heraus, und indem sie sich ausdehnt, wird der Wasserdunst, den sie enthält, nicht allein niedergeschlagen, sondern auch in Eis verwandelt. Er fällt theils in Schnee nieder, theils setzt er sich in Gestalt von Eiszapfen an die Oeffnung des Hahnes an.

Die Erzeugung von Kälte durch verdunstbare Flüssigkeiten wurde von Wairan und Wilcke bemerkt; Dr. Cullen hingegen machte diesen Gegenstand zum Vorwurf einer besondern Untersuchung und leitete die entstehende Kälte aus dem Verdunsten der Flüssigkeiten selbst ab. Er fand, daß wenn die Kugel eines Thermometers mit Weingeist benezt und dasselbe an der freien Luft aufgehängt wurde, es um mehrere Grade fiel, allein nachdem es trocken geworden, wieder zu seiner vorigen Temperatur zurückkehrte.

(1789, 11. 17. 1789. 11. 17. 1789.)

Würden andere Flüssigkeiten an die Stelle des Weingeistes gesetzt, so fand dieselbe Erscheinung statt, nur war der Erfolg nicht gleich bedeutend; wurde Wasser angewandt, so war er geringer, bei Aether größer, mithin war die Erniebrigung der Temperatur um so stärker, je leichter die Flüssigkeit verdunstete. (Edinburgh Physical and Literary Essays. Vol. II. p. 159.)

Cullen machte ferner die Bemerkung, daß die erzeugte Kälte durch alles, was das Verdunsten beschleunigt, verstärkt wird, wie z. B. durch einen Luftstrom, den man auf die angefeuchtete Kugel richtet. Leitete man den Luftstrom auf die mit Wasser angefeuchtete Thermometerkugel, so fiel das Thermometer etwa um 5° Fahr., war sie mit Alkohol angefeuchtet, um 12° , mit Aether, um etwa 30° . Füllt man demnach eine dünne Glasröhre mit Wasser und leitet einen feinen Strom von Aether auf dieselbe, so wird das Wasser durch das Verdunsten des Aethers in Eis verwandelt. Wird die Thermometerkugel mit einem Stück Leinwand, das mit Aether angefeuchtet wurde, umwickelt einem Luftstrome ausgesetzt, so sinkt die Temperatur von 50° auf 5° . Alkohol an die Stelle des Aethers gesetzt, bringe die genannte Temperatur auf 31° ; Wasser auf 38° herab. (Walker on Cold, p. 82.)

Im Jahre 1797 schrieb Ewerling Glauberg an Gutton, daß er durch eine Mischung aus Schwefeldiäther und Salzsäure einen sehr hohen Grad von Kälte hervorzubringen könne. Diese beide Flüssigkeiten, welche augenblicklich einen dunstförmigen Zustand annehmen, erzeugen einen so hohen Grad von Kälte, daß Quecksilber gefriert, und Salpeterminerale, welches durch einen starken Druck verdichtet worden, zur tropfbarflüssigen Säure wird. Dictionn. de Chimie par L. Cadet. Vol. II. p. 350.)

Die Alcarazza's der Spanier, die Kolle's der Egyptier, die Proceramen von Fourcroy u. s. w. sind Gefäße aus einer porösen Thonart, welche die in ihnen enthaltene Flüssigkeit durchschweißen läßt, die von der äußeren Oberfläche verdunstet, wodurch die in ihnen befindlichen Getränke abgekühlt werden.

In Ostindien zu Alahabad, Mootegil und Calcuttra, welche Orte zwischen dem $23\frac{1}{2}$ und $25\frac{1}{2}$ Grade nördlicher Breite liegen, bereitet man folgendermaßen Eis: In flache und poröse Pfannen, die man in nicht tiefe gegen Abend liegende Gruben stellt, deren Boden mit Zuckersrohr oder getrockneten Reisstängeln bestreuet worden, wird kochendes, weiches Wasser geschüttet. Während der Nacht, besonders gegen Morgen, setzt sich in diesen Pfannen eine Eisschicht an, deren Bildung nur dem Verdunsten durch die Poren der Pfannen zugeschrieben werden kann, da die Temperatur in jenen Ländern nie auf 32° herabkommt. Man sehe Robert Parker im 65ten Bande der philosophischen Transaktionen.

Da das Verdunsten ungleich rascher erfolgt, wenn die Flüssigkeit in einem Gefäß unter den Recipienten einer Luftpumpe gestellt und die Luft hinweggenommen wird; so ist auch die dadurch erzeugte Kälte bedeutender. Auf diese Art kann man, wie Cullen bemerkt hat, Wasser durch das Verdunsten von Aether zum Gefrieren bringen, indem man einen zweiten Recipienten über den stellt, unter welchem die Luft verdünnt wird, um dadurch das Erwärmen durch die Atmosphäre zu verhindern. Dr. Higgins brachte durch dieses Verfahren bei Frostkälte die Temperatur 40° unter den Thaupunkt hinab (Minutes of a society for Philosophical Experiments. p. 81.); und Dr. Marcet fand, daß

man dadurch Quecksilber zum Gefrieren bringen kann. Wandte der zuletzt genannte Naturforscher Schwefel, Kohlenstoff an, so sank bei den ersten Kolbenzügen das Thermometer bis unter Null und immer tiefer bis -30° ; hier blieb es einige Augenblicke stehen und sank dann plötzlich auf -100° oder -150° und noch tiefer herab, und das alles in Zeit von einer Minute. (Philos. Transact. 1813.)

Herr Leslie (On the Relations of Air to Heat and Moisture. p. 140.) hat eine sehr scharfsinnige Vorrichtung angegeben, die durch das Verdunsten erzeugte Kälte zu verstärken. Wird die Verdunstung einer Flüssigkeit dadurch beschleunigt, daß man sie in den leeren Raum bringt, so verhindert der sich bildende Dunst durch seine Elasticität das Fortschreiten der Verdunstung, und es ist mühsam und schwierig durch fortgesetztes Auspumpen ihn fortzuschaffen. Diesem begegnet Herr Leslie dadurch, daß er die Wirkung einer Substanz damit verbindet, welche kräftig den Dunst absorbiert. Er stellt z. B. ein Schälchen mit Wasser auf einem Gestelle auf den Zeller der Luftpumpe, und unterhalb desselben ein flaches Gefäß mit Schwefelsäure oder salzsaurer Kalkerde. Jede dieser Substanzen absorbiert den Dunst, so wie er gebildet wird; dadurch wird die Leere erhalten. Das Verdunsten schreitet demnach rasch vorwärts, und die Erniedrigung der Temperatur ist so bedeutend, daß das Wasser bald friert. Diese Erscheinung ist darum besonders merkwürdig, weil eine Flüssigkeit durch die Kälte, welche ihr eigenes Verdunsten erzeugt, zum Gefrieren gebracht wird.

Herr Leslie fand, daß man noch andere Substanzen sehr bequem zur Verdichtung des Dunstes anwenden könne, als gepulverten und geglähten Basalt oder Grünstein; ja er glaubt, daß dieses Verfahren, Eis auf eine wohlfeile Art

in beträchtlicher Menge zu erzeugen benutzt werden könne. Durch eine Abänderung der Vorrichtung läßt sich die Intensität der Kälte noch verstärken. Umgiebt man z. B. die Kugel eines Thermometers mit Eis, und hängt es, eben so der Wirkung von Schwefelsäure ausgesetzt, in dem leeren Raume auf, der durch eine gut evacuirende Luftpumpe hervorgebracht wird; so gefriert das Quecksilber in der Thermometerkugel.

Auf diesen Grundsätzen beruhet ein Werkzeug, welches Dr. Wollaston angegeben hat, und das von ihm Cryophorus (Kälte-träger von *Kryos* und *Phoros*) weil dadurch ein Gefrieren in der Ferne bewirkt wird, genannt worden ist. Es bestehet aus zwei Glaskugeln, die durch eine acht bis zehn Zoll lange Glasröhre, welche an beiden Enden unter rechten Winkeln umgebogen ist, verbunden sind. Die eine dieser Kugeln wird durch eine kleine an derselben befindliche Oeffnung bis auf die Hälfte mit Wasser angefüllt, durch Kochen die Luft aus dem Werkzeuge ausgetrieben und dann die Oeffnung zugeschmolzen. Wird nun die andere leere Kugel mit einer Kälte erregenden Mischung umgeben, die den Dunst verdichtet, der in derselben enthalten ist und der sich ununterbrochen bildet, so schreitet das Verdunsten des Wassers so rasch fort, daß die dadurch hervorgebrachte Kälte hinreicht, das Wasser in Eis zu verwandeln. (Philos. Transact. 1813)

Durch die chemische Wirkung mehrerer Körper auf einander kann ein noch höherer Grad der Kälte erzeugt werden. In diesen Fällen wird die Kälte durch wechselseitige Wirkung entweder zweier festen Körper oder eines flüssigen und festen Körpers, die im Verfolg dieser Wirkung in den Zustand von tropfbarflüssigen Körpern versetzt wer-

den, erzeugt. Diese Veränderung der Form, die nur in Folge der Absorption von Wärmestoff stattfinden kann, bringt die Erniedrigung der Temperatur hervor.

Dieserigen Stoffe, die sich vorzüglich eignen, einen hohen Grad von Kälte hervorzubringen, werden die seyn, welche durch ihre wechselseitige Einwirkung die schnellste Auflösung bewirken; die während dieser Auflösung die größte Vermehrung der Kapazität erhalten und die eine Auflösung bilden, die bei niedrigen Temperaturen flüssig bleibt. Vielleicht giebt es keine Mischung, die alle diese Bedingungen in der größten Strenge erfüllt, allein je mehr sie sich demselben nähert, um so größer wird der Erfolg seyn.

Da dergleichen Mischungen häufig in der Chemie gebraucht werden, um Körper der Einwirkung einer niedrigen Temperatur auszusetzen, so wird es sich wohl der Mühe verlohnen, die verschiedenen Substanzen aufzuzählen, die für diesen Zweck anwendbar sind, so wie den Grad von Kälte, den jede derselben hervorbringt.

Der erste, welcher Versuche mit Kälte erregenden Mischungen anstellte, war Fahrenheit. Ausführlicher wurde dieser Gegenstand von Herrn Walker in mehreren Abhandlungen untersucht, die sich in den philosophischen Transaktionen von den Jahren 1787 bis 1801 befinden. Mehrere Zusätze zu diesen Versuchen und Erweiterungen derselben verdanken wir Herrn Professor Lowitz, vorzüglich aber die Einführung der salzsäuren Kalkerde, die einen sehr hohen Grad von Kälte hervorbringt, wenn sie mit Schnee gemischt wird. (Man sehe Crell's chem. Annalen. 1796. B. I. S. 529 ff.)

Lowitz Versuche sind von Walker wiederholt und bestätigt worden. (Philos. Transact. 1810. p. 120.) Die Resultate aller dieser Versuche enthalten nachstehende Tabellen.

Erste Tabelle.

Kälte erregende Mischungen ohne Eis.

Mischungen.	Das Thermometer sinkt	Grade hervorge- brachter Kälte.
Salzsaures Ammonium	Von $+ 50^{\circ}$ auf $+ 10^{\circ}$	40
Salpeter		
Wasser		
Salzsaures Ammonium	Von $+ 50^{\circ}$ auf $+ 4^{\circ}$	46
Salpeter		
Schwefelsaures Natrium		
Wasser		
Salpetersaures Ammonium	Von $+ 50^{\circ}$ auf $+ 4^{\circ}$	46
Wasser		
Salpetersaures Ammonium	Von $+ 50^{\circ}$ auf $- 7^{\circ}$	57
Kohlensaures Natrium		
Wasser		
Schwefelsaures Natrium	Von $+ 50^{\circ}$ auf $- 3^{\circ}$	53
Verdünnte Salpetersäure		

Mischungen.		Das Thermometer sinkt	Grade hervorge- brachter Kälte.
	Thelle.		
Schwefelsaures Natrium	6		
Salzsaures Ammonium	4	Von + 50° auf	63
Salpeter	2	— 10°	
Verdünnte Salpetersäure	4		
Schwefelsaures Natrium	6		
Salpetersaures Ammonium	5	Von + 50° auf	64
Verdünnte Salpetersäure	4	— 14°	
Phosphorsaures Natrium	9	Von + 50° auf	62
Verdünnte Salpetersäure	4	— 12°	
Phosphorsaures Natrium	9	Von + 50° auf	71
Schwefelsaures Ammonium	6	— 21°	
Verdünnte Salpetersäure	4		
Schwefelsaures Natrium	8	Von + 50° auf	50
Salzsäure	5	0°	
Schwefelsaures Natrium	5	Von + 50° auf	47
Verdünnte Schwefelsäure	4	+ 3°	

Zweite

Zweite Tabelle.

Kälte erregende Mischungen mit Eis.

Mischungen.	Thelle.	Das Thermometer sinkt.	Grade hervorgebracht Kälte.
Schnee oder gestohenes Eis	2	bis -5°	
Kochsalz	1		
Schnee oder gestohenes Eis	5	bis -12°	
Kochsalz	2		
Salmiak	1		
Schnee oder gestohenes Eis	24	bis -18°	
Kochsalz	10		
Salmiak	5		
Salpeter	5		
Schnee oder gestohenes Eis	12	bis -25°	
Kochsalz			
Salpetersaures Ammonium	5		
Schnee	3	Von $+32^{\circ}$ bis	55
Verdünnte Schwefelsäure	2	-23°	
Schnee	8	Von $+32^{\circ}$ bis	59
Salzsäure	5	-27°	

Von jeder Temperatur

I.

R

Mischungen.	Thelle.	Das Thermometer sinkt.	Grade hervorge- brachter Kälte.
Schnee	7	Von + 32° bis	62
Verdünnte Salpetersäure	4	— 30°	
Schnee	4	Von + 32 bis°	72
Salzsaure Kalkerde	5	— 40°	
Schnee	2	Von + 32° bis	82
KrySTALLisirte salzsaure Kalkerde	3	— 50°	
Schnee	3	Von + 32° bis	83.
Kalk	4	— 51°	

Dritte Tabelle.

Verbindungen von Kälte erregenden Mi-
schungen.

Mischungen.	Thelle.	Das Thermometer sinkt.	Grade hervorge- brachter Kälte.
Phosphorsaures Natrum	5	Von 0° bis —	34
Salpetersaures Ammonium	3	34°	
Verdünnte Salpetersäure	4		

Mischungen.		Das Thermometer sinkt.	Grade hervorge- brachter Kälte.
	Theile.		
Phosphorsaures Natrum	3	Von -34° bis	16
Salpetersaures Ammonium	2	-50°	
Verdünnte gemischte Säuren	4		
Schnee	3	Von 0° bis $-$	46
Verdünnte Salpetersäure	2	46°	
Schnee	8	Von -10° bis	46
Verdünnte Schwefelsäure	3	-56°	
Verdünnte Salpetersäure	3		
Schnee	1	Von $+20^{\circ}$ bis	40
Verdünnte Schwefelsäure	1	-60°	
Schnee	3	Von $+20^{\circ}$ bis	68
Salzsaure Kalkerde	4	-48°	
Schnee	3	Von $+10^{\circ}$ bis	64
Salzsaure Kalkerde	4	-54°	
Schnee	2	Von -13° bis	53
Salzsaure Kalkerde	3	-66°	
Schnee	1	Von 0° bis $-$	66
KrySTALLISCHE salzsaure Kalk- erde	2	66°	

Mischungen.		Das Thermometer sinkt.	Grade hervorge- brachter Kälte.
Schnee	1	Von -40° bis	33
KrySTALLisirte salzsaure Kalks- erde	3	-73°	
Schnee	8	Von -63° bis	23
Verdünnte Schwefelsäure	10	-91°	

Um diese Wirkungen hervorzubringen, müssen die Salze, deren man sich bedient, frisch krySTALLisirt und ganz vor Kurzem fein gepulvert worden seyn. Die Gefäße, in denen die Kälte erzeugende Mischung gemacht wird, müssen sehr dünn und oben weit genug seyn, um sie zu fassen, auch müssen die Materialien so schnell als möglich gemischt werden. Die Stoffe, deren man sich bedient, um hohe Grade von Kälte hervorzubringen, müssen erst auf die in der Tabelle bemerkte Temperatur dadurch gebracht werden, daß man sie in eine oder die andere von den Kälte erzeugenden Mischungen stellt, und dann erst werden sie mit einander gemischt. Wünscht man z. B. eine Kälte $= -46^{\circ}$ hervorzubringen, so müssen der Schnee und die verdünnte Salpetersäure bis auf 0° dadurch erkältet werden, daß man die Gefäße, in denen jedes dieser Materialien enthalten ist, vor der Vermischung in die erste der Kälte erregenden Mischungen der zweiten Tabelle stellt. Verlangt man einen noch höheren Grad von Kälte, so werden die Materialien, deren man sich zur Hervorbringung derselben bedient, dadurch auf die erforderliche Temperatur gebracht, daß man sie vorher in

die zweite Kälte erzeugende Mischung stellt. Dieser Prozeß wird fortgesetzt, bis der erforderliche Grad von Kälte erhalten wird. (Walker, Philos. Transact. 1795.)

Sechster Abschnitt.

Von den Quellen des Wärmestoffes.

Nachdem im Vorhergehenden die Natur, Eigenschaften und Wirkungen des Wärmestoffes, so weit als diese Gegenstände bis jetzt untersucht wurden, erörtert worden sind, so bleibt noch übrig, die verschiedenen Verfahrungsarten in Betracht zu ziehen, durch welche der Wärmestoff entwickelt oder bemerkbar gemacht werden kann. Diese Quellen lassen sich auf sechs zurückführen. Er strahlt ununterbrochen aus der Sonne aus; er wird während des Verbrennens entwickelt, und wird in mehreren Fällen durch Stoß, Reibung, chemische Mischung und Elektrizität in Freiheit gesetzt. Die Quellen des Wärmestoffes sind demnach: die Sonne, das Verbrennen, der Stoß oder Schlag, die Reibung, die chemische Mischung und die Elektrizität. Von jeder dieser Quellen soll in der Ordnung, in welcher sie hier aufgeführt wurden, die Rede seyn.

I. Die Sonne.

Die Sonne, die gleichsam als das Lebens-Prinzip des ganzen Sonnen-Systems zu betrachten ist, ist eine ungeheure Kugel, deren Durchmesser den Bestimmungen der Astronomen zufolge 187796 geographische Meilen beträgt, und die ungefähr 333928 Mal so viel Masse als die Erde enthält. Die Naturforscher hegen seit langer Zeit die

Meinung, daß dieser ungeheure Ball ein heftiges Verbrennen erfahre, und dieser Ursache schrieben sie die große Menge von Licht und Wärme zu, die sich ununterbrochen aus demselben absondert. Die Beobachtungen von Dr. Herschel machen es jedoch wahrscheinlich, daß diese Meinung irrig sey. (Philos. Transact. 1801. p. 265.) Sie führen zu dem Resultate: daß die Sonne ein dunkeler undurchsichtiger Körper sey, welcher der Erde oder den anderen Planeten ähnlich und mit einer Atmosphäre von großer Dichte und Ausdehnung umgeben ist. In dieser Atmosphäre schwimmen zwei Regionen von Wolken; die unterste derselben ist undurchsichtig, und die Wolken dieser Region ähneln denen, die sich in unserer Atmosphäre bilden; die höhere Region der Wolken hingegen ist leuchtend und sendet die ungeheure Menge Licht aus, von dem der Glanz der Sonne abhängt. Es scheint ferner, daß diese leuchtende Wolken mannigfaltigen Veränderungen, sowohl in Hinsicht der Menge als des Glanzes, unterworfen sind. Hieraus leitet Dr. Herschel die Folgerung ab: daß die Menge des Lichtes und der Wärme, welche die Sonne ausendet, in verschiedenen Jahreszeiten verschieden ist; er nimmt an, daß dieses eine Hauptquelle des Unterschiedes der Temperaturen verschiedener Jahre sey.

1. Treffen Sonnenstrahlen durchsichtige Körper, so Eringen sie wenig Wirkung zuwege; undurchsichtige Körper werden hingegen von ihnen erwärmt. Hieraus folgt demnach, daß durchsichtige Körper diesen Strahlen den Durchgang gestatten, daß sie hingegen, wenigstens zum Theil, von undurchsichtigen Körpern zurückgehalten werden. Je dunkler die Farbe des undurchsichtigen Körpers ist, um so größer ist die Erhöhung der Temperatur, die er erfährt, wenn er den Sonnenstrahlen ausgesetzt wird.

Es ist eine längst bekannte Sache, daß wenn man gefärbte Körper dem Lichte der Sonne oder brennbarer Körper aussetzt, die Temperatur im Verhältniß der Dunkelheit ihrer Farbe steigt. Um diesen Gegenstand in das gehörige Licht zu setzen, machte Dr. Hooke eine Reihe von Versuchen, die späterhin von Dr. Franklin wiederholt wurden. Dieser Naturforscher breitete auf Schnee Zeuge von verschiedenen Farben (als weiß, roth, blau, schwarz) aus, so daß sie dem Sonnenlichte ausgesetzt waren. Er fand, daß sie im Verhältniß zu der Dunkelheit der Farbe tiefer einsanken, mithin stärker erwärmt wurden.

Davy wiederholte diese Versuche mit größerer Genauigkeit. Er setzte dem Sonnenlichte sechs gleiche Stücke Kupfer, die weiß, gelb, roth, grün, blau und schwarz angestrichen waren, so aus, daß nur die eine Seite dieser Stücke erleuchtet wurde. Auf der nicht erleuchteten Seite wurde ein Stückchen Cerat angebracht, das schmolz, wenn es bis auf 70° erwärmt wurde. Das Cerat, welches sich an dem geschwärzten Kupfer befand, schmolz zuerst, hierauf das an dem blauen, dann das an dem grünen und rothen, dann das an dem gelben und ganz zuletzt an dem weißen. (Beddoe's Contributions. p. 4.) Nun ist es aber eine wohl bekannte Thatsache, daß dunkelgefärbte Körper, selbst wenn sie auf eine gleichförmige Art dem Lichte ausgesetzt werden, einen geringeren Theil desselben zurückwerfen, als die, welche eine helle Farbe haben; da jedoch auf beide (gleiche Größe und Neigung vorausgesetzt) dieselbe Menge Licht auffällt, so ist es klar, daß dunkelgefärbte Körper eine größere Menge desselben absorbiren und zurückhalten müssen, als die heller gefärbten.

Daß eine solche Absorption wirklich stattfindet, ergibt

sich aus folgendem Versuche. Herr Thomas Wedgwood stellte zwei Stück leuchtenden oder phosphorescirenden Marmor auf eine Masse Eisen, die nahe bis zum Rothglühen erhitzt worden. Das eine Stück Marmor, welches schwarz angestrichen worden war, sandte kein Licht aus, das andere hingegen phosphorescete stark. Bei einem zweiten, völlig gleichen Versuche entwickelte sich aus dem nicht angestrichenen Marmor ein schwaches Licht, allein bei dem geschwärzten war auch nicht die mindeste Lichtentwicklung bemerkbar. Nachdem die schwarze Farbe abgewischt worden, wurden beide Stücke Marmor wieder auf das heiße Eisen gestellt. Das Stück, welches vorher geschwärzt worden war, gab eben so viel Licht von sich, als das andere, nur war, wie bereits bemerkt wurde, diese zweite Lichtentwicklung schwach. (Phil. Transact. 1792.) In diesem Versuche verschwand das Licht, welches der leuchtende Marmor ausfendet, es muß demnach in seinem Wege nach außen gehemmt und von der schwarzen Farbe zurückgehalten worden seyn. Nun sind schwarze Körper diejenigen, welche das meiste Licht verschlucken, zugleich sind sie diejenigen, welche dem Lichte ausgesetzt am stärksten erwärmt werden. Cavallo machte die Bemerkung, daß ein Thermometer mit geschwärzter Kugel, das dem Sonnenlichte, Tageslichte oder Lampenlichte ausgesetzt wurde, höher stand, als ein anderes, dessen Kugel ungeschwärzt war. Herr Pictet machte dieselbe Bemerkung, und fand außerdem, daß wenn er beide Thermometer einige Zeit an einem dunkeln Orte stehen ließ, sie genau dieselbe Höhe erreichten. Er beobachtete ebenfalls, daß wenn beide Thermometer um eine gewisse Anzahl Grade gestiegen waren, das mit ungeschwärzter Kugel weit schneller sank als das andere. (Pictet, Sur le Feu chap. IV.)

2. Die Temperatur, welche durch das direkte Auffallen der Sonnenstrahlen in den Körpern hervorgebracht wird, übersteigt selten 120° , es würde jedoch eine weit höhere Temperatur erhalten werden, könnte man verhindern, daß die Wärme von den umgebenden Körpern fortgeführt würde. Herr Saussure nahm ein kleines Kästchen, fütterte es mit recht trockenem Kork, dessen Oberfläche verkohlt worden war, um sie schwarz und schwammig zu machen, damit die größt mögliche Menge der Sonnenstrahlen eingesaugt würde, und es ein möglichst schlechter Leiter der Wärme wäre. Das selbe wurde mit einer dünnen Glasplatte bedeckt den Sonnenstrahlen ausgesetzt. Ein Thermometer, das sich auf dem Boden desselben befand, stieg in wenigen Minuten auf 221° , während die Temperatur der Atmosphäre nur 75° war. (Voyages sur les Alpes. II. 932.)

Professor Robison machte eine Vorrichtung ähnlicher Art. Er bediente sich dreier sehr dünner Gläser aus Flintglas, welches mehr Wärme hindurchläßt, als irgend eine andere Glasart. Sie hatten dieselbe Gestalt, waren oben gewölbt, und hatten einen Raum von $\frac{1}{2}$ Zoll zwischen sich. Sie wurden auf eine Unterlage von Kork, die so zubereitet worden, wie in dem Versuche von Saussure, gestellt und von Daunnen umgeben, die in einem Zylinder von Pappe enthalten waren. Vermittelt dieses Apparates stieg das Thermometer an einem hellen Sommertage oft auf 220° und einmal auf 237° . Selbst wenn er vor ein hellbrennendes Feuer gestellt wurde, stieg er auf 212° . (Black a. a. O. II. S. 521.)

Wurde der Apparat in einen feuchten Keller gestellt, ehe die Gläser an ihren Ort gebracht wurden, so daß die im Innern befindliche Luft feucht war, so stieg das Ther-

momenter nie über 208°. Hieraus schloß Dr. Robison, daß feuchte Luft besser leitet, als trockene; eine Folgerung, die nachmals durch die Versuche des Grafen Rumford völlig bestätigt wurde.

Dies ist die Temperatur, welche durch die direkten Strahlen der Sonne hervorgebracht wird. Werden jedoch die Strahlen derselben durch ein Brennglas oder einen Hohlspiegel verdichtet, so entzünden sie brennbare Körper mit Leichtigkeit, und bringen eine Temperatur hervor, die wenigstens eben so hoch, wo nicht höher ist, als die, welche durch das heftigste am besten geleitete Feuer hervorgebracht wird. Um diese Wirkung zu erzeugen, muß man sie jedoch auf einen Körper, der sie verschlucken oder zurückhalten kann, richten; denn wenn sie auf durchsichtigen oder flüssigen Körpern, wie z. B. auf bloßer Luft, concentrirt werden, so bringen sie wenig oder gar keine Wirkung hervor.

Graf Rumford hat durch direkte Versuche gezeigt, daß die Concentrirung der Sonnenstrahlen in einem Brennpunkte, ihre erwärmende Kraft keinesweges vergrößert, sondern daß die Intensität ihrer Wirkung dadurch hervorgebracht wird, daß man eine größere Anzahl nöthigt, ihre Wirkung zu gleicher Zeit in demselben Punkte zu vereinigen.

Diese Thatsachen, welche seit längerer Zeit bekannt sind, veranlaßten die Naturforscher zu dem Schlusse: daß durch Figirung des Lichtes in den Körpern stets die Temperatur derselben erhöht werde. Auf der anderen Seite war es bekannt, daß die Figirung einer gewissen Menge Wärmestoff stets die Erscheinung von Licht veranlaßt, denn werden Körper bis auf eine gewisse Temperatur gebracht, so werden sie stets rothglühend. Hieraus schloß man, daß Licht und Wärmestoff, die wechselseitige Entwicklung von einander ver-

anlassen, und dieses wurde aus der Annahme erklärt, daß sie die Eigenschaft besitzen, einander zurückzustoßen.

Einige neuere Versuche, die früher in diesem Kapitel angeführt wurden, scheinen es vielmehr wahrscheinlich zu machen, daß Wärme und Licht verschiedene Zustände derselben Materie sind, fähig durch Mittel, die wir bis jetzt noch nicht vollkommen zu würdigen verstehen, entweder die Modifikation anzunehmen, welche wir Licht oder die, welche wir Wärme nennen. Den Versuchen von De Lavoisier zu Folge scheint der Wärmestoff stufenweise in den Zustand des Lichtes überzugehen, so wie er aus einem heißeren Körper ausströmt. Er fand, daß wenn die Quelle der Wärme eine niedrigere Temperatur als die des kochenden Wassers hat, die Wärmestrahlen durch eine Glas tafel, wie dünn dieselbe auch immer ist, in nur geringer Menge oder gar nicht hindurchgehen. So wie aber die Temperatur derselben jene Grenze übersteigt, so gehen sie in merklicher Menge durch das Glas hindurch, und in so größerer Menge, je höher die Temperatur der Wärmequelle ist; bis endlich, wenn letztere in den Zustand des Leuchtens übergeht, das Hindurchgehen noch häufiger und leichter wird.

II. Das Verbrennen.

Das Verbrennen gehört zu den nächststen und merkwürdigsten Naturerscheinungen. Wird ein Stein oder Ziegel erhitzt, so erfahren sie keine Veränderung, als eine Vermehrung der Temperatur, und wenn sie sich selbst überlassen werden, so erkalten sie bald wieder und kehren in ihren vorigen Zustand zurück. Mit brennbaren Körpern verhält es sich jedoch ganz anders. Werden sie bis zu einem

gewissen Grade an der freien Luft erhitzt, so werden sie schneller durch sich selbst heißer, bleiben eine geraume Zeit heiß in einem hohen Grade, indem sie einen reichlichen Strom von Wärmestoff und Licht den umgebenden Körpern zusenden. Dieses Ausfenden von Wärme und Licht nimmt nach einem gewissen Zeitraume ab, und hört endlich ganz auf. Der brennbare Körper hat jetzt eine durchgängige Veränderung erfahren; er wird in eine Substanz, welche sehr verschiedene Eigenschaften besitzt, verwandelt, und ist nicht länger des Verbrennens fähig. So bemerkt man, daß wenn Kohle einige Zeit bei der Temperatur von 800° erhalten wird, sie sich entzündet, einen sehr hohen Grad von Hitze annimmt und fortfährt, Licht und Wärmestoff längere Zeit hindurch auszusenden. Läßt dieses Ausfenden nach, so ist alle Kohle verschwunden, bis auf einen unbedeutenden Rückstand von Asche. Sie wurde fast ganz in Kohlen säure verwandelt, die entwich, wofern der Versuch nicht in schicklichen Gefäßen, die das Auffangen derselben gestatten, angestellt wurde. Wird sie gesammelt, so findet man, daß ihr Gewicht das der verbrannten Kohle bei weitem übersteigt.

1. Die ersten Versuche, um das Verbrennen zu erklären, waren roh und ungenügend. Man nahm das Daseyn eines elementaren Stoffes an, den man Feuer nannte, welcher das Vermögen besaß, gewisse andere Körper zu verzehren und sie in sich selbst zu verwandeln. Wird ein Gefäß mit Kohlen in Brand gesetzt, so bringt man, dieser Hypothese zufolge, eine geringe Menge von dem Elemente des Feuers damit in Berührung, das augenblicklich die Kohle zu verzehren beginnt und sie in Feuer verwandelt. Der Theil der Kohle, welcher nicht als Nahrung des Feuers dienen kann, bleibt in der Gestalt von Asche zurück.

2. Im Jahre 1665 machte Dr. Hooke eine weit scharfsinnigere und befriedigendere Hypothese bekannt. Nach ihm enthält die atmosphärische Luft eine gewisse Substanz, die, wenn sie der im Salpeter enthaltenen nicht völlig gleich, doch derselben ähnlich ist. Diese Substanz besitzt die Eigenschaft, alle brennbaren Körper aufzulösen, allein nur dann, wenn ihre Temperatur bedeutend hoch ist. Die Auflösung findet mit solcher Schnelligkeit statt, daß dadurch sowohl Wärme als Licht hervorgebracht werden, die, seiner Ansicht nach, in bloßen Bewegungen bestehen. Die aufgelöste Substanz befindet sich zum Theil im Zustande der Luft, zum Theil ist sie zu einer tropfbarflüssigen oder festen Substanz verdichtet. Die Menge dieses Auflösungsmittels, die in einem gegebenen Raummumfange atmosphärischer Luft vorhanden ist, ist ohne Vergleich geringer, als in einem gleichen Raummumfange Salpeter. Hieraus erklärt es sich, warum ein brennbarer Körper in einem gegebenen Raummumfange atmosphärischer Luft nur eine kurze Zeit brennt. Das Auflösungsmittel ist bald gesättigt, und dann muß das Verbrennen bald ein Ende nehmen. Daher geht auch das Verbrennen am kräftigsten von statten, wenn ein beständiger Zufluß frischer Luft stattfindet, und es wird ungemein beschleunigt, wenn man die Luft durch Blasebälge zuströmen läßt. (Man sehe Hooke's Micrographia p. 103; desgleichen die Lampas desselben.)

Etwa zehn Jahre nach Bekanntmachung von Hooke's Micrographie wurde seine Theorie von Mayow, ohne den eigentlichen Urheber zu nennen, in einer Abhandlung de Sal-nitro et Spiritu Nitro-aëreo, die zu Oxford gedruckt wurde, vorgetragen. Dieser scharfsinnige Forscher hat mehrere wichtige Versuche angestellt, durch die er verschiedenen

Entdeckungen, die später in der Chemie gemacht wurden, vorgeeilt ist. Seine Schlüsse sind aber größtentheils unge-
reimt, und die Zusätze, welche er zu Hooke's Theorie ge-
macht hat, höchst ausschweifend.

Dem Auflösungsmittel von Hooke giebt er den Na-
men Spiritus nitro-aëreus. Er bestehet, seiner Annahme
nach, aus sehr kleinen Theilchen, die in stetem Streite mit
den Theilchen der brennbaren Körper begriffen sind, und
aus diesem Kampfe gehen alle Veränderungen der Dinge
hervor. Das Feuer ist Wirkung der raschen Bewegung dies-
er Theilchen, Wärme Wirkung einer weniger raschen Be-
wegung. Die Sonne bestehet ganz aus nitro-aërischen
Theilchen, die sich mit großer Schnelligkeit bewegen. Der
ganze Raum ist von ihnen erfüllt. Ihre Bewegung nimmt
mit der Entfernung von der Sonne an Schnelligkeit ab,
und wenn sie der Erde näher kommen, werden sie spißig
und erzeugen Kälte^{*)}.

4. Die Aufmerksamkeit der Chemiker wurde bald von
der Theorie von Hooke und Mayow abgelenkt, und auf
eine von sehr verschiedener Art hingezogen, die zuerst von

*) So mancher Ungereimtheiten ungeachtet, die man in Ma-
yow's Schrift findet, enthält sie doch eine Menge von Ansichten,
die durch die neueren Entdeckungen bestätigt wurden. Mayow
zeigte die Ursache von der Gewichtszunahme der Metalle, wenn
man sie calcinirt; ferner von den Veränderungen, welche die Luft
durch das Athmen und Verbrennen erleidet; er bediente sich bei
seinen Versuchen einer Vorrichtung, die dem gegenwärtigen pneu-
matischen Apparat der Chemisten ähnlich ist. Das vierzehnte Ka-
pitel verdient besondere Aufmerksamkeit. In diesem zeigt er eine
genauere Kenntniß von der chemischen Verwandtschaft als
irgend einer seiner Zeitgenossen oder einer seiner nächsten Nach-
folger.

Becker aufgestellt, von Stahl aber mit ungemeinem Scharfsinne neugestaltet, in eine höchst zierliche systematische Form gebracht, und mit so zahlreichen passenden und Uebersetzung erregenden Entdeckungen versehen wurde, daß sie sich fast augenblicklich der Einbildungskraft bemächtigte, Stahl zu dem ersten Range unter den Naturforschern erhob, und ihn zum Gründer der Stahlischen Theorie vom Verbrennen machte.

Nach Stahl enthalten alle krennbare Körper einen gewissen Bestandtheil in sich, der unter dem Namen des Phlogiston bekannt geworden ist, dem sie ihre Brennbarkeit verdanken. Die Verschiedenheit dieser Körper begründen demnach die anderen Bestandtheile, mit denen das Phlogiston verbunden ist. Das Verbrennen und alle daselbe begleitende Erscheinungen hängen von der Trennung und Verstreung dieses Bestandtheiles ab, und wenn er einmal abgeschieden ist, so ist der Ueberrest des Körpers unverbrennlich. Das Phlogiston ist, nach Stahl, vorzüglich geeignet, in eine heftige wirbelnde Bewegung versetzt zu werden. Die Wärme und das Licht, welche während des Verbrennens zum Vorschein kommen, sind lediglich zwei Eigenschaften des Phlogistons, wenn es sich in dieser heftigen Bewegung befindet.

Macquer war der erste, der einen auffallenden Mangel in dieser Theorie von Stahl bemerkte. Isaac Newton hatte gezeigt, daß das Licht ein Körper sey, es war demnach ungerath, dasselbe zu einer bloßen Eigenschaft des Phlogistons oder des Elementes des Feuers zu machen. Macquer betrachtete demnach das Phlogiston nur als in den Körpern fixirtes Licht. Diese Meinung wurde von mehreren ausgezeichneten Chemisten angenommen, und es

wurden viele scharfsinnige Gründe zum Beweise der Wahrheit derselben aufgestellt. Ist jedoch das Phlogiston nichts anderes als in den Körpern fixirtes Licht, woher rührt die Wärme, die sich während des Verbrennens äußert? Ist diese Wärme bloß eine Eigenschaft des Lichtes? Dr. Black zeigte, daß die Wärme sich chemisch mit den Körpern verbindet oder in den Körpern, die nicht brennbar sind, sich fixiren könne, wie in Eis und Wasser, und schloß hieraus, daß sie nicht eine Eigenschaft, sondern ein Stoff sey. Dieses nöthigte die Naturforscher, eine andere Ansicht von der Natur des Wärmestoffes zu fassen.

5. Ihnen zufolge giebt es einen eigenthümlichen, äußerst feinen Stoff, der in die dichtesten Körper einzudringen vermag, ungemein elastisch und die Ursache der Wärme, des Lichtes, des Magnetismus, der Elektrizität und selbst der allgemeinen Anziehung ist. Dieser Stoff, der Aether von Hooke und Newton, ist dieselbe Substanz, welche Phlogiston genannt wurde, und die sich in einem fixirten Zustande in den brennbaren Körpern befindet. In Freiheit gesetzt giebt sie den Stoffen, welche Wärmestoff und Lichtstoff genannt werden, diejenigen Bewegungen, die in uns die Empfindungen von Wärme und Licht hervorbringen. Daher das Erscheinen von Licht und Wärme in allen Fällen, in welchen Verbrennen stattfindet; dieß ist auch der Grund, daß ein Körper nach dem Verbrennen schwerer ist, als vorher; denn da das Phlogiston selbst die Ursache der Schwere ist, so würde es ungereimt seyn, anzunehmen, daß es Schwere habe. Es ist der Vernunft gemäßer, es sich mit einem Prinzip der Leichtigkeit begabt zu denken.

6. Einige Zeit nachher, nachdem diese abgeänderte Ansicht von der Natur des Phlogiston aufgestellt worden, wiederholte

holte Dr. Priestley, der mit so regem Eifer die Grenzen der Chemie erweiterte, mehrere Versuche, die von Hooke, Mayow, Boyle und Hales über das Verbrennen gemacht worden, und fügte verschiedene von seinen eigenen hinzu.

Er fand bald, was man bereits früher bemerkt hatte, daß die Luft, in der man brennbare Körper so lange hatte brennen lassen, bis sie erloschen, eine sehr merkwürdige Veränderung erfahren hatte; es brannte ferner kein brennbarer Körper in ihr, und kein Thier konnte sie einathmen, ohne zu ersticken. Er schloß, daß diese Veränderung von dem Phlogiston herrühre, daß die Luft sich mit dieser Substanz verbunden habe, und daß die Luft zu dem Verbrennen erforderlich sey, indem sie das Phlogiston, gegen das sie mit einer starken chemischen Anziehung begabt ist, anzöhe. Wenn dem so ist, so muß der Ursprung der Wärme und des Lichtes, die während des Verbrennens zum Vorschein kommen, nachgewiesen werden; indem das Phlogiston dadurch, daß es sich mit der atmosphärischen Luft verbindet, doch gewiß nicht auf diese Körper zu wirken vermag, in welchem Zustande wir auch immer sie annehmen.

7. Dr. Crawford war der erste, welcher diese Schwierigkeit dadurch zu lösen suchte, daß er Dr. Black's Lehre von der verborgenen Wärme auf die Lehre von dem Verbrennen anwandte. Nach ihm verbindet sich das Phlogiston des brennbaren Körpers während des Verbrennens mit der Luft, zu gleicher Zeit scheiden sich Wärme und Licht ab, mit welchen diese Flüssigkeit vorher vereinigt war. Wärme und Licht, die demnach während des Verbrennens erscheinen, sind vorher in der Luft befindlich gewesen.

Diese Theorie war von der Stahl'schen sehr vers

schieden, und gewiß in mehrerer Rücksicht ungleich genügender. Noch blieb aber immer die Frage: was das Phlogiston eigentlich sey? unbeantwortet.

8. Herr Kirwan, der durch manche scharfsinnige Entdeckung im Gebiete der Natur sich bereits einen ausgezeichneten Namen erworben hatte, suchte eine Antwort auf diese Frage zu geben, und zu zeigen, daß Phlogiston und Wasserstoff ein und derselbe Körper sind. Diese Meinung, die, wie Kirwan uns lehrt, sich ihm zuerst durch die Entdeckungen von Priestley dargeboten hatte, wurde äußerst günstig von der chemischen Welt aufgenommen. Man räumte sie entweder ihrer ganzen Ausdehnung nach ein oder ließ sie mit gewissen Modifikationen zu. Bergmann, Morveau, Crell, Wiegleb, Westrumb, Bewley, Priestley, Delametherie u. a. m. nahmen sie an.

Kirwan bemühte sich zu zeigen, daß der Wasserstoff als Bestandtheil in jedem brennbaren Körper enthalten sey, daß während des Verbrennens er sich von den brennbaren Körpern trennt, und sich mit dem Sauerstoffe der Luft verbindet. Dieses suchte er in seiner Schrift: An Essay on Phlogiston and the Constitutions of acids (Kirwan's physisch-chemische Schriften, übersetzt von Crell. B. III. St. II. S. 237 ff.) zu erweisen.

9. Noch verdient die Ansicht von Scheele einer besondern Erwähnung. Nach ihm besteht der Wärmestoff aus einer gewissen Menge Sauerstoff, der mit Phlogiston verbunden ist; die strahlende Wärme, die sich eben so wie das Licht in geraden Linien fortpflanzt, und sich nicht mit der Luft verbinden kann, besteht aus Sauerstoff, der mit einer größeren Menge Phlogiston verbunden ist; das Licht ist Sauerstoff mit einer noch größeren Menge Phlogiston ver-

bunden. Er nahm ferner an, daß der Unterschied unter den Lichtstrahlen von der Menge des Phlogistons abhängt, und daß die rothen Strahlen die geringste, die violetten die größte Menge desselben enthalten. Unter Phlogiston hat Scheele ebenfalls den Wasserstoff verstanden.

Man findet diese Meinung in Scheele's Abhandlung über Luft und Feuer, die zuerst im Jahre 1777 erschienen ist. Dieser ausgezeichnete Geist unterstützte sie durch zahlreiche Versuche, die, wenn sie auch nicht die aufgestellte Theorie außer Zweifel setzen, doch Myster und Verlehrung jedem, der sich gründliche Kenntnisse in der Chemie verschaffen will, gewähren. (Man sehe: Scheele phys. chem. Schr. B. I. S. 155 ff.)

10. Während die Theorie von Stahl so mannigfaltige Abänderungen erfuhr, war Lavoisier unermüdet mit der Untersuchung der Erscheinungen des Verbrennens beschäftigt. Schon seit dem Jahre 1770 soll er, von den Mängeln der herrschenden Meinung überzeugt, sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben. Einige behaupten, daß er verschiedene Ideen, die Bayen in seiner Abhandlung von den Quecksilberoxyden vortrug, welche in Lavoisier's Gegenwart in der Akademie der Wissenschaften vorgelesen wurde, von diesem angenommen habe, allein mehrere seiner Untersuchungen fallen in einen früheren Zeitraum, und Bayen bezieht sich selbst in jener Abhandlung auf einige derselben. (Journal de Physique. Vol. III. p. 129; Vol. VI. p. 487.)

Seine ersten Ansichten, die nur Vermuthungen waren, verfolgte er mit unermüdeter Anstrengung, unterstützt durch die zahlreichen Entdeckungen, die von allen Seiten zufließen, und durch eine lange Reihe mühsamer und genauer Versuche und Erörterungen, die mit einer bis dahin in der

Chemie nicht gekanntem Genauigkeit ange stellt wurden. Von ihm wurde das Daseyn des allgemeinen Gesetzes außer Zweifel gesetzt: daß in allen Fällen, in denen Verbrennen stattfindet, so wie bei dem analogen Prozeß der sogenannten metallischen Verkalkung der Raumumfang der Luft vermindert werde, diese Verminderung aber nur bis zu einer gewissen Grenze gehe, und daß der Sauerstoff derselben sich mit dem brennbaren Körper verbinde. Diese hochwichtige Entdeckung, die Frucht des Genie's, der Anstrengung und des Scharfsinns warf neues Licht auf jeden Zweig der Chemie, verband und erklärte eine große Anzahl von Thatsachen, die vorher einzeln und unerklärt da standen, und ertheilte dem Ganzen eine wissenschaftliche Gestalt.

Es dauerte eine geraume Zeit, ehe Lavoisier, bei aller Gründlichkeit und Klarheit, die das Gepräge seiner Ansichten waren, Anhänger für seine Theorie gewinnen konnte. Endlich erklärte Berthollet in einer Zusammenkunft der Akademie der Wissenschaften 1785, daß er von der neuen Lehre überzeugt sey, und entsagte der alten. Fourcroy folgte seinem Beispiele. Im Jahre 1787 wurde Morveau bei Gelegenheit eines Besuches in Paris ebenfalls für die Ansichten von Lavoisier gewonnen, und diesen Beispielen folgten bald alle jüngere Chemisten Frankreichs.

Lavoisier's Erklärung des Verbrennens beruhet auf den zwei von ihm und Dr. Black entdeckten Gesetzen. Wird ein brennbarer Körper bis zu einer gewissen Temperatur gebracht, so verbindet er sich mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre, und dieser Sauerstoff läßt während des Verbrennens den Wärmestoff und das Licht fahren, mit dem er

im gasförmigen Zustande verbunden war. Sie kommen daher während des Verbrennens zum Vorschein. Daher rührt ebenfalls die Veränderung, welche der brennbare Körper in Folge des Verbrennens erfährt.

So erklärte demnach Lavoisier das Verbrennen ohne Annahme des Phlogistons, eines nur hypothetischen Stoffes, der bloß als Erklärungsgrund für das Verbrennen angenommen wurde. Keinem Chemisten wollte es glücken, das Phlogiston in einem gesonderten Zustande darzustellen, oder einen Beweis für das Daseyn desselben zu geben. Die Bequemlichkeit, die es gewährte, das Verbrennen zu erklären, war der einzige Grund, das Daseyn desselben einzuräumen. Der Beweis für sein Daseyn beruhte gänzlich auf der Unmöglichkeit, in der man sich befand, Brennen ohne seine Beihülfe zu erklären. Dadurch nun, daß Lavoisier eine genügende Erklärung des Verbrennens, ohne seine Zuflucht zum Phlogiston zu nehmen, gab, zeigte er, daß kein Grund vorhanden sey, die Existenz eines solchen Stoffes anzunehmen.

Die Hypothese von Kirwan, der zufolge das Phlogiston und der Wasserstoff ein und derselbe Stoff sind, wurde durch diese Erklärung nicht über den Haufen geworfen, in dem das Daseyn des Wasserstoffes keinem Zweifel unterlag. Sollte jedoch der Wasserstoff Phlogiston seyn, so mußte er einen Bestandtheil jedes brennbaren Körpers ausmachen, und sich in jedem Falle des Verbrennens aus dem brennbaren Körper ausscheiden. Diese Punkte suchte demnach Kirwan zu erweisen. Gelang es ihm nicht, oder führten die Thatfachen vielleicht zu der entgegengesetzten Annahme, so mußte seine Hypothese nothwendig über den Haufen fallen.

Gelang es, die Hypothese von Kirwan zu widerlegen, so mußte die Theorie von Lavoisier ungemein an

Ueberzeugung gewinnen. Dieses geschah; die Schrift von Kirwan wurde in das Französische übersezt und jeder der Abschnitte, in die sie eingetheilt ist, mit einer Widerlegung begleitet. Vier dieser Abschnitte wurden von Lavoisier, drei von Fourcroy, zwei von Morveau und einer von Monge widerlegt; und nie war eine Widerlegung vollständiger. Kirwan selbst, mit der vorzüglichen Geistern eigen thümlichen Aufrichtigkeit, gab seine Meinung als nicht haltbar auf und ging zu der Meinung von Lavoisier über.

So wurde demnach von Lavoisier das Daseyn des Phlogistons gänzlich vernichtet.

II. Da Lavoisier's Erklärung der Erscheinungen des Verbrennens auf eine große Anzahl Lehren der Chemie den wichtigsten Einfluß hat, so wird es zweckmäßig seyn, die Hauptsätze, auf denen sie beruhet, kurz zusammenzustellen.

a) Das Verbrennen findet nicht statt, wenn nicht Sauerstoff vorhanden ist; dasselbe ist um so lebhafter, wenn das Sauerstoffgas sich in einem reinen unvermischten Zustande befindet. In der atmosphärischen Luft erfolgt das Verbrennen nur in sofern, als der Sauerstoff einen Bestandtheil (ein Fünftheil des Ganzen) ausmacht. Für diese Thatsachen sprechen zahlreiche Erfahrungen. Taucht man einen brennenden Körper in Stickgas oder in irgend eine andere Gasart, welche keinen Sauerstoff enthält, so erlischt er. Bringt man ihn unter die Glocke der Luftpumpe und nimmt die Luft hinweg, so hört das Verbrennen auf, während in einer ähnlichen Glocke von derselben Größe, die mit Wasser gesperrt worden, um den Zutritt der äußeren Luft abzuhalten, das Verbrennen längere Zeit anhält. Auch unter den zuletzt genannten Verhältnissen erlischt der brennende Körper nach einiger Zeit, nachdem der Antheil Sauerstoff, welcher

in der atmosphärischen Luft enthalten war, verzehrt worden. Es ist nicht nöthig, daß in allen Fällen der Sauerstoff im gasförmigen Zustande jenen Körper umgäbe; es kann auch im flüchtigen Zustande mit demselben in Berührung gebracht werden. So befördert der Salpeter das Verbrennen der Körper.

b) Bei allem Verbrennen wird Sauerstoff verzehrt. Beweise für diesen Satz findet man darin, daß ein brennender Körper in einem begrenzten Raume atmosphärische Luft nur eine gewisse Zeit brennt — daß das Gewicht und der Raummfang der Luft verändert werden — und daß das Verbrennen aufhört, wenn die Raumverminderung ein Fünftheil beträgt, das heißt, wenn aller Sauerstoff absorbirt worden ist. In reinem Sauerstoffgas erfolgt eine ungleich größere Verminderung des Raummanges, dasselbe würde gänzlich verzehrt werden, wenn man das Verbrennen so lange unterhalten könnte.

Diese Verzehrung des Sauerstoffgas findet bei dem Verbrennen aller brennbaren Stoffe statt, obgleich es Fälle giebt, in welchen die Verminderung des Luftvolumens nicht bedeutend scheint. Dieses ist dann der Fall, wenn durch Verbindung des Sauerstoffgas mit dem brennbaren Körper ein gasförmiges Produkt gebildet wird, welches dem Stickgas (dem andern Bestandtheile der atmosphärischen Luft) beigemischt bleibt. Schafft man jenes gasförmige Produkt hinweg, so ist die Verminderung derjenigen, welche bei jedem andern Verbrennen erfolgt, vollkommen gleich.

Findet das Verbrennen in atmosphärischer Luft statt, so hört dasselbe gewöhnlich auf, ehe der Sauerstoff gänzlich verzehrt wurde. Hat sich nämlich der größere Theil desselben mit dem brennbaren Körper verbunden, so ist der Ueber-

rest durch das Sticgas so sehr verdünnt, daß das Verbrennen matter wird, und zuletzt ist die Menge von Sauerstoff, welche mit dem brennenden Körper in Verührung ist, so unbedeutend, daß dasselbe, aufhört.

c) Bei dem Verbrennen nimmt der verbrannte Körper stets an Gewicht zu, und diese Zunahme stimmt genau mit dem Gewichte der Menge Sauerstoffgas, welche während des Verbrennens verschwand. So fand Lavoisier, daß der Phosphor bei dem Verbrennen mehr als anderthalbmal sein Gewicht Sauerstoffgas verzehrt. Es verzehrten 45 Gran desselben 69 Gran Sauerstoff und das Gewicht des durch das Verbrennen erzeugten Produktes war genau der Summe vom Gewichte des verbrannten Phosphors und absorbirtem Sauerstoffgas gleich. Dieselben Ergebnisse fanden bei dem Schwefel, der Kohle und bei verschiedenen Metallen statt; dieser Satz wurde überhaupt von ihm als allgemein betrachtet.

Zwar giebt es einige Fälle, die bei oberflächlicher Betrachtung hievon Ausnahmen zu machen scheinen. So beträgt z. B. bei dem Verbrennen des Holzes oder der Kohlen der Rückstand noch nicht ein Hunderttheil von dem Gewichte des verzehrten Brennmaterials. In diesen Fällen nimmt jedoch das Hauptprodukt des Verbrennens einen gasförmigen Zustand an und entweicht unbemerkt. Wird das Verbrennen solcher Körper in Gefäßen vorgenommen, die gestatten, daß man sowohl die flüchtigen als feuerbeständigen Produkte sammeln kann, so wird man finden, daß ihr Gewicht der Summe der Gewichte des brennbaren Körpers und des verzehrten Sauerstoffes gleich sey.

d) Die Wärme, welche sich während des Verbrennens entwickelt, rührt von der Veränderung des Zustandes her,

welche der Sauerstoff erfährt. Dieselbe Menge Sauerstoff, die sich bei verschiedenen Versuchen mit Phosphor, Wasserstoff und Kohle verbindet, veranlaßt bei ihrer Verbindung mit dem Phosphor die Entwicklung einer größeren Menge Wärme, als bei ihrer Vereinigung mit dem Wasserstoffe, und bei dieser weniger, als bei der Verbindung mit der Kohle. Dieses muß aber der Fall seyn, weil im ersten Falle das Produkt ein fester, im zweiten ein tropfbarflüssiger, im dritten ein gasförmiger Körper ist.

Endlich läßt sich in mehreren Fällen die Menge des während des Verbrennens verschwundenen Sauerstoffes aus der gebildeten Zusammensetzung wieder darstellen; und das Gewicht des Gas, welches erhalten wird, ist der Menge von dem gleich, das während des Verbrennens verschwand. Wird z. B. Quecksilber in atmosphärischer Luft erhitzt, so zieht es Sauerstoff an und wird in ein rothes Pulver verwandelt. Setzt man dieses Pulver einem höheren Feuergrade aus, so entweicht Sauerstoffgas, dessen Menge dem Gewichte des verzehrten Sauerstoffgas gleich ist, und als Rückstand bleibt metallisches Quecksilber, dessen Gewicht ebensfalls mit dem, welches anfänglich zum Versuche genommen wurde, zusammenstimmt.

In anderen Fällen kann der Sauerstoff aus dem verbrannten Körper durch Einwirkung der Hitze nicht ausgetrieben werden; er läßt sich jedoch durch die stärkere Anziehung eines dritten Körpers abscheiden, und es wird in diesem Falle eine Verbindung dieses Körpers mit dem Sauerstoffe erhalten. So läßt sich die Verbindung des Eisens mit Sauerstoff nicht durch Hitze zersetzen. Mengt man sie aber mit Kohle und setzt dieses Gemenge dem Feuer aus, so zieht diese den Sauerstoff ungleich kräftiger an, als dieser vom

Eisen angezogen wird. Das Eisen wird in den metallischen Zustand zurückgeführt, und es entweicht kohlenfaures Gas, das eine Verbindung von Kohle und Sauerstoff ist. Da man aus anderweitigen Versuchen die Menge Sauerstoff kennt, die in einem gegebenen Raummumfange kohlenfaures Gas enthalten ist, so kann man aus der erhaltenen Menge Gas die Menge des mit dem Eisen verbundenen Sauerstoffes bestimmen.

Aus diesen Thatsachen folgerte Lavoisier: daß das Verbrennen eine Verbindung des brennenden Körpers mit dem Sauerstoffe sey; die brennbaren Körper besitzen eine Anziehung zum Sauerstoffe; und die durch das Verbrennen gebildeten Produkte sind Zusammensetzungen aus Sauerstoff und diesen Körpern.

12. So genau die Erscheinungen, welche das Verbrennen darbietet, mit der von Lavoisier aufgestellten Theorie zusammenstimmen, so glaubten doch mehrere Naturforscher, daß sie nicht alle den Akt des Verbrennens begleitende Umstände befriedigend erkläre.

Das Verbrennen ist dem Sprachgebrauche zufolge eine Erscheinung, die mit Entwicklung von Licht und Wärme vergesellschaftet ist. Lavoisier nahm an, wie bemerkt wurde, daß sowohl Wärme als Licht in dem Sauerstoffgas verbunden sind, und daß sie, indem sich der Sauerstoff mit dem brennbaren Körper vereinigt, davon getrennt werden. Diese Erklärung, ungeachtet sie in den gewöhnlichen Fällen vollkommen genügend ist, scheint in anderen jedoch nicht auszureichen. Es wird angenommen, daß Wärme und Licht mit dem in der Atmosphäre befindlichen Sauerstoff verbunden sind, weil er sich im gasförmigen Zustande befindet; und daß sie sich von demselben trennen, weil er seinen gas-

förmigen Zustand verliert. Allein es findet ein eben so heftiges Verbrennen statt, wenn der Sauerstoff sich in einem festen und tropfbarflüssigen, als wenn er sich in einem gasförmigen Zustande befindet. Giebt man z. B. Salpetersäure auf Keimöl oder Terpentinöl, so erfolgt ein sehr rasches Verbrennen und es entwickelt sich eine reichliche Menge Wärmestoff und Licht. Hier macht der Sauerstoff einen Theil der tropfbarflüssigen Salpetersäure aus, und ist bereits mit dem Stickstoffe verbunden, oder nach der Sprache der Chemisten, der Stickstoff ist verbraucht. In diesem Falle befindet sich der Sauerstoff nicht allein im Zustande eines tropfbarflüssigen Körpers, sondern hat auch die Veränderung erfahren, welche das Verbrennen hervorbringt. Der Sauerstoff giebt demnach nicht allein im tropfbarflüssigen Zustande, sondern selbst nach dem Verbrennen Wärme und Licht aus. Ein Umstand, der mit jener Theorie schwer zu vereinigen ist.

Verbrennt man Kohle in Sauerstoffgas, so wird, wie in der Folge gezeigt werden soll, kohlensaures Gas gebildet, dessen Volumen dem Rauminhalte des Sauerstoffes gleich ist. Ungeachtet das Sauerstoffgas keine Verminderung des Rauminhaltes erfährt und die Kohle den Zustand eines festen Körpers mit dem eines gasförmigen vertauscht, so findet dennoch eine sehr bedeutende Erhöhung der Temperatur statt, die mit einer lebhaften Entwicklung von Licht vergesellschaftet ist. Da hier ein fester Körper in den Zustand eines gasförmigen versetzt wird, so hätte man aus Gründen der Theorie eine der angeführten entgegengesetzte Erscheinung erwarten müssen.

Man glaubte einen Erklärungsgrund für dieses Phänomen darin zu finden, daß man annahm, der specifische

Wärmestoff des kohlensauren Gas sey nicht allein geringer, als der des Sauerstoffgas, sondern auch als der der Kohle vor ihrer Verbindung; diesem Unterschiede sey die Erhöhung der Temperatur zuzuschreiben. Nun ist aber den genauen Versuchen von *Verard* und *De Laroche* zufolge der specifische Wärmestoff des Sauerstoffgas 0,9765, der des kohlensauren Gas 1,2583, den der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen. Hieraus folgt, daß das kohlensaure Gas, dessen specifischer Wärmestoff größer ist als der des Sauerstoffgas, Wärmestoff absorbiren mußte, um sich auf der ihm anfänglich zukommenden Temperatur zu erhalten. Der Unterschied zwischen dem specifischen Wärmestoffe der Kohle und dem kohlensauren Gas müßte demnach so groß seyn, daß dadurch eine bis zum Erglühen gehende Temperatur hervorgebracht wird. Es ist aber der specifische Wärmestoff der Kohle (verglichen mit dem eines gleichen Gewichtes Wasser, das als Einheit angenommen wird) 0,26, der des kohlensauren Gas 0,221 und der des Sauerstoffgas 0,236. Das kohlensaure Gas ist mit Uebergang der Brüche zusammengesetzt, aus 27 Kohlenstoff, 73 Sauerstoff. Nimmt man an, daß durch Vereinigung beider Elemente keine Veränderung in Hinsicht ihres specifischen Wärmestoffes erfolgt wäre, so müßte der specifische Wärmestoff der Zusammensetzung gleich 0,232 seyn; auf dem Erfahrungswege wurde er gleich 0,221 gefunden. Dieser Unterschied ist einmal so unbedeutend, daß er wohl durch einen Irrthum im Experimentiren herbeigeführt werden konnte, dann ist er aber nicht bedeutend genug, um daraus den hohen Grad von Hitze zu erklären, der bei dem Verbrennen der Kohle in Sauerstoffgas entwickelt wird.

Schießpulver, das in verschlossenen Gefäßen oder in ei-

nem luftleer gemachten Raume entzündet wird, brennt mit großer Lebhaftigkeit. Die Bestandtheile desselben sind Salpeter, Schwefel und Kohle. Die beiden zuletzt genannten Ingredienzien sind verbrennlich; das erste giebt den Sauerstoff her. In diesem Falle ist der Sauerstoff nicht allein bereits mit Stickstoff verbunden, sondern er macht auch den Bestandtheil eines festen Körpers aus, und doch wird eine große Menge Wärmestoff und Licht während des Verbrennens frei, und fast das ganze Produkt des Verbrennens befindet sich im gasförmigen Zustande. Diese Erscheinungen sind mit der Theorie von Lavoisier nicht wohl verträglich. Man muß einräumen, daß Wärmestoff und Licht aus dem festen Körper, während seines Ueberganges in den gasförmigen Zustand, ausströmen, und offenbar wird eine größere Menge davon erfordert, diesen Zustand hervorzubringen und zu erhalten, als im festen Körper selbst enthalten war.

Ein anderes Beispiel bietet uns das Verbrennen des Wasserstoffgas dar. Der specifische Wärmestoff eines Theiles Wasser wird stets gleich 1,000 gesetzt, mithin sind in 100 Theilen Wasser 100,000 specifischer Wärmestoff enthalten. Es wurde bereits bemerkt, daß der specifische Wärmestoff des Sauerstoffgas 0,2361 ist, der des Wasserstoffgas, verglichen mit dem eines gleichen Gewichtes Wasser, ist 3,2936. In 100 Theilen Wasser sind 11,75 Wasserstoff, deren specifischer Wärmestoff durch 38,69; und 88,25 Theile Sauerstoff enthalten, deren specifischer Wärmestoff durch 20,83 ausgedrückt werden kann. Die Summe von 20,83 und 38,69 gleich 59,52 drückt den specifischen Wärmestoff eines Gemenges von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in dem Verhältnisse aus, welches erfordert wird, um 100 Theile Wasser zu erzeugen. Wird die Verbindung bewirkt, so ist

das Produkt Wasser im gasförmigen Zustande, das durch einen hohen Grad von Hitze zu einem Raummumfange ausgedehnt worden, der mehrmals größer ist, als der der gasförmigen Elemente. Der specifische Wärmestoff des erkalteten und in tropfbarflüssigen Zustand verfestigten Wassers ist aber 100, das heißt, er übersteigt den seiner beiden Elemente im gasförmigen Zustande um 40,48. Woher rührt diese ungeheure Menge Wärmestoff, die durch Verbrennen des Wasserstoffgas frei wird? Sie läßt sich nicht aus einer Aenderung des specifischen Wärmestoffes ableiten, weil diese vielmehr einen hohen Grad von Kälte erregen müßte. Auch von der Entwicklung des Wärmestoffes, welcher den Wasserstoff und Sauerstoff in gasförmigen Zustand verfestigt, kann sie nicht herrühren, weil das Wasser in dem Augenblicke, da es gebildet wird, als Dunst erscheint, der einen weit größeren Raum einnimmt, als seine gasförmigen Elemente und nur in Folge des Erkaltens, welches die benachbarten Körper bewirken, zu tropfbarflüssigem Wasser wird.

Die Verbindung der Metalle mit dem Schwefel ist von derselben Feuererscheinung begleitet, wie ihre Verbindung mit dem Sauerstoffe. Dieses Feuer ist dasselbe, man mag das erhitzte Metall der Wirkung des tropfbarflüssigen oder des, es sey durch Wirkung der Wärme oder durch Verbindung mit Wasserstoff in Dunst verwandelten Schwefels aussetzen. Das in diesen Fällen stattfindende Verbrennen ist genau dasselbe, wie das bei der Oxydation; der einzige Unterschied wird durch den Körper begründet, mit dem das Metall sich verbindet.

Diese Fälle, die leicht vermehrt werden könnten, lassen sich schwerlich aus Lavoisier's Hypothese vom Verbrennen befriedigend erklären. Ueberhaupt scheint jede chemische

Verbindung mit Entwicklung von Wärme vergesellschaftet zu seyn, wenigstens nimmt man diese Erscheinung stets wahr, wenn die Umstände günstig sind, um diese Bemerkung machen zu können. Sind die chemischen Anziehungen sehr energisch, so kann die Temperatur-Erhöhung bis zur Entwicklung von Licht und Wärme steigen, während bei schwächeren Verwandtschaftskräften nur eine Vermehrung der Temperatur um wenige Grade stattfindet.

13. Mehrere Naturforscher suchten durch andere Hypothesen jene Hypothese zu stützen. Richter und Gren setzen die Quelle des Feuers nicht bloß in das Sauerstoffgas, sondern auch in den verbrennlichen Körper, der die Basis des Lichtes oder den Brennstoff enthält. Man nehme z. B. das Verbrennen des Phosphors. Letzterer besteht aus der Basis des Lichtes und der phosphorsauren Basis. Wird derselbe in Sauerstoffgas einer Wärme von etwas über 104° Fahr. ausgesetzt, so verbindet sich durch eine doppelte Wahlverwandtschaft die Basis des Sauerstoffgas mit der Phosphorsäure, während der Brennstoff des Phosphors mit dem Wärmestoffe der Lebensluft zum Lichte zusammentritt und damit Feuer bildet und als solches ausstrahlt. Der freie Wärmestoff allein kann das Brennbare des Phosphors nicht entbinden; dieß kann nur durch doppelte Wahlverwandtschaft geschehen, und hieraus erklärt sich die Nothwendigkeit des Zutritts von Sauerstoffgas oder der atmosphärischen Luft, in welcher jenes als Bestandtheil enthalten ist, zum Verbrennen.

Drugnatelli sucht die Schwierigkeiten, welche die Favosier'sche Hypothese darbietet, auf folgende Art zu lösen. Nach ihm verbindet sich der Sauerstoff in zwei verschiedenen Zuständen mit den Körpern. 1) Einmal in eis

nem Zustande, in welchem er den größten Theil der Wärme und des Lichtes, mit denen er im gasförmigen Zustande verbunden ist, mit sich nimmt. In diesem Zustande nennt er ihn Thermorygen. 2) Dann so modificirt, daß er allen Wärmestoff und alles Licht, mit denen er verbunden war, hat fahren lassen. In diesem Zustande nennt er ihn Drygen.

Das Thermorygen kommt nicht allein in den gasförmigen, sondern auch in mehreren tropfbarflüssigen und festen Körpern als Bestandtheil vor. Ist dieses der Fall, so werden bei dem Verbrennen dieser Körper Licht und Wärmestoff in Freiheit gesetzt. Alle Metalle verbinden sich nach ihm mit Thermorygen, diejenigen Körper hingegen, die das Verbrennen in Säuren verwandelt, vereinigen sich mit Drygen. (Man sehe van Mons Journal de Chimie. Vol. II. p. 306. Vol. III. p. 86. p. 147.)

Sowohl diese Erklärungart als die vorhergehende von Richter und Gren haben den Fehler, daß die Annahme sich auf dem Erfahrungswege keinesweges bewähren lassen, mithin dieselben als reine Hypothesen betrachtet werden müssen. Unterscheidet sich Licht von Wärme, wie De Lavoisier behauptet (man vergleiche was Seite 267 gesagt wurde), nur durch den Grad der Temperatur, und ist Licht nichts anderes, als bis zu einem gewissen Grade gesteigerte Wärme, so würde ein großer Theil der hier bemerkten Schwierigkeiten wegfallen. Die Erklärungart, welche Berzelius von dem Phänomen des Verbrennens gegeben hat, findet man im nächsten Abschnitte.

14. Der Grad der Temperatur hat, so wie auf alle chemische Verbindungen, auch auf das Verbrennen einen beträchtlichen Einfluß. Zum Beginnen desselben wird eine hohe Temperatur erfordert, hat es aber einmal angefangen, so ent-

entwickelt sich durch das Brennen selbst so viel Wärmestoff, daß die zum Brennen erforderliche Temperatur dadurch unterhalten wird. Der Grad der Temperatur ist für verschiedene Körper verschieden. Der Phosphor entzündet sich bei einer sehr mäßigen Wärme; der Alkohol und Schwefel erfordern einen höheren Grad derselben, der wohl 300° Fahr. beträgt; Kohle muß bis zum Erglühen erhitzt werden, und die meisten Metalle erfordern noch eine höhere Temperatur, wenn sie sich mit dem Sauerstoffe verbinden sollen.

Die Wirkung der Temperatur auf die Hervorbringung des Verbrennens läßt sich aus denselben Gründen erklären, als wie der Einfluß, den sie auf die Beschleunigung irgend welcher chemischen Verbindung hat. Befindet sich das Brennbare im Zustande eines festen Körpers, so vermindert die Wärme die Cohärenz der Theile und befördert dadurch die Verbindung mit dem Sauerstoffe, obgleich auf der anderen Seite durch den höheren Grad von Elasticität, welcher dem Sauerstoffgas mitgetheilt wird, jener Vereintigung bis zu einem gewissen Grade entgegenwirkt und sie dadurch modificirt wird. Ist der brennbare Körper tropfbarflüssig, so findet derselbe Erfolg statt. In den meisten Fällen ist die Hitze so groß, daß die Flüssigkeit verflüchtigt wird und der Dunst derselben wird in dem Augenblicke seiner Entstehung um so geneigter seyn, sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden. Einige Schwierigkeiten bietet das Verbrennen der entzündlichen Gasarten dar. Die Wärme begünstigt ihr Verbrennen oder ihre Verbindung mit dem Sauerstoffe und die meisten derselben erfordern zu ihrem Verbrennen eine bis zum Glühen gehende Erhitzung. Nun vermehrt aber die Wärme die Elasticität, und dieser Zustand der Körper ist

sonst ihrer chemischen Vereinigung hinderlich, scheint aber in diesem Falle dieselbe zu begünstigen.

Grotthuß fand, daß die Leichtigkeit, mit welcher brennbare Gasarten, die mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas gemengt worden, sich entzünden lassen, großen Theils von ihrer Dichte abhängt; so daß wenn man das Gemenge dadurch verdünnt, daß man vermittelst der Luftpumpe den Druck hinwegnimmt, es endlich aufhöre, entzündlich zu seyn. So hört z. B. ein Gemenge aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas auf, entzündlich zu seyn, wenn es durch sein sechzehnfaches Volumen ausgedehnt wurde. Er zieht hieraus die Folgerung: daß in sehr großen Höhen der Atmosphäre entzündliche Körper ihre Entzündlichkeit verlieren müssen; während in einer dichteren Atmosphäre als die, welche unseren Erdball umgibt, andere von selbst oder mit einer im Vergleich weit größeren Leichtigkeit brennen würden. Er fand ferner, daß Ausdehnung durch Wärme dieselbe Wirkung hervorbringe, als verminderter Druck. (Man sehe: Journal für Chemie und Physik. B. III. S. 129 ff. und Gilbert's Annalen. B. XXXIII. S. 212 ff.)

Humphry Davy erhielt bei seinen Versuchen Ergebnisse, die nicht mit denen von Grotthuß zusammenstimmen. Er fand, daß Verdünnung durch Wärme das Verbrennen der Gasarten befördere. Brennbare Gasarten, die mit Sauerstoffgas gemengt worden, explodirten, wenn man sie vorher erwärmte, bei einer niedrigeren Temperatur. Dergleichen Gemenge wurden ebenfalls entzündet, wenn die Hitze stufenweise bis zu einem gewissen Punkte gesteigert wurde; und auf der anderen Seite bewirkte Verdichtung zu einem Fünftheil des ursprünglichen Volumens keine Explosion. Er schloß hieraus, daß die Hitze allein die Ursache

des Verbrennens sey — „daß bei einer gewissen Erhöhung der Temperatur, sowohl in verdünnter als verdichteter Luft, „Explosion oder Verbrennen stattfindet, das heißt, daß die Körper sich mit den Erscheinungen von Wärme und Licht verbinden.“ Die Wärme, welche bei dem Zusammendrücken der Luftarten frei wird, sey die wahre Ursache des dadurch bewirkten Verbrennens. Auf der andern Seite wird das Verbrennen in einer verdünnten Luft nur darum aufgehalten, weil nicht die zum Fortschreiten derselben erforderliche Wärme hervorgebracht wird.

Herr Davy führt mehrere Ergebnisse an, die mit diesen Ansichten zusammenstimmen, vorzüglich daß diejenigen brennbaren Körper, welche den geringsten Grad von Wärme zum Verbrennen erfordern und die, welche die meiste Hitze während des Verbrennens erzeugen, diejenigen sind, welche am besten in verdünnter Luft brennen. (*Philosophical Transact.* 1817. p. 45.)

Davy fand, daß Gasarten, welche durch Glühhitze detoniren, sich langsamer und ohne ein scheinbares Verbrennen bei einer niedrigen Temperatur verbinden. Dieses eignete sich bei einem Gemenge aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, bei einer Temperatur, zwischen der, bei welcher Quecksilber kocht, und der höchsten, die hervorgebracht werden kann, ohne daß das Glas im Dunkeln leuchtend wird. Kohle verwandelte bei einer Temperatur, die etwas höher war als der Siedpunkt des Quecksilbers, das Sauerstoffgas ziemlich schnell in kohlen-saures Gas, ohne eine bemerkbare Lichterscheinung. (a. a. O. S. 56 ff)

Auf diese Thatsache gründet sich das auffallende Resultat, welches er bemerkte, daß ein fester Körper in einem Gemenge dieser Art, in Folge eines langsamen und unmerk-

lichen Verbrennens, glühet. Ein Platindraht wurde in ein Gemenge aus Kohlengas und atmosphärischer Luft im Zustande der Entzündung gebracht, hierauf wurde so viel Kohlengas zugesetzt, daß die Flamme erlosch; dennoch fuhr der Theil des Drahtes, welcher am heißesten war, fort zu glühen und verharrte in diesem Zustande mehrere Minuten, ungeachtet man, selbst in einem dunkeln Zimmer, keine Flamme des Gas wahrnehmen konnte. Offenbar verbanden sich in diesem Falle das Kohlengas und der Sauerstoff der atmosphärischen Luft ohne Flamme; dennoch wurde so viel Wärme entwickelt, daß der Draht im Glühen erhalten wurde und das langsame Verbrennen fortschritt.

Wurde ein erhitzter feiner Platindraht in ein ähnliches Gemenge aus atmosphärischer Luft und Kohlengas getaucht, so erfolgte dieselbe Verbindung und in Folge derselben wurde er glühend und fuhr fort einige Zeit zu glühen. Dasselbe Resultat geben Gemenge aus anderen brennbaren Gasarten. Man bemerkt diese Wirkung bei den Dünsten des Aethers, Alkohols, Terpenthinöls, die mit atmosphärischer Luft gemengt worden. Hängt man einen feinen, spiralförmig gewundenen Platindraht, der vorher erhitzt wurde, in einem Glase auf, in das man einige Tropfen Aether getropft hatte, so fand diese Erscheinung statt. Platin und Palladium gewährten unter allen Metallen allein diese Erscheinung. Diese Eigenthümlichkeit rührt von ihrem schwachen Wärme leitenden Vermögen und ihrer geringen Kapazität für Wärme her. Eine Folge hiervon ist, daß sie eine hinreichende Temperatur empfangen und unterhalten, um das Verbrennen des umgebenden Gas bewirken zu können.

Davy machte eine wichtige, praktische Anwendung von dieser Thatsache. Er umgab den Draht der Sicherheits-

Lampe, deren man sich in Kohlenbergwerken bedient, mit einem spiralförmig gewundenen Platindraht, so daß wenn so viel brennbares Gas in die Lampe drang, daß davon die Flamme erlosch, der glühende Draht noch hinreichendes Licht verbreitete, um den Bergmann zu leiten und ihm gestattete, in einer reineren Atmosphäre angelangt, daran die Lampe wieder anzuzünden.

Die Einrichtung, welche Humphry Davy der Sicherheitslampe gegeben hat, deren man sich in Kohlenbergwerken bedient, um die nachtheiligen Erfolge zu vermeiden, welche durch die Explosionen, welche durch die Entzündung mit atmosphärischer Luft gemengter brennbarer Gasarten hervorgebracht werden, ist folgende. Die Flamme der Lampen wird mit einem äußerst feinen Netze von Draht (einer wahren Draht-Gaze) umgeben, das auf einen Quadrat Zoll wenigstens 400 Oeffnungen hat. Die Sicherheit, welche die so eingerichteten Lampen gewähren, besteht darin, daß die im Innern der Lampe entzündete Luft bei dem Durchgange durch das Drahtnetz eine Verminderung der Temperatur erfährt, bei welcher sie nicht ferner brennen kann; die Explosion kann sich folglich nicht von innen nach außen mittheilen. Befindet sich demnach der mit einer solchen Lampe versehene Arbeiter wirklich in einem detonirenden Luftgemenge, so kann wirklich die Luft im Innern der Lampe entzündet werden, ohne daß sich die Explosion dem äußeren Gas mittheilt.

Eine andere Anwendung, die man hievon gemacht hat, ist die merkwürdige Einrichtung einer Lampe ohne Flamme. Der Draht einer Weingeistlampe trägt einen spiralförmig gewundenen Platindraht und man bläset die Flamme aus, wenn der Draht bis zum Glühen erhitzt ist.

Das langsame Verbrennen des Weingeistdunstes erhält ihn im Glühen, und dieser Zustand des Glühens fährt fort die Verflüchtigung und das stille Verbrennen zu unterhalten, so daß der Draht, so lange als Vorrath von Weingeist vorhanden ist, glühend bleibt. (Thomson's Annals of Philosophy. Vol. XI. p. 217, 305, 437.)

Die Flamme, mit welcher verschiedene, ja oft derselbe Körper brennen, ist verschieden gefärbt; es scheint, daß die Temperatur hierauf einen bedeutenden Einfluß hat. Diejenigen Körper, welche bei niedrigen Temperaturen brennen, und deren Temperatur durch das Brennen nicht sehr erhöht wird, wie Weingeist oder Schwefel, senden am häufigsten indigo- oder blaue Strahlen aus; Kohle, welche eine höhere Temperatur erfordert, giebt die rothen Strahlen in der größten Menge von sich; und in allen den Fällen, in welchen das Verbrennen sehr rasch und die Hitze sehr groß ist, werden die farbigen Strahlen in einem solchen Verhältniß ausgesendet, daß dadurch weißes Licht gebildet wird.

Auch die Menge von Licht, welche die Körper bei dem Brennen aussenden, ist sehr verschieden. In der Regel senden diejenigen, welche flüchtig sind, oder die, welche sich während des Verbrennens im Zustande eines Dunstes befinden, das meiste Licht aus. Beispiele hievon sind Oel und Wachs im Vergleich mit Kohle, oder unter den Metallen das Zink. Doch fehlt es nicht an Ausnahmen; so brennt z. B. das Eisen in Sauerstoffgas mit ungemeinem Glanze.

Nach Humphry Davy (Journal of the Royal Institution. Vol. II. p. 124.) hängt die Helligkeit, welche eine Flamme verbreitet, in allen Fällen hauptsächlich von dem Glühen oder Verbrennen fester Stoffe ab. Daher ist bei dem Verbrennen von Gasarten, bei welchen kein solcher

Stoff abgesetzt wird, wie z. B. bei dem Wasserstoffe, das Licht ungemein schwach. Bringt man hingegen Zinkoxyd, Amianth u. s. w. in diese Flamme, so erhält dieselbe augenblicklich einen weit lebhafteren Glanz. Bei dem Verbrennen der zusammengesetzten Gasarten, wie z. B. bei dem des Kohlenwasserstoffgas wird nach ihm das Gas durch das theilweise Verbrennen in dem Innern der Flamme zersetzt, es scheidet sich Kohle ab, deren Glühen und Brennen die Erleuchtung verstärkt.

Die Wärme ist nach Davy ganz unabhängig von dem Lichte der Flamme, und ist überhaupt in dem Theile der Flamme, deren Licht schwach ist, gewöhnlich am stärksten.

Die Gegenwart nicht brennbarer Stoffe modificirt öfters die Farbe des Lichtes, das bei dem Verbrennen ausgesandt wird: der Zusatz verschiedener Salze, z. B. zum Alkohol, macht, daß derselbe mit verschieden gefärbter Flamme brennt. Davy meint, dieses rühre von der Entwicklung und dem nachmaligen Erglühen des brennbaren Stoffes, welcher die Basis der salzigen Substanz ist, her. Die rothe Farbe, welche die Gegenwart der Kalksalze, die grüne Farbe, welche die Boraxsäure erzeugt, rühre von dem Verbrennen des Calcium und Boron her, die durch Zersetzung gebildet wurden und in der Flamme zugegen sind. (P. 108. Transact. 1817. p. 68 etc. p. 77 etc. desgleichen Chemisches Wörterbuch, Supplemente. B. IV. S. 85 ff.)

Die Schätzung der Menge von Wärme, die sich während des Verbrennens aus mehreren brennbaren Körpern entwickelt, ist nicht allein als Gegenstand der Naturforschung, sondern auch in ökonomischer Hinsicht ungemein wichtig. Lavoisier und Laplace haben zahlreiche Versuche hierüber angestellt. Sie verbrannten mehrere Körper im Calorime

ter, und schätzten die Menge von Wärme, die sich entwickelt hatte, aus der Menge von Eis, die in jedem Versuche geschmolzen war.

Dr. Crawford stellte eine Reihe ähnlicher Versuche an. Er bestimmte die Menge der Wärme, welche sich entwickelte, aus der Zunahme der Temperatur, die eine gewisse Menge Wasser, mit der er den brennbaren Körper umgeben hatte, erhielt. (Man sehe: Crawford's Versuche und Beobachtungen über die Wärme der Thiere u. s. w. Zweite Ausgabe, übersetzt von Crell. S. 245 ff.)

Noch zahlreicher sind die Versuche von Dalton, vorzüglich über die Menge von Wärme, die sich bei dem Verbrennen gasförmiger Körper entbindet. Er füllte eine Blase, die 30000 Gran Wasser faßte und, mit einem Hahne und einer Röhre versehen war, mit der Gasart an. Ein zweiter Theil des Apparates war ein verzinntes Gefäß, das 30000 Gran Wasser enthalten konnte. Die spezifische Wärme desselben wurde bestimmt, und so viel Wasser zugesetzt, daß der spezifische Wärmestoff beider dem von 30000 Gran Wasser gleich war. Das Gas wurde aus der Blase gepreßt, entzündet, und die Flamme auf den Boden des verzinnten Gefäßes gerichtet. Die Menge der Wärme, die sich entwickelte, wurde aus der Zunahme der Temperatur des im Gefäße befindlichen Wassers bestimmt. (Dalton, neues System der chemischen Kenntnisse: Aus dem Engl. übersetzt von F. Wolff. B. I. S. 87 ff.)

Auch Graf Rumford hat eine große Anzahl von Versuchen über die Menge Wärmestoff, die sich bei dem Verbrennen von Oelen, geistiger Flüssigkeiten und mehrerer Holzarten entwickelt, angestellt. Die Ausdauer, mit welcher er diesen Gegenstand verfolgte, und die zahlreichen

Vorsichtsmaaßregeln, die er anwandte, lassen vermuten, daß seine Versuche sich der Wahrheit sehr nähern. (Gilbert's Annalen. B. XLIV. S. 1 ff. B. XLV. S. 306 ff.)

Nachstehende Tabellen geben die Resultate, welche die genannten Naturforscher bei ihren Versuchen erhielten. Die Wärme, die sich entwickelte, ist nach der Menge Eis, die sie würde geschmolzen haben, bestimmt. Die erste Spalte enthält den Namen der verbrannten Substanz, und es wird angenommen, daß ein Pfund derselben verzehrt worden sey; die zweite das Gewicht des Sauerstoffes in Pfunden, der sich während des Processes mit dem brennbaren Körper verbindet; die dritte das Gewicht des Eises in Pfunden, welches den Versuchen der verschiedenen Experimentatoren zufolge von der entwickelten Wärme würde geschmolzen worden seyn.

Verbrannte Substanzen. 1 Pfund.	Verzehrt Sauerstoff in Pfunden ausgedrückt.	Gewicht des geschmolzenen Eises in Pfunden.			
		Lavoisier.	Crawford.	Dalton.	Humford.
Wasserstoff	6	295	480	320	
Kohlenstoffhalt. Wasserstoffgas	4			85	
Delmachen des Gas Gasförmig.	3,5			88	
Kohlenoxyd	0,58			25	
Baumöl	3,5	148	89	104	93,073
Rübsamendf					124,097

Verbrannte Substanzen. 1 Pfund.	Verzehrtet Sauerstoff in Pfun- den ausge- drückt.	Gewicht des geschmolzenen Eis in Pfund.			
		Lavoisier.	Crawford.	Dalton.	Numford.
Wachs	3,5	133	97	104	126,242
Falg	3,5			104	111,582
Serpentinhöl				60	
Alkohol				58	67,170
Schwefel					
äther	3			62	107,027
Naphtha					97,834
Phosphor	1,5	100		60	
Holzohle	2,8	96,5	69	40	
Schwefel	1,36			20	
Kämpfer				70	
Caoutchouf				42	

Aus der Art, wie Herr Dalton seine Versuche anstellte, geht hervor, daß die von ihm erhaltenen Resultate nothwendig zu klein seyn müssen, da ein Theil der Wärme durch das Ausstrahlen verloren gegangen ist. Wegen der Einfachheit des Verfahrens und der Leichtigkeit, mit der sich diese Versuche wiederholen lassen, kann man jedoch erwarten, daß der Irrthum nicht sehr wesentlich ist.

Die Resultate, welche Graf Numford bei seinen Versuchen über das Verbrennen der verschiedenen Holzarten erhielt, findet man in nachstehender Tabelle.

Arten der Hölzer.	Beschaffenheit.	Eis in Pfunden, das durch die Hitze, die sich während des Verbrennens eines Pfundes des brennbaren Körpers entwickelte, geschmolzen wurde.
Lindenholz.	Trockenes Tischlerholz 4 Jahr alt	46,145
do	do	46,406
do	do höchst getrocknet über einer Kohlpfanne	52,806
do	do	54,210
do	do etwas weniger scharf getrocknet	51,777
Büchenholz.	Trockenes Tischlerholz, 4 bis 5 Jahr alt	45,089
do	do	45,002
do	do höchst getrocknet über einer Kohlpfanne	48,445
do	do	48,245
Ulmenholz.	Tischlerholz, nicht völlig trocken	36,195
do	do trockenes Holz 4 bis 5 Jahr alt	40,478
do	do	40,068
do	do höchst getrocknet über einer Kohlpfanne	46,020
do	do	44,868
do	do höchst getrocknet und gedörrt in der Darrstube	41,200
Eichenholz.	Gewöhnliches Brennholz in mäßig starken Spänen	34,120
do	do in dickeren Spänen, einen Rückstand von Kohle lassend	32,997
do	do in dünnen Spänen	35,062
do	do in dünnen Spänen wohl getrocknet an der Luft	38,946
do	do Tischlerholz, sehr trocken, in dünnen Spänen	39,840
do	do	39,728

Arten der Hölzer.	Beschaffenheit.	Eis in Pfunden, das durch die Hitze, die sich während des Verbrennens eines Pfundes des des brennbaren Körpers entwickelte, geschmolzen wurde.
Eichenholz.	do als dickere Späne, 0,92 Gran Kohle lassend	34,969
Eichenholz.	Gewöhnliches trockenes Tischlerholz	40,888
do	dieselbe Art, die Späne an der Luft getrocknet	44,960
do	do stark getrocknet über einer Kohlpfanne	47,265
Ahornholz.	Reifes Holz, stark über einer Kohlpfanne getrocknet	48,156
Holz des Spier-		
lingsbaumes.	do	48,173
do	do in einer Wärmstube gedörret	43,116
Holz des Kirsch-		
baumes.	Trockenes Tischlerholz	44,452
do	do dasselbe stark über einer Kohlpfanne getrocknet	49,205
do	do dasselbe in einer Wärmstube gedörret	46,350
Tannenholz.	Gewöhnlich trockenes Tischlerholz	40,429
do	do Spähne, in der Luft wohl getrocknet	45,333
do	do stark über einer Kohlpfanne getrocknet	49,838
do	do und in einer Wärmstube gedörret	44,477
do	Dicke Späne, die eine reichliche Menge Kohle zurückließen	38,260
Pappelholz.	Gewöhnlich trockenes Tischlerholz	42,400
do	do	42,145

Arten der Hölzer.	Beschaffenheit.	Eis in Pfunden, das durch die Hitze, die sich während des Verbrennens eines P und des des brennbaren Körpers entwickelte, geschmolzen wurde.	
Eichenholz, mit 19,6 Procent Wasser, unvollkommen verbrannt, bei dem Verbrennen einen kohligen Rückstand lassend, von	}	0,81	Grammen 35,228
	}	0,73	— 34,121
	}	0,94	— 34,556

Kann man einiges Vertrauen in die Angaben der obensiehenden Tabellen setzen, so leuchtet es ein, daß die Menge Wärmestoff, die sich während des Verbrennens entwickelt, nicht mit der Menge Sauerstoff im Verhältnisse stehe, die sich mit dem brennenden Körper verbindet. Vergleichen wir die Versuche, welche Graf Rumford über das Verbrennen des Oeles, Wachses und Alkohols angestellt hat, mit der Menge Wärmestoff, die sich den Bestimmungen von Crawford zufolge bei dem Verbrennen des Wasserstoffes und der Kohle entwickelt, indem wir das Verhältniß der Bestandtheile zum Grunde legen, wie es von Caussüre und Gay Lussac in diesen Körpern bestimmt wurde, so scheint es, daß eine spezifische Menge Wärmestoff während des Verbrennens des Wasserstoffes und der Kohle entwickelt wird, und daß dieselbe Menge zum Vorschein kommt, wenn diese Körper in irgend, welchem Zustande der Zusammensetzung verbrannt werden.

III. Vom Schläge.

So wie die Verdünnung der Luft, wie im Vorhergehenden bemerkt wurde, Kälte hervorbringt, so erzeugt eine

plöbliche und starke Verdichtung derselben Wärme, die sogar bis zum Glühen gehen kann. Wird Luft plöblich verdichtet, so steigt ein Thermometer, das sich in ihr befindet, um mehrere Grade.

Aus dem plöblichen Steigen des Thermometers, welches unter diesen Umständen stattfindet, zeigt Herr Dalton, daß eine weit größere Hitze entwickelt wird, als das Thermometer anzeigt. Aus seinen Versuchen folgt, daß wenn Luft durch Verdichtung plöblich bis auf die Hälfte ihres Volumens zurückgebracht wird, eine Zunahme der Temperatur um 50° erfolge. (Manchester Memoirs. V. 515.)

Wird eine Windbüchse im Dunkeln abgeschossen, so bemerkt man zuweilen einen Lichtschein. Wird Luft schnell in einem gläsernen Zylinder comprimirt, so nimmt man einen Funken wahr. Hierauf gründet sich die Einrichtung eines Feuerzeuges, durch welches Schwamm entzündet wird. Es besteht aus einem kleinen Zylinder von Messing oder starkem Glase, in dem sich luftdicht ein Stempel von Stahl, an dessen unterem Ende etwas Feuerschwamm befestigt wird, bewegt. Indem man nun den Stempel plöblich niederdrückt, entzündet sich der Feuerschwamm.

Den Versuchen von Desmottiers zufolge wird der Feuerschwamm nur dann entzündet, wenn der Zylinder mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoff angefüllt ist; andere Gasarten bringen diese Wirkung nicht hervor. Bei diesen Versuchen könnte jedoch leicht ein Irrthum durch den Umstand veranlaßt werden, daß wenn bei Anwendung anderer Gasarten auch wirklich der Schwamm entzündet wird, er doch bald erlöschen muß, da der zur Unterhaltung des Verbrennens erforderliche Sauerstoff fehlt. Allein als der Versuch dahin abgeändert wurde, daß man mit Salpeter zubes

reiteten Feuerschwamm anwandte, so war das Ergebniß dasselbe. Tropfbare entzündliche Flüssigkeiten, wie Alkohol, weiche Körper, wie Phosphor, werden nicht entzündet, welches doch vorzüglich bei dem letzteren Körper der Fall seyn müßte, wenn der Erfolg von der Verbindung mit dem durch das Zusammenpressen verdichteten Sauerstoff abhinge.

Viot machte den Versuch, das Sauerstoffgas mit dem Wasserstoffgas dadurch zu vereinigen, daß er ein Gemenge aus beiden in einer Compressions-Pumpe rasch condensirte. Er gelang, allein bei Wiederholung dieses Versuches ist Vorsicht sehr zu empfehlen, indem durch die erfolgende Explosion häufig das Verhältniß, in dem sich die Gasarten befinden, zersprengt wird.

Werden harte Körper gegen einander geschlagen, so wird Wärme erzeugt. Wird ein Stück Eisen schnell und heftig gehämmert, so wird es rothglühend, und die Erzeugung von Funken bei dem Gegeneinanderschlagen von Strahl und Feuerstein ist eine so bekannte Thatsache, daß sie kaum Erwähnung verdient. Noch hat man jedoch nicht bemerkt, daß bei dem Zusammenschlagen von Flüssigkeiten oder weichen Körpern, welche leicht dem Schlage nachgeben, Wärme erzeugt werde.

Diese Entwicklung des Wärmestoffes durch den Schlag scheint die Folge einer bleibenden oder vorübergehenden Verdichtung des geschlagenen Körpers zu seyn. Das specifische Gewicht des Eisens vor dem Hämmern ist 7,783, nach dem Hämmern 7,840, das des Platins vor dem Hämmern 19,50, nach dem Hämmern 21,65.

Nun scheint durch Verdichtung stets Wärme entwickelt zu werden; wenigstens ist dieses der Fall bei denen Körpern, bei welchen sich eine bemerkliche und dauernde Verminder-

zung des Raummumfanges bewirken läßt. Wird gasförmige Salzsäure von Wasser absorbirt, so steigt die Temperatur der Flüssigkeit bald bis auf 100° ; und eine weit höhere Temperatur wird hervorgebracht, wenn Salzsäure und Ammonium, beide im gasförmigen Zustande, sich zu einem festen Salze verdichten. Wird Kalkstein in Schwefelsäure aufgelöst, so wird eine bedeutende Hitze erzeugt, der großen Menge Kohlensauren Gas ungeachtet, die in Freiheit gesetzt wird. Wird statt des rohen Kalksteines gebrannter Kalk genommen, so findet eine sehr heftige Hitze statt. Nur werden in diesem Falle die Säure und das Wasser, welches sie enthält, zum Theil aus tropfbaren Flüssigkeiten in feste Körper verwandelt und das Volumen wird sehr vermindert.

Berthollet, Pictet und Viot haben eine Reihe von Versuchen angestellt, um die Menge von Wärme auszumitteln, die sich entwickelt, wenn dehnbare Metalle plötzlich stark geschlagen werden, wie dieses z. B. bei dem Prägen der Münzen der Fall ist. Die Versuche wurden mit Stücken Gold, Silber und Kupfer von derselben Größe und Gestalt gemacht, und es wurde, ehe der Versuch begann, allen Theilen des Apparates dieselbe Temperatur ertheilt. Aus dem Kupfer entwickelte sich die größte Menge Wärmestoff, dann folgte das Silber, und aus dem Golde entwickelte sich die kleinste Menge. Der erste Schlag machte die größte Menge Wärme frei, dieselbe nahm nach und nach ab, und nach dem dritten Schläge war sie kaum bemerkbar. Die Wärme, welche frei wurde, wurde dadurch geschätzt, daß das geschlagene Stück Metall in ein bestimmtes Quantum Wasser geworfen und die Veränderungen bemerkt wurden, welche die Temperatur des Wassers erfuhr. Nachstehende Tabelle giebt die Zunahme der Temperatur an, welche bei

bei zwei Stücken Kupfer durch drei auf einander folgende Schläge bemerkt wurde.

Erster Schlag	{	erstes Stück	17,44°
		zweites Stück	20,80°
Zweiter Schlag	{	erstes Stück	7,30°
		zweites Stück	3,69°
Dritter Schlag	{	erstes Stück	1,90°
		zweites Stück	1,46°

Die ganze Menge Wärme, die sich aus jedem dieser Stücke Kupfer entwickelte, ist nahe dieselbe. Die aus dem ersten Stück bewirkte eine Temperaturerhöhung gleich 26,64°; die aus dem zweiten von 25,95°.

Folgende Tabelle giebt die Menge Wärme an, die sich aus zwei Stücken Silber, die auf gleiche Art behandelt wurden, entwickelte.

Erster Schlag	{	erstes Stück	6,19°
		zweites Stück	17,30°
Zweiter Schlag	{	erstes Stück	5,85°
		zweites Stück	2,14°
Dritter Schlag	{	erstes Stück	2,76°
		zweites Stück	2,02°

Ganze Menge der Wärme, die sich aus dem ersten			
Stück entwickelt hat			14,74°
Desgleichen aus dem zweiten			11,46°

Die Veränderung im specifischen Gewichte, welche die Metalle erfahren, wurde mit der entwickelten Menge Wärme im Verhältnis stehend gefunden, wie man aus folgender Tabelle, die nach den Versuchen jener Naturforscher entworfen ist, ersieht. Die specifischen Gewichte wurden bei Temperaturen von 46,5° genommen.

I.

II

Specifisches Gewicht des Goldes	19,2357
do geglüheth	19,2240
do geschlagen	19,2487
Specifisches Gewicht des Silbers	10,4667
do geglüheth	10,4465
do geschlagen	10,4038
Specifisches Gewicht des Kupfers	8,8529
do geschlagen	8,8898
do zum zweiten Male geschlagen	8,9081

Aus diesen Versuchen geht deutlich hervor, daß die Wärme, welche sich durch das Schlagen der Metalle entwickelt, von ihrer Verdichtung herrührt, und mit dieser im Verhältnisse steht. Können sie demnach nicht ferner verdichtet werden, so entwickelt sich keine Wärme mehr aus ihnen. Es wurde ferner während jener Versuche bemerkt, daß Kälte oder Wärme sich ungleich stärker von einem Stück Metall an ein anderes fortpflanzt, wenn sie geschlagen werden, als wenn man sie bloß in Berührung bringt.

Man sieht ohne Schwierigkeit ein, warum Verdichten das Freierwerden von Wärmestoff, Verdünnen das Gegentheil bewirkt. Werden die Theilchen der Körper einander gewaltsam genähert, so wird die zurückstößende Kraft des mit ihnen chemisch verbundenen Wärmestoffes vermehrt, mithin wird ein Theil desselben zu entfliehen vermögen. Nun ist aber eine eiserne Stange, welche durch Hämmern erhitzt worden, weit härter und spröder als vorher. Sie muß demnach dichter geworden seyn, und muß mithin ihren Wärmestoff haben fahren lassen. Eine Bestätigung hievon ist, daß dieselbe Stange nicht zum zweiten Male durch Schlagen erhitzt werden kann, es sey denn, daß sie vorher einer Nothglühhitze ausgesetzt wurde. Sie ist zu spröde und

springt unter dem Hammer in Stücken. Nun scheint Sprödigkeit in den meisten Fällen von der Abwesenheit der gewöhnlichen Menge Wärmestoff herzurühren. Nicht gekühltes Glas oder was dasselbe ist, Glas, das zu schnell abgekühlt wurde, ist ungemein spröde. Befindet sich Glas im Fluß, so ist eine sehr große Menge Wärmestoff in demselben angehäuft, die Zurückstoßung unter seinen kleinsten Theilchen muß demnach ungemein stark seyn, so groß in der That, daß sie geneigt sind, in jeder Richtung mit ungemeiner Geschwindigkeit sich von einander zu entfernen, würden sie nicht durch eine ungewöhnlich große Menge Wärmestoff in den umgebenden Körpern zurückgehalten. Wird demnach dieser umgebende Wärmestoff entfernt, so entflieht der Wärmestoff des Glases auf einmal, und es verläßt eine größere Menge Wärmestoff das Glas, als es unter anderen Umständen der Fall seyn würde, weil die Geschwindigkeit der Theilchen nach und nach vergrößert wird. Wahrscheinlich rührt demnach die Sprödigkeit des Glases von dem Mangel des Wärmestoffes her; und es läßt sich kaum bezweifeln, daß die Sprödigkeit des Eisens derselben Ursache zuzuschreiben sey, wenn wir erwägen, daß sie durch Anwendung einer neuen Menge Wärmestoff entfernt wird.

Es verdient ferner Aufmerksamkeit, daß Verdichtung den specifischen Wärmestoff der Körper vermindert. Wird ein Thonstück des Wedgwood'schen Thermometers bis auf 120° erhitzt, so wird es auf die Hälfte seines vorigen Rauminhaltes zurückgebracht, ungeachtet es nur zwei Gran von seinem Gewichte verloren hat, und sein specifischer Wärmestoff ist zugleich um ein Drittel vermindert worden. (Th. Wedgwood, Philos. Transact. 1792.) Es läßt sich aber nicht süglich die Verminderung des specifischen Wärmestoffes

eines Körpers denken, ohne daß zugleich eine Entweichung des Wärmestoffes stattgefunden habe.

Diese Bemerkungen scheinen hinreichend zu seyn, zu erklären, wie der Wärmestoff durch Schlägen entwickelt werde. Er wird gewaltsam aus den geschlagenen Theilchen des Körpers, mit denen er vorher verbunden war, herausgetrieben. Ein Theil des Wärmestoffes aber, der sich nach dem Schlagen entwickelt, entstehet oft auf andere Art. Durch Verdichtung wird so viel Wärmestoff entwickelt, als erfordert wird, die Temperatur einiger Theilchen des Körpers so sehr zu erhöhen, daß sie dadurch geschickt werden, sich mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre zu verbinden. Die Verbindung findet wirklich statt, und eine große Menge Wärmestoff, die zu der im Körper bereits befindlichen hinzukommt, wird durch die Zersetzung des Sauerstoffgas abgeschieden. Daß dieses bei dem Zusammenschlagen von Stahl und Stein der Fall sey, läßt sich wohl nicht bezweifeln; denn die Funken, welche sich erzeugen, sind nichts anderes, als kleine Stückchen Eisen, die, indem sie sich bei ihrem Durchgange durch die Luft mit Sauerstoff verbanden, bis zum Rothglühn erhitzt werden, wie man sich durch eine genauere Untersuchung derselben überzeugen kann. Herr Hawksbee und andere haben gezeigt, daß das Eisen keine Funken in dem leeren Raume der Luftpumpe hervorbringe; allein Herr Kirwan behauptet, daß sie sich unter gewöhnlichem Quellwasser erzeugen lassen.

Die Entwicklung von Wärmestoff, wenn zwei nicht brennbare Körper gegen einander geschlagen werden, läßt sich nicht so leicht erklären. Im Vorhergehenden wurde der Lichtentwicklung erwähnt, welche stattfindet, wenn zwei Stücke Quarz, Feuerstein, Feldspath oder andere harte Kör-

per gegen einander geschlagen werden. Bei diesem Aneinandererschlagen wird demnach Wärmestoff entwickelt, wie sich aus dem ganzen Vorgange bei dieser Erscheinung ergibt. Herr L. Wedgwood fand, daß ein Stück Fensterglas, das mit einem sich in die Runde bewegenden Stück Sandstein in Berührung gebracht wurde, an der Stelle, wo sie sich berührten, rothglühend wurde, und daß die sich losreisenden Theilchen Schießpulver und Wasserstoffgas entzündeten. (Philos. Transact. 1792. p. 45.) Man muß demnach entweder voraussetzen, daß aller Wärmestoff bloß durch Verdichtung hervorgebracht werde, welches nicht wahrscheinlich ist, oder einräumen, daß wir diese Erscheinung nicht erklären können.

Dieses ist beinahe das einzige Beispiel von der Entwicklung von Wärme und Licht, wo die Thätigkeit eines das Verbrennen befördernden Körpers nicht erwiesen oder wahrscheinlich gemacht werden kann.

Die leuchtende Erscheinung, welche den Stoß oder Schlag gewisser Körper im leeren Raume begleitet, oder von Körpern, welche nicht vermögend sind, das Verbrennen zu befördern, scheint mit Elektrizität in Verbindung zu stehen; denn alle solche Körper sind elektrisch; häufig sind sie auch phosphorescirende Körper, welche Eigenschaft ebenfalls zu dem Erfolge beitragen kann.

IV. R e i b u n g.

Nicht allein durch Schlag und Stoß, sondern auch durch Reibung wird Wärmestoff entwickelt. Oft wird Feuer entzündet, wenn man Stücke trockenes Holz heftig gegen einander reibt. Es ist eine bekannte Thatsache, daß schwer beladene Wagen durch Reiben der Achse in der Nabe des

Nades entzündet werden. Auf welche Art wird nun der Wärmestoff durch Reibung entwickelt oder angehäuft? Nicht dadurch, daß wenn Körper an einander gerieben werden, die Dichte vermehrt wird, wie dieses bei dem Schlag oder Stoß der Fall ist; denn durch das Reiben weicher Körper an einander wird Wärme hervorgebracht, deren Dichte demnach durch dieses Verfahren nicht vermehrt werden kann, wie man sich überzeugt, wenn man die Hand lebhaft an seinem Rocke reibt. Zwar finden wir, daß durch Reiben tropfbarer Flüssigkeiten keine Wärme erzeugt wird; dann aber sind sie zu nachgebend, als daß sie heftig gerieben werden könnten. Auch der Abnahme des specifischen Wärmestoffes der geriebenen Körper kann diese Erscheinung nicht zugeschrieben werden, denn Graf Rumford fand (*Nicholson's Journal*, II. 106), daß keine bemerkbare Abnahme desselben stattfand, und wenn dieses wirklich der Fall war, so war sie nicht hinreichend, um die Entstehung der ungeheuren Menge Wärme zu erklären, die zuweilen durch Reiben hervorgebracht wird.

Graf Rumford nahm eine Kanone, so roh wie sie aus der Gießerei kam; ließ das eine Ende derselben abschneiden, und bildete an diesem Theile einen massiven Zylinder, der mit der Kanone verbunden war, und $7\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser und $9\frac{5}{8}$ Zoll Länge hatte. Mit dem Körper der Kanone war er durch einen kleinen zylindrischen Hals vereinigt. In diesem Zylinder wurde eine Höhlung, die 3,7 Zoll im Durchmesser und 7,2 Zoll Länge hatte, gebohrt; und ein stumpfer stählerner Bohrer eingesenkt, der durch Pferde genöthigt wurde, sich an dem Boden des Zylinders zu reiben. Zu gleicher Zeit wurde eine kleine Höhlung in einer gegen den Bohrer senkrechten Richtung gebohrt, die

sich in dem massiven Theile etwas jenseit des Endes des Bohrers endigte. Diese diente dazu, ein Thermometer einzusenken, um durch dasselbe die Hitze des Zylinders zu messen. Der Zylinder wurde rund um mit Flanell umwickelt, um die Hitze zusammen zu halten. Der Bohrer drückte mit einer Gewalt gegen den Boden der Höhlung, die ungefähr gleich 10000 Pfunden *Voie du poids*. Gewicht war, und der Zylinder wurde 32 Mal in einer Minute umgedreht.

Im Anfange des Versuches war die Temperatur des Zylinders 60° ; nach Verlauf von 30 Minuten, nachdem er 960 Umläufe gemacht hatte, war seine Temperatur 130° . Die Menge des metallischen Staubes oder der Spähne betrug 837 Gran. Nimmt man nun an, daß aller Wärmestoff aus diesen Schuppen entwickelt wäre, so müßten sie, da sie genau $\frac{1}{4}$ von dem Zylinder betrug, 948 Grad Wärme ausgegeben haben, um die Temperatur des Zylinders um 1° zu erhöhen, mithin 66360° , um seine Temperatur um 70° zu vergrößern oder sie auf 130° zu bringen, welches gewiß unglaublich ist. (Nicholson's Journal, II. 106.)

Der sich während des Reibens entwickelnde Wärmestoff rührt keinesweges von der Verbindung des Sauerstoffes mit den Körpern selbst oder einem Theile derselben her. Herr Pictet setzte mit Hülfe eines Uhrwerks kleine Schalen, die an der Achse eines der Räder befestigt waren, in eine sehr schnelle Bewegung und ließ mehrere Substanzen sich an den Außenseiten der Schalen reiben, während die Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers, die sich in dem Innern derselben befand, die Hitze, welche hervorgebracht wurde, anzeigte. Die ganze Vorrichtung war klein genug, um daß man sie unter den Recipienten einer Luftpumpe stellen konnte.

Bermittelt dieser Maschine ließ Pictet ein Stück Demantspath sich an einer stählernen Schale in freier Luft reiben. Es erzeugten sich eine große Menge Funken, allein das Thermometer stieg nicht.

Derselbe Versuch wurde im luftleeren Raume wiederholt (das Manometer stand auf vier Linien). Es wurden keine Funken erzeugt, allein im Dunkeln war eine Art phosphorischen Lichtes bemerkbar. Das Thermometer stieg nicht.

Auf ähnliche Art ließ man ein Stück Messing an einer kleineren messingenen Schale in der Luft sich reiben, das Thermometer, welches beinahe die ganze Schale ausfüllte, stieg um $0,3^\circ$; fing aber nicht eher zu steigen an, als bis das Reiben vorüber war. Dieses zeigt, daß die in der Luft hervorgebrachte Bewegung den Wärmestoff fortführte, so wie er sich entwickelte. Unter dem luftleer gemachten Recipienten fing es in dem Augenblicke, als die Bewegung begann, zu steigen an, und stieg überhaupt $1,2^\circ$. Rieb man ein Stückchen Holz an der messingenen Schale in freier Luft, so stieg das Thermometer $0,7^\circ$ und als auch eine hölzerne Schale genommen wurde, stieg es $2,1^\circ$ und im luftleeren Raume $2,4^\circ$; in verdichteter Luft, gleich $1\frac{1}{2}$ Atmosphären betrug sein Steigen $0,5^\circ$. (Pictet, über das Feuer. Kap. IX.)

Sollten diese Versuche nicht genügend erscheinen, so kann man andere anführen, die es nicht zweifelhaft lassen, daß die durch Reiben hervorgebrachte Wärme nicht mit der Zersetzung des Sauerstoffgas in Verbindung stehe.

Graf Rumford schloß den oben beschriebenen Zylinder in eine hölzerne, mit Wasser angefüllte Büchse ein, wodurch alle Luft abgehalten wurde und der Zylinder selbst,

so wie der Bohrer wurden mit Wasser umgeben, doch so, daß die Bewegung des Werkzeuges nicht verhindert wurde.

Die Menge des Wassers betrug 18,77 Pfund *Avoir du poids* Gewicht, und im Anfange des Versuches war seine Temperatur 60° . Nachdem der Zylinder sich eine Stunde lang bewegt hatte, in dem Verhältnisse von 32 Umdrehungen in einer Minute, so war die Temperatur des Wassers 107° ; nach Verlauf von noch 30 Minuten war sie 173° , und nach zwei Stunden 30 Minuten (vom Anfange des Versuches gerechnet) kochte das Wasser.

Der Schätzung des Grafen Rumford zufolge hätte die Menge des Wärmestoffes, die sich unter diesen Umständen entwickelte, hingereicht, 26,50 Pfund (*Avoir du poids*) Wasser von der Temperatur Null bis zum Siedpunkt zu erhitzen. Es würden neun Wachelichte von mäßiger Größe, die während der ganzen Dauer des Versuches mit heller Flamme brennen, erforderlich gewesen seyn, um eben so viel Wärme hervorzubringen. Bei diesem Versuche wurde aller Zugang von Wasser in die Höhlung des Zylinders, wo das Reiben stattfand, verhindert. In einem anderen Versuche, der genau dasselbe Resultat gab, hatte das Wasser freien Zutritt. (*Nicholson's Journal*. II. 106.)

Die Versuche von Rumford sind von Haldot wiederholt und abgeändert worden. Er sann eine Vorrichtung aus, durch welche zwei Körper, von denen der eine sich mit einer Geschwindigkeit von 32,8 Zoll im Kreise bewegte, vers mittelst einer Feder gegen einander gedrückt werden konnten. Die Reibung erfolgte in einer starken Büchse, welche 216 Kubikzoll Wasser enthielt. Die Ergebnisse dieser Versuche stimmen so genau mit den Rumfordschen, daß es unnöthig seyn würde, sich in umständlichere Erörterungen derselben

ben einzulassen. Der reibende Körper war Messing. War das geriebenene Metall Zink, so war die entwickelte Wärme ein Größtes; Messing und Blei gaben gleich viel Wärme, allein weniger als Zink; Zinn brachte nur $\frac{2}{3}$ der Wärme hervor, welche durch Reiben sich aus dem Blei entwickelt hatte. Wurde der Druck vervierfacht, so wurde die Menge der erzeugten Wärme siebenmal größer, als vorher. War der reibende Körper rauh, so brachte er nur halb so viel Wärme hervor, als wenn er polirt war. Wurde der Apparat mit schlechten Leitern der Wärme oder mit Nichtleitern der Electricität umgeben, so wurde die Menge der sich entwickelnden Wärme vermindert.

Der Wärmestoff, welcher in Folge des Reibens zum Vorschein kommt, wird demnach weder durch eine Zunahme der Dichte noch durch eine Veränderung des specifischen Wärmestoffes der geriebenen Substanzen, noch durch Zersetzung des Sauerstoffes der Atmosphäre hervorgebracht. Welches ist also die Quelle desselben? Diese Frage läßt sich bis jetzt nicht beantworten, es ist jedoch keinesweges ein hinreichender Grund vorhanden, mit dem Grafen Rumford anzunehmen, daß der Wärmestoff als eigenthümlicher Stoff gar nicht vorhanden, sondern daß er eine eigenthümliche Bewegung sey; weil, nach ihm, die Thatfachen, die im Vorhergehenden erwähnt wurden, sich nach keiner anderen Voraussetzung erklären lassen.

Könnte man beweisen, daß die Anhäufung des Wärmestoffes durch Reiben unverträglich mit der Annahme wäre, daß er ein eigenthümlicher Stoff sey, so würde sich gegen die Schlüsse des Grafen Rumford nichts einwenden lassen; allein hievon ist man noch weit entfernt. Wir sind bis jetzt bei weitem noch nicht so genau mit den Ges

sehen bekannt, nach welchen die Bewegungen des Wärmestoffes erfolgen, um mit Zuverlässigkeit behaupten zu können, daß die Reibung keine Anhäufung desselben in den geriebenen Körpern bewirken könne. Dieß ist jedoch, wie wir wissen, der Fall mit der Elektrizität. Noch hat es nicht gelingen wollen, zu zeigen, auf welche Art sie durch Reiben angehäuft werde; dennoch hat diesen Umstand bis jetzt noch niemand für einen Grund gelten lassen, um das Nichtdaseyn derselben zu behaupten.

Ueberhaupt scheint eine sehr große Analogie zwischen dem Wärmestoffe und der elektrischen Materie obzuwalten. Beide streben sich gleichförmig zu verbreiten, beide dehnen Körper aus, beide schmelzen Metalle, und beide entzündend brennbare Körper. Herr Achar hat gezeigt, daß Elektrizität selbst in denen Fällen an die Stelle des Wärmestoffes gesetzt werden kann, wo die Thätigkeit desselben besonders nöthig zu seyn scheint; denn er fand, daß durch ununterbrochene Zulassung einer gewissen Menge der elektrischen Flüssigkeit Eier eben so ausgebrütet wurden, als wenn man sie in einer Temperatur von 103° erhielt. Ein Zufall verhinderte das völlige Auskriechen der Kücheln; sie waren jedoch völlig ausgebildet und lebend, und es fehlten nur noch zwei Tage, so würden sie die Schale durchbrochen haben.

Die Elektrizität hat auch einen sehr bedeutenden Einfluß auf das Erwärmen und Erkalten der Körper. Pictet pumpte aus einer Glasugel von 120,199 Kubitzoll Inhalt Luft, bis das in ihr befindliche Barometer auf 475 Linien stand. In der Mitte der Kugel hing ein Thermometer an dem obersten Theile eines Glasstabes, der an dem Boden der Kugel befestigt war und beinahe bis an den oberen

Theil derselben reichte. Der Thermometer-Kugel gegenüber wurden zwei angezündete Kerzen aufgestellt, deren Strahlen durch zwei Hohlspiegel auf der Thermometer-Kugel concentrirt wurden. Kerzen und Kugel standen auf demselben Brett, das von einem Nichtleiter der Elektricität getragen wurde. Drittehalb Fuß von der Kugel befand sich eine Elektrifirmaschine, die durch einen messingenen Ring, der an der Mündung der Kugel befestigt war, mit dieser vermittelst eines metallischen Leiters in Verbindung stand.

Die Maschine wurde während der ganzen Dauer des Versuches in ununterbrochener Thätigkeit erhalten; mithin wurde stets ein Strom elektrischer Materie in die Kugel übergeführt, der, nach dem Ausdruck von Pictet, nicht allein im Innern der Kugel, sondern auch in einiger Entfernung rund um dieselbe eine elektrische Atmosphäre hervorbrachte, wovon man sich durch die unvollkommene Art, wie die Kerzen brannten, überzeugte. Bei dem Anfange des Versuches stand das Thermometer auf $49,8^{\circ}$, es stieg in 732 Sekunden auf $70,2^{\circ}$.

Der Versuch wurde wiederholt, nur mit dem Unterschiede, daß keine elektrische Materie zugeführt wurde. Das Thermometer stieg von $49,8^{\circ}$ auf $70,2^{\circ}$ in 1050 Sekunden; so daß demnach die Elektricität das Erwärmen fast um ein Drittel beschleunigte. In dem ersten Versuche stieg das Thermometer nur auf $71,3^{\circ}$, allein in dem zweiten auf 77° . Dieser Unterschied rührte wahrscheinlich das von her, daß die Kerzen im zweiten Versuche besser brannten als im ersten; denn bei zwei andern Versuchen, die genau auf dieselbe Art angestellt wurden, war das Maximum gleich, es mochte elektrische Materie zugegen seyn oder nicht.

Diese Versuche wurden mit dem Unterschiede wiederholt, daß die Kerzen jetzt dadurch isolirt wurden, daß man die Leuchter in Gefäße aus gefirniftem Glas stellte. Das Thermometer stieg in der mit Elektrizität angefüllten Leere in 1050 Sekunden von $52,2^{\circ}$ auf $74,7^{\circ}$, in der reinen Leere auf denselben Grad in 965 Sekunden. In der elektrischen Leere stieg das Thermometer auf 77° ; in der reinen Leere auf 86° .

Es folgt aus diesen Versuchen, daß wenn die Kugel und Kerzen mit einander in Verbindung standen, die Erwärmung des Thermometers durch die Elektrizität beschleunigt wurde; daß aber, wenn sie besonders isolirt wurden, dieselbe aufgehalten wurde. Man könnte vielleicht die Mitwirkung der Elektrizität bei nachstehendem Versuche von Herrn Pictet erwarten. In eine messingene, der im Vorhergehenden beschriebenen ähnliche Schale wurde eine geringe Menge Baumwolle gelegt, um das Zerbrechen der Thermometer-Kugel zu verhindern. Als die Schale im Kreise bewegt wurde, rieben sich zwei bis drei Fasern Baumwolle an der Thermometer-Kugel, und ohne ein anderes Reiben stieg das Thermometer fünf bis sechs Grade. Als man eine größere Menge Baumwolle an der Kugel reiben ließ, stieg das Thermometer 15° (Pictet a. a. O. Kap. 9.).

Aus der hier angeführten Thatsache läßt sich keine andere Folgerung ziehen, als daß es wahrscheinlich sey, daß die Elektrizität zuweilen einen Einfluß auf das Erwärmen der Körper äußere, und daß vielleicht irgend ein solches Agens bei Anhäufung der Wärme durch Reiben thätig sey.

V. Die chemische Verbindung.

Verbinden sich Körper chemisch mit einander, so findet

siets eine Veränderung der Temperatur statt. Fast immer bemerkt man Erhöhung der Temperatur, wenn die Verbindung sehr innig ist.

Die Erzeugung der Wärme, die bei der gegenseitigen Einwirkung der Körper wahrgenommen wird, hängt häufig von der mehr oder weniger größeren Annäherung der sich verbindenden Theilchen and der dadurch bewirkten geringeren Capacität des Körpers für den Wärmestoff ab. In diesem Falle bewirkt die chemische Kraft einen analogen Erfolg, wie die mechanische durch Schlag und Stoß.

Beispiele der durch chemische Verbindung bewirkten Erzeugung von Wärme bietet uns das Erglühen der Metalle bei ihrer Verbindung mit dem Schwefel dar; das Verbrennen mehrerer Metalle in gasförmiger Chlorine; das Erglühen der Kalkerde, wenn auf sie concentrirte Schwefelsäure geschüttet wird. So bemerkt man bei der Zirkonerde, dem Chromoryd, einigen antimonfauren und antimonicfauren metallischen Salzen, dem Gadolinit u. s. w. bei erfolgendem Glühen eine lebhafte Feuererscheinung; nahher sind diese Körper weniger geneigt, eine chemische Verbindung einzugehen, sich in Säuren aufzulösen u. s. w.

Verändern Körper bei der chemischen Verbindung ihren Aggregat Zustand, gehen sie aus dem Zustande gasförmiger Körper in den der tropfbarflüssigen oder festen, aus dem tropfbarflüssigen in den Zustand fester Körper über, so wird durch das Freiverden des den Aggregatzustand bewirkenden Wärmestoffes eine Erhöhung der Temperatur hervorgerufen. Bringt man gasförmiges Ammonium mit gasförmiger Salzsäure in Berührung, so verdichten sie sich zu einem festen Salze, dem salzsauren Ammonium, und es findet eine bedeutende Erhöhung der Temperatur statt.

Man kann es als Regel ansehen, von der nur wenige Ausnahmen stattfinden: daß wenn die Zusammensetzung, welche durch chemische Verbindung zweier Körper gebildet wird, dichter ist, als die mittlere Dichte der Körper vor der Vereinigung, alsdann bei erfolglicher Verbindung eine Erhöhung der Temperatur stattfindet; ist hingegen die Dichte der neuen Zusammensetzung geringer, als die mittlere Dichte der Körper vor ihrer Vereinigung, so findet Erniedrigung der Temperatur statt; und zwar stehet die Temperaturveränderung nahe mit diesen Unterschieden im Verhältnisse. Mischt man Schnee und Kochsalz, so schmelzen sie nach und nach und nehmen den Zustand einer tropfbaren Flüssigkeit an. So lange das Schmelzen dauert, bleibt die Temperatur auf Null, oder ist noch niedriger; so wie aber die Auflösung beendigt ist, steigt die Temperatur. Werden auf der anderen Seite Weingeist und Wasser gemischt, so findet eine Verdichtung statt, denn das specifische Gewicht ist größer als das mittlere. Die Mischung wird demnach heiß. Mischt man Schwefelsäure mit gleichen Theilen Wasser, so wird die Dichte ungemein vermehrt, und die Temperatur der Mischung steigt plötzlich auf 300° .

Jetzt ergiebt sich der Grund, warum diejenigen Salze, welche eine reichliche Menge Wasser in ihrer Grundmischung enthalten, bei ihrer Auflösung Kälte erzeugen; das Wasser, so lange es einen Bestandtheil derselben ausmachet, befand sich im Zustande eines festen Körpers; wird aber das Salz aufgelöst, so wird es flüssig. Da diese Salze, wenn sie ihres Wassers beraubt sind, während ihrer Auflösung Hitze erregen, so läßt sich nicht zweifeln, daß das Wasser, ehe es sie auflöst, sich erst mit ihnen verbindet und in den Zustand eines festen Körpers übergeheth oder doch eine Auflösung von bedeutend größerer Dichte darstellt.

Aus den Versuchen von Gay Lussac ersieht man auf eine noch deutlichere Art, daß die Entwicklung von Wärme oder Kälte in solchen Fällen von einer Veränderung des Zustandes des Wassers, das aus einem festen Körper flüssig wird, oder umgekehrt, abhängt. Er mischte eine Auflösung von salpetersäurem Ammonium von einem specifischen Gewichte gleich 1,302 bei der Temperatur von $61,3^{\circ}$ mit Wasser in dem Verhältnisse von 44,05 Theilen des ersten gegen 33,76 des letzten. Die Temperatur der Mischung sank $3,9^{\circ}$, allein die Dichte nahm zu. Denn die mittlere Dichte würde 1,151 gewesen seyn, während die Dichte der Mischung 1,159 war. Dieser scharfsinnige Naturforscher führt mehrere ähnliche Beispiele an; doch war in keinem die Absorption der Wärme so groß, als in dem, welches ausgewählt wurde. (Annales de Chimie et de Physique. T. I. p. 214)

Geht Wasser in den Zustand eines festen Körpers über, so wird eine bedeutende Menge Wärme entwickelt. Daher die starke Erhitzung, wenn Wasser auf gebrannten Kalk gespritzt wird. Ein Theil des Wassers verbindet sich mit der Kalkerde und bildet damit ein trockenes aller Flüssigkeit beraubtes Pulver. Aus eben diesem Grunde wird Hitze erzeugt, wenn man Kalk in Schwefelsäure wirft.

Von der Elektricität, als einer unter gewissen Umständen das Verbrennen bewirkenden Thätigkeit, wird, nach dem die Lehre von der Elektricität abgehandelt worden, die Rede seyn.

den aufgehängt, so fanden diese Erscheinungen nicht statt. Er bemerkte, daß dasselbe bei Flüssigkeiten stattfand.

Glas, Harz und andere Körper, welche durch Reiben elektrisch gemacht werden konnten, erhielten jedoch diese Eigenschaft nicht, wenn sie in die Nähe eines elektrisirten Körpers gebracht wurden. Diejenigen Körper, welche durch Reiben elektrisch gemacht werden können, nannte Herr Gray elektrische, die anderen hingegen nichtelektrische oder unelektrische Körper. Die Körper, welche elektrisch werden, wenn man sie in die Nähe eines elektrischen Körpers bringt, nannte er Leiter; die, welche es nicht werden, Nichtleiter. Er glaubte bemerkt zu haben, daß alle elektrische Körper Nichtleiter; alle nichtelektrischen Körper Leiter sind. Die elektrischen oder nichtleitenden Körper muß man zu Trägern anwenden, um Metalle, welche Electricität empfangen und an sich halten sollen, damit zu unterstützen oder sie zu isoliren; die Leiter oder nicht elektrischen Körper eignen sich für diese Absicht nicht.

Du Fay, ein französischer Naturforscher, wurde, wie es scheint, durch Gray's Versuche veranlaßt, sich mit elektrischen Untersuchungen zu beschäftigen, und machte im Jahre 1734 in den philosophischen Transaktionen (Vol. XXXVIII, p. 258.) eine Abhandlung bekannt, die folgende zwei ungemeyn wichtige Entdeckungen enthält, welche als die Grundlage einer wissenschaftlichen Kenntniß der Electricität angesehen werden können. 1) Wird ein elektrisch gemachter Körper in die Nähe eines leichten Körpers gebracht, der sich in seinem natürlichen Zustande befindet, so zieht er denselben an, und fährt fort, ihn so lange anzuziehen, bis er ebenfalls elektrisch geworden ist. So wie dieses stattfindet, wird er zurückgestoßen. Verliert der elektrisirte leichte Körper seine

Electricität dadurch, daß er mit einem Körper, der sich in seinem natürlichen Zustande befindet, in Verührung kommt, so wird er wieder angezogen, und indem er zum zweiten Male elektrisch wird, wird er, wie das erste Mal, zurückgestoßen: — so daß elektrisch gemachte Körper andere, die sich in ihrem natürlichen Zustande befinden, anziehen; sie hingegen zurückstoßen, wenn sie elektrisch gemacht worden.

2) Es giebt zwei Arten von Electricität; die eine trifft man bei dem Glase, dem Bergkrystalle, den Edelsteinen, Haaren und der Wolle, die zweite bei dem Bernstein, Korall, Gummilack, der Seide, leinenen Fäden, dem Papiere, den Harzen u. s. w. an. Die erste nannte er Glaselectricität, die zweite Harzelectricität. Besitzen Körper dieselbe Art von Electricität, so stoßen sie einander zurück; besitzen sie hingegen verschiedene Arten von Electricität, so ziehen sie einander an.

Diese Entdeckungen zogen die allgemeine Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich. Nicht in Europa allein, sondern auch in Amerika, beschäftigte man sich mit elektrischen Untersuchungen, und so erhielt die Lehre von der Electricität nach und nach ihre gegenwärtige Ausbildung. Die beiden berühmtesten Elektriker, außer den beiden genannten, sind vielleicht Franklin und Volta. Der erste entdeckte die Identität des Donners und der Electricität, und erfand eine scharfsinnige Theorie, welche alle Thatfachen vereinigte und eine annehmbare Erklärung der Erscheinungen gewährte. Der zweite machte die Entdeckung, daß Leiter, wenn sie in Verührung gebracht werden, verschiedene elektrische Zustände annehmen, und wurde durch diese Entdeckung zur Erfindung der Voltaschen Säule geleitet, die für den Chemisten ein so merkwürdiges Werkzeug der Analyse geworden ist.

Eine ausführliche Aufzählung der so zahlreichen Thatsachen, die in der Lehre von der Elektricität entdeckt worden sind, würde hier ganz am unrechten Orte seyn. Für den Zweck dieses Buches genügt ein Abriss der merkwürdigsten Phänomene derselben, um den Leser mit den elektrischen Versuchen bekannt zu machen, welche auf die chemischen Erscheinungen einen entschiedenen Einfluß haben.

1. Man kann die elektrischen Erscheinungen als Wirkungen einer feinen, unwägbaren Flüssigkeit betrachten. Franklin nimmt nur eine solche Flüssigkeit an. Nach ihm lassen sich die Körper auf zwei verschiedenen Wegen in den elektrischen Zustand versetzen; einmal, indem man in ihnen eine größere Menge elektrischer Materie anhäuft, als sie im natürlichen Zustande besitzen; dann dadurch, daß man ihnen einen Theil des letzteren Quantums entziehet. Im ersten Falle nennt er sie positiv oder plus elektrisch; im zweiten negativ oder minus elektrisch. Enthalten Körper die ihnen von Natur zukommende Menge dieser Flüssigkeit, so geben sie keine Zeichen von Elektricität von sich, in diesem Falle sagt man, daß sie neutral sind.

Nach Dufay giebt es, wie bereits bemerkt wurde, zwei verschiedene Arten elektrischer Flüssigkeiten, von denen die eine die Glaselektricität, die andere die Harzelektricität hervorbringt. Die positive Elektricität von Franklin ist dieselbe mit Dufay's Glaselektricität; des ersteren negative Elektricität ist des letzteren Harzelektricität.

Die Theorie von Franklin wurde von Aepinus und Cavendish in ein mathematisches Gewand gekleidet, und wurde besonders in England fast allgemein angenommen. Die neuen Entdeckungen, welche vermittelt der Volk-

taschen Säule im Gebiete der Electricität gemacht worden sind, scheinen sich jedoch ungleich besser mit der Theorie von Dufay, als mit der von Franklin vereinbaren zu lassen; erstere soll demnach auch im Folgenden bei der Erklärung der Erscheinungen zum Grunde gelegt werden.

2. Die Versuche von Coulomb berechtigen uns zu dem Schlusse, daß die Glaselectricität die Harzelectricität mit einer Kraft anziehet, die sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen verhält. Die Theilchen der Glaselectricität stoßen einander ebenfalls mit einer Kraft zurück, die im umgekehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernungen stehet. Dasselbe Gesetz findet bei den Theilchen der Harzelectricität statt.

3. Sind beide Electricitäten mit einander verbunden, so neutralisiren sie sich, und in diesem Falle zeigt der Körper, welcher sie enthält, kein Zeichen von Electricität. Sind aber beide Electricitäten von einander getrennt, und in verschiedenen Körpern oder in verschiedenen Theilen desselben Körpers angehäuft, so geben in diesen Fällen die Körper Zeichen von Electricität, dadurch, daß sie leichte Körper anziehen oder zurückstoßen; man sagt dann von ihnen, daß sie elektrisch sind.

4. Durch einige Körper gehen die elektrische Flüssigkeiten mit großer Leichtigkeit hindurch, während sie durch andere nur schwierig oder gar nicht hindurchgehen. Die erste Art von Körpern nennt man Leiter, die zweite Nichtleiter.

Alle Metalle sind Leiter, dergleichen Kohle, Graphit und die meisten Flüssigkeiten. Glas, die Harze, der Schwefel, der Diamant, der Phosphor, die Edelsteine, Seide, Haare, Wolle sind Nichtleiter.

5. Reibt man zwei Körper an einander, so werden durch die Reibung beide Elektrizitäten von einander getrennt; die eine derselben wird in dem einen, die andere in dem andern Körper angehäuft. Es werden demnach beide Körper elektrisch, der eine besitzt Glaselektrizität, der andere Harzelektrizität. Sind die Körper Leiter, so verschwindet dieser Zustand augenblicklich wieder, wofern sie nicht isolirt sind; sind aber die Körper Nichtleiter, so ist der elektrische Zustand einige Zeit dauernd. Es können demnach nur Nichtleiter allein in gewöhnlichen Fällen elektrisch gemacht werden. Aus diesem Grunde hat man ihnen den Namen elektrischer Körper gegeben.

Werden die in nachstehender Tabelle enthaltenen Körper gegen einander gerieben, so nimmt derjenige, welcher im Verzeichnisse voranstehet, die Glaselektrizität, der auf ihn folgende die Harzelektrizität an. So erhält Käsefell, gegen welche Substanz es auch gerieben wird, Glaselektrizität, während unpolirtes Glas, gegen welchen Körper in der Tabelle, mit Ausnahme des Schwefels, es gerieben wird, Harzelektrizität zeigt. Federn gegen Wolle gerieben, erhalten Harzelektrizität; sie bekommen aber Glaselektrizität, wenn man sie gegen Holz reibt.

Käsefell	Papier
Polirtes Glas	Seide
Wollenes Zeug	Lack
Federn	Nichtpolirtes Glas
Holz	Schwefel.

6. Die Elektrizitäten, wenn sie von einander getrennt sind, können sich mit unbegreiflicher Geschwindigkeit durch leitende Körper bewegen. Aus den Versuchen von Sir William Watson und den andern Mitgliedern der Kö-

niglichen Societät zu London, die Zeugen dieser Versuche waren, geht hervor, daß die Entladung einer Leidner Flasche durch einen metallenen Draht von 12276 Fuß Länge mit solcher Schnelligkeit hindurchging, daß man keinen Zeitunterschied zwischen dem Augenblicke der Entladung der Flasche und dem Momente, da man die Erschütterung fühlte, wahrnehmen konnte. (Philos. Transact. for 1748. p. 49 und 491.)

Herr Cavendish fand, daß ein Eisendraht vierhundert Millionen Mal besser leitet, als reines Wasser. Seewasser, welches $\frac{1}{8}$ Salz enthält, leitet 100 Mal besser, als reines Wasser, und eine gesättigte Salzauflösung leitet 729 Mal besser, als reines Wasser. (a. a. O. für das Jahr 1776. S. 196.)

Nachstehende Tabelle enthält ein Verzeichniß der verschiedenen Leiter, nach ihrer Güte geordnet, so weit dieses ausgemittelt ist. Je höher die Stelle ist, welche der Körper in dem Verzeichnisse einnimmt, ein um so vorzüglicherer Leiter ist er.

Gold	Heißes Wasser
Silber	Kaltes Wasser
Kupfer	Flüssigkeiten mit Ausnahme der Oele
Messing	Rothglühendes Glas
Platin	Geschmolzenes Harz
Eisen	Flamme
Zinn	Eis, nicht zu kalt
Quecksilber	Metallische Salze
Blei	Salze überhaupt
Anderer Metalle	Thierische Flüssigkeiten
Metallische Erze	Säuren
Kohle	Salzaufösungen

nannt wird, dadurch entladen, daß durch einen Leiter eine Verbindung zwischen den äußeren und inneren Flächen hergestellt wird, so steht die Wirkung mit der Anzahl der Flaschen oder vielmehr mit der Größe der geladenen Flächen im Verhältnisse.

8. Auf welche Art, die elektrische Flüssigkeit in den Körpern zurückgehalten wird, ist bis jetzt noch nicht auf eine genügende Art dargehan worden. Die Luft, welche selbst ein Nichtleiter ist, scheint jedoch dabei eine wichtige Rolle zu spielen. Wenigstens lehrt die Erfahrung, daß alle Körper im leeren Raume nicht elektrisch gemacht werden können, indem die Elektricität, so wie sie entwickelt wird, entweicht.

9. Die elektrische Flüssigkeit scheint sich über die Oberfläche der Körper zu verbreiten; denn die Menge derselben, welche in einem Körper angehäuft werden kann, steht stets mit der Oberfläche desselben im Verhältnisse. Ladet man eine hohle und eine massive metallene Kugel von gleichem Durchmesser, beide gleich stark mit Elektricität; so wird die Menge derselben, welche in der hohlen Kugel angehäuft ist, derjenigen in der massiven Kugel vollkommen gleich seyn.

Herr Poisson hat vor kurzem die Art, wie die Elektricität über die Oberfläche der Körper vertheilt ist, auf Rechnung zurück zu führen gesucht. Ist der elektrisirte Körper eine Kugel, so wird die Flüssigkeit auf jedem Theile der Oberfläche von gleicher Dicke seyn. Ist er ein Ellipsoid, dann wird die Flüssigkeit gegen die Enden der großen Achse hin am dicksten, an den Enden der kleinen Achse am dünnsten seyn. Die ganze Flüssigkeit nimmt die Gestalt einer Schale an, welche die Gestalt eines Ellipsoids hat, das durch diese Gesetze bestimmt wird. In allen Fällen ist die

äußere Fläche des elektrischen Fluidums dieselbe, wie die des Körpers; die Aufgabe kommt demnach darauf zurück, die Gestalt der inneren Fläche zu finden. Berühren sich zwei elektrisirte Kugeln, so ist der Berührungspunkt neutral, und die größte Menge Electricität ist in jeder Kugel an der Stelle angehäuft, die am weitesten von dem Berührungspunkte entfernt ist. In jeder derselben nimmt die Menge der Electricität von dem Berührungspunkte zu dem Punkte, wo sie ein Maximum ist, nach Gesetzen zu, die von den relativen Durchmessern der beiden Kugeln abhängen, und die von Herrn Poisson in einer großen Anzahl von Fällen bestimmt worden sind. So war in dem Falle von zwei Kugeln, bei welchen der Durchmesser der ersten sich zu dem der zweiten wie 1 zu 2 verhielt, die relative Dichte der Electricitäten an nachstehenden Punkten von dem Orte der Berührung folgende:

30°	.	.	.	unmerklich
60°	.	.	.	0,5563
90°	.	.	.	1,0000
180°	.	.	.	1,3535.

Endigt sich der leitende Körper, in welchem die Electricität angehäuft wird, in eine scharfe Spitze, so ist die Anhäufung der Electricität an diesem Punkte ungleich größer, als wenn die Enden die Gestalt einer Halbkugel haben. Dieß ist der Grund, warum ein spitziger Körper die Electricität ungleich rascher entladet, als ein abgerundeter. Daher der vorzügliche Nutzen der Spitzen bei Gewitterableitern.

10. Legt man eine isolirte Zinkplatte auf eine isolirte Kupferplatte, und nimmt sie hierauf hinweg, so findet man, wenn man die Platten nochmals mit einem Volta'schen Cou-

denfator untersucht, daß sich beide in einem elektrischen Zustande befinden, und daß die Zinkplatte Glaselectricität, die Kupferplatte Harzelectricität hat.

Diese Thatsache wurde von Volta entdeckt, als er um das Jahr 1791 die Versuche, welche Galvani mit den Fröschen angestellt hatte, wiederholte. Es veranlaßte ihn zu dem Schlusse, daß dasjenige, was Galvani thierische Electricität nannte, durch die Thätigkeit der gewöhnlichen Electricität erzeugt werde. Galvani fand zufällig, daß wenn man den Crural Nerven und die Muskeln von dem Schenkel eines Frosches entblößt, ein Stück Zink auf den Nerven, ein Stück Kupfer auf den Muskel legt, und diese Metalle, während sie sich in der angegebenen Lage befinden, in Verührung bringt, der Schenkel des Frosches augenblicklich in die heftigsten Zuckungen gerathe. Galvani meinte, die Zuckungen würden durch eine Flüssigkeit hervorgebracht, die er thierische Electricität nannte, welche seiner Meinung nach in den Nerven ihren Sitz habe, und vermittelst der Metalle zu den Muskeln geleitet werde. Volta schrieb sie der Electricität zu, welche durch Verührung der beiden Metalle erregt wird, und die, ungeachtet sie nur schwach ist, doch hinreicht, bemerkbare Wirkungen auf Organe von so zarter Beschaffenheit hervorzubringen. Nachdem er diesen Gegenstand beinahe neun Jahre lang verfolgt hatte, so machte er die Entdeckung der galvanischen Säule. Dieselbe hat folgende Einrichtung: man schichtet vierzig bis funfzig Zinkplatten und eben so viele Kupferplatten, ungefähr von der Größe eines Thalers, mit eben so vielen Zuckweiben, die mit einer gesättigten Auflösung von Kochsalz getränkt worden, über einander in folgender Ordnung:

1. Eine Zinkplatte 4. Eine Zinkplatte 7. Eine Zinkplatte
 2. Eine Kupferplatte 5. Eine Kupferplatte 8. Eine Kupferplatte
 3. Eine Zuchscheibe 6. Eine Zuchscheibe 9. Eine Zuchscheibe.

So fährt man fort, die Schichtungen zu machen, so daß sich immer zwei Platten der ungleichnamigen Metalle in der angegebenen Ordnung berühren, und jedes Paar von dem anderen durch eine Zuchscheibe getrennt wird. Hat man, wie in dem gegebenen Beispiele, die Schichtungen mit einer Zinkplatte begonnen, so endigt man sie mit einer Kupferplatte, und umgekehrt.

Die Zuchscheiben müssen einen etwas kleineren Durchmesser haben, als die Metallplatten, und man muß Sorge tragen, sie nicht so stark anzufeuchten, daß etwas Flüssigkeit durch die auf ihnen lastenden Platten ausgepreßt werde. Köthet man jedes Paar Zink- und Kupfer-Platten zusammen, so ist dieses noch vorzüglicher. Volta fand, daß eine nach diesen Grundsätzen erbaute Säule eine bedeutende Zeit lang einen ununterbrochenen Strom von Electricität lieferte. Eine Beschreibung dieses Apparates wurde in den philosophischen Transaktionen vom Jahre 1800 bekannt gemacht.

Herr Cruikshanks aus Woolwich setzte an die Stelle der Säule eine Wanne aus Holz. Dieselbe war wasserdicht und im Innern mit Pech überzogen, und die Plattenpaare waren zusammengedehet, daß ein kleiner Zwischenraum zwischen ihnen blieb, so daß er eine Zelle bildete. Diese Zellen wurden mit Wasser, das etwas Kochsalz aufgelöst enthielt, oder das mit ungefähr $\frac{1}{10}$ Schwefelsäure oder Salpetersäure oder Salzsäure vermischt worden war, angefüllt.

Man hat diesen Vorrichtungen, welche man Trogsapparate genannt hat, eine verbesserte Einrichtung gege-

ben, welche zu der Bequemlichkeit des Experimentators dient und zu gleicher Zeit die Wirkung des Apparates vermehrt. Die Wannen bestehen aus Steingut, mit einer hinreichenden Menge Scheidewände aus derselben Substanz, wodurch sie in die erforderliche Menge von Fächern getheilt werden. Die Metallplatten sind viereckig, und ein Streifen Metall, der die Gestalt des Buchstaben U hat, verbindet jedes Plattenpaar, indem er mit einem Ende an die Zinkplatte, mit dem anderen Ende an die Kupferplatte angelöthet ist. Eine dieser Platten taucht in das eine der Fächer, die andere in das benachbarte Fach ein, während der Metallstreifen, der sie verbindet, über die Scheidewand, welche beide Fächer trennt, hinweggeht. Alle so vereinigte Platten sind oberwärts an einem metallenen Stabe befestigt, so daß sie zusammen aus der Wanne herausgehoben werden können, entweder mit der Hand, oder wenn dieses zu schwer seyn sollte, mit Hilfe eines Flaschenzuges.

Volta erbaute seine Säulen, wie bereits bemerkt wurde, aus Metallplatten, die ungefähr die Größe eines Thalers hatten. Man überzeugte sich aber nachher, daß die Wirkung der Säule, besonders was die Hervorbringung chemischer Erscheinungen betrifft, im Verhältniß mit der Größe der Metallplatten zunimmt. Jetzt giebt man gewöhnlich der Seite derselben 4, 6 bis 8 Zoll. Ja Herr Children hat einen Apparat mit Platten, die sechs Fuß lang und ungefähr vier Fuß breit sind, verfertigt. Zuweilen verbindet man mehrere Säulen oder Trogapparate zusammen; ein solcher Apparat wird dann eine Galvanische oder Voltasche Batterie genannt.

Untersucht man bei einer nach der Art von Volta aufgeschichteten Säule das Ende, an welchem sich die Zinkplatte

befindet, mit einem Condensator, so findet man, daß es Glasslectricität hat. Durch dasselbe Verfahren überzeugt man sich, daß die Electricität des Kupferendes Harzelectricität sey. Befeuchtet man die Finger und berührt mit denen der einen Hand das Zinkende, mit denen der anderen das Kupferende, so erhält man eine Erschütterung, deren Heftigkeit stets mit der Anzahl der Plattenpaare in der Säule im Verhältnisse steht. Betragen sie mehrere hundert, so ist die Erschütterung so heftig, daß sie schmerzhaft wird. Selbst in diesem Falle, wenn drei bis vier Personen die Hände fassen und eine Kette bilden, und von den beiden an den äußersten Enden befindlichen jeder das eine Ende der Säule berührt, so fühlen diese allein die Erschütterung, hingegen fühlen die in der Mitte nichts. Berührt eine Person mit ihren beiden Händen die beiden Enden der Säule, so fühlt sie die Erschütterung ungleich heftiger in ihren Armen, als in irgend einem anderen Theile ihres Körpers.

II. Die Herstellung des Gleichgewichtes unter den elektrischen Thätigkeiten ist mit einer glänzenden Lichtentwicklung vergesellschaftet, die unter dem Namen des elektrischen Funkens bekannt ist. Man kann die größte Intensität der Hitze durch denselben erhalten, und wie es scheint, für eine unbegrenzte Dauer, wenn, so wie das Gleichgewicht fortschreitend hergestellt wird, die beiden elektrischen Thätigkeiten ununterbrochen ersetzt werden.

Bei dem Durchgange der Electricität durch einen leitenden Körper steht der Grad der Hitze, welcher erzeugt wird, gewissermaßen mit dem Widerstande im Verhältnisse, den dieselbe findet; ist kein merklicher Widerstand vorhanden, so ist auch die erzeugte Wärme nicht merklich.

Van Marum stellte die Kugel eines sehr empfindli-

den Thermometers in eine Vertiefung, die in eine Messingplatte von fünf Zoll im Durchmesser und eilf Zoll Länge gemacht worden, und die an seidenen Fäden in der Nähe des Leiters einer sehr wirksamen Elektrisirmaschine aufgehängt worden war. Weder bei Anwendung der Glas- noch Harz-Electricität war eine Erhöhung der Temperatur bemerkbar, eben so wenig wurde eine Zunahme der Temperatur bemerkt, wenn er die Kugel des Thermometers in eine Höhlung, die in ein Stück Kohle gemacht worden, stellte. Wurde hingegen das Thermometer frei zwischen zwei Leitern aufgehängt, so daß der elektrische Strom auf dasselbe gerichtet war, so stieg es um 80 bis 100° nach Fahr. Stellt man ein Thermometer zwischen unvollkommene Leiter, so wird seine Temperatur erhöht. Nairne bemerkt, daß wenn die Kugel in den leuchtenden Strom zwischen zwei hölzerne Kugeln gebracht wurde, es um 32° stieg; und van Marum fand, daß wenn er es in eine Höhlung, die in einen hölzernen Stab gemacht worden, einsenkte, und zwischen die Kugel des Leiters und den leitenden Draht seines Apparates brachte, es in fünf Minuten von 62° auf 112° stieg.

Biot (Annales de Chimie. T. III. p. 321.) sieht den elektrischen Funken als Wirkung der Zusammendrückung der Luft, welche die elektrische Entladung hervorbringt, an. Er hat diesen Gegenstand in seinem *Traité de Physique* etc. T. II. p. 459 etc. weiter ausgeführt. Seine Versuche führen zu folgenden Resultaten: 1) das elektrische Licht wird gewiß, wenigstens zum Theil, durch mechanisches Zusammendrücken der Luft, der Dünste, überhaupt der Medien, durch welche die Electricität hindurchgeht, hervorgebracht; 2) keine Analogie steht der Behauptung entgegen, daß alles

Licht, welches sich bei der elektrischen Ladung entwickelt, von dieser Ursache herrühre; 3) endlich lassen die Erscheinungen keine andere Ursache andeuten und auffinden, als die genannten.

Die Hitze, welche durch die von einem Funken begleitete elektrische Entladung hervorgebracht wird, entzündet brennbare Körper, als Aether, Weingeist. Läßt man den Funken durch ein Gemenge entzündlicher Gasarten schlagen, die wechselseitige chemische Anziehung gegen einander haben, wie z. B. Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, so entzündet er dasselbe und bewirkt eine chemische Verbindung.

Noch kräftiger sind die Wirkungen, wenn man sich der Entladung einer Leidner Flasche oder elektrischen Batterie bedient. Van Marum ließ die volle Entladung einer durch die Tylorsche Maschine geladenen Batterie durch Metalldrähte von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hindurchgehen, und es erfolgte eine Schmelzung derselben. Nachstehende Tabelle giebt die Länge eines jeden Drahtes an, welcher durch die Entladung geschmolzen wurde.

	Zolle.		Zolle.
Weidraht	120	Silberdraht	} 0,25
Zinnraht	120	Messingdraht	
Eisendraht	5	Kupferdraht	
Golddraht	3,5		

Durch den vorigen gleiche Entladungen der Batterie schmolzen:

Von einem Eisendrahte, der $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hatte	16	Zolle
Von einem Silberdrahte	8,5	—
(Diese Drähte waren theils geschmolzen, theils in kleine Stücke zerissen.)		
Von einem Kupferdrahte (nicht völlig)	0,25	—
		Von

Von einem Messingdrahte (theils geschmolzen,
theils in kleine Stücke zerrissen) . . . 12 Zolle.

Herr Childern ließ aus seiner starken galvanischen Batterie ununterbrochen einen Strom elektrischer Materie hervordringen, dem er die Metalle aussetzte; dadurch erhielten seine Versuche einen höheren Grad von Genauigkeit als die von Van Marum. Aus der Länge der Metalldrähte, die er durch seine Batterie schmolz, scheint sich folgende Ordnung der Metalle in Hinsicht ihrer Leitungsfähigkeit für die Elektrizität zu ergeben.

- | | |
|-----------|------------------------------------|
| 1. Silber | 4. Kupfer |
| 2. Zink | 5. Eisen |
| 3. Gold | 6. Platin (Philos. Transact. 1815. |

p. 367.)

Es verdient bemerkt zu werden, daß wenn man zwei Metalldrähte durch Elektrizität zum Glühen bringt, sie längere Zeit rothglühend bleiben, als wenn dieselbe Wirkung durch ein gewöhnliches Feuer hervorgebracht wurde. Es hält schwer, durch gewöhnliches Feuer einen Zinkdraht in den Zustand des Rothglühens zu versetzen, dieses läßt sich doch vermittelst einer guten galvanischen Batterie leicht herwerkstelligen.

Van Marum bemerkte auch einen Unterschied in Hinsicht des Grades der Schmelzbarkeit der Metalle durch Elektrizität und durch unmittelbare Anwendung von Wärme. Er konnte durch Entladungen von gleicher Stärke gleiche Längen Zinkdraht und Bleidraht, die genau denselben Durchmesser hatten, schmelzen, da doch diese beiden Metalle bei der gewöhnlichen Anwendung der Wärme verschiedene Grade der Schmelzbarkeit haben. Von Eisendraht, der weniger schmelzbar als Gold und Silber ist, wurde durch den elektr.

I.

rischen Funken eine größere Menge als von letzteren geschmolzen.

12. Befestigt man einen Gold- oder Platin-Draht an jedem Ende der Säule, und läßt man das andere Ende der Drähte in ein Glas mit Wasser tauchen, so daß die eingetauchten Enden einander zwar sehr genähert sind, sich aber nicht berühren, so bemerkt man einen Strom von Gas, der von dem Ende eines jeden Drahtes ausgeht. Derjenige, den man an dem Ende des Drahtes, welcher negative oder Harzelectricität hat, bemerkt, ist zweimal so stark, als der von dem anderen Drahte ausgehende. Werden diese Gasarten in besondern Gefäßen gesammelt, so findet man, daß das von dem negativen Ende ausströmende Gas Wasserstoffgas ist, das an dem positiven Ende sich entwickelnde Sauerstoffgas, genau in dem Verhältnisse, wie sie im Wasser angetroffen werden. Hieraus schließt man, daß sie der Zersetzung des Wassers ihre Entstehung verdanken. Diese wichtige Thatsache wurde zuerst von den Herren Nicholson und Carlisle beobachtet.

Bald nachher überzeugte man sich, daß die galvanische Säule, außer dem Wasser, mehrere andere Substanzen zu zersetzen vermag. Ammonium, Schwefelsäure, Salpetersäure und mehrere metallische Salze wurden ihrer Wirkung ausgesetzt und auf ähnliche Art zerlegt. Sind die von beiden Polen ausgehenden Drähte von Eisen, Kupfer oder irgend einem andern Metalle, Platin und Gold ausgenommen, so entwickelt, wie gewöhnlich, aus dem negativen Drahte Wasserstoffgas, kein Gas hingegen aus dem positiven Drahte, der Draht belegt sich aber bald mit einer Rinde von Oxyd. Man begreift leicht den Hergang in diesem Falle; der Sauerstoff, statt entwickelt zu werden, verbindet sich mit dem Drahte und verwandelt ihn in ein Oxyd.

Im Jahre 1803 wurde eine höchst wichtige Entdeckung von Hisinger und Berzelius in Hinsicht der Wirkung gemacht, welche die galvanische Batterie besitzt, Körper zu zerlegen. (Man sehe: Neues allgemeines Journal der Chemie. B. L. S. 115 ff.) Sie versuchten die Wirkung derselben an einer großen Menge von Salzen und anderen zusammengesetzten Körpern, und fanden, daß wenn sie zerseht wurden, sich folgendes Gesetz ergab:

Der Sauerstoff und die Säuren häuften sich um den positiven Pol an; während der Wasserstoff, die Alkalien, Erden und Metalle sich rund um den negativen Pol anhäuften.

Man bemerkt, daß die Säuren und Grundlagen durch eine bedeutende Wassersäule hindurchgehen, ja sich auf ihren Wegen durchkreuzen können, um sich an den Polen, von denen jeder dieser Bestandtheile angezogen wird, anzuhäufen. Aus diesem allgemeinen Gesetze zog Berzelius nachmals die Folgerung: daß die Zerlegung von den Anziehungen herrühren, welche zwischen den Bestandtheilen der Körper und den verschiedenen Elektricitäten stattfindet. Nachmals verallgemeinerte er diesen Gegenstand noch mehr oder völli-
vielmehr der von Humphry Davy aufgestellten Meinung bei, daß die chemische Verwandtschaft mit der elektrischen Anziehung identisch sey; daß Körper, die sich chemisch vereinigen, verschiedene Arten von Elektricität besitzen; daß der Sauerstoff und die Säuren stets mit Harzelektricität, der Wasserstoff, die Alkalien, Erden und Metalle mit Glaselektricität versehen sind. Dieses sey der Grund, warum die einen von dem negativen Pole, die anderen von dem positiven angezogen werden.

Humphry Davy nahm diesen Gegenstand da auf,

wo Berzelius und Hisinger ihn gelassen hatten. Seine berühmte Abhandlung, für die er den von Napoleon ausgesetzten Preis erhalten hatte, enthält bloß eine Bestätigung der von Berzelius und Hisinger entdeckten Gesetze. Er ging nachmals einen Schritt weiter. Nach ihm bleiben Körper vereinigt, weil sie sich in verschiedenen elektrischen Zuständen befinden. Lassen sie sich in denselben elektrischen Zustand dadurch versetzen, daß man sie beide positiv oder beide negativ elektrisch macht, so werden sie einander zurückstoßen, mithin werden sie zerlegt werden. Die galvanische Batterie bringt, wosfern sie kräftig genug ist, diese Wirkung hervor. Man braucht demnach, seiner Meinung nach, nur irgend eine Zusammensetzung der Wirkung einer hinreichend starken galvanischen Batterie auszusetzen, so wird eine Zerlegung erfolgen. Er wandte diese Theorie auf die Zerlegung der feuerbeständigen Alkalien an, sie gelang ihm, und er zeigte, daß sie Zusammensetzungen aus Sauerstoff und einer metallischen Basis sind. Auf ähnliche Art versuchte er die Erden. Mehrere zeigten Spuren der Zerlegung, während andere der Wirkung der kräftigsten Batterie widerstanden, die er anzuwenden vermochte.

Auf die Erscheinungen, welche die elektrischen Thätigkeiten darbieten, gründet Berzelius seine Theorie des Verbrennens. Er macht darauf aufmerksam, daß bei jeder chemischen Verbindung sich Wärmestoff entwickle, vorausgesetzt, daß dieselbe unter günstigen Umständen erfolgte, welche diese Entwicklung bemerken ließen; daß durch völlige Sättigung der stärksten chemischen Anziehungen die Temperatur öfters bis zum Erglühen steige, während die schwächsten nur eine Temperaturerhöhung von einigen Graden bewirken.

Zuweilen wird die Erscheinung des Feuers durch Körper, die bereits chemisch verbunden sind, hervorgebracht, ohne daß man eine Verbindung oder Trennung wahrnimmt; dann verlieren diese chemischen Verbindungen zugleich das Bestreben, sich mit anderen Körpern zu vereinigen. Dieses ist z. B. der Fall bei der Zirkonerde, dem Chromoryd, einigen metallischen, antimonfauren und antimontschwefeligen Salzen, dem Gadolinie u. s. w.

Hieraus leitet er folgende Modifikationen der gewöhnlichen Theorie des Verbrennens, so wie sie von Lavoisier und seinen Anhängern aufgestellt wurde, ab: 1) daß, da man unter Verbrennen die chemischen mit Feuer vergesellschafteten Verbindungen der Körper versteht, dasselbe nicht allein bei den Verbindungen der Körper mit dem Sauerstoffe, sondern unter günstigen Umständen bei den meisten chemischen Verbindungen der Körper stattfindet; 2) daß das Licht und der Wärmestoff, welche unter diesen Umständen erzeugt werden, weder von einer Veränderung der Dichte der Körper, noch von einem geringeren Grade des specifischen Wärmestoffes im neuen Produkte herrühren, indem dieser oft eben so groß, ja noch größer ist, als der der vereinigten Elemente.

Die Körper, welche in eine chemische Verbindung zu treten bereit sind, zeigen freie, entgegengesetzte Electricitäten, deren Intensität in dem Verhältnisse zunimmt, in welchem sie sich der Temperatur nähern, bei der die chemische Verbindung statt hat; bis im Augenblicke der Vereinigung die Electricitäten mit einer Erhöhung der Temperatur verschwinden, die oft so bedeutend ist, daß Feuer ausbricht. Man kann demnach nachstehende Erklärung des Verbrennens als die wahrscheinlichere aufstellen.

Bei jeder chemischen Verbindung findet Neutralisirung der entgegengesetzten Electricitäten statt, diese Neutralisation erzeugt auf eben die Art Feuer, wie wir es bei der Entladung der Leidner Flasche, der Volta'schen Säule, dem Donner wahrnehmen, ohne daß die zuletzt genannten Erscheinungen von einer chemischen Verbindung begleitet sind.

Man sehe: Essai sur la Théorie des proportions chimiques et sur l'influence chimique de l'électricité par J. J. Berzelius. A Paris 1819. p. 55 et suiv.

Diese Hypothese würde demnach aus dem Dafeyn zweier Materien, der Harz- und Glaselectricität oder der negativen und positiven, die durch ihre Vereinigung die Erscheinungen, welche wir Wärme und Licht nennen, hervorbringen, das Verbrennen auf eine sehr einfache Art erklären; allein es steigen noch manche Bedenken an der durchgängigen Zulässigkeit dieser Erklärungsart auf.

Es ist keinesweges erwiesen, daß jeder Körper einen eigenthümlichen elektrischen Zustand habe, den er nie als verliert, es sey denn, daß er sich mit einem andern Körper verbindet. Auch ist es manchem Zweifel unterworfen, daß Körper, die eine chemische Vereinigung eingehen, stets entgegengesetzte elektrische Zustände besitzen. Sauerstoff und Chlorine sind z. B. zwei Körper, die stets als negativ elektrisch angenommen werden; Schwefel und Phosphor, mit denen sie sich verbinden, sind wenigstens den Versuchen von Berzelius und Davy zufolge stets positiv elektrisch. Nun verbindet sich aber Chlorine und Sauerstoff, und stellen eine dauernde Zusammensetzung dar. Dieses verträge sich nicht mit den im Vorhergehenden aufgestellten Grund-

sähen. Wollte man sagen: der Sauerstoff sey in einem ungleich höheren Grade negativ elektrisch als die Chlorine, so bleibt es immer schwer zu begreifen, wie zwei negativ elektrische Körper sich vereinigen können, sobald man sich die negative Elektricität als eine eigenthümliche Flüssigkeit denkt, deren Theilchen einander abstoßen.

Dieser kurze Abschnitt wird hinreichend seyn, die elektrischen und galvanischen Versuche zu verstehen, die in dem Verfolg dieses Werkes angeführt werden sollen. Eine weitere Ausführung dieses Gegenstandes würde am gegenwärtigen Orte nicht zweckmäßig seyn, da sie zu lange von dem eigentlichen Zwecke dieses Werkes, den Erörterungen der chemischen Erscheinungen, abhalten würde.

Zweite Abtheilung.

Von den einfachen wägbaren Körpern.

Die bis jetzt bekannten unzerlegten wägbaren Körper betragen 51, wenn die Fluorine, das Radikal der Flußsäure, die aber noch nicht im isolirten Zustande dargestellt wurde, nicht mitgezählt wird. Sie lassen sich eintheilen in nichtmetallische und metallische Körper. Erstere sind der Sauerstoff, der Wasserstoff, das Boron, der Kohlenstoff, der Phosphor, der Schwefel (das Selenium?), die Chlorine, Jodine und der Stickstoff. Von diesen erscheinen der Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und die Chlorine bei allen bekannten Temperaturen im Zustande gasförmiger Körper; die übrigen sind bei den gewöhnlichen Temperaturen feste Körper.

In Hinsicht ihres chemischen Verhaltens werden die einfachen wägbaren Körper eingetheilt in Sauerstoff und brennbare Körper. Letztere sind diejenigen, welche sich mit dem Sauerstoffe vereinigen können, und wobei mehrere derselben die gewöhnlichen Erscheinungen des Verbrennens hervorbringen.

Die Verwandtschaft dieser Körper zum Sauerstoffe bes folgt für die fünf ersten nahe die Ordnung, in welcher sie hier aufgeführt wurden, wobei noch zu bemerken ist, daß der Wasserstoff und das Boron, was die angeführte Eigenschaft betrifft, auf derselben Linie stehen. Die Verwandtschaft der drei letzteren zum Sauerstoffe ist entfernter als der übrigen; eine genaue Rangordnung unter ihnen in dieser Hinsicht läßt sich, unserer bisherigen Kenntnisse zu folge, jedoch nicht aufstellen.

Erster Abschnitt.

Vom Sauerstoffe.

Der Sauerstoff kann durch folgendes Verfahren dargestellt werden.

Man nimmt ein eisernes Gefäß von birnförmiger Gestalt, in dessen Mündung eine kufenförmig gebogene eiserne Röhre durch Einschnitzeln genau eingepaßt wird. Ein Flintenlauf, von dem man das an der Schwanzschraube befindliche Ende abgeschnitten hat, entspricht diesem Zweck vollkommen. In das Gefäß wird gepulvertes schwarzes Manganoxyd (Braunstein, ein Körper, dessen Eigenschaften in der Folge näher angegeben werden sollen), geschüttet, die eiserne Röhre in die Mündung eingesetzt, und die Fugen luftdicht verschlossen. Das Gefäß wird hierauf in das freie Feuer gelegt, und von allen Seiten mit glühenden Kohlen umgeben. Das äußerste Ende der Röhre wird in die pneumatische Wanne geleitet, die mit Wasser angefüllt

wurde, und das sich entbindende Gas in mit Wasser angefüllten Gefäßen aufgefangen.

Man kann auch das Sauerstoffgas durch folgendes Verfahren darstellen.

Man schüttet in eine gläserne Flasche gepulvertes schwarzes Manganoxyd, und übergießt es mit so viel Vitriolöl (oder nach der Sprache der Chemisten Schwefelsäure), daß ein dünner Drey gebildet wird. In die Mündung der Flasche setzt man luftdicht eine schlangenförmig gebogene gläserne Röhre ein. Das Ende der Röhre leitet man in die mit Wasser angefüllte pneumatische Wanne; erhitzt die Flasche vermittelst einer Lampe oder Kerze, und fängt das entweichende Sauerstoffgas in mit Wasser angefüllten Gefäßen auf.

Die erste der beschriebenen Verfahrensarten, Sauerstoffgas zu entbinden, rührt von Dr. Priestley (On Air. II. 154.), die zweite von Scheele (physisch chemische Schriften, V. I. S. 95.) her.

Will man dieses Gas im Zustande der größten Reinheit bereiten, so setzt man chlorinsaures Kalk (eine Verbindung, von der in der Folge die Rede seyn wird) in einer kleinen Retorte dem Feuer aus. So wie das Salz bis zum Rothglühen erhitzt wird, entwickelt sich das Sauerstoffgas. Die ersten Antheile, die mit der atmosphärischen Luft des Gefäßes verunreinigt sind, läßt man entweichen, sammelt aber die darauf folgenden auf die im Vorhergehenden beschriebene Art. Ein Gran des Salzes giebt etwas mehr als einen Kubikzoll von recht reinem Sauerstoffgas.

Dieses Gas, welches auf den angegebenen Wegen erhalten wurde, entdeckte Priestley am 1sten August 1774 und nannte es dephlogistisirte Luft. Scheele ent-

deckte es vor dem Jahre 1777, ohne von Priestley's Versuchen Kenntniß zu haben; er gab ihm den Namen Feuerluft. Condorcet nannte es Lebensluft, und Lavoisier nachmals Sauerstoffgas; ein Name, der jetzt allgemein angenommen ist.

1. Das Sauerstoffgas ist farbenlos und unsichtbar, wie die atmosphärische Luft. Wie diese ist es elastisch und einer unbestimmten Ausdehnung und Zusammendrückung fähig. Es hat keinen bemerkbaren Geschmack, und ist, wenn es rein ist, ohne Geruch.

2. Das Sauerstoffgas ist etwas schwerer als die atmosphärische Luft. Setzt man das specifische Gewicht der letzteren gleich 1,000, so ist, den Versuchen mehrerer Naturforscher zufolge, das specifische Gewicht des Sauerstoffgas:

1,103 nach Kirwan, Lavoisier;
 1,1035 nach Viot und Arrago;
 1,114 nach Saussure (Annales de Chimie. LXXI, 260.);
 1,1088 nach Allen und Peñys (Philos. Transact. 1807.)

Das Mittel aus diesen Angaben ist 1,1088. Dr. Prout giebt in Thomson's Annalen V. VI. S. 322 das specifische Gewicht des Sauerstoffgas gleich 1,1111 an. Setzt man die Angabe von Viot und Arrago zum Grunde, so würden 100 rhinl. Duodec. Kubikzoll von diesem Gas bei einer Temperatur von 32° und einem Barometerstande von 28 Zoll 42.3 Gran deutsches Medicinal Gewicht wiegen. Bei derselben Temperatur und demselben Barometerstande würde hingegen das Gewicht von 100 Kubikzoll atmosphärischer Luft 38.33 Gran betragen. Das Gewicht eines

Massentheils derselben Gasart sehr Berzelius gleich 100.

3. Taucht man eine angezündete Kerze in eine mit Sauerstoffgas angefüllte Flasche, so brennt sie mit solchem Glanze, daß das Auge ihn kaum zu ertragen vermag; zu gleicher Zeit wird eine ungleich größere Hitze als bei dem Verbrennen in atmosphärischer Luft erzeugt. Es ist eine bekannte Thatsache, daß wenn man eine Kerze in ein mit atmosphärischer Luft angefülltes Gefäß taucht, sie nach wenigen Sekunden erlischt. Zwar erlischt auch eine Kerze, die in einem eingeschlossenen Raum Sauerstoffgas getaucht wird, sie brennt jedoch ungleich länger in diesem als in einer gleichen Menge atmosphärischer Luft.

4. Schon früher hatte Boyle gezeigt, daß Thiere ohne atmosphärische Luft nicht leben können, und Rayow, daß sie dieselbe Luft nicht anhaltend einzuathmen vermögen, ohne zu ersticken. Dr. Priestley und mehrere andere Naturforscher haben dargethan, daß Thiere ungleich länger in derselben Menge Sauerstoffgas als in atmosphärischer Luft leben. Graf Morozzo brachte eine Anzahl Sperlinge nach und nach unter eine mit atmosphärischer Luft gefüllte Glasglocke, die er mit Wasser sperrte.

	Stunden.	Minuten.
Der erste Sperling lebte	3	0
Der zweite	0	3
Der dritte	0	1

Er füllte dasselbe Gefäß mit Sauerstoffgas und wiederholte den Versuch.

	Stunden.	Minuten.
Der erste Sperling lebte	5	23
Der zweite	2	10

	Stunden.	Minuten.
Der dritte Sperling lebte	1	30
Der vierte	1	10
Der fünfte	0	30
Der sechste	0	47
Der siebente	0	27
Der achte	0	30
Der neunte	0	22
Der zehnte	0	21

Er brachte hierauf zwei Sperlinge zu gleicher Zeit unter die Glocke; der eine starb nach 20 Minuten; der andere aber lebte eine Stunde länger.

Es ist eine durch Versuche (die in der Folge angeführt werden sollen) ausgemachte Thatsache, daß die atmosphärische Luft 21 Procent dem Raummumfange nach Sauerstoff enthält; und daß kein Körper in atmosphärischer Luft, der vorher aller Sauerstoff entzogen wurde, brennen kann. Hingegen brennen brennbare Körper mit größerem Glanze im Sauerstoffgas oder in anderen Gasarten, denen Sauerstoffgas beigemischt wurde.

6. Es ist eben so durch mehrere Versuche dargethan, daß kein Thier, welches Athem holt, eine, wenn auch nur kurze Zeit in einer Lustart leben könne, der kein Sauerstoffgas beigemischt ist. Das Sauerstoffgas ist demnach zur Unterhaltung des thierischen Lebens unumgänglich erforderlich.

7. Werden Körper in Sauerstoffgas oder einem andern Gas, das Sauerstoffgas enthält, verbrannt, und hierauf die rückständige Luft untersucht, so findet man, daß ein großer Theil des Sauerstoffgas verschwunden ist. Wird z. B. Kohle in Sauerstoffgas verbrannt, so findet man statt Sauer-

stoffgas eine andere Gasart, die kohlensaures Gas genannt wird. Das Sauerstoffgas verbindet sich bei dem Akt des Verbrennens mit dem brennbaren Körper, und stellt diese Zusammensetzung dar, welche nach Beschaffenheit ein Dryd oder eine Säure genannt wird. Beide sind Verbindungen des brennbaren Körpers mit Sauerstoff, erstere mit einer kleineren, letztere mit einer größeren Menge desselben.

Auch wenn Thiere in Sauerstoffgas oder in einer Sauerstoffgas enthaltenden Luft geathmet haben, verschwindet ein Theil des Sauerstoffgas und an seine Stelle treten Verbindungen von ganz verschiedenen Eigenschaften.

B. Wasser, das durch Kochen vorher von der in ihm enthaltenen Luft befreit worden, nimmt, den Versuchen von Dr. Henry zufolge, 3,5 Procent Sauerstoffgas (dem Rauminhalte nach) in sich (Philos. Transact. 1803. p. 174.). Nach Saussüre absorbiren 100 Raumtheile Wasser 6,5 Raumtheile Sauerstoffgas (Thomson's Annals of Philosophy. Vol. VI. p. 338.). Dalton fand jedoch bei Wiederholung der Saussür'schen Versuche, daß die Angaben dieses Naturforschers viel zu groß sind, und daß man süglich nur die Hälfte der von ihm angegebenen Mengen als das richtige Ergebniß annehmen könne. Die Menge des vom Wasser absorbirten Sauerstoffgas fand er nicht höher als 3,7 bis 4 Procent dem Volumen nach (a. a. O. B. VII. S. 218.).

Zweiter Abschnitt.

Von dem Wasserstoffe.

Der Wasserstoff läßt sich durch nachstehendes Verfahren darstellen.

In eine Tubulats-Retorte schüttet man durch die Tubulirung einen Theil Eisenfeile, verschließt dieselbe mit einem Stöpsel, der durchbohrt ist, und bringt in diese Oeffnung einen gebogenen Trichter. Sowohl der Stöpsel als der Trichter müssen die Oeffnungen luftdicht verschließen. Die Mündung der Retorte wird unter Wasser gebracht. Durch den gebogenen Trichter gießt man nach und nach zwei Theile Schwefelsäure, die vorher mit vier Theilen, dem Volumen nach, Wasser verdünnt worden, in die Retorte. Die Mischung braust sogleich mit Lebhaftigkeit auf, und aus der Mündung der Retorte dringen häufige Luftblasen hervor. Man läßt die ersten entweichen, um überzeugt zu seyn, daß die atmosphärische Luft verdrängt ist. Das sich entwickelnde Gas wird nachmals in mit Wasser angefüllten Gefäßen, die auf das Brett der pneumatischen Banne über die Mündung der Retorte gestellt werden, aufgefangen. Dieses Gas, welches früher brennbares Gas, auch von einigen Phlogiston genannt wurde, ist das Wasserstoffgas.

Man erhält es ebenfalls in reichlicher Menge, wenn man Wasserdunst durch eine rothglühende eiserne Röhre hindurchgehen läßt. Es ist jedoch sehr schwierig, ganz reines Wasserstoffgas darzustellen, indem dasselbe sehr leicht durch fremdartige Beimischungen, die in den zu seiner Bereitung angewandten Materialien enthalten sind, verunrein-

nigt wird. Herr Donavan bereitete Wasserstoffgas aus Zink und Eisen, indem er letzteres mit Schwefelsäure, ersteres mit Salzsäure übergoss. Als er das erhaltene Gas durch kausisches Ammonium gehen ließ, so erhielt er Spuren von Schwefelwasserstoffgas, während Kalkwasser dem Gas einen geringen Antheil Schwefel entzog. Das auf die Art bereitete Wasserstoffgas hatte genau den Geruch wie Phosphor, und brannte mit grüner Flamme.

Herr Donavan ließ es hierauf durch vier Boullsche Flaschen hindurchgehen. Die erste derselben war mit Kalkwasser, die zweite mit salpêtrichter Säure, die dritte mit Wasser und die vierte mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisen angefüllt. Das dadurch gereinigte Gas hatte nicht den mindesten Geruch. Man sehe: (Annales de Chimie et de Physique. Vol. II. p. 375.)

Herr Gay Lussac's Verfahren, kleine Mengen Wasserstoffgas zu Versuchen zu bereiten, findet man beschrieben a. a. O. B. V. S. 301. Desgleichen sehe man: Supplement zu dem chemischen Wörterbuche, B. IV. S. 332 u. 337.

Dieses Gas, welches, wie wohl nicht im Zustande der Reinheit, sich zuweilen in den Bergwerken entwickelt, hatte die Aufmerksamkeit mehrerer Naturforscher auf sich gezogen. Mayow, Boyle und Hales verschafften sich dasselbe in beträchtlicher Menge und beobachteten einige seiner mechanischen Eigenschaften. Seine Brennbarkeit, die früher schon Van Helmont bemerkt hatte, zog gegen den Anfang des achtzehnten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Chemisten mehr auf sich, und wurde öfters als Merkwürdigkeit angeführt*). Das größte Verdienst um

*) Cramer's Elementa Docimasiae Lugd. Bat. 1739. T. I. p. 45. Wasserberg (Institutiones Chemiae. I. 184.) erzählt die

die genauere Kenntniß dieses Gas gebührt jedoch Herrn Cavendish, der zuerst den Unterschied desselben von der atmosphärischen Luft darthat, und die meisten seiner Eigenschaften kennen lehrte. (Philos. Transact. 1766. Vol. LVI. p. 141.) In der Folge wurden dieselben von Priestley, Scheele, Sennebier und Volta noch genauer untersucht.

1. Das Wasserstoffgas ist wie die atmosphärische Luft unsichtbar und elastisch. Eben so wie diese läßt es sich in's Unbestimmte zusammendrücken und ausdehnen. Wird es nach dem zuerst beschriebenen Verfahren bereitet, so hat es, wie bereits bemerkt wurde, einen unangenehmen Geruch, der dem ähnlich ist, welchen zwei an einander geriebene Feuersteine verbreiten. Dieser Geruch scheint von fremden, dem Gas beigemischten Körpern herzurühren; denn Wasserstoffgas, das vollkommen rein ist, hat keinen Geruch.

2. Es ist unter allen bekannten gasförmigen Körpern der leichteste. Wird das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen, so ist das specifische Gewicht des Wasserstoffgas, den Bestimmungen von Diot und Arago zufolge, 0,0732. (Mem. de l'Inst. 1806. p. 320.) Berzelius und Dulong fanden, neueren Versuchen zufolge, daß dasselbe zwischen 0,0633 und 0,0639 falle. (Essai sur la Théorie des proportions chimiques p. 129.) Dieses Gas ist demnach 14 bis 15mal leichter als atmosphärische Luft. Dieser Angabe nähert sich die von Dr. Prout. Er folgerte aus dem specifischen Gewichte des gas-

Geschichte einer zufälligen Explosion, durch welche der Gehülfe des Professor Jacquin erschreckt wurde.

I.

3

förmigen Ammonium, das aus drei Raumtheilen Wasserstoffgas und einem Raumtheile Stickgas, zu zwei Raumtheilen verdichtet besteht, daß das specifische Gewicht dieses Gas 0,0694 seyn müsse. (Thomson's Annals. Vol. VI. p. 322.) Legt man die Bestimmung von Berzelius und Dulong zum Grunde, so würden 100 rheinländische Duodec. Kubitzoll Wasserstoffgas bei einer Temperatur von 32° und einem Barometerstande von 28 Zoll 2,637 Gran Medietinal-Gewicht wiegen.

Wegen des geringen specifischen Gewichtes hat man sich dieser Gasart zur Verfertigung der Luftbälle bedient. Man füllt eine seidene, gestrickte Hülle damit an. Diese wird in der atmosphärischen Luft steigen, und selbst noch ein Gewicht mit heben, bis sie zu Regionen gelangt, wo ihr Gewicht und das der Last dem eines eben so großen Raumes umfanges der an diesem Orte befindlichen Luft gleich ist.

3. Alle brennenden Körper erlöschen augenblicklich, so wie man sie in dieses Gas taucht. Es ist demnach unfähig, das Verbrennen zu unterhalten.

4. Thiere, welche dieses Gas einathmen, sterben bald. Der Tod wird allein durch den Mangel an Sauerstoffgas bewirkt; er erfolgt eben so, als wenn das Thier in Wasser geraucht worden wäre.

5. Das Wasser absorhirt keine beträchtliche Menge von diesem Gas, selbst wenn man es längere Zeit damit in Berührung läßt. Entzieht man dem Wasser durch Kochen alle Luft, so nehmen bei einer Temperatur von 60° 100 Kubitzoll desselben 1,33 Kubitzoll Wasserstoffgas in sich. (Henry, Philos. Transact. 1803. p. 274.) Nach Caussüre nimmt Wasser 4,6 Procent Alkohol 5,1 Procent Wasserstoffgas in sich. (Annals of Philosophy. VI. 340.)

6. Nähert man der Mündung einer mit Wasserstoffgas gefüllten Flasche eine brennende Kerze, so entzündet sich das Gas, und fährt fort zu brennen, bis alles Gas verzehret ist. Ist das Wasserstoffgas rein, so hat die Flamme eine gelblich weiße Farbe; hat aber das Gas einen andern Körper aufgelöst, welches häufig der Fall ist, so ist nach Verschiedenheit des aufgelösten Körpers die Flamme verschiedentlich gefärbt. Auch der elektrische Funke, entzündet das Wasserstoffgas. Thomson fand durch Versuche, daß die Temperatur, bei welcher sich dieses Gas entzündet, ungefähr 1000° beträgt. Wegen seiner Entzündlichkeit gab man diesem Gas den Namen des brennbaren Gas.

Herr von Grotthuis fand, als äußerste Grenze, daß das Wasserstoffgas in der atmosphärischen Luft bei einer vier bis fünfmal größeren Ausdehnung, als die ist, welche ihm bei dem gewöhnlichen Druck und Temperatur der Atmosphäre zukommt, weder durch den elektrischen Funken noch durch die Flamme brennender Körper entzündet werde; diese Ausdehnung mag übrigens durch einen verminderten Druck der Atmosphäre oder eine erhöhte Temperatur bewirkt worden seyn.

Hieraus sucht er die Erscheinung zu erklären, daß das Wasserstoffgas, ungeachtet seiner leichten Entzündlichkeit, dennoch durch keinen glühenden, wohl aber durch jeden flammenden Körper entzündet wird.

Faßt man eine recht glühende Kohle von der Größe der Flamme einer Wachskerze mit einer Nadel, und nähert ihr den Finger in jeder beliebigen Richtung, bis auf einen Zoll, so kann man ihn in dieser Entfernung kaum eine halbe Minute halten, ohne sich zu verbrennen; man kann ihn da

gegen einer Pleßflamme oder einer anderen Flamme bis auf $\frac{1}{4}$ Zoll nähern, ehe man eine bedeutende Hitze empfindet. Es scheint, als isolire die Flamme gleichsam denjenigen Wärmestoff, der sich aus dem glühenden Dacht entwickelt, oder als würde er in gesamt in der Richtung der Flamme nach oben mit fortgerissen. Grotthuß vermuthet demnach, daß der glühende Körper, noch ehe er das Gas berührt, dasselbe in der weiten Sphäre seiner Aktivität bis zur Unentzündlichkeit langsam ausdehnt, dagegen die Flamme nicht eher merklich darauf wirke, als bis sie das Gas berührt. Dann aber wird diese Luft gewaltsam und plötzlich und zwar in dem berührten Theile expandirt, wodurch in den zunächst liegenden Theilen, vermöge des Widerstandes der Atmosphäre, diejenige Zusammendrückung hervorgebracht wird, welche das Verbrennen bestimmt.

Folgende Erfahrung diente zur Bestätigung der gegebenen Erklärung: das Wasserstoffgas ließ sich nicht entzünden, wenn es, in ein enges Glasröhrchen eingeschlossen, mit der unteren Mündung desselben in lothrechter Richtung der Spitze eine Lichtflamme nach und nach genähert wurde, denn in diesem Falle wurde es eben so, wie von glühenden Körpern bis zur Unentzündlichkeit ausgedehnt. (Journal für Physik und Chemie. V. III. S. 129 ff.)

Entzündet man einen Strom Wasserstoffgas, der aus einer engen Oeffnung hervordringt, und hält man eine weite Röhre über die Flamme, so entstehen, wie Dr. Higgins zuerst zufällig bemerkte, mannigfaltige Töne, die nach der Weite und Länge der Röhre, so wie der Substanz, aus welcher die Röhre gebildet ist, sich in Hinsicht der Höhe und Tiefe unterscheiden. Man hat dieser Vorrichtung den Namen der chemischen Harmonika gegeben. Herr Gas

raden überzeugte sich, daß die hervorgebrachten Edne nichts anderes als der Knall ununterbrochener Explosionen sind. Auch andere entzündliche Gasarten und Dünste bringen ähnliche Edne hervor. (Man sehe: Chemisches Wörterbuch. Supplemente B. IV. S. 358 ff.)

7. Mengt man reines Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, so bleiben sie unverändert. Berührt man das Gemenge mit einer brennenden Kerze, oder läßt man einen elektrischen Funken durch dasselbe hindurchschlagen, so brennt es mit ungemeiner Heftigkeit, und es erfolgt eine sehr starke Explosion. Mengt man beide Gasarten in dem Verhältnisse von einem Raumtheile Sauerstoffgas und zwei Raumtheilen Wasserstoffgas, und läßt man sie über Wasser explodiren, so findet kein bemerkbarer Rückstand statt; das Gefäß, welches sie enthielt (vorausgesetzt, daß die Gasarten rein waren), ist ganz mit Wasser angefüllt. Dieser merkwürdige Versuch wurde zuerst von Scheele (phys. chem. Schr. B. I. S. 65.) gemacht, allein Mangel einer schicklichen Vorrichtung verhinderte ihn, die eigentlichen Folgerungen aus demselben zu ziehen.

Die Versuche von Cavendish, die Lavoisier und andere bestätigten, setzten es außer Zweifel, daß das unter diesen Umständen gebildete Produkt Wasser sey. Dieses ist demnach eine Zusammensetzung aus einem Raumtheile Sauerstoff mit zwei Raumtheilen Wasserstoff. Da der Sauerstoff nahe 16mal schwerer als Wasserstoff ist, so findet man für das Verhältniß seiner Bestandtheile dem Gewichte nach

Sauerstoff	88,9
Wasserstoff	11,1
	100,0

Die zweite Verbindung, welche der Wasserstoff und

Sauerstoff geben, ist die neuerlich von Lhenard entdeckte Säure, die durch Vereinigung eines Raumtheiles Sauerstoff mit einem Raumtheile Wasserstoff erhalten wird. Sie müßte der Analogie nach Wasserstoffsäure (so wie wir Kohlenäure, Schwefelsäure u. s. w. sagen) genannt werden, indem in ihr der Wasserstoff das eigentliche Substrat ist, welches gekäuert wurde. Sowohl von dem Wasser als der Wasserstoffsäure wird in besondern Abschnitten gehandelt werden.

Geht man davon aus, daß das Wasser aus einem Maasentheiligen Sauerstoff und zwei Maasentheiligen Wasserstoff besteht, und drückt man das Gewicht eines Maasentheiligen Sauerstoff durch 100 aus, so wird das Gewicht eines Maasentheiligen Wasserstoff 6,2175 seyn.

Mischt man 100 Raumtheile atmosphärische Luft mit 42 Raumtheilen Wasserstoffgas, und läßt man durch das Gemenge einen elektrischen Funken schlagen, so erfolgt eine Detonation, und der Rückstand, welcher reines Stickgas ist, beträgt 79 Raumtheile. Man sieht hieraus, daß die atmosphärische Luft aus 79 Theilen Stickgas und 21 Theilen (dem Volumen nach) Sauerstoffgas zusammengesetzt ist; denn die 42 Maas Wasserstoffgas erfordern genau 21 Maas Sauerstoffgas, um in Wasser verwandelt zu werden.

Man bedient sich dieses Versuches häufig, um die Reinheit des Wasserstoffgases zu prüfen. Man mische irgend ein Quantum Wasserstoffgas mit irgend einem gleichen Volumen Sauerstoffgas, entzünde das Gemenge vermittelst des elektrischen Funkens und bemerke die Veränderung im Rauminhalte, welche dadurch hervorgebracht wird, so werden $\frac{2}{3}$ dieser Verminderung Wasserstoffgas seyn. Man nehme an, daß 20 Raumtheile Wasserstoffgas und 20 Raumtheile Sauer-

stoffgas gemengt und durch den elektrischen Funken entzündet worden wären, und daß als Rückstand 10 Raumtheile Gas geblieben, mithin 30 Raumtheile verschwunden sind, so sind zwei Drittheile oder 20 Raumtheile von diesem Wasserstoffgas. In diesem Falle wird man das untersuchte Wasserstoffgas als rein betrachten können.

Die Reinheit des Sauerstoffgas kann ebenfalls durch Detonation mit Wasserstoffgas geprüft werden, so wie man dadurch das Verhältniß desselben in irgend einem Gemenge von Gasarten, welches eine beträchtliche Menge davon enthält, ausmitteln kann. Auch erfährt man auf diesem Wege die Gegenwart eines kleinen Antheiles Wasserstoff in atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas. Zu dem Ende setzt man Wasserstoffgas zu dem Gemenge in einem solchen Verhältnisse zu, daß es durch den elektrischen Funken entzündet werden kann, bemerkt aber genau die dazu verwandte Menge. Nach beendigter Entzündung wird aus der Verminderung des Volumens, welche diejenige übertrifft, die durch Verdichtung des hinzugesetzten Quantum Wasserstoff bewirkt worden wäre, das Verhältniß von Wasserstoff angezeigt, welches die Luft enthalten hat.

In einigen Fällen scheint der Wasserstoff dadurch, daß er sich mit anderen Körpern verbindet, diesen die Eigenschaft der Acidität zu ertheilen. Beispiele hievon sind die Verbindungen desselben mit Chlorine, wodurch Salzsäure; mit Schwefel, wodurch Schwefelwasserstoff (der ebenfalls die Eigenschaften einer Säure besitzt); mit dem Radikal der Blausäure, wodurch Blausäure u. s. w. gebildet wird.

Dritter Abschnitt.

Von dem Boron.

Seit längerer Zeit kennen die europäischen Künstler einen Körper unter dem Namen Borax, dessen sie sich als Schmelzmittel des Goldes und Silbers, so wie bei der Verreinigung der gefärbten Glasflüsse, wodurch sie Edelsteine nachahmten, bedienen. Er kommt vorzüglich durch den ostindischen Handel zu uns und wird in Seen, besonders in Tibet, gefunden. In den Schriften von Geber, einem arabischen Chemisten des zehnten Jahrhunderts, kommt das Wort Borax zuerst vor.

Im Jahre 1702 destillirte Homberg ein Gemenge aus Borax und grünem Eisenvitriol, und erhielt eine eigenthümliche Substanz in kleinen, weißen, glänzenden Blättern, die er Sedativsalz oder narkotisches Salz (weil er schmerzstillende, antispasmodische Wirkungen an demselben wahrzunehmen glaubte) nannte. (Hist. de l'acad. 1702. p. 50.) Im Jahre 1727 fand Lemeroy der jüngere, daß sich dasselbe Salz aus dem Borax durch Mineralsäuren abscheiden lasse. (Mem. Par. 1728. p. 273.) Im Jahre 1731 zeigte Geoffroy, daß das Sedativsalz die Flamme des Alkohols grün färbe, und daß im Borax dieselbe Substanz enthalten sey, welche die Grundlage des Kochsalzes ausmacht. (a. a. O. Jahr 1732. p. 398.) Baro'n that im Jahre 1752 durch entscheidende Versuche dar, daß der Borax aus Sedativsalz und Mineralalkali gebildet sey. (Savans étrangers. II. 412.)

Da man fand, daß das Sedativsalz die Eigenschaften einer Säure besitze, so nannte man es Boraxsäure. Die

Zusammensetzung dieser Säure blieb jedoch völlig unbekannt. Zwar machte Crell im Jahre 1800 mehrere Versuche darü-
ber bekannt, aus denen er folgerte, daß ihre Grundlage eine Substanz sey, die sich in ihren Eigenschaften der Kohle sehr nähere. Bei Wiederholung dieser Versuche durch H. Davy bestätigten sie sich jedoch keinesweges.

Im Jahre 1807 setzte Davy einen Antheil Borarsäure der Wirkung der galvanischen Batterie aus, und bemerkte, daß sich an dem negativen Drahte eine schwarze Substanz anhäufte, die er als die Grundlage dieser Säure betrachtete, er setzte jedoch seine Versuche nicht weiter fort. Im Sommer 1808 glückte es den Herren Gay Lüssac und Thénard, diese Säure dadurch zu zerlegen, daß sie dieselbe in Verbindung mit Kalium in einer kupfernen Röhre erhitzten. Auch sie erhielten eine olivenfarbene Substanz, welche sie in Folge einer Zerlegung der Säure erzeugt glaubten, welche dadurch, daß das Kalium ihr den Sauerstoff entzogen habe, bewirkt worden sey. Sie untersuchten die Eigenschaften dieser Grundlage, welcher der Name Boron gegeben wurde, und machten eine ausführliche Beschreibung ihrer Eigenschaften bekannt. (Mem. d'Arcueil. II. 311. desgleichen Recherches physico-chim. I. 276.) Davy zerlegte im Jahre 1809 diese Säure, indem er sich des von den französischen Chemisten befolgten Verfahrens bediente, und untersuchte ebenfalls die Eigenschaften des Borons. (Philos. Transact. 1809.)

Man kann dasselbe durch nachstehendes Verfahren darstellen:

1. Ein Theil geschmolzene und gepulverte Borarsäure wird mit zwei Theilen Kalium gemengt, das Gemenge in eine kupferne oder eiserne Röhre geschüttet, nach und nach

erwärmt, bis es schwach rothglüheth und in diesem Zustande einige Minuten erhalten. Bei einer Temperatur von 300° beginnt die Zersetzung und die Mischung wird stark rothglühend, wie man sich überzeugen kann, wenn der Versuch in einer Glasröhre angestellt wird. Nach dem Erkalten der Röhre wird der Inhalt derselben mit Wasser ausgewaschen, der Ueberschuß von Kali durch Salzsäure neutralisirt, um seine Reaction auf das Radikal der Borarsäure zu verhindern und das Ganze auf das Filtrum geworfen. Das Boron bleibt auf dem Filtrum zurück. Es wird ausgewaschen und in mäßiger Hitze getrocknet.

Vorzüglicher als das beschriebene ist das Verfahren, die Flüssigkeit, welche das Boron enthält, in ein gläsernes Gefäß zu schütten, das Boron setzen zu lassen, und die überschüssige Flüssigkeit mit einem Heber hinwegzunehmen. Es wird hierauf Wasser darauf geschüttet, und nachdem das Boron sich auf dem Boden gesammelt hat, die Flüssigkeit abermals abgezogen. Dieses Verfahren wird so lange wiederholt, bis das Wasser völlig klar ist. Das Boron wird hierauf in einer Glasschale bei mäßiger Hitze getrocknet.

Nach Döbereiner läßt sich ein Theil der Borarsäure durch Kohle zersetzen. Zu dem Ende wird der Borar geschmolzen und in ein feines Pulver verwandelt, mit $\frac{1}{5}$ seines Gewichtes Ruß vermischt, in einen an dem einen Ende verschlossenen Flintenlauf geschüttet, und zwei Stunden lang im Weißglühen erhalten. Nach Verlauf dieser Zeit findet man im Flintenlaufe eine dichte Masse von schwarzgrauer Farbe, die gepulvert und wiederholt mit kochendem Wasser und Salzsäure ausgewaschen einen schwarzgrünen Rückstand hinterläßt, der aus einer großen Menge Boron und einem kleinen Antheile Kohle besteht. Herr Döbereiner meint, daß bei

diesem Versuche die Kohle das Natrium des Borax in Natrium verwandele, und dieses hierauf die Boraxsäure zerlege; er glaubt dem zufolge, daß man eine größere Menge Boron erhalten würde, wenn man zu dem Borax die Hälfte seines Gewichtes Kalk oder Natrium und das Doppelte von dem angegebenen Gewichte Kohle setzte. (Man sehe Schweiggers Journal B. XVI. S. 115 ff.) Da jedoch dieses Produkt, wie Herr Döbereiner selbst sagt, mit Kohle vermischt ist, so kann man sich dieses Verfahrens nicht bedienen, wenn man reines Boron haben will.

Das nach der ersten Vorschrift bereitete Boron besitzt nachstehende Eigenschaften:

2. Es erscheint als ein Pulver von olivenbrauner Farbe, das weder Geruch noch Geschmack hat. In verschlossenen Gefäßen kann man es dem heftigsten Feuergrade aussetzen, ohne daß es eine Veränderung erfährt, einige Zunahme der Dichte ausgenommen. Es sinkt in Schwefelsäure von 1,84 specifischem Gewichte nicht zu Boden; wird es aber einem heftigen Feuergrade ausgesetzt, so fällt es rasch in denselben nieder. In Wasser, Alkohol, Aether, Oelen ist es unlöslich, diese Flüssigkeiten mögen warm oder kalt seyn. Das Wasser wird davon nicht zerlegt, selbst wenn es damit bis zu 176° erhitzt wird. Wahrscheinlich würde bei der Rothglühhitze eine Zersetzung desselben stattfinden.

Das Boron ist ein Nichtleiter der Elektrizität:

3. Das Boron wird, bei der gewöhnlichen Temperatur weder an der atmosphärischen Luft, noch in Sauerstoffgas verändert: wird jedoch die Temperatur nicht ganz bis zu 600° erhöht, so entzündet es sich, brennt mit lebhaftem Glanze, und absorbirt zu gleicher Zeit Sauerstoff. Durch dieses Verbrennen wird ein Theil des Boron in Boraxsäure

verwandelt, welche schmilzt, einen Ueberzug auf dem Boron bildet, der, indem er das Boron außer Berührung mit dem Sauerstoffe setzt, dem Verbrennen ein Ende macht. Wird diese Borarsäure durch Wischen hinweggenommen, so fängt das Boron wieder zu brennen an, erfordert aber dann eine höhere Temperatur. Es werden eine zahlreiche Menge auf einander folgender Verbrennungen und Abwaschungen erfordert, wenn alles Boron in Borarsäure verwandelt werden soll. Mehrere Versuche wurden angestellt, die Menge von Sauerstoff zu bestimmen, die sich mit dem Boron vereinigt und es in Borarsäure verwandelt; allein keiner derselben verdient besonderes Zutrauen.

Ob die schwarze Substanz, welche erhalten wird, wenn man Boron unvollkommen verbrennt, wie Davy meint, ein Boronoxyd und in diesem Falle aus einem Massentheilchen Sauerstoff und einem Massentheilchen Boron ($100 \text{ O} + 69,65513$) zusammengesetzt sey, müssen fernere Versuche entscheiden.

3. Davy, der Boron in Wasserstoffgas erhitzte, konnte keine Verbindung dieser Stoffe bewirken. Gmelin hingegen erhielt durch nachstehendes Verfahren Boronwasserstoffgas.

Er mengte vier Theile Eisenfeile mit einem Theile Borarsäure und setzte das Gemenge eine halbe Stunde lang in einem Schmelztiegel einem heftigen Feuer aus. Die geschmolzene Masse wurde in verdünnter Salzsäure aufgelöst. Es fand ein Aufbrausen statt, und es entwich Boronwasserstoffgas.

Dasselbe hat den Geruch wie Wasserstoffgas, das aus Eisen entwickelt wurde, mit einem knoblauchartigen Geruche gemischt. Entzündet brennt es mit röthlich gelber Flamme,

die von einem grünen Saume eingefast ist. In dem Gefäße, in welchem das Verbrennen erfolgte, zeigen sich weiße Dämpfe. Durch diese Kennzeichen allein gab sich die Gegenwart des Boron zu erkennen. (Man sehe Schweiggers Journal. B. XV. S. 245 ff.)

Diese Versuche reichen nur hin, zu zeigen, daß eine Verbindung zwischen dem Boron und Wasserstoffe stattfindet; der Gegenstand muß jedoch noch ferner untersucht werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß das von Gmelin erhaltene Produkt nicht reines Boron-Wasserstoffgas, sondern ein Gemenge desselben mit Wasserstoffgas war.

Das Gewicht eines Massentheilschen Borons ist nach Berzelius 69,655.

Vierter Abschnitt.

Vom Kohlenstoffe.

Legt man ein Stück Holz in einen Schmelztiegel, bedeckt es wohl mit Sand, und erhält den Tiegel einige Zeit rothglühend, so wird das Holz in eine schwarze, glänzende, spröde Substanz verwandelt, die weder Geruch noch Geschmack hat, und unter dem Namen der Holzkohle bekannt ist. Ihre Eigenschaften sind nahe dieselben, aus welcher Holzart sie auch bereitet wurde, nur ist es eine unerläßliche Bedingung, daß sie eine Stunde lang in einem bedeckten Schmelztiegel der Hitze einer Schmiedeeße ausgesetzt werde.

1. Die Kohle ist in Wasser unauflöslich. Sie wird nicht von der heftigsten Hitze verändert (vorausgesetzt, daß

alle Luft und Feuchtigkeit abgehalten wurde), außer daß sie härter und glänzender wird *).

Sie ist ein vortrefflicher Leiter der Electricität, und besitzt außerdem mehrere merkwürdige Eigenschaften, die ihr bedeutende Wichtigkeit ertheilen. Sie widersteht weit mehr als Holz der Fäulniß oder dem Verrotten, und wird daher nicht durch das Alter zerstört. Diese Eigenschaft ist seit langer Zeit bekannt gewesen. Man hatte in den ältesten Zeiten die Gewohnheit, die Außenseite der Pfähle zu verkohlen, die in die Erde getrieben oder vom Wasser befeuchtet wurden, um das Verrotten derselben zu verhindern. Wird frischgebrannte Kohle in Zeuge, welche einen unangenehmen Geruch haben, gelegt, so wird dieser zerstört. Kocht man Kohle mit Speisen, die anfangen, in Fäulniß überzugehen, so entziehen sie ihnen den widrigen Geruch. Gepülverte Kohlen sind vielleicht das beste Zahnpulver. *Loswich* hat gezeigt (*Crell's Annalen* 1786. B. I. S. 293; 1788. B. II. S. 36 u. 131; 1791. B. I. S. 308; desgl. S. 398; desgl. S. 494; 1792. B. I. S. 52; 1793. B. I. S. 138; 1800. B. I. S. 191.), daß Kohlenpulver mit Vortheil zum Reinigen mehrerer Substanzen gebraucht werden könne.

Setzt man zu fauligem Wasser ungefähr $\frac{1}{2}$ seines Gewichtes Kohlenpulver, so wird ihm sein fauliger Geruch und Geschmack fast ganz entzogen; wurde vorher etwas Schwefelsäure dem Wasser zugesetzt, so erreicht man denselben Zweck mit einer weit geringeren Menge Kohle. Werden die Fässer,

*) Diese Eigenschaft war den älteren Chemisten wohl bekannt. Man sehe: *Hoffmann's Observationes physico-chemicae selectiores*, p. 296.

ehe sie mit Wasser gefüllt werden, auf ihrer inneren Seite verkohlt, so erhält sich das Wasser Jahre lang in ihnen, ohne zu verderben. Diese Vorsicht darf bei langen Seereisen nicht vernachlässigt werden. Wendet man dieselbe Vorsicht bei Weinfässern an, so wird dadurch die Güte des Weines ungemein verbessert. (Berthollet, Ann. d. Chim. Vol. LIX. 96. Vol. XCIII. 150.)

2. Frisch bereitete Kohle verschluckt heftig Feuchtigkeit. Die Herren Allen und Pepys fanden; daß wenn man Kohle einen Tag an der freien Luft liegen läßt, sie ungefähr $12\frac{1}{2}$ Procent am Gewicht zunimmt. Der größte Theil dieser Zunahme rührt von Feuchtigkeit her, die sie, wenn sie unter Quecksilber bis zu 214° erhitzt wurde, wieder fahren läßt. (Allen et Pepys, Philos. Transact. 1807.)

3. Wird ihr die Luft entweder dadurch, daß man sie glühet, oder daß man sie unter den Recipienten der Luftpumpe bringt, entzogen, so besitzt sie die Eigenschaft, eine gewisse Menge von irgend einem gasförmigen Körper, mit dem sie in Verbindung ist, zu verschlucken. Lavoisier (Journal de Phys. XXX. 309.) stellte vor längerer Zeit einige Versuche über diesen Gegenstand an. Der Graf Morozzo machte mehrere merkwürdige Beobachtungen über die Menge, welche ein bestimmtes Gewicht Kohle von verschiedenen Gasarten verschluckt (a. a. D. 1783. p. 376.) Sie wurden von den Herren Kourve und Van Norden zu Rotterdam abgeändert und noch weiter ausgedehnt. (Ann. de chim. XXXII. 3.) Die vollständigsten und befriedigendsten Versuche über diesen Gegenstand sind jedoch von Herrn Theodor von Saussüre (Gilbert's Annalen B. XLVII. S. 113.) gemacht worden. Er erhitzte Stücke

Kohlen bis zum Rothglühen, tauchte sie noch glühend in Quecksilber und brachte sie nach dem Erkalten in das zu prüfende Gas. Zu allen seinen Versuchen bediente er sich der Kohle aus Buchsbaum.

Nachstehende Tabelle giebt das Volumen der verschiedenen Gasarten an, die sich mit einem Volumen Kohle, das als Einheit angenommen wurde, verbanden.

	Raumtheile.
Gasförmiges Ammonium	90
Gasförmige Salzsäure	85
Gasförmige schweflichte Säure	65
Schwefelwasserstoffgas	55
Drydirtes Stickgas	40
Kohlensaures Gas	35
Nelmachendes Gas	35
Gasförmiges Kohlenoxyd	9,42
Sauerstoffgas	9,25
Stickgas	7,5
Gas aus feuchten Kohlen von einem specifischen Gewichte gleich 0,3326 (sauerstoffhaltiges Kohlenwasserstoffgas	5
Wasserstoffgas	1,75

Die Absorption aller dieser Gasarten war nach 24 Stunden beendigt und nahm nicht zu, wenn man die Kohle längere Zeit in dem Gas verweilen ließ. Aus den Versuchen von Sauffüre geht hervor, daß diese Absorption der Gasarten durch Kohle der haarförmigen Anziehung der Flüssigkeiten durch enge Röhren ähnlich sey.

Wird Kohle, die mit einem Gas bereits gesättigt ist, in eine andere Gasart gebracht, so läßt sie einen Theil des bereits absorbirten Gas fahren, und absorbirt einen Theil des

des neuen Gas. Die Verhältnisse sind nach der mehr oder weniger großen Fähigkeit beider Gasarten, absorbiert zu werden, verschieden.

4. Es giebt einen Naturkörper, der an mehreren Orten unserer Erde gefunden wird, welcher die meisten Eigenschaften der Kohle besitzt. Dieser Körper ist unter dem Namen von Reißbley, Graphit u. s. w. bekannt. Man bedient sich desselben zur Verfertigung von Bleistiften und Schmelztiegeln; man reibt ferner damit die Oberflächen der Waaren aus Gußeisen, um ihnen Glanz zu ertheilen. Auch vermindert es die Reibung, wenn es zwischen Flächen, die sich an einander reiben, gebracht wird. Von vorzüglicher Güte kommt dieses Fossil in der berühmten Grube von Barrowdale in der Grafschaft Cumberland, vor. Diese Grube wird seit den Zeiten der Königin Elisabeth bearbeitet, und sie wird für die einzige gehalten, die Graphit von dem Grade der Reinheit liefert, daß daraus reine Bleistifte verfertigt werden können. Bereits im Jahre 1565 kannte man Bleistifte aus dieser Substanz, wie man aus Conrad Gesner's Werk, das in diesem Jahre erschien, ersehen kann. Die Natur des Graphits wurde zuerst von Scheele in seiner Abhandlung über das Reißbley, die in den Abhandlungen der schwedischen Akademie vom Jahre 1779 bekannt gemacht wurde (Scheele phys. chem. Schr. B. II. S. 225.), genauer bestimmt; doch hatte früher Dr. Lewis (Philosophical commerce of the Arts p. 326.) schon mehrere Requisite erhalten, die zu einer richtigeren Kenntniß dieses Naturkörpers führen mußten.

Der Graphit ist ein Fossil von dunkel stahlgrauer Farbe und metallischem Glanze. Er ist weich und schiebt sich fettig an; er macht auf dem Papier einen dunkelen Strich. Die

Elektricität wird von ihm geleitet. In der Rothglühhitze an der freien Luft schwindet er nach und nach dahin; wird er in glühenden Salpeter geworfen, so brennt er mit lebhaftem Glanze.

5. Ein anderer Körper, der mehrere Eigenschaften der Kohle besitzt, ist der Diamant, obgleich er sich in anderen davon unterscheidet. Er ist der härteste und schönste aller Edelsteine. Bis jetzt hat man ihn nur in Ostindien und Brasilien gefunden. Er ist stets krystallisirt und gewöhnlich nur klein. Seine Krystallgestalt ist das Oktaëder, seine Flächen sind aber meistens gekrümmt, und die gewöhnlichste Gestalt ist ein Krystall mit 48 Seiten. Die Seiten sind gekrümmt, und die ganze Gestalt des Krystalles nähert sich einigermaßen der Kugel. Sein specifisches Gewicht ist ungefähr 3,5. Er ist ein Nichtleiter der Elektricität.

Man hielt dieses Fossil lange Zeit für unverbrennlich. Newton vermuthete aus der Eigenschaft, das Licht so stark zu brechen, daß er vielleicht ein brennbarer Körper seyn könne. Diese Vermuthung wurde im Jahre 1694 in Gegenwart von Cosmus dem Dritten, Großherzoge von Florenz, bestätigt. Vermittelt eines Brennglases verbrannten die Florentiner Akademisten, unter Leitung von Avesrani, mehrere Diamanten. (Giornale de Letterati d'Italia. T. VIII. Art. 9.) Im Jahre 1751 überzeigte sich der Kaiser Franz I. von dem Verzehren mehrerer Diamanten in der Hitze eines Windofens. (Das Neueste aus der anmuthigen Gelehrsamkeit. Auf d. J. 1751 S. 340.) Diese Versuche wurden von Darcet, Kowelle, Macquer, Cadet und Lavoisier wiederholt. Letzterer zeigte, daß der Diamant nicht verdunstet, sondern wirklich verbrannt werde, und daß, wenn die Luft gänzlich abgehalten wird,

keine Veränderung desselben stattfindet. (Mem. Par. 1766, 1770, 1771, 1772.)

Lavoisier stellte diese Versuche mit der ihm eigenen Genauigkeit an. Er verbrannte Diamanten in verschlossenen Gefäßen mittelst kräftiger Brenngläser, zeigte, daß während dieses Verbrennens Kohlenäure (ein Produkt, welches durch Verbrennen von Kohle in Sauerstoff erhalten, und von dem in der Folge die Rede seyn wird) gebildet werde, und daß in dieser Hinsicht eine auffallende Aehnlichkeit zwischen dem Diamanten und der Kohle stattfinde, so wie in dem Verhalten beider, wenn das Verbrennen in verschlossenen Gefäßen vorgenommen wird.

Aus Guytons Versuchen sieht man, daß der Diamant bei 18 bis 20 Grad Wedgwood (347 bis 367 Fahr.) anfängt verkohlt zu werden; bei 30° W. (497° Fahr.) brennt er mit schwacher Flamme, und erzeugt selbst in Sauerstoffgas nicht so viel Hitze, als erforderlich ist, um das Verbrennen fortzusetzen. (Annales de Chimie. T. XXXI. p. 328.)

Davy fand jedoch, daß wenn der Diamant in einem Schälchen von Platinlag, das durchlöcherig war, damit das Gas ungehindert zirkuliren konnte, er fortfuhr zu brennen, wenn er ihn aus dem Brennpunkte der Linse herausrückte, und daß er eine heftige Hitze hervorbrachte.

Georg Mackenzie hat die Erscheinungen, welche das Verbrennen des Diamanten begleiten, genau beobachtet. Er fand, daß zum Brennen desselben eine weniger hohe Temperatur erfordert werde, als Guyton angegeben hat. Ein geschnittener und polirter Diamant, der unter eine rothglühende Muffel gebracht wurde, nahm bald dieselbe Röthe wie die Muffel an, nach wenigen Minuten unterschied er

sich durch ein glänzendes Licht, und fing an, verzehrt zu werden. Wurde der Zutritt der Luft von der Muffel abgehalten, so verlor er von seinem Glanze, dieser kehrte aber wieder, so wie man Luft zuließ, und nahm zu, wenn man vermittlest eines Blasebalges Luft über den Diamanten streichen ließ. Die Temperatur, bei welcher das Verbrennen des Diamanten stattfand, wurde mit Wedgwood's Pyrometer untersucht, und gleich 14 bis 15 Grade desselben (2897 bis 3027° Fahr.) gefunden. (Nicholson's Journal. 4to Vol. IV. p. 103.)

Im Jahre 1785 fand Gunton, daß der Diamant verbrenne, wenn er in geschmolzenen Salpeter geworfen wird. Er verbrennt unter diesen Umständen, ohne Rückstand zu lassen, auf eine der Kohle ganz ähnliche Art. (Encycl. method. de Chimie. I. 742.) Herr Smithson Lennant wiederholte diese Versuche im Jahre 1797, mit Genauigkeit. Er schloß in eine goldene Röhre 120 Gran Salpeter und 2,5 Gran Diamant ein, und erhielt diese Mischung eine halbe Stunde rothglühend. Der Sauerstoff, welcher sich aus dem schmelzenden Salpeter stets entwickelt, bewirkt das Verbrennen des Diamanten. Die Kohlen Säure, die gebildet wurde, wurde vermittlest Kalkwasser hinweggenommen, nachmals von der Kalkerde getrennt und gemessen. In einem Versuche nahm sie den Raum von 10,3 Unzen Wasser, in einem anderen von 10,1 Unze Wasser ein. Die Mittelzahl hieraus ist gleich 19,36 Kubitzoll Kohlen Säure, deren Gewicht nahe neun Gran beträgt. Neun-Gran Kohlen Säure enthalten aber, den Versuchen von Lavoisier zufolge, fast genau 2,5 Gran Kohle, welches das ursprüngliche Gewicht des Diamanten war. (Phil. Trans. 1797. p. 123.) So fand demnach Herr Lennant, daß die ganze Masse

des Diamanten durch Verbrennen in kohlenfaures Gas verwandelt werde, so wie dieses bei der Kohle der Fall ist.

Da das Verhältniß der Kohlenäure, das durch das Verbrennen des Diamanten erzeugt wird, den Versuchen von Lennant zufolge, fast dem gleich ist, welches dasselbe Gewicht guter Kohle giebt, so folgt hieraus, daß Diamant und Kohle genau aus denselben Bestandtheilen bestehen. Erwägt man jedoch die verschiedenen Eigenschaften beider Körper, so fühlt man ein großes Widerstreben, diese Meinung anzunehmen.

Im Jahre 1800 beschäftigte sich Guyton auf's neue mit diesen Untersuchungen, und verbrannte Diamanten vermittlest eines Brennglases in Sauerstoffgas. Die Menge der durch dieses Verbrennen gebildeten Kohlenäure wurde dadurch bestimmt, daß man sie durch eine Auflösung von Baryt in Wasser absorbirte. Er glaubte bei diesen Versuchen gefunden zu haben, daß die Menge der gebildeten Kohlenäure größer sey, als das Verbrennen eines gleichen Gewichtes Kohle würde erzeugt haben. Achtundzwanzig Theile Kohle verbinden sich bei dem Verbrennen mit 72 Theilen Sauerstoff und bilden 100 Theile Kohlenäure; auf der andern Seite erhielt er dieselbe Menge Kohlenäure durch Verbrennen von 17,88 Theilen Diamant. Hieraus schloß Guyton, daß dieser Unterschied davon herrühre, daß der Diamant der wahre, reine Kohlenstoff, unsere Kohle hingegen ein Ordo des Kohlenstoffes sey.

Guyton irrte in der Bestimmung der Menge der Kohlenäure. Berthollet insbesondere zeigte die Quelle des Irrthumes in der Annahme, daß das kohlenfaure Baryt, welches gebildet wird, wenn man Kohlenäure und Barytwasser in Verührung bringt, dasselbe Verhältniß der

Bestandtheile enthalte; wie das natürliche kohlenfaure Baryt. (Memoires de l'Institut national. T. IV. p. 283.)

Die Herren Allent und Pepsy wiederholten diese Versuche, um die obwaltenden Zweifel zu lösen. (Philosophical Transactions. 1807.) Sie bedienten sich einer Röhre aus Platin, die quer über einem Windofen lag, und an jedem Ende mit einem Quecksilber-Gasometer in Verbindung stand. Der Diamant lag in einem kleinen Schälchen aus Platin im Innern der Röhre, und nachdem diese glühete, wurde Sauerstoffgas, dessen Reinheit vorher geprüft worden war, langsam von einem Gasometer in das andere getrieben, und durchs Rohr über den Diamanten wegstreichen. Nach Beendigung des Versuches wurde alles Gas in einem Gasometer gesammelt, und die Menge des kohlenfauren Gases aus der durch Kalkwasser verdickten Absorption geschätzt; die Menge des verzehrten Sauerstoffgas, so wie das Gewicht des verbrannten Diamanten wurden ferner auf das genaueste bestimmt. Man konnte nun die Zusammensetzung der Kohlen Säure entweder aus der Menge des verbrannten Diamanten oder aus der Menge des verzehrten Sauerstoffes schließen. Beide Bestimmungen gaben dasselbe Resultat, und es wurde kein Unterschied zwischen reiner Kohle und Diamant bei dem Verbrennen derselben in Sauerstoff bemerkt.

Die Vermuthete aus dem starken lichtbrechenden Vermögen des Diamanten, daß derselbe Wasserstoff in bedeutender Menge enthalte; allein die Versuche, welche Guyton anstellte, um diese Behauptung zu prüfen, widerlegten diese Vermuthung vollkommen. (Annales de Chimie. T. LXXXIV. et T. LXXXVI.)

Davy vermuthete, daß der Diamant Sauerstoffgas

enthalten könne. Er wurde hierzu vorzüglich durch einige Erscheinungen veranlaßt, welche er bei dem Erhitzen desselben mit Kalium erhielt. Der Diamant nahm unter diesen Umständen eine graue Farbe an, und bei der Einwirkung von Wasser auf das Produkt entwickelten sich 13 Kubitzoll Wasserstoffgas, während aus dergleichen Menge Kalium, als die, welche zu dem Versuche angewandt worden, und die eben so stark erhitzt wurde, bei der Einwirkung des Wassers sich 17 Kubitzoll Wasserstoffgas erzeugten. (Philos. Transact. 1809.)

Bei dem Verfolg dieser Versuche fand Davy, als er durch die verdichteten Sonnenstrahlen in reinem, trockenem Sauerstoffgas einen Diamant verbrannte, daß sich auch nicht eine Spur von Wasserdunst zeigte; die innere Fläche des Glases blieb eben so durchsichtig, als vor dem Versuche. Reines, kohlensaures Gas war das einzige Produkt, das gebildet wurde, und es wurde keine Verminderung des Rauminfanges, den das Sauerstoffgas anfänglich einnahm, bemerkt.

Er wiederholte den Versuch auf gleiche Art mit Graphit und Holzkohle, die heftig geglähet worden. Das Gas wurde während des Verbrennens wolkig, es setzte sich Feuchtigkeit ab, mit merklicher Verminderung des Volumens.

Diamant, der heftig in gasförmiger Chlorine erhitzt wurde, welche, da sie mit Wasserstoff Salzsäure bildet, das Daseyn jenes Elementes anzeigt, erfuhr keine Veränderung, während Graphit und Kohle, mit welchen derselbe Versuch angestellt wurde, augenblicklich Anzeigen von der Gegenwart jenes Stoffes gaben. Dasselbe fanden früher Gay Lussac und Thenard. (Recherches physico-chimiques. T. II. p. 98.)

Diese Erfolge scheinen darzuthun, daß der Diamant reiner Kohlenstoff sey, und daß die anderen kohligten Substanzen eine kleine Menge Wasserstoff enthalten. Die Menge dieses Bestandtheiles ist jedoch so unbedeutend, daß man wohl nicht annehmen kann, daß der Unterschied zwischen Diamant und Kohle davon abhängt. Es ist auch keinesweges ausgemacht, ob jener Bestandtheil nicht bloß zufällig sey. Es ist demnach ungleich wahrscheinlicher, anzunehmen, daß die eigenthümlichen Eigenschaften des Diamanten von seinem Zustande der Aggregation und krystallinischen Gestalt abhängen. (Philos. Transact. 1814.)

16. Erhitzt man Kohle bis beinahe auf 800° an der freien Luft, so wird sie rothglühend, und fährt fort zu brennen (vorausgesetzt, daß sie völlig rein ist), bis sie gänzlich verzehrt ist. Die Luft aber, in welcher das Verbrennen erfolgte, hat ihre Eigenschaften bedeutend verändert, denn sie ist dem thierischen Leben so nachtheilig geworden, daß das Einathmen derselben den Tod zur Folge hat. Bringt man Stückchen trockener Kohle in einem Schälchen unter eine gläserne, mit Sauerstoffgas gefüllte und durch Quecksilber gesperrte Glasglocke, so kann man sie vermittelst eines Brennglases entzünden, und zum Verbrennen bringen. Das Volumen des Gas wird durch dieses Verbrennen nicht bedeutend verändert, allein seine Eigenschaften sind ungemein verschieden. Der größte Theil davon ist in eine von dem Sauerstoffgas sehr verschiedene Gasart verwandelt.

Man entdeckt diese neue Gasart leicht, wenn man Kalkwasser unter die Glocke treten läßt. Dieses wird milchig, verschluckt und verdichtet alles neu gebildete Gas. Man hat diesem den Namen Kohlen säure gegeben. Herr Lavoisier fand durch eine Reihe mühsamer Versuche, daß

ihr Gewicht genau dem vereinten Gewichte der Kohle und des Sauerstoffgas, die während des Verbrennens verschwanden, gleich sey. Er schloß hieraus, daß die Kohlen säure eine Zusammensetzung aus Kohle und Sauerstoff sey, und daß das Verbrennen der Kohle nichts weiter als eine Verbindung derselben mit Sauerstoff bewirke. (Mem. Par. 1781. p. 448.)

7. Setzt man ein Gemenge aus gleichen Theilen Eisenfeile und Kreide, die beide vorher so trocken als möglich gemacht worden, in einer eisernen Retorte der Rothglühhitze aus, so wird eine bedeutende Menge Gas entwickelt, das zum Theil aus Kohlen säure, zum Theil aus einem schwer verbrennbaren Gas besteht. Scheidet man die Kohlen säure durch Kalkwasser ab, so wird dieses brennbare Gas in Zustande der größten Reinheit erhalten. Dr. Priestley stellte das selbe zuerst dar; allein die genauere Kenntniß seiner Eigenschaften verdanken wir den scharfsinnigen Versuchen des Herrn Cruikshanks, Element und Desormes, Morveau und Berthollet untersuchten es ebenfalls mit gleicher Geschicklichkeit und glücklichem Erfolge. Die Chemisten haben ihm den Namen gasförmiges Kohlenoxyd gegeben, und Cruikshanks hat gezeigt, daß es eine Zusammensetzung aus Sauerstoff und Kohlenstoff sey.

In der Kohlen säure sind 75,33 Theile Kohlenstoff mit 200 Theilen Sauerstoff; im gasförmigen Kohlenoxyd dieselbe Menge Kohlenstoff mit 100 Theilen Sauerstoff verbunden.

Berzelius bestimmt das Gewicht eines Massentheils reinen Kohlenstoff gleich 75,33.

8. Der Kohlenstoff verbindet sich mit der Wasserstoffe in zwei Verhältnissen, und stellt zwei Zusammensetzungen

dar, die man älmachendes Gas und Kohlenwasserstoffgas genannt hat.

Das älmachende Gas wurde im Jahre 1796 von den vereinigten holländischen Chemisten Bondt, Dieman, Van Troostwijk und Lauroenberg (*Journal de Phys.* XLV. 178. *Ann. de Chim.* XXI. 48.) entdeckt. Späterhin stellten Cruikshanks, Berthollet und Dr. Henry Versuche damit an. Seine Zusammensetzung wurde von Dalton genau bestimmt. Im Jahre 1811 machten Thomson Versuche darüber bekannt (*Memoirs of the Wernerian Society*, I. 516); und fast um dieselbe Zeit gab Theodor von Saussure (*Ann. de Chim.* LXXVII. 57) eine Analyse desselben.

Seine Darstellung bietet keine Schwierigkeiten dar. Man mischt in einer Retorte vier Theile Schwefelsäure mit einem Theile Alkohol, und erhitzt die Retorte, deren Mündung in die pneumatische Wanne eintaucht, durch eine Lampe. Es entwickelt sich eine reichliche Menge Gas, das in umgekehrten mit Wasser angefüllten Gefäßen aufgefangen werden kann.

Das so bereitete älmachende Gas ist unsichtbar und besitzt die mechanischen Eigenschaften der gemeinen Luft. Es hat weder Geruch noch Geschmack. Thomson fand das specifische Gewicht desselben gleich 0,9745; Saussure 0,9852; theoretische Gründe bestimmen sein specifisches Gewicht gleich 0,974, welches sich wenig von Thomson's Bestimmung entfernt. Demnach würden 100 rheinländische Duodecimal Kubikzolle desselben bei einer Temperatur von 32° un einem Barometerstande von 28 Zoll 37,33 Gran Medünal Gewicht wiegen.

Dieses Gas brennt mit lebhafterem Glanze, als irgend

eine andere Gasart, und detonirt mit lautem Knall, wenn ein Raumtheil desselben mit drei Raumtheilen Sauerstoffgas gemengt wird, und man den elektrischen Funken durch dasselbe schlagen läßt. Zu seinem vollständigen Verbrennen werden drei Raumtheile Sauerstoffgas erfordert, und als Produkt des Verbrennens werden zwei Raumtheile kohlensaures Gas, und außerdem Wasser erhalten. Nun müssen aber von den drei Raumtheilen Sauerstoffgas zwei zu der Bildung vom kohlensaurem Gas verwandt worden seyn, und der dritte Raumtheil muß als Bestandtheil, in das gebildete Wasser eingegangen seyn, zu welchem Ende er sich mit einem Antheile Wasserstoff verbunden hat, der in unverbundenen Zustände zwei Raumtheile betragen haben muß. Setzt man nun einen jeden dieser Raumtheile gleich einem Kubikzolle, so ist das ölmachende Gas dem Gewichte nach

Kohlenstoff	75,3300	—	100,000	—	85,831
Wasserstoff	12,4354	—	16,503	—	14,169
			100,000		

Dieses will sagen, daß es aus einem Massenthcilchen Kohlenstoff und zwei Massenthcilchen Wasserstoff, die mit einander vereinigt sind, gebildet ist. Das Gewicht eines Massenthcilchens dieser Zusammensetzung ist 88,6.

Den Versuchen von Dalton zufolge absorbt Wasser $\frac{1}{12}$ seines Volumens ölmachendes Gas (Phil. Mag. XXIV. 15); nach Sauffüre absorbiren 100 Kubikzoll Wasser 15,3 Kubikzoll von diesem Gas (Thomson's Annals of Philosophy, VI. 340.).

Das Wasserstoffgas mit einem geringeren Gehalt an Kohlenstoff ist ein gasförmiger Stoff, der bei heißem Wetter sich aus stehendem Wasser, insbesondere

aus Teichen, die sich in der Nachbarschaft großer Städte befinden, entwickelt. Dieses Gas wurde von Dr. Priestley und Cruikshanks untersucht. Dalton war jedoch der erste, der eine genaue Analyse desselben gab. (Philos. Transact. 1814. p. 504.)

Man kann sich dieses Gas auf die Art verschaffen, daß man eine geräumige, gläserne, mit Wasser gefüllte Flasche so an ein Stück Holz befestigt, daß sie auf der Oberfläche des Wassers schwimmt, und die nach unten gekehrte Mündung derselben eben unter die Oberfläche desselben eintaucht. In die Mündung der Flasche setzt man einen Trichter (dessen Stelle auch eine Dülse aus steifem, geblötem Papiere vertreten kann) ein, und rührt mit einem Stock in dem auf dem Boden befindlichen Schlamm des Teiches oder Sumpfes. Es steigen Luftblasen in reichlicher Menge auf, die bald die Flasche anfüllen. Das so gesammelte Gas wird mit einer Kali Auflösung oder mit Kalkwasser gewaschen, um einen Antheil Kohlensäure, der ihm beigemengt ist, hinwegzunehmen. Gewöhnlich enthält es auch etwas atmosphärische Luft. Im reinen Zustande hat es nachstehende Eigenschaften.

Es ist farbenlos, und besitzt die mechanischen Eigenschaften der atmosphärischen Luft. Es hat weder Geruch noch Geschmack. Sein spezifisches Gewicht ist 0,555. Es wiegen demnach bei einer Temperatur von 32° und einem Barometerstande von 28 Zoll 100 rheinländische Duodecimal Kubitzoll desselben 21,27 Gran Medicinal Gewicht. Wird ein aus einer Röhre hervordringender Strom desselben in Berührung mit der freien Luft entzündet, so brennt es mit gelber Flamme und Verbreitung von vielem Lichte. Wird dieses Gas mit Sauerstoffgas gemengt, so läßt sich das Ge-

menge durch den elektrischen Funken entzündet, und detonirt mit großer Heftigkeit. Diese Gemenge fängt dann an verbrennlich zu seyn, wenn das Volumen des Sauerstoffgas wenig mehr beträgt als das des Kohlenwasserstoffgas; und hört auf zu brennen, wenn der Sauerstoff mehr als $2\frac{1}{2}$ Mal das Volumen von jenem übersteigt. Wird es mit atmosphärischer Luft gemengt, so brennt es, wenn sein Volumen $\frac{1}{2}$ von dem der atmosphärischen Luft beträgt, und hört auf zu brennen, so wie sein Volumen $\frac{1}{2}$ derselben gleich ist. In allen Verhältnissen, welche zwischen diesen Grenzen liegen, brennt es mit Lebhaftigkeit. Zum vollständigen Verbrennen desselben wird sein doppeltes Volumen Sauerstoffgas erfordert, und es wird genau ein ihm gleiches Volumen kohlensaures Gas erzeugt. Das Produkt welches zurückbleibt, ist Wasser. Nun leuchtet es ein, daß eine Hälfte des Sauerstoffes zur Bildung der Kohlenäure verwendet wurde, die andere Hälfte zu der Bildung des Wassers. Dieser letzte Antheil muß sich mit einem Quantum Wasserstoff verbunden haben, der, wenn er sich im freien Zustande befunden hätte, dem doppelten Volumen des ursprünglichen Gas gleich gewesen seyn würde.

Es ergibt sich demnach folgendes Verhältniß in diesem Gas:

Kohlenstoff	75,3300	100,000
Wasserstoff	24,8708	33,016

In dieser Zusammensetzung ist also ein Massentheilchen Kohlenstoff mit vier Massentheilchen Wasserstoff verbunden. Das Gewicht eines Massentheilchens dieser Gasart ist demnach 101,86.

Das Gas, welches sich in großer Menge in einigen Kohlenbergwerken entwickelt, und das von den Bergleuten

unter dem Namen der schlagenden Wetter so gefürchtet wird, ist reines Kohlenwasserstoffgas. Dieses hat Dr. Henry im Jahre 1807 (Nicholson's Journal. XIX. 149.) gezeigt, und H. Davy, der 1815 diese Versuche wiederholte, erhielt dieselben Resultate. (Phil. Transact. 1816. p. 1.)

g. Destillirt man feuchte Holzkohle, Holz, Steinkohle oder irgend eine vegetabilische oder thierische Substanz aus einer Retorte, so entwickelt sich eine reichliche Menge brennbarer Gasarten. Sie unterscheiden sich jedoch sehr in Hinsicht des specifischen Gewichtes, in der Farbe ihrer Flamme und in Hinsicht der Menge von Sauerstoff, die sie zum Verbrennen erfordern. Diese Unterschiede hängen von dem Grade von Hitze, der angewandt, der Substanz, welche der Destillation unterworfen, und den Perioden der Destillation ab, in welchen das Gas aufgefangen wird.

Es sind zahlreiche Versuche über diese Gasarten, vorzüglich von Berthollet, Henry, Dalton, Saussure und Thomson gemacht worden. Das Resultat, zu dem sie führen, ist: daß sie sämmtlich Gemenge aus zwei, drei bis vier Gasarten, nach Verschiedenheit der Umstände, sind. Diese Gasarten sind Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, gasförmiges Kohlenoxyd und älmachendes Gas. Aus diesem Grunde scheint der Name sauerstoffhaltiges Kohlenwasserstoffgas, welchen Berthollet, die französischen Chemisten überhaupt, und Saussure ihm gegeben haben, nicht recht passend zu seyn, und ist gänzlich unnöthig. Daß die Gasarten, von denen hier die Rede ist, Gemenge sind, geht aus dem Umstande hervor, daß man nie zwei derselben antrifft, die sich vollkommen gleich sind. Sie unterscheiden sich stets im spe-

eifischen Gewichte und durch die Menge von Sauerstoff, welche zu ihrem vollständigen Verbrennen erfordert wird. Dieses könnte nicht der Fall seyn, wenn sie wahre chemische Zusammensetzungen wären.

10. Das Gas aus Steinkohlen, dessen man sich jetzt in England zur Straßenerleuchtung und zur Erleuchtung der Häuser im Innern bedient, scheint den Versuchen von Dr. Henry zufolge hauptsächlich aus Kohlen Wasserstoffgas, das mit etwas älmachendem Gas und wahrscheinlich etwas gasförmigem Kohlenoxyd gemengt ist, zu bestehen. (Nicholson's Journ. XI. 73.) Herr Murdoch von Birmingham war der erste, der den Gedanken hatte, von dem Gas aus Steinkohlen diese nützliche Anwendung zu machen.

11. Es läßt sich schwer entscheiden, ob der Wasserstoff oder der Kohlenstoff dem Sauerstoffe am nächsten verwandt sind. Die Verwandtschaft, welche sie gegen einander haben, kommt in's Spiel und befördert die Zersetzung derjenigen Körper, mit denen sie in Verührung kommen. Taucht man glühende Kohlen in Wasser, so wird die Flüssigkeit zersetzt, und es wird Kohlen Wasserstoffgas gebildet, so daß dieses nicht ein Fall von einer einfachen Ausscheidung des Wasserstoffes durch den Kohlenstoff ist. Der Wasserstoff besitzt das Vermögen, die Kohlenäure bei der Rothglühhitze zu zersetzen. Allein auch in diesem Falle ist die Erscheinung verwickelt, denn die Säure wird nicht vollständig zersetzt, sondern bloß in gasförmiges Kohlenoxyd verwandelt. Die Chemisten scheinen sich jetzt dahin zu vereinigen, anzunehmen, daß der Wasserstoff dem Sauerstoff näher verwandt sey, als der Kohlenstoff: es fehlt jedoch an entscheidenden Gründen, um diese Meinung außer Zweifel zu setzen.

Fünfter Abschnitt.

Von dem Phosphor

Man kann den Phosphor durch nachstehendes Verfahren bereiten. Knochen werden gebrannt, oder wie es der Chemiker ausdrückt, calcinirt, bis sie keinen Dampf und keinen Geruch mehr ausstoßen; hierauf verwandelt man sie in ein feines Pulver. Dieses wird in einer Schale aus Porzellan oder Steingut mit dem vierfachen Gewicht Wasser übergossen; zu diesem setzt man nach und nach 40 Procent Schwefelsäure und rührt die Mischung bei jedesmaligem Zugießen von Säure um. Die Mischung wird heiß, und es entwickeln sich eine große Menge von Luftblasen, oder die Mischung braust auf oder efferveszirt, wie man es auch zu nennen pflegt. In diesem Zustande läßt man das Ganze 24 Stunden lang und rührt es von Zeit zu Zeit mit einem Stäbchen aus Glas oder Porzellan um, um die Einwirkung der Säure auf das Pulver zu befördern. (Man sehe Fourcroy und Bauquelin in den Memoires de l'Institut. Vol. II. p. 282.)

Jetzt wird alles auf ein wollenes Filtrum gebracht; die durchfließende Flüssigkeit wird in einer porzellanenen Schale gesammelt. Das weiße Pulver, welches als Rückstand auf dem Filtrum bleibt, wird wiederholt mit Wasser abgewaschen, das man mit der Flüssigkeit in der Schale vereinigt und der Rückstand, da er von keinem Nutzen ist, wegwerfen.

In die Flüssigkeit, welche einen sehr sauren Geschmack hat, wird salpetersaures Blei (eine Verbindung aus Salpetersäure und Blei), das in Wasser aufgelöst worden, langsam

sam geschüttet. Es fällt sogleich ein weißes Pulver nieder, und so lange sich dieser Niederschlag zeigt, muß man fortfahren, von jenem Salze zuzusehen. Das Ganze wird hierauf auf das Filtrum gebracht. Das weiße Pulver, welches auf demselben zurückbleibt, wird wohl ausgewaschen, getrocknet und dann mit ungefähr $\frac{1}{2}$ seines Gewichtes Kohlenpulver gemengt. Diese Gemenge wird in eine Retorte geschüttet, diese in einen Windofen eingelegt, und mit ihrer Mündung so in ein Gefäß mit Wasser eingetaucht, daß dieselbe unmittelbar unter der Oberfläche desselben liegt. Die Retorte wird nun nach und nach bis zum Weißglühen erhitzt. Es dringen im Anfange eine große Menge Luftblasen aus der Mündung der Retorte. Sie bestehen aus gasförmigem Kohlenoxyd und Kohlenäure, die etwas Phosphor aufgelöst haben. Einige dieser Luftblasen entzünden sich, so wie sie die Oberfläche des Wassers durchdringen. Zuletzt tröpfelt eine Substanz heraus, welche das Aussehen von geschmolzenem Wachs hat, und unter dem Wasser erstarrt; diese ist der Phosphor.

Dr. Higgins (Minutes of a Philosophical society. p. 258) schlägt vor, nachdem die calcinirten Knochen mit Schwefelsäure behandelt worden, kohlensaures Ammonium bis zu erfolglicher Neutralisation zuzusehen. Die Kohlenäure dieses Salzes verbindet sich mit der Kalkerde, die in den Knochen enthaltene Phosphorsäure mit dem Ammonium. Das gebildete phosphorsaure Ammonium bleibt aufgelöst. Die Auflösung wird abgegossen, zum Trocknen verdunstet, und der trockene Rückstand in einem dünnen, gläsernen Gefäße bis zum Rothglühen erhitzt. Das Ammonium wird verflüchtigt, und die Phosphorsäure bleibt in einem verglasten Zustande beinahe rein zurück. Sie wird gepulvert und mit

der Hälfte ihres Gewichtes Kohlenpulver vermischt der Destillation unterworfen.

Dieses Verfahren hat den Vortheil, daß der Phosphor, welcher erhalten wird, reiner ist, vorzüglich, daß ihm der Schwefelgehalt entzogen würde, der bei Anwendung des zuerst beschriebenen Verfahrens leicht dadurch hervorgebracht wird, daß ein Theil der Schwefelsäure, die zur Zersetzung der Knochen angewandt wurde, zurückbleibt. Bedient man sich des zuletzt beschriebenen Verfahrens, so wird derselbe jedoch zugleich mit dem Ammonium verflüchtigt.

Wegen der Porosität der irdenen Retorten bei sehr erhöhten Temperaturen, wodurch der Verlust einer bedeutenden Menge Phosphor veranlaßt wird, empfiehlt *Higgins*, sie außerhalb mit einer concentrirten Auflösung aus zwei Theilen Borax, die mit einem Theile Kalkerde gemischt worden, zu waschen; dadurch wird während des Glühens ein glasiger Ueberzug gebildet, der die Retorte undurchdringlich macht. Giebt man ihr nachmals noch einen Beschlag aus Lehm und Sand, so verträgt sie die verschiedenen Aenderungen der Temperatur sehr gut.

Man wählt gern zu der Destillation des Phosphors Retorten mit einem weiten Halse und befestigt an diesen eine ebenfalls weite Röhre, die man in das Wasser eintauchen läßt, um zu verhindern, daß bei dem Ueberdestilliren des Phosphors, wenn dieser erstarrt, sie verstopft und dadurch den elastischen Flüssigkeiten der Ausgang verschlossen werde. Läßt die verminderte Größe der Luftblasen dieses besorgen, so nähert man der Röhre äußerlich ein glühendes Eisen, um einen Theil des Phosphors zu schmelzen. Es ist rathsam, einen Theil des während der Destillation entweichenden Gas zu sammeln, und gegen das Ende des Processes in den Hals

der Retorte, wenn dieser erkaltet, zu bringen, um das Eindringen des Wassers zu verhindern. Atmosphärische Luft, die man Zutreten ließe, würde eine Entzündung des warmen Phosphors in der Röhre bewirken.

Der durch die erste Destillation erhaltene Phosphor ist unrein und undurchsichtig und von dunkelbrauner Farbe. Um ihn zu reinigen, sind mehrere Verfahrensarten versucht worden. Wendet man Destillation an, so muß die Retorte, ehe die Destillation angefangen wird, mit Wasserstoffgas angefüllt werden, um zu verhindern, daß die ersten Antheile des dunsförmigen Phosphors nicht durch die atmosphärische Luft in der Retorte entzündet werden. Man legt hierauf die Retorte in ein Sandbad, und taucht ihre Mündung in ein Gefäß mit Wasser ein. Der Phosphor destillirt durch die Einwirkung der Wärme über, ist entfärbt und durchsichtig. Andere empfehlen, den Phosphor mit salpêtrichter Säure oder, wie Wussin Puschkin, mit salpêtrichter Salzsäure oder Chlorine zu digeriren, und dadurch ihn zu entfärben. Nach Pelletier wird jedoch durch die salpêtrichte Säure ein Theil des Phosphors oxydirt, und derselbe dadurch weniger entzündlich. Auch die Chlorine verändert den Phosphor.

Das einfachste Mittel, den Phosphor zu reinigen, hat Woulfe angegeben. Es besteht darin, den Phosphor durch ein feines Seinsleder zu pressen. Zu dem Ende bindet man den unreinen Phosphor in einen Knoten in dieses Leder ein, und bedeckt ihn mit kaltem Wasser. Dieses wird nach und nach erhitzt, bis der Phosphor schmilzt; dann wird er durch das Leder gepreßt, wobei man sa darauf sehen muß, daß er immer unter Wasser gehalten wird. Der Phosphor ist jetzt rein; in dem Leder bleibt eine rothe Substanz zurück,

die Proust und andere für eine Verbindung aus Kohle und Phosphor erklären.

Nach Steinacher enthält der Phosphor, welchen der beschriebenen Reinigungswege man auch befolgte, stets etwas Kohle, indem er sowohl, wenn er im Fluß erhalten, als wenn er verbrannt wird, etwas von einer rothen Substanz absetzt. Diese Substanz kommt in nur geringer Menge vor, und es ist nicht entschieden, daß sie eine Verbindung aus Phosphor und Kohle sey.

Gewöhnlich formt man den Phosphor in cylindrische Stängelchen dadurch, daß man ihn in kleine Trichter mit cylindrischen Röhren schüttet. Man verstopft die untere Oeffnung der Röhren mit einem Korkstöpsel und stellt sie in senkrechter Lage unter Wasser, das nach und nach bis zum Schmelzen des Phosphors erhitzt wird. Der schmelzende Phosphor sinkt in die Röhren und formt sich nach denselben. So wie das Wasser erkaltet, erstarrt der Phosphor und wird nachmals zu dem weiten Ende der Röhre hinausgestoßen.

Der Phosphor wurde zufällig im Jahre 1669, nach Leibniz im Jahre 1677, von Brandt, einem in seinen Vermögensumständen zurückgekommenen Hamburger Kaufmann entdeckt, der, um sich wieder aufzuhelfen, den Stein der Weisen suchte und in dieser Hinsicht den Harn bearbeitete. Kaum hatte Kunkel von dieser Entdeckung gehört, so gab er einem seiner chemischen Freunde, Krafft zu Dresden, davon Nachricht. Dieser reiste sogleich nach Hamburg, trat mit Brandt in Unterhandlung, und kaufte diesem sein Geheimniß für 200 Thaler mit der Bedingung ab, es Kunkeln nicht zu offenbaren. Krafft trieb nun zu Hannover, vorzüglich aber in England, mit seinem

Gehesinniß Bucher, wo er insbesondere Boylen und der erst kürzlich in London errichteten Societät der Wissenschaften die sehr merkwürdigen Erscheinungen dieses Körpers zeigte.

Kunkel, gereizt durch das hinterlistige Betragen von Brandt, war nun eifrig bemüht, diese Substanz gleichfalls darzustellen. So viel war ihm bekannt, daß Brandt seinen Phosphor aus Harn bereitet hatte. Er bearbeitete demnach diesen und erhielt ebenfalls Phosphor.

Kunkel kann mit Recht der eigentliche Entdecker des Phosphors genannt werden, indem Brandt nur zufällig einen glücklichen Fund machte, hingegen fand Kunkel, was er suchte. Man hat daher diesen Phosphor auch häufig Kunkel's Phosphor genannt.

Auch Boyle legt sich die Entdeckung des Phosphors bei, man hat jedoch gegen seine Ansprüche bedeutende Zweifel erregt. (Man sehe: Chemisches Wörterbuch B. IV. S. 33 ff.) Boyle theilte sein Verfahren einem in London lebenden deutschen Chemisten, Georg Hankwich, mit. Dieser und Kunkel bereiteten allein Phosphor in größeren Quantitäten, daher er auch von einigen englischer Phosphor genannt wurde.

Anderer Chemisten waren in ihren Bemühungen, Phosphor zu bereiten, weniger glücklich. Im Jahre 1737 kam ein Fremder nach Paris, welcher versprach, ein Verfahren zu lehren, das stets von einem glücklichen Erfolge begleitet sey. Hellot, Dufay, Geoffroy, Duhamel waren bei seiner Arbeit zugegen, und da der Erfolg erwünscht war, so machte Hellot in den Schriften der Pariser Akademie vom Jahre 1737, das Verfahren mit großer Genauigkeit bekannt, auch erhielt der Fremde von der

französischen Regierung für seine Mittheilung eine Belohnung.

Das Verfahren bestand darin, in Fäulniß übergegangen Harn bis zum Trocknen zu verdunsten, den Rückstand bis zum Rothglühen zu erhitzen, hierauf ihn mit Wasser auszuwaschen und nach dem Trocknen in irdenen Retorten der größten Hitze auszusetzen.

Eine wesentliche Verbesserung bei der Bereitung des Phosphors war die, daß man der zu destillirenden Masse einen Antheil Kohlenpulver zusetzte, und dadurch eine vollständigere Zerfetzung der Phosphorsäure bewirkte. Eine andere Verbesserung machte Margraf, der den gefaulten Harn mit salzsaurem Blei vermischte, wodurch der Ertrag vermehrt wurde, indem dieses Salz das phosphorsaure Natrium zersetzt, und die in ihm befindliche Phosphorsäure freimacht. Diese tritt an das Bleioryd, die Kohle zerlegt in der Hitze diese Verbindung, und dadurch wird eine größere Menge Phosphor gewonnen.

Alle diese Verfahrensarten waren jedoch immer noch langwierig und ekelhaft. Die Entdeckung, welche Gahn und Scheele machten, daß Phosphorsäure in den Knochen enthalten sey, machte die Arbeit leichter und weniger unangenehm. Das Verfahren von Scheele, den Phosphor aus den Knochen darzustellen, findet man in Crell's neuesten Entdeckungen Theil II. S. 6 beschrieben. Der im Anfange dieses Abschnittes beschriebene Prozeß, den Phosphor aus den Knochen abzuscheiden, ist von Fourcroy und Bauquelin, die das von Scheele angegebene Verfahren in mehreren Stücken verbesserten.

1. Der gereinigte Phosphor ist beinahe farblos oder doch nur von schwach gelblicher Farbe und halb durchsichtig.

Seine Konsistenz kommt nahe mit der des Wachses überein. Er läßt sich mit dem Messer schneiden, auch kann man mit dem Finger Stücke davon abbrechen. Auf dem Bruche hat er oft ein strahliges Ansehn. Sein mittleres specifisches Gewicht ist 1,770.

2. Der Phosphor schmilzt, nach Pelletier, bei einer Temperatur von 99° Fahr. Lhenard und Thomson fanden, daß hiezu eine Temperatur von 108° erfordert werde. Pelletier bemerkte, daß verschiedene Sorten Phosphor nicht denselben Grad der Schmelzbarkeit hatten, und leitet dieses von einer Beimischung von Schwefel her. Lhenard fand, daß Phosphor in einigen Fällen weit unter der angegebenen Temperatur schmelz, allein plötzlich erstarrte, wenn er erschüttert wurde. Bei 219° wird der Phosphor verflüchtigt und bei 554° kocht er in verschlossenen Gefäßen.

3. Der geschmolzene Phosphor krystallisirt nach Pelletier. Wird er unter Wasser geschmolzen — eine Vorsicht, die man immer anwenden muß, weil er an der atmosphärischen Luft, wenn er so stark erhitzt wird, sich entzündet — und so wie er erstarrt, die äußere Rinde durchbohrt, damit der flüssige Antheil ausfließen könne, so bemerkt man eine Krystallisation in Nadeln, wie beim Schwefel, und wenn er recht langsam erkaltete, in Octaedern. Er krystallisirt auch aus seiner Auflösung in wesentlichen Oelen. (Man sehe: Memoires de Chimie de Pelletier. Vol. I. p. 256; desgl. 290.)

4. Lhenard bemerkte, wenn er Phosphor einer Temperatur von 140° bis 158° Fahr. aussetzte, und ihn dann plötzlich erkalten ließ, daß er schwarz wurde. Ließ er ihn langsam erkalten, so blieb er durchsichtig und farbenlos; ein

gemäßigtes Erkalten gab ihm zuweilen ein hornartiges Ansehn. Der schwarzgewordene Phosphor wird durch Schmelzen wieder farbenlos; um durch ein schnelles Erkalten wieder schwarz zu werden. Diese Erfolge lassen sich leicht durch nachstehendes Verfahren erhalten.

Man schiebt ein Stängelchen Phosphor in eine enge, an dem einen Ende verschlossene Glasröhre, und gießt so viel Wasser hinein, als erfordert wird, den Phosphor ganz zu bedecken. Jetzt erhitzt man die Röhre gehörig, und kühlt sie dann schnell durch plößlich daraufgegoßenes kaltes Wasser ab, so erstarrt der Phosphor und wird schwarz. Wird ein Kügelchen geschmolzener Phosphor in dem Augenblicke des Erstarrens mit einem Eisen- oder Kupferdraht oder auch mit einem Glasstäbchen berührt, so kommt die schwarze Farbe ebenfalls zum Vorschein. Noch bemerkte Lavenard, daß der Phosphor nur dann unter den angeführten Umständen das verschiedene Ansehn annimmt, wenn er drei bis vier Mal, oft acht bis zehn Mal überdestillirt worden ist. Diese Erscheinung scheint von der verschiedenen Anordnung der Theilchen in dem einen und anderen Falle herzurühren und die schwächste Erschütterung scheint hinreichend zu seyn, die Theilchen zu bestimmen, sich auf die eine oder andere Art zu ordnen.

5. Die Sonnenstrahlen bringen eine Wirkung auf den Phosphor hervor und färben ihn roth, ohne ihn undurchsichtig zu machen. Diese Erscheinung, welche Herr Vogel zuerst bemerkt hat, findet im leeren Raume, so wie in einer Umgebung von Wasserstoffgas, Stickgas u. s. w. statt. Auch das Tageslicht bringt diese Wirkung, wiewohl ungleich langsamer, hervor.

6. In Wasser ist der Phosphor unauflöslich. Alkohol,

Aether und die wesentlichen Oele lösen eine geringe Menge desselben auf. Die Auflösungen sind durchsichtig. Sowohl die Auflösung des Phosphors in Alkohol als in Aether wird durch Wasser zersezt, und der Phosphor wird abgeschieden. Wird die Auflösung in Alkohol in Wasser geschüttet, so entzündet sich der Phosphor auf der Oberfläche der Flüssigkeit. Dieses bemerkt man nicht bei der Auflösung desselben in Aether. Die ölige Auflösung des Phosphors auf einen Gegenstand, z. B. Papier, gestrichen, leuchtet im Dunkeln, wofern die Temperatur über 60° ist. Bei niedrigeren Temperaturen ist das Licht kaum wahrnehmbar.

7. Innerlich genommen wirkt der Phosphor als Gift. In sehr kleinen Gaben (etwa von $\frac{1}{4}$ Gran) wird er als Reizmittel angewendet.

8. Mit dem Sauerstoffgas und den anderen Gasarten bietet der Phosphor merkwürdige Erscheinungen dar.

a) Füllt man bei einer Temperatur, die 30° Fahr. nicht übersteigt, und bei einem Barometerstande von 28 Zoll, einen Glaszylinder mit Sauerstoffgas und bringt in ihn ein Stübchen Phosphor, so wird innerhalb 24 Stunden keine Absorption erfolgen. Bleibt übrigens die Temperatur dieselbe oder sinkt sie nur um einige Grade, während der Druck der Atmosphäre abnimmt, und nur zwei, höchstens vier Zollen Quecksilber gleich ist. Z. B. wenn man Phosphor und einige Blasen Sauerstoffgas in eine Barometerröhre treten läßt, so wird der Phosphor von weißen Dämpfen umgeben, fängt an im Dunkeln zu leuchten, absorbirt nach und nach alles Gas, und es wird phosphorische Säure gebildet, wie Herr Vellani von Monza zuerst beobachtet hat. Je mehr der Druck vermindert wird, um so geringer kann die Wärme seyn, welche das Verbrennen bewirkt; in allen Fäl-

len findet sie bei einer Temperatur von 41° Fahr. nicht mehr statt; noch weniger bei niedrigeren Temperaturen als dieser.

b) Wird im vorhergehenden Versuche, statt daß der Druck des Gas vermindert wird, derselbe verstärkt, so tritt das Verbrennen des Phosphors nur bei einer weit höheren Temperatur ein.

c) Der Zusatz einer größeren oder geringeren Menge Stickgas oder Wasserstoffgas oder kohlensauren Gas zu einem bestimmten Raummumfange Sauerstoffgas bringt in Beziehung auf das Verbrennen des Phosphors bei einer Temperatur unter 80° Fahr. dieselbe Wirkung hervor, wie eine Verminderung des Drucks. Aus diesem Grunde leuchtet der Phosphor in der atmosphärischen Luft, brennt langsam in derselben, absorbiert den Sauerstoff und isolirt das Stickgas.

d) Der Phosphor muß bei seinem Bestreben, einen elastischen Zustand anzunehmen, bei der gewöhnlichen Temperatur in den Gasarten, die ihn nicht vermögen anzugreifen, mithin fast in allen, sich merklich in Dunst verwandeln. Läßt man ein Stängelchen Phosphor einige Zeit in einem mit Sauerstoffgas angefüllten Gefäße verweilen, nimmt es dann heraus und läßt nun atmosphärische Luft oder Wasserstoffgas oder Stickgas in das Gefäß treten, so bildet sich in diesem augenblicklich ein weißer, leuchtender Nebel, der von dem Verbrennen des Phosphors herrührt. Dieselbe Erscheinung würde stattfinden, wenn das Stängelchen Phosphor anfänglich mit Stickgas, kohlensaurem Gas oder Wasserstoffgas wäre in Berührung gebracht worden, und man dann Sauerstoffgas oder atmosphärische Luft in das Gefäß treten ließe.

Herr Vellani, welcher der erste war, der auf den

Einfluß, welchen der verminderte Druck auf diese Erscheinungen hat, aufmerksam machte, folgert gegen die angenommene Meinung, daß die kleinsten Theilchen der Gasarten noch eine gewisse anziehende Kraft besitzen, daß diese Kraft es sey, die es verhindere, daß der Sauerstoff bei der gewöhnlichen Temperatur und Druck sich mit dem Phosphor verbinden könne; daß sie aber durch Verdünnung des Gas, die durch einen schwächeren Druck bewirkt wird, vermindert werde, und daß alledann das Verbrennen des Phosphors stattfinden könne; daß das Stickgas, Wasserstoffgas, Kohlensäure Gas u. s. w. dieselbe Wirkung hervorbringen oder auf gleiche Art wirken, indem sie die kleinsten Theilchen des Sauerstoffgas isoliren, daß mithin ihre Wirkung nur mechanisch sey. (Bulletin de Pharmacie. T. V. p. 489.)

Der Versuch a wurde mehrere Male von Thénard wiederholt, und stets mit dem angegebenen Erfolge. Den unter b hat er nicht wiederholt; der unter c angeführte ist seit langer Zeit bekannt. Der unter d wurde sehr oft angestellt. Thénard fand, daß Stickgas, welches aus der atmosphärischen Luft durch Phosphor abgeschleden worden, so wie Wasserstoffgas und kohlensaures Gas, die man mit einem Stängelchen Phosphor fünf bis sechs Stunden lang bei einer Temperatur von 62° Fahr. in Berührung ließ, nachdem der Zylinder herausgenommen war, stets die Eigenschaft besaßen, im Dunkeln zu leuchten, wenn sie mit etwas atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas gemengt worden; daß kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, das mit dem Maximum von Kohlenstoff verbunden, und Stickgas, das aus der atmosphärischen Luft durch eine Mischung aus Schwefel, Eisen und Wasser abgeschieden worden, keine ähnliche Erscheinung gewährten. Das Sauerstoffgas wurde nur in ei-

nigen wenigen Fällen leuchtend, ungeachtet es sogleich mit einer großen Menge Wasserstoffgas, Stickgas oder kohlensaurem Gas gemengt wurde; nie erschien das Licht in dem ganzen Raume, welchen das Gas einnahm.

Gegen die zuletzt angeführte Behauptung von Berthollet bemerkt Thenard, daß wenn die Cohäsion unter den kleinsten Theilchen der Gasarten nicht aufgehoben wäre, es sich nicht wohl begreifen lasse, wie sie sich, vorzüglich wenn ihre Dichte sehr verschieden ist, mengen könnten. Wäre die chemische Anziehung ohne allen Einfluß bei dieser Erscheinung, so müßten alle Gasarten, in denen der Phosphor sich in Dunst verwandeln kann, ebenfalls das Verbrennen desselben bewirken können, wenn man sie mit Sauerstoffgas mengt, dieses ist aber, wie Thenard sich durch Versuche überzeugt hat, keinesweges der Fall.

Thenard fand ferner, daß der Phosphor in einem Gemenge aus atmosphärischer Luft und Sauerstoffgas in dem Verhältnisse, daß sich 4 Theile Sauerstoffgas gegen 3 Theile Stickgas in demselben befinden, brenne. Das Sauerstoffgas wird endlich absorbiert. Ueber diese Grenze hinaus ist das Verbrennen so zu sagen unbemerkbar; es findet ferner ganz und gar nicht statt, wenn man mit dem Sauerstoffgas die Hälfte seines Raumes Stickgas mengt. (Man sehe: *Traité de Chimie élémentaire par Thenard, seconde Edition, T. I. p. 176.*)

9. Ungeachtet der Phosphor im Zustande eines festen Körpers auf das Sauerstoffgas gar nicht oder doch nur sehr langsam wirkt, so erfolgt die Verbindung mit demselben auf eine sehr energische Art, wenn er bis zu 148° erhitzt wird. Das Produkt ist eine sehr heftige Säure, welche Phosphorsäure genannt wird. Nach Dalton verbinden sich

100 Theile Phosphor mit 123 Theilen Sauerstoff, um diese Säure darzustellen; nach Berzelius mit 127,45 Theilen.

Eine zweite Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoffe stellt die phosphorichte Säure dar, die durch langsames Verbrennen des Phosphors in atmosphärischer Luft erzeugt wird. Nach Dulong verbinden sich in diesem Falle 100 Theile Phosphor mit 74,88 Sauerstoff, nach Berzelius mit 76,46 Sauerstoff. Das Verhältniß des Sauerstoffes in diesen beiden Säuren ist demnach wie 5 zu 3.

Außer diesen beiden Säuren, welche den Chemisten seit längerer Zeit bekannt waren, fand Dulong noch zwei Verbindungen des Sauerstoffes mit Phosphor, welche die Eigenschaften einer Säure besitzen. Die eine mit dem Minimum von Sauerstoff ist nach ihm aus 100 Phosphor und 37,44 Sauerstoffgas gebildet; er nennt sie hypophosphorichte Säure oder phosphorichte Säure mit dem Minimum von Sauerstoff. Eine vierte Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoffe fällt in Hinsicht des Verhältnisses ihrer Bestandtheile zwischen die phosphorichte Säure und Phosphorsäure. Herr Dulong nennt sie phosphatistische Säure; in ihr sind, seinen Versuchen zufolge, 100 Phosphor mit 112,4 Sauerstoff vereinigt.

Es sind demnach 100 Theile Phosphor mit folgenden Mengen Sauerstoff nach Dulong in diesen Säuren verbunden.

In der hypophosphorichten	phosphorichten
mit 37,44	74,88
In der phosphatistischen	Phosphorsäure
mit 112,4	123.

Die Zahlen für die Mengen des Sauerstoffes in den

drei ersten Säuren stehen in dem Verhältnisse von 1 zu 2 zu 3, die der zweiten zur vierten in dem Verhältnisse von 3 zu 5.

Die von den hier angegebenen abweichende Verhältnisse der Bestandtheile dieser Säuren, welche andere Naturforscher fanden, werden in den Abschnitten, die von diesen Säuren besonders handeln, angeführt werden.

Unter der Voraussetzung, daß ein Massentheilchen Phosphor in der phosphorichten Säure mit drei Theilen, in der Phosphorsäure mit fünf Theilen Sauerstoff verbunden ist, bestimmt sich das Gewicht eines Massentheilchen Phosphor gleich 392,3. Enthalten hingegen diese Säuren zwei Massentheilchen Phosphor gegen drei und fünf Sauerstoff, so wiegt ein Massentheilchen Phosphor nur 196,15.

10. Außer den angeführten Verbindungen des Phosphors mit Sauerstoff nehmen einige Chemiker noch ein, andere sogar zwei Oxide des Phosphors an.

Ungeachtet der reine Phosphor sich erst dann entzündet, wenn er bis zu 141° Fahr. erhitzt wurde, so findet man doch Abänderungen desselben, die bei einer ungleich niedrigeren Temperatur brennen. Oft ist die Wärme der Hand hinreichend, eine Entzündung desselben zu bewirken, ja zuweilen entzündet er sich, wenn er bloß der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird. Diese leichtere Entzündlichkeit scheint von einer Veränderung, welche der Phosphor erfahren hat, herzuführen. Man glaubt, daß sie durch einen kleinen Antheil Sauerstoff veranlaßt werde, der sich mit dem Phosphor verbunden hat; man hat ihn demnach in diesem Zustande als ein Phosphoroxid betrachtet.

Wird ein kleines Stückchen Phosphor in einer langen, engen Glasröhre der Hitze des kochenden Wassers ausgesetzt,

so leuchtet er mit mäßig starkem Lichte, und verflüchtigt sich nach und nach im Zustande eines weißen Dampfes, der sich an die innere Fläche der Röhre anlegt. Dieser Dampf ist jenes Phosphororyd.

Im verdichteten Zustande erscheint er als weiße Flocken, die zusammenhängen und welche einen größeren Raum einnehmen, als ursprünglich vom Phosphor eingenommen wurde. Bei einer nur schwachen Erhitzung entzündet sich dieser Körper und brennt mit lebhaftem Glanze. Der Luft ausgesetzt zieht er begierig Feuchtigkeit an, und wird in eine saure Flüssigkeit verwandelt. (Man sehe: Steinäcker in den Annales de Chimie. T. XLVII. p. 104 etc.)

Die Phosphorfeuerzeuge enthalten den Phosphor in diesem Zustande der Oxydation.

Wird Phosphor lange Zeit der Wirkung des Wassers ausgesetzt, so überzieht er sich zuletzt mit einer weißen Rinde, die ebenfalls als Phosphororyd betrachtet worden ist; dieser Körper unterscheidet sich jedoch bedeutend von dem kurz vorher beschriebenen. Er ist spröde, weniger schmelzbar und weit weniger verbrennlich als der Phosphor selbst (a. a. O.). Frisch bereiteter Phosphor enthält gewöhnlich etwas davon; er läßt sich jedoch dadurch leicht abscneiden, daß man den Phosphor in Wasser, das bis auf 100° erhitzt worden, taucht. Der Phosphor schmilzt, jener Körper bleibt hingegen unverändert, und schwimmt auf der Oberfläche des geschmolzenen Phosphors.

Endlich nehmen einige noch ein rothes Phosphororyd an. Wird Phosphor im luftleeren Raume oder in irgend einem durchsichtigen Körper, wie gekochtes Wasser, Alkohol, Wasserstoffgas, Stickgas u. s. w. eingeschlossen, dem ungesättigten oder violetten Lichte ausgesetzt, so verdampft der

Phosphor und legt sich als ein bräunlich rother Körper an dem durchsichtigen Theile der Seitenwände des Gefäßes an. Auch Phosphorwasserstoffgas setzt im Lichte diesen rothen Körper ab. Dieser rothe Körper bildet sich ebenfalls bei jedem raschen Verbrennen des Phosphors, es geschehe in der atmosphärischen Luft oder in Sauerstoffgas, oder man lasse einzelne Blasen Sauerstoffgas zu Phosphor, der unter Wasser geschmolzen worden, treten.

Dieser Körper erscheint als ein bräunlichrothes Pulver, das auf dem Wasser schwimmt. Er ist geruchlos. Schmilzt erst über dem Siedpunkte des Wassers. An der Luft leuchtet er nicht. Verbrennt erst dann, wenn er bis über den Siedpunkt des Wassers erhitzt worden. Die Flamme hat eine gelbe Farbe. Er hört auf zu brennen, wenn ihm von außen nicht ferner Wärme zugeführt wird. Dagegen verwandelt er sich viel rascher als der Phosphor durch Salpetersäure und durch Auflösung der Chlorine in Wasser in Phosphorsäure. (Man sehe: Gilbert's Annalen der Physik B. XLV. S. 63 ff. B. XLVIII. S. 375 ff.)

Die Versuche, das Verhältniß des Sauerstoffes in diesen verschiedenen Substanzen auszumitteln, sind von keinem glücklichen Erfolge begleitet gewesen, so wie überhaupt ihre eigentliche Beschaffenheit noch erst durch genauere Versuche ausgemittelt werden muß.

II. Der Phosphor verbindet sich in zwei Verhältnissen mit dem Wasserstoffe. Beide Verbindungen erscheinen in einem gasförmigen Zustande: in der einen ist der Wasserstoff mit dem Maximum von Phosphor, in der anderen mit dem Minimum von Phosphor vereinigt.

A. Das Phosphorwasserstoffgas mit dem Maximum von Phosphor wurde im Jahre 1783 von Gen:

Gengembre entdeckt, als derselbe Phosphor mit Kalilauge in einer kleinen Retorte erhitzte. Er stellte mehrere Versuche mit dieser Gasart an, und gab eine Nachricht von ihren Eigenschaften im zehnten Bande der Memoires des Savans étrangers Seite 651 ff. Im Jahre 1786 fand Kirwan, ohne von Gengembre's Entdeckung unterrichtet zu seyn, diese Zusammensetzung ebenfalls, und machte mehrere Versuche mit derselben. Herr Kalmund lehrte 1791 dieses Gas in größerer Menge durch Erhitzung einer Mischung aus Phosphor und Kalk bereiten (Ann. de Chimie T. X. p. 192.) und beschrieb 1799 die Eigenschaften einer Auflösung dieses Gas in Wasser. (a. a. O. V. XXXV. S. 225 ff.) Dalton führt in seinem neuen System des chemischen Theiles der Naturwissenschaft, aus dem Englischen übersetzt von F. Wolff. B. II. S. 270 ff. eine Reihe von Versuchen an, die er anstellte, um die Natur und Zusammensetzung desselben zu erforschen, und im Jahre 1816 theilte Thomson (Annals of Philosophy. Vol. VIII. p. 31.) mehrere Versuche, die er mit dieser Gasart gemacht hatte, mit.

Diese Art von Phosphorwasserstoffgas kann durch folgendes Verfahren rein dargestellt werden. Man füllt eine kleine Retorte mit Wasser, das durch Salzsäure säuerlich gemacht worden, und wirft in dieses Phosphorkalk in Stücken. Die Mündung der Retorte wird unter Wasser geleitet, und über sie ein mit eben dieser Flüssigkeit angefülltes Glas gestellt. Es entwickelt sich eine reichliche Menge Phosphorwasserstoffgas, welche das Gefäß anfüllt. Eine halbe Unze Phosphorkalk giebt ungefähr 70 Kubitzoll von diesem Gas.

Dasselbe ist farblos und besitzt die mechanischen Eigenschaften, der atmosphärischen Luft. Es hat einen knob-

lauchartigen Geruch und einen ausgezeichnet bitteren Geschmack. In reinem Wasser läßt es sich, ohne Veränderung zu erleiden, aufbewahren; allein in Wasser, welches atmosphärische Luft enthält, wird ihm bald ein Theil seines Phosphors entzogen, und seine Eigenschaften werden mithin verändert.

Sein specifisches Gewicht ist nach Dalton gleich 0,85; nach Thomson gleich 0,9022.

Läßt man einige Zeit lang elektrische Funken durch dieses Gas schlagen, so wird der Phosphor abgeschieden, und es bleibt reines Wasserstoffgas zurück. Der Rauminfang dieses Gas wird jedoch durch das angegebene Verfahren nicht verändert. Hieraus folgt, daß diese Art von Phosphorwasserstoffgas aus Wasserstoffgas besteht, das eine gewisse Menge Phosphor aufgelöst hat. Letztere findet man, wenn von dem specifischen Gewichte des Phosphorwasserstoffgas das des Wasserstoffgas abgezogen wird.

Nimmt man das von Dalton gefundene specifische Gewicht = 0,8500
und zieht hiervon das des Wasserstoffgas . . . = 0,0688
ab, so ergiebt sich für das Gewicht des Phosphors = 0,7812
Die Bestandtheile des Phosphorwasserstoffgases würden also seyn:

Wasserstoff	688
Phosphor	7812

Legt man hingegen das von Thomson gefundene specifische Gewicht von diesem Phosphorwasserstoffgas zum Grunde

	0,9022
des Wasserstoffgas	0,0688
so ist das Gewicht des Phosphors	<u>0,8334</u>

Die Bestandtheile dieses Phosphorwasserstoffgas sind demnach, dieser letzten Bestimmung zufolge:

Wasserstoff 688

Phosphor 8334.

Diese beide Zahlen stehen nahe in dem Verhältnisse wie 1 zu 12, so daß folglich das Phosphorwasserstoffgas mit dem Maximum von Phosphor dem Gewichte nach, aus $\frac{1}{12}$ Wasserstoffgas und $\frac{11}{12}$ Phosphor gebildet ist. Setzt man nun das Gewicht eines Massentheilchen Phosphor gleich 392,3, so würde für den Wasserstoff nahe 32,7 kommen, demnach wäre diese Zusammensetzung aus einem Massentheilchen Phosphor und fünf Massentheilchen Wasserstoff gebildet, und das Gewicht eines Massentheilchen derselben ergiebt sich gleich 425.

Kommt dieses Wasserstoffgas mit atmosphärischer Luft in Verührung, so entzündet es sich mit lebhaftem Glanze und schwacher Explosion; auch muß man, um nicht beschädigt zu werden, diese Gasarten nur in kleinen Mengen mit einander in Verührung bringen. Läßt man Blasen Phosphorwasserstoffgas nach und nach in Sauerstoffgas treten, so ist das Verbrennen weit lebhafter und die Explosion, welche bei dem Platzen der Gasblasen erfolgt, ist so stark, daß wenn man die Hand auf das Gefäß legt, diese einen bemerkbaren Eindruck davon erhält.

In engen Röhren kann man das Phosphorwasserstoffgas mit Sauerstoffgas mischen, ohne daß ein freiwilliges Verbrennen erfolgt. Es wird ihm jedoch sein Gehalt an Phosphor entzogen, ohne daß es eine Veränderung in seinem Raummumfange erfährt.

Die Entzündung dieses Gas in der atmosphärischen Luft bietet eine merkwürdige und schöne Erscheinung dar. So wie die Gasblase platzt, so findet ein Witz statt, dieser ist mit einem dicken, weißen Dampfe vergesellschaftet, der in

die Atmosphäre aufsteigt, sich kreisförmig in derselben verbreitet, so daß er einen wagerechten Ring bildet. Dieser steigt in einer ruhigen Atmosphäre auf eine Höhe von mehreren Fuß, und erweitert sich, so wie er emporsteigt, so, daß ehe er auseinander geht, er oft mehrere Fuß im Durchmesser hat. Diese weiße Wolke besteht aus Wasserdunst, in dem phosphorichte Säure schwebt. Ersterer wird durch Vereinigung des Sauerstoffes der Atmosphäre mit dem Wasserstoffe des Gas, letztere durch Verbindung desselben mit dem Phosphor erzeugt; es ist jedoch schwierig, eine befriedigende Erklärung für diese regelmäßige Gestalt, welche der Dampf stets annimmt, zu geben. Higgins (*Minutes of a society for philosoph. exper. p. 278.*) drückt sich hierüber so aus: „Die flockenähnliche Phosphorsäure und der Wasserdunst werden wahrscheinlich durch den excentrischen Impuls der Explosion in der im Vorhergehenden beschriebenen Form fortgestoßen, und so lange von der Luft getragen, bis der Ring abgekühlt oder verstreuet ist.“

Fängt man dieses Gas in einem Zylinder über Quecksilber auf, und läßt man nach und nach kleine Antheile entweder von atmosphärischer Luft oder von Sauerstoffgas hinzutreten, so erfolgt anfänglich eine lebhafte Entzündung; Gengembre bemerkte aber, daß das Gas endlich sich nicht ferner entzündet, ungeachtet es noch immer, wenn es in Verbindung mit atmosphärischer Luft entzündet wird, mit lebhaftem Glanze verbrennt. Man sieht hieraus, daß der Phosphor des Phosphorwasserstoffgas mehr geneigt ist, bei einer niedrigen Temperatur zu brennen, als die ganze Zusammensetzung, und daß bei dem Verbrennen sich ein Theil des Wasserstoffes, der einen Antheil Phosphor zurückhält, dem Verbrennen entziehet. (*Journ. de Physique. T. XXVII. p. 278.*)

Herr Dalton hat die Resultate, welche durch Einwirkung dieser beiden Gasarten auf einander erhalten werden, genau untersucht. Er fand, daß das Phosphorwasserstoffgas gänzlich verzehrt werde, wenn es mit einem oder mit anderthalb Volumen Sauerstoffgas verbrannt wird. Bei Anwendung des ersten Verhältnisses sind die Produkte Wasser und phosphorige Säure; bei dem zweiten Wasser und Phosphorsäure. Wird eine geringere Menge Sauerstoff genommen, so entgeht ein Theil des brennbaren Gas dem Verbrennen. (Dalton's System der Naturw. B. II. S. 272.)

Späterhin (Annals of Philosophy. Vol. XI. p. 8.) bemerkt Dalton, daß zwei Volumen Sauerstoffgas zum vollständigen Verbrennen des Phosphorwasserstoffgas erfordert werden; die Produkte sind Wasser und Phosphorsäure. Nachstehende Versuche scheinen jedoch darzutun, daß anderthalb Raumtheile Sauerstoffgas zum vollständigen Verbrennen eines Raumtheiles Phosphorwasserstoffgas hinreichend sind.

Mengt man einen Raumtheil Phosphorwasserstoffgas mit drei Raumtheilen Salpetergas, und läßt man den elektrischen Funken durch das Gemenge schlagen, so erfolgt eine Detonation, und es bleiben anderthalb Raumtheile Stickgas. Nun enthält aber das Salpetergas eine seinem halben Volumen gleiche Menge Sauerstoffgas. Es hat sich demnach in diesem Falle das Phosphorwasserstoffgas mit anderthalb Raumtheilen Sauerstoffgas verbunden. Mengt man Phosphorwasserstoffgas und Salpetergas über Wasser, und läßt man eine Blase Sauerstoffgas in dem Gemenge aufsteigen, so erfolgt unmittelbar eine Detonation.

Wird ein Raumtheil Phosphorwasserstoffgas mit drei Raumtheilen oxydirtem Stickgas gemengt, und läßt man

den elektrischen Funken durch das Gemenge schlagen, so erfolgt eine Detonation, und es bleiben drei Raumtheile Stickgas zurück. Nun besteht aber das oxydirte Stickgas aus einem Raumtheile Stickgas + $\frac{1}{2}$ Raumtheile Sauerstoffgas, die zu einem Raumtheile verdichtet sind; so daß demnach drei Raumtheile oxydirtes Stickgas, die zerlegt werden, drei Raumtheile Stickgas und anderthals Raumtheile Sauerstoffgas geben. In diesem Falle verbinden sich abermals anderthals Raumtheile Sauerstoffgas mit einem Raumtheile Phosphorwasserstoffgas.

Das Wasser nimmt, den Versuchen von Dr. Henry zufolge, etwas mehr als zwei Procent von diesem Gas in sich. Die Auflösung hat eine gelbe Farbe, einen ausgezeichnet bitteren Geschmack und einen Geruch, der dem des Gas ähnlich ist. Sie verändert blaue Pflanzenfarben nicht, schlägt aber Silber, Quecksilber und Kupfer aus ihren Auflösungen mit dunkelen Farben nieder.

B. Wasserstoffgas mit dem Minimum von Phosphor. Man machte die Bemerkung, daß das Gas, welches sich bei der ersten Einwirkung der Wärme auf eine Mischung aus Kalilauge und Phosphor entwickelt, weniger entzündlich sey, als das eigentliche Phosphorwasserstoffgas; es bringt, wenn es in die Atmosphäre entweicht, bloß einen weißen Dampf hervor, ohne bemerkbare von Licht begleitete Entzündung. Man fand ferner, daß das Phosphorwasserstoffgas nach Verschiedenheit der Umstände, unter denen es gebildet wird, sich bedeutend sowohl in Hinsicht des specifischen Gewichtes als der zu seinem Verbrennen erforderlichen Menge Sauerstoff unterscheide. Diese Thatsachen machten es wahrscheinlich, daß der Phosphor sich mit dem Wasserstoffe in verschiedenen Verhältnissen vereinige. (Recherches

physico-chimiques par M. M. Thenard et Gay Lussac. T. I. p. 209.)

Durch folgendes Verfahren von H. Davy, der diesen Gegenstand einer genaueren Untersuchung unterworfen hat (Philos. Transact. 1812. p. 400.), erhält man eine von der vorhergehenden, dem Verhältnisse nach verschiedene Verbindung des Phosphors mit Wasserstoff.

Man setzt entweder krystallisirte phosphorichte Säure der Einwirkung der Hitze aus, oder läßt auf das im Vorhergehenden beschriebene Phosphorwasserstoffgas die Sonnenstrahlen wirken. In diesem Falle wird ein Antheil Phosphor abgeschieden, und es bleibt als Rückstand Wasserstoffgas mit einer geringen Menge Phosphor zurück.

Dieses Gas ist farblos, und besitzt die mechanischen Eigenschaften der atmosphärischen Luft. Im Geruche ähnelt es dem im Vorhergehenden beschriebenen Phosphorwasserstoffgas, nur ist er nicht so unangenehm.

Davy fand das specifische Gewicht dieser Gasart gleich 0,84, das der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen. Das Wasser nimmt ungefähr $\frac{1}{3}$ seines Rauminhalts von diesem Gas in sich. Es entzündet sich nicht von selbst, wenn es mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas in Verührung kommt; wird es jedoch mit Sauerstoffgas gemengt, und bis zu 300° erhitzt, so explodirt es (nach Davy).

Drei Raumtheile von diesem Gas brauchen zum vollständigen Verbrennen über fünf Raumtheile Sauerstoffgas, und selbst wenn ein Uebermaß von Sauerstoffgas vorhanden ist, wird etwas Phosphor niedergeschlagen.

In gasförmiger Chlorine entzündet sich dieses Gas von selbst.

Wird Schwefel in diesem Gas sublimirt, so wird sein Rauminhalt verdoppelt, es wird eine Zusammensetzung aus Schwefel und Phosphor gebildet, und die elastische Flüssigkeit, welche als Rückstand bleibt, und ein doppeltes Volumen von dem angewandten Phosphorwasserstoffgas einnimmt, ist Schwefelwasserstoffgas.

Wird Kalium in diesem Phosphorwasserstoffgas erhitzt, so verd. sein Volumen, ebenfalls verdoppelt. Das Kalium verbindet sich mit dem Phosphor, und der Rückstand ist reines Wasserstoffgas. Hieraus geht hervor, daß diese Zusammensetzung aus zwei Raumtheilen Wasserstoff besteht, die zu einem Raumtheile verdichtet sind.

Nach Davy ist das Verhältniß der Bestandtheile dem Gewichte nach in diesem Gas.

Phosphor	22,5	—	83,34
Wasserstoff	4,5	—	16,66
			100,00

Nimmt man an, daß dasselbe aus einem Massentheilchen Phosphor und zehn Massentheilchen Wasserstoff, dem Doppelten von der Menge des im Phosphorwasserstoffgas mit dem Maximum gefundenen Wasserstoffes, zusammengesetzt sey, so würden seine Bestandtheile seyn:

Phosphor	86,32
Wasserstoff	13,68
	100,00

Dalton leugnet das Daseyn zweier verschiedenen Verbindungen des Wasserstoffes mit dem Phosphor, und findet den Unterschied unter den Varietäten des Phosphorwasserstoffgas darin, daß bei den verschiedenen Verfahrungsarten das Phosphorwasserstoffgas zu bereiten, diesem bald mehr bald weniger Wasserstoffgas, welches zugleich gebildet wird, beigemischt werde.

Nach ihm läßt sich mittelst Chlorine, Kalk das reine Phosphorwasserstoffgas leicht vom Wasserstoffgas trennen, indem dieser das Phosphorwasserstoffgas absorbiert, während das reine Wasserstoffgas unangetastet bleibt. (Annals of Philosophy, Vol. XI, p. 7 etc.)

Diese Gründe von Dalton scheinen keinesweges wichtig genug zu seyn, um den Unterschied beider Varietäten von Phosphorwasserstoffgas, die sich überdies durch bestimmte Mischungsverhältnisse unterscheiden, aufzuheben. Einmal ist es nicht wahrscheinlich, daß bei den Versahrungsarten, Phosphorwasserstoffgas zu bereiten, reines Wasserstoffgas entwickelt werde. Das Prüfungsmittel, wodurch Dalton diese Beimengung darthun will, ist mangelhaft, indem durch die Einwirkung der Chlorine, Verbindung wohl die Zusammensetzung des zu prüfenden Körpers abgeändert und die Ausscheidung von Wasserstoffgas veranlaßt werden kann.

12. Die Verbindung des Phosphors mit dem Kohlenstoffe bewirkte Thomson auf folgendem Wege.

Er ließ Phosphorkalk so lange in Wasser liegen, bis alles Phosphorwasserstoffgas, das sich aus demselben entwickeln kann, entwickelt wurde. Hierauf schüttet er zu der Flüssigkeit einen bedeutenden Ueberschuß von Salzsäure, rührt die Mischung wenige Augenblicke um, und wirft dann das Ganze auf das Filtrum. Der auf diesem bleibende Rückstand ist Phosphor-Kohlenstoff; er wird wohl ausgewaschen und getrocknet.

Der auf dem angegebenen Wege bereitete Phosphor-Kohlenstoff ist ein weiches Pulver von schmutzig citronengelber Farbe, das weder Geruch noch Geschmack hat. An der freien Luft zieht es langsam Feuchtigkeit an, stößt den Geruch nach Kohlenwasserstoffgas aus, und erhält einen sauren

Geschmack. Dieser Körper zersetzt demnach das Wasser, welches er absorbiert hat, und der in ihm enthaltene Phosphor wird langsam in phosphorichte Säure verwandelt.

Der Phosphor-Kohlenstoff schmilzt nicht, wenn er erhitzt wird; auch wird er in einer Temperatur, welche die Siedhitz übertrifft, nicht verändert. Er brennt, ehe er anfängt roth zu glühen, und wenn er bis zu dem Rothglühen erhitzt wird, so läßt er nach und nach seinen Phosphor fahren. Die Kohle bleibt in dem Zustande eines schwarzen Körpers zurück, und wird durch einen Ueberzug von Phosphorsäure gegen das Brennen geschützt. Wird das Pulver in geringer Menge in das Feuer gestreuet, so brennt es mit lebhaftem Blitzen.

Die Bestandtheile dieser Zusammensetzung fand Thomson.

Phosphor	1,5	200
Kohle	0,75	100.

Sechster Abschnitt.

Von dem Schwefel.

Der Schwefel, ein Körper, der seit den ältesten Zeiten bekannt ist, wird häufig im Mineralreiche sowohl gediegen, als mit anderen Körpern verbunden angetroffen.

Im unverbundenen Zustande findet man ihn unter verschiedenen Formen. Größtentheils ist er Erzeugniß der Vulkanen. Doch trifft man ihn auch in Gyps und Kalkstein eingewachsen und eingesprengt, seltener auf Gängen in Urge-

bringen an, und denn doch nie in beträchtlicher Menge. Der im Handel vorkommende Schwefel ist größtentheils vulkanischen Ursprunges; vorzüglich liefern dem europäischen Handel Sicilien und Italien eine große Menge desselben.

Häufig findet man den Schwefel mit mehreren Metallen verbündet, besonders mit Eisen, Kupfer und Blei, und man gewinnt ihn bei der Bearbeitung dieser Erze, bei welcher er verflüchtigt und in Rauchsängen verdichtet wird. Der auf diesem Wege gewonnene Schwefel ist jedoch meistens sehr unrein.

Der Schwefel macht auch einen Bestandtheil organischer Körper aus. Bei der freiwilligen Zersetzung mehrerer Pflanzen, vorzüglich der Cruciferen, wird er zuweilen abgesetzt. Deyeur fand, als er bemühet war, ein Sägmehl aus den Wurzeln des Ampfers abzuscheiden, einen Theil Schwefel demselben beigemischt, der durch Sublimation abgetrennt werden konnte; auch in den Wurzeln des Meerrettigs fand er Schwefel. (Journal de Physique. 1781. p. 242) In thierischen Körpern kommt er häufiger und in größerer Menge vor, wie man bei ihrer Zersetzung durch Fäulniß oder Hitze wahrnimmt.

Der im Handel vorkommende Schwefel ist nicht vollkommen rein. Man entzieht ihm die fremden Bestandtheile durch Sublimation in verschlossenen Gefäßen. Seine Verflüchtigung erfolgt bei einer Temperatur von 170°. Er erscheint alsdann im Zustande eines gelben Pulvers und wird Schwefelblumen genannt. Diejenige Substanz, welche man Stangen Schwefel nennt, ist gewöhnlicher Schwefel, mehr oder weniger unrein, der geschmolzen in zylindrische Formen gegossen worden ist.

1. Der Schwefel ist ein harter, spröder Körper und

bricht gewöhnlich von der Wärme der Hand, wenn man ihn kurze Zeit umfaßt. Wahrscheinlich rührt dieses davon her, daß er ein schlechter Leiter der Wärme ist, daher die Ausdehnung sich nicht gleichförmig durch seine Masse fortpflanzt. Durch Reiben wird er elektrisch.

2. Seine Farbe ist meistens grünlich gelb, er hat keinen merklichen Geruch, doch zeigt sich dieser stärker, wenn er gerieben wird. Sein Geschmack ist schwach.

3. Sein spezifisches Gewicht ist 1,990; Berisson fand das des natürlichen Schwefels gleich 2,0332.

4. In der Luft erfährt der Schwefel keine Veränderung. Im Wasser ist er unauflöslich.

5. Erhitzt man Schwefel bis ungefähr 218° Fahr., so schmilzt er und wird so flüssig als Wasser. Man kann den geschmolzenen Schwefel bis zum Kochen erhitzen, wo er dann als ein brauner Dampf entweicht.

Wird der geschmolzene Schwefel langsam erkaltet, so krystallisirt er. Man nimmt die nadelförmigen Krystalle, in welcher derselbe anschießt, häufig wahr, wenn eine Stange Schwefel zerbrochen wird. Die Krystallisation des Schwefels bewirkt man leicht durch das von Rouelle angegebene Verfahren. So wie die Oberfläche des geschmolzenen Schwefels anfängt zu erstarren, läßt man den unter derselben befindlichen flüssigen Antheil ausfließen, wo man dann die innere Fläche mit langen, nadelförmigen Krystallen von oktaëdrischer Gestalt besetzt findet. Stellt man den Versuch in einem gläsernen Gefäße oder auf einer flachen Eisenplatte an, so bemerkt man, daß die Bildung der Krystalle anfängt, wenn die Temperatur auf 220° sinkt. Man findet den natürlichen Schwefel häufig krystallisirt. Die ursprüngliche Form der Krystalle ist ein Oktaëder mit Seitenflächen, die

ungleichseitige Dreiecke sind. Es besteht aus zwei mit ihren Grundflächen an einander gefügten vierseitigen Pyramiden. Die Grundflächen bilden ein Rhomboid, dessen längere Diagonale sich zu der kürzeren verhält, wie 5 zu 4. Die von dem Mittelpunkte des Rhomboids auf die Seite desselben gezogene senkrechte Linie verhält sich zu der Höhe der Pyramide wie 1 zu 3.

6. Der geschmolzene Schwefel bietet eine merkwürdige Erscheinung dar. Läßt man auf den geschmolzenen Schwefel anhaltend die Wärme wirken, so wird er dick und klebrig. Dr. Irvine hat diese Erscheinung mit Sorgfalt untersucht. Er fand, daß wenn das Flüssigwerden des Schwefels bei ungefähr 226° Fahr. anfängt, er sich bei 320° anfängt zu verdicken. Letzteres nimmt zu bis zu 530 oder 550°, bei welcher Temperatur häufige Dämpfe aufsteigen. Dieser Versuch kann mit derselben Masse Schwefel, so oft man will, wiederholt werden, und stets findet bei Verminderung der hohen Temperatur die Abnahme der Dicke statt. Gießt man diese klebrige Masse in Wasser, so bleibt sie einige Zeit lang weich und zähe, und selbst wenn sie fest geworden ist, behält sie noch einen gewissen Grad von Zähigkeit bei. Man bedient sich ihrer, um Abdrücke von Münzen, Gemmen u. dgl. zu machen, die Schwefelabgüsse genannt werden.

Man glaubte, daß diese Veränderung des Schwefels von einer Oxydation desselben herrühre. Dr. Irvine überzeugte sich jedoch, daß es auf das Resultat nicht den mindesten Einfluß habe, ob man der atmosphärischen Luft einen freien Zugang gewähre, oder dieselbe abhalte, und daß es gänzlich von der Wirkung der Wärme abhängt, wie man daraus ersieht, daß die Flüssigkeit hergestellt wird, so wie die Temper

ratur vermindert wird. Dieses Dickwerden des Schwefels bei Erhöhung der Temperatur ist, wie Irvine sich überzeugte, nicht mit Zusammenziehung desselben vergesellschaftet, denn als er den Schwefel von der Temperatur von 400° an erkaltete, so fuhr er fort sich zusammen zu ziehen, bis er auf 226° , seinen Schmelzpunkt, erkaltet war; indem er erstarrte, dehnte er sich aus.

7. Der Schwefel verbindet sich bei einer Temperatur von ungefähr 300° mit dem Sauerstoffe, und bietet die Erscheinungen des Verbrennens dar. Er brennt mit blaßblauer Flamme, es wird eine bedeutende Menge Wärme frei, und er stößt sehr erstickende, stechende Dämpfe aus. Bei einer höheren Temperatur brennt er mit weißer Flamme. In Sauerstoffgas sendet er weißes Licht mit einer Schattirung von Blau aus.

8. Man kannte bis vor kurzem nur zwei Verbindungen des Schwefels mit Sauerstoff, welche beide die Kennzeichen einer Säure an sich tragen, die schwefelichte Säure und die Schwefelsäure. Erstere ist nach Berzelius aus 50,14 Schwefel und 49,86 Sauerstoff; letztere aus 40,14 Schwefel und 59,86 Sauerstoff gebildet; oder in ersterer sind 100 Schwefel mit 99,44 Sauerstoff, in letzterer 100 Schwefel mit 149,12 Sauerstoff verbunden. Hies mit stimmt sehr gut Thomson's Analyse, nach der die schwefelichte Säure aus 100 Schwefel, 100 Sauerstoff, die Schwefelsäure aus 100 Schwefel, 150 Sauerstoff gebildet sind.

Außer diesen beiden Säuren kann der Schwefel sich mit dem Sauerstoffe noch in zwei anderen Verhältnissen verbinden.

Die erste dieser Säuren, welche hypschwefelichte

Säure (*acide hyposulfureux*), schweflichte Säure mit dem Minimum von Sauerstoff genannt worden ist, läßt sich nicht im isolirten Zustande darstellen, allein sie erscheint an Grundlagen gebunden in denjenigen Zusammensetzungen, welche schweflichtsaure Salze mit Ueberschuß von Schwefel genannt worden sind. In ihr sind 100 Schwefel mit 50 Sauerstoff verbunden. Das Verhältniß der Bestandtheile in dieser Säure kommt ganz mit dem des Oxidum sulphuricum von Berzelius überein, das (nach ihm) aus 66,80 Schwefel, 33,20 Sauerstoff gebildet ist.

Die zweite dieser Säuren, welche neuerlich von den Herren Gay Lüssac und Belter (s. *Annales de Chimie et de Physique*. T. X. p. 312 etc.) entdeckt worden ist, fällt ihrer Zusammensetzung nach zwischen die schweflichte Säure und Schwefelsäure. Ihre Bestandtheile sind 100 Schwefel, 125 Sauerstoff. Die Entdecker haben dieser Säure den Namen *acide hyposulfurique*, Schwefelsäure mit dem Minimum von Sauerstoff gegeben. An einem anderen Orte wird von diesen Säuren ausführlicher geredet werden.

Der Schwefel verbindet sich demnach mit dem Sauerstoffe in folgenden Verhältnissen:

- In der hypschweflichten Säure sind verbunden 2 Verhältnisse Schwefel mit 2 Sauerstoff
 - In der Hypschwefelsäure 2 Verhältnisse Schwefel mit 5 Sauerstoff
 - In der schweflichten Säure ist verbunden 1 Verb. Schwefel mit 2 Sauerstoff
 - In der Schwefelsäure 1 Verb. Schwefel mit 3 Sauerstoff.
- Oder wenn man die Menge des Schwefels in jeder

Säure beständig sezt, so verbindet sich der Sauerstoff damit in folgenden Verhältnissen:

1; 2; 2,5; 3.

g. Der Schwefel verbindet sich mit dem Wasserstoffe und stellt damit eine gasförmige Zusammensetzung dar, welche Schwefelwasserstoffgas genannt worden ist; Gay Lüssac hat ihr den Namen *acide hydrosulfurique* gegeben.

Meyer (Chem. Versuche vom ungelöschten Kalk Kap. XIV. S. 116.) und Rouelle kannten das Daseyn dieser Gasart, so wie die Eigenschaft derselben, daß sie entzündlich sey; Scheele untersuchte jedoch zuerst im Jahre 1777 die Eigenschaften und die Zusammensetzung derselben genauer; er ist daher als der eigentliche Entdecker zu betrachten. (Scheele phys. Chem. Schr. B. I. S. 237 ff.) Bergmann beschäftigte sich im Jahre 1778 ebenfalls mit Untersuchung dieser Zusammensetzung und entdeckte mehrere neue Eigenschaften derselben, bestimmte andere genauer. (Opusc. Vol. I. p. 237 etc.) Durch die Versuche von Kirwan im Jahre 1786 (Phys. chem. Schr. B. III. S. 53 ff.); der holländischen Chemisten im Jahre 1792 (Ann. de Chimie. Vol. XIV. p. 294); von Berthollet im Jahre 1794 (a. a. O. B. XXV. S. 233.); von Proust und Thénard sind die Eigenschaften derselben genauer entwickelt worden.

Berzelius lieferte im Jahre 1807 (Ahandlingar i Fysik Kemi och Mineralogi II. 78.) eine sehr gründliche Analyse des Schwefelwasserstoffes, Gay Lüssac und Thénard (Recherches physico-chim. Vol. I. p. 191.) so wie H. Davy (Philos. Transact. 1812. p. 412.) haben sich durch genauere Kenntniß der Eigenschaften dieser Zusammensetzung Verdienste erworben.

Man

Man kann sich dieses Gas bereiten, wenn man verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure auf eine Mischung aus drei Theilen Eisenfeile und zwei Theilen Schwefel, die in einem Schmelztiegel zusammengeschmolzen worden, schüttert. Das auf diesem Wege bereitete Schwefelwasserstoffgas ist jedoch stets mit Wasserstoffgas gemengt. Völlig rein kann man es erhalten, wenn man gepulvertes Schwefelspießglang in Salzsäure digerirt.

Dieses Gas ist farblos und besitzt die mechanischen Eigenschaften der Luft. Sein Geruch ist stark und unangenehm, dem der verfaulten Eier ähnelnd. Zur Unterhaltung der Flamme und des thierischen Lebens ist es untauglich. Gay Lussac und Thénard fanden sein specifisches Gewicht gleich 1,1912; Davy giebt es gleich 1,1967; Thomson gleich 1,180 an.

Dieses Gas wird vom Wasser begierig absorbirt. Nach Dr. Henry nehmen 100 Kubitzoll Wasser bei einer Temperatur von 50° 103 Kubitzoll von diesem Gas in sich. (Phil. Transact. 1803. p. 274.) Es scheint jedoch, daß dieses Gas nicht völlig rein war, indem Theodor von Saussure fand, daß 100 Kubitzoll Wasser 253 Kubitzoll reines Schwefelwasserstoffgas absorbiren. Alkohol von einem specifischen Gewichte gleich 0,84 nimmt, nach eben diesem Chemisten, sein 6,06faches Volumen davon in sich. (Annals of Philosophy. Vol. VI. p. 340.) Herr Higgins fand, daß es sich ebenfalls in Aether auflöst.

Das mit diesem Gas angeschwängerte Wasser ist farblos, hat den Geruch des Gas, und einen süßlichen, ekels erregenden Geschmack. Es röthet blaue Pflanzenfarben, und besitzt mehrere andere Eigenschaften, welche es Säuren analog machen. Wird das mit Schwefelwasserstoffgas imprä-

nirte Wasser einige Zeit an die freie Luft hingestellt, so erfährt es nach Berthollet keine andere Veränderung, als daß das Gas nach und nach entweicht; eine Zerfetzung desselben durch Sauerstoff und Abscheidung des Schwefels findet, nach ihm, nur dann statt, wenn es mit einer erdigen oder alkalischen Grundlage verbunden ist. Nach Kirwan wird es hingegen, wenn es in Wasser aufgelöst ist, zerfetzt. Selbst wenn das Wasser, ehe es mit diesem Gas verbunden wurde, durch Kochen von der atmosphärischen Luft befreit wurde, wird, nach ihm, die Auflösung in einer wohl verstopften, durch Quecksilber gesperrten Flasche nach wenigen Tagen trübe, und setzt nach einigen Wochen Schwefel ab.

Im gasförmigen Zustande verbindet sich der Schwefelwasserstoff bei niedrigen Temperaturen nicht mit dem Sauerstoff; wird er aber mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft gemengt über Wasser gestellt, so wird die Verbindung erleichtert; der Sauerstoff verbindet sich mit dem Wasserstoffe, und in dem Gefäße setzt sich ein dünnes Häutchen Schwefel ab.

Bei der Temperatur der Entzündung erfolgt die Verbindung sehr rasch. Nähert man dem Schwefelwasserstoffgas unter dem Zutritt der atmosphärischen Luft einen brennenden Körper, so entzündet es sich und brennt mit blauer, leuchtender Flamme, zu gleicher Zeit wird Schwefel abgesetzt.

Wird es mit ein bis zwei Raumtheilen atmosphärischer Luft gemengt und entzündet, so detonirt es nicht, und das Verbrennen seiner Elemente erfolgt nicht vollständig, indem ein Theil des Schwefels sich an den Seitenwänden des Gefäßes absetzt. Mit einem gleichen Volumen Sauerstoffgas

gemengt und entzündet, detonirt es, und die Produkte sind Wasserdunst und schweflichte Säure; doch wird noch ein Theil Schwefel abgeschieden. Aunderthalb Raumtheile Sauerstoffgas bewirken ein vollständiges Verbrennen desselben.

Die Wirkung der gasförmigen schweflichten Säure auf dieses Gas ist auffallend. Mengt man beide Gasarten mit einander, so wird Schwefel abgesetzt, der von beiden Gasarten hergegeben wird, indem der Sauerstoff der schweflichten Säure sich mit dem Wasserstoffe des Schwefelwasserstoffes verbindet und Wasser darstellt. Bringt man schweflichte Säure in eine Auflösung des Schwefelwasserstoffes in Wasser, so findet eine ähnliche Zersetzung statt, und die Flüssigkeit wird trübe, in Folge des ausgeschiedenen Schwefels.

Ein Gemenge aus Schwefelwasserstoffgas und einem gleichen Volumen Salpetergas brennt, wenn es entzündet wird, mit gelber oder grüner leuchtender Flamme, und es wird ein Theil des Schwefels abgeschieden. Ist das Verhältniß des Salpetergas zu dem des Schwefelwasserstoffgas wie 2 zu 1, so findet ohne Entzündung eine gegenseitige Einwirkung unter ihnen statt; der Wasserstoff des einen Gas bemächtigt sich eines Theiles des Sauerstoffes des anderen, es wird Schwefel abgesetzt, und als Rückstand fand Kirwan oxydirtes Stickgas. Salpetrichte Säure, die mit dem Schwefelwasserstoffgas in Verührung gebracht wird, verursacht eine augenblickliche Zersetzung desselben und Bildung von oxydirtem Stickgas. Wird die Säure der wässerigen Auflösung des Gas zugesetzt, so zersetzt es dieselbe und der Schwefel wird abgeschieden.

Läßt man den elektrischen Funken durch Schwefelwasserstoffgas hindurchgehen, so wird Schwefel abgesetzt, und

sein Raummumfang wird nicht verändert. Führt man fort, elektrische Funken hindurchschlagen zu lassen, so wird nach und nach aller Schwefel abgetrieben, und der Raummumfang des Gas bleibt unverändert. Wird Schwefel in Wasserstoffgas stark erhitzt, so wird ein Theil des letzteren in Schwefelwasserstoffgas verwandelt, ohne daß eine Veränderung des Volumens stattfindet. Aus diesen Thatsachen geht hervor, daß es aus Wasserstoffgas, das Schwefel aufgelöst enthält, gebildet sey. Um das Verhältniß der Bestandtheile zu finden, braucht man nur von dem specifischen Gewichte des Schwefelwasserstoffgas das des Wasserstoffgas abzuziehen, so wird die Differenz das Gewicht des Schwefels geben.

Specifisches Gewicht des Schwefelwasserstoffgases 1,1912

— — des Wasserstoffgases 0,0683

Gewicht des Schwefels 1,1229

Es besteht demnach dem Gewichte nach aus

Wasserstoff 0,0683 5,733

Schwefel 1,1229 94,267

100,000

Berzelius giebt die Bestandtheile dieser Zusammensetzung folgendermaßen an:

Wasserstoff 5,824

Schwefel 94,176

100,000

Dieses entspricht einem Verhältnisse Schwefel und zwei Verhältnissen Wasserstoff. Das Gewicht eines Massentheils dieser Zusammensetzung ist demnach 213,6.

10. Die Verbindung des Schwefels mit Kohlenstoff wurde im Jahre 1796 von Lampadius entdeckt, als er ein Gemenge aus Schwefelkies und Kohle der Destillation unterwarf. In der Folge fand er, daß ein Ge-

menge aus Holz und Schwefelkie, aus bituminösem Holze und Schwefelkie, aus Kohlenblende und Schwefelkie das selbe Produkt lieferten, welches er wegen seiner Flüchtigkeit Schwefelalkohol nannte.

Element und Desormes, die bei ihren Untersuchungen der Natur der Kohle Schwefel langsam in Dämpfen über Kohlen streichen ließen, die in einer porzellanenen Röhre vorläufig so lange geglühet worden waren, bis die Gasentwicklung, welche bei der an und für sich geglüheten Kohle stattfindet, aufgehört hatte, erhielten ein ähnliches Produkt, das sie seinem Verhalten zufolge für eine Verbindung des Schwefels mit Kohlenstoff hielten, während L'ampadius, dem hierin Berthollet der Sohn, beipflichtete, gestützt auf einige Versuche, die er mit diesem Produkt angestellt hatte, es für eine Verbindung aus Schwefel und Wasserstoff erklärte. (Memoires d'Arcueil I. 304)

Cläzel, der eben diesen Gegenstand mit vieler Sorgfalt untersuchte (Ann. de Chim. LXXXIV. 72, 113.), folgerte aus seinen Versuchen, daß dieses Produkt aus Kohlenstoff, Schwefel, Wasserstoff und Stickstoff zusammengesetzt sey, daß sich der Schwefel in dieser Verbindung in einem Zustande befinde, der von dem, in welchem er gewöhnlich erhalten wird, verschieden ist, daß er wahrscheinlich desoxydirt sey, indem er eine größere Menge Sauerstoff als gewöhnlich erfordere, um in schweflichte Säure verwandelt zu werden u. s. w.

Berthollet der Vater, Thenard und Vauquelin wurden von dem National-Institute beauftragt, die Abhandlung von Cläzel zu prüfen, sie wiederholten mehrere der von ihm angestellten Versuche, und zogen die Folgerung, daß dieses Produkt eine Zusammensetzung aus 15

Kohlenstoff und 85 Schwefel sey. (Annales de Chimie. LXXXIII. 252.)

Berzelius und Marcet lieferten kurz darauf eine sehr genaue Untersuchung dieser Zusammensetzung, wodurch das Urtheil der französischen Chemisten vollkommen bestätigt wurde.

Um den Schwefelkohlenstoff darzustellen, kann man sich mit Vortheil nachstehender Verfahrensarten bedienen:

Ein Flintenlauf oder eine porzellanene Röhre werden in einer etwas geneigten Richtung quer durch einen Reverberiröfen gelegt. An ihrem unteren Ende befestigt man einen Vorkopf, der in eine tubulirte Vorlage geführt wird. Aus der Tubulirung der Vorlage geht eine gekrümmte Röhre heraus, die bis auf den Boden einer bis auf die Hälfte mit Wasser angefüllten, mit zwei Tubulirungen versehenen Flasche reicht; aus der anderen Tubulirung geht eine andere Röhre heraus, die unter mit Wasser oder Quecksilber gefüllte Flaschen geleitet wird. Nachdem durch die obere Oeffnung der Röhre Stücke wohl ausgeglüheter Kohle geschüttet worden, so erhitzt man sie nach und nach bis zum Rothglühen. Durch dieselbe Oeffnung bringt man von Zeit zu Zeit einige Stücke Schwefel ein, und verstopft, so wie dieses geschieht, jedesmal die Röhre. Der Schwefel kommt bald in Fluß, und verwandelt sich in Dämpfe, diese gehen durch die Kohle hindurch, verbinden sich mit derselben und bilden Schwefelkohlenstoff, der sich größtentheils in der Vorlage und Flasche verdichtet; es ist zweckmäßig, um die Verdichtung zu befördern, die Vorlage mit Eis zu umgeben. Außerdem bilden sich Gasarten, die ein Gemenge aus Kohlenwasserstoffgas, gasförmigem Kohlenoxyd, Schwefelwasserstoffgas und dunstförmigem Schwefelkohlenstoff

sind *). Ein Theil des Schwefels entzieht sich der Zersetzung, und sammelt sich fast ganz im Vorstoß.

Ein anderes Verfahren ist nachstehendes. In einer Retorte aus Steingut glühet man 19 bis 26 Loth gewälzte Kohle, und läßt sie nachmals, indem man die Retorte verstopft, erkalten. Hierauf schüttet man zwei bis vier Pfund fein gepulverten Schwefelkies hinzu, mengt alles wohl durch Schütteln, legt die Retorte in einen Reverberirofen, bringt an ihrem Halse einen Vorstoß an, der so wie bei dem kurz vorher beschriebenen Apparate in eine tubulirte Vorlage geleitet wird. Die Retorte wird hierauf stufenweise bis zum starken Rothglühen erhitzt. Es wird ein Theil des im Schwefelkies enthaltenen Schwefels frei, dieser verbindet sich mit der Kohle zu Schwefelkohlenstoff, der sich in der Vorlage und dem Vorstoß sammelt, außerdem entweicht etwas Gas, welches ein Gemenge aus Schwefelwasserstoffgas, gasförmiger, schweflichter Säure, Kohlenwasserstoffgas und dunsiförmigem Schwefelkohlenstoff ist; die beiden ersten zerfallen sich, so wie sie mit dem Wasser in Verührung kommen. Die gasförmige Schwefelsäure rührt vom Schwefelkies, der Wasserstoff vom Wasser und der Kohle her.

Nach Beendigung der Destillation kann man, indem man neue Antheile Schwefelkies in die Retorte schüttet, und die Destillation erneuert, neue Antheile Schwefelkohlenstoff gewinnen. Es verdient bemerkt zu werden, daß wenn die Kohle nicht geglühet wurde, sich während der ersten dieser

*) Der Sauerstoff rührt wahrscheinlich von etwas Feuchtheit her, welche den Stöpfeln der Gefäße anhängt, der Wasserstoff hat dieselbe Quelle, vielleicht giebt der Schwefel und auch wohl die Kohle eine kleine Menge desselben.

Destillationen dieses Produkt nicht bildet. (Annales de Chimie. T. LXXXIV. p. 72.)

Welche dieser Verfahrensarten man auch befolgt, so nimmt der Schwefelkohlenstoff, welcher sich gebildet hat, den Boden des Vorstoßes und der Vorlage ein. Von dem überstehenden Wasser wird er dadurch geschieden, daß man das Ganze in einen Trichter mit langem Halse schüttet, den man mit dem Finger verschließt. Der Schwefelkohlenstoff begiebt sich bald an die untere Stelle; so wie er recht durchsichtig ist, läßt man ihn durch Hinwegnahme des Fingers, vermittelst eines anderen Trichters, in eine Flasche abfließen, verschließt jedoch die Oeffnung früher, ehe aller Schwefelkohlenstoff ausgefloßen ist.

In diesem Zustande hat der Schwefelkohlenstoff zuweilen eine gelbliche Farbe, und enthält mehr Schwefel als nachdem er durch Destillation gereinigt worden. Man sieht hieraus, daß es wenigstens zwei Verbindungen des Schwefels mit Kohlenstoff giebt, von denen die eine eine größere, die andere eine geringere Menge Schwefel enthält. Erstere verflüchtigt sich der Luft ausgesetzt nicht gänzlich, und setzt Schwefel in Krystallen ab; wird sie der Destillation unterworfen, so scheidet sich ebenfalls Schwefel ab. Dasselbe läßt sich durch Destillation bewirken. Zu dem Ende destillirt man sie aus einer kleinen Glasretorte, deren Hals in eine tubulirte, zum Theil mit Wasser angefüllte Vorlage geführt wird, und an deren Tubulirung eine Röhre angebracht ist. Die Destillation findet bei einer Temperatur, die weit unter der Siedhitze des Wassers ist, statt. In diesem letzten Zustande, in welchem das Verhältniß der Bestandtheile als beständig betrachtet werden kann, wird der Schwefelkohlenstoff im Verfolg betrachtet werden.

Der Schwefelkohlenstoff ist eine eben so farblose und durchsichtige Flüssigkeit als Wasser. Er hat einen scharfen, stechenden, etwas aromatischen Geschmack. Sein Geruch ist ekelerregend und sinkend, dabei ganz eigenthümlich. Sein specifisches Gewicht ist nach Berzelius und Marcet 1,272, nach Klügel 1,263, das specifische Gewicht des Wassers als Einheit angenommen.

An der freien Luft verdunstet er, ohne verändert zu werden, oder einen Rückstand zu lassen. Die Expansivkraft seines Dunstes hält bei einer Temperatur von $63,5^{\circ}$ einer Quecksilbersäule von 7,36 Zoll das Gleichgewicht; so daß demnach der Rauminfang der Luft, zu dem man ihn bei dieser Temperatur treten läßt, ungefähr um ein Viertel erweitert wird.

Bei einer Temperatur zwischen 105° und 110° kocht er rasch; er gefriert nicht, wenn er bis -60° erkaltet wird. Er gehört zu den flüchtigsten Flüssigkeiten, die bekannt sind, und erzeugt einen höheren Grad der Kälte durch Verdunsten als irgend eine andere Substanz. Wird die Kugel eines Thermometers mit feiner Leinwand umwickelt, die in diese Flüssigkeit eingetaucht worden, so sinkt es von 60° bis bei nahe auf Null. Wird es unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht, und die Luft rasch hinweggenommen, so sinkt das Thermometer in weniger als zwei Minuten auf -82° . Eine noch so hohe Temperatur vermag nicht den Schwefelkohlenstoff zu zersetzen. Wird ihm ein brennender Körper genähert, so entzündet er sich.

Bei einer Temperatur, die ungefähr der gleich ist, bei welcher Quecksilber siedet, fängt der Schwefelkohlenstoff an der freien Luft Feuer, brennt mit blauer Flamme, und stößt den Geruch nach schweflichter Säure aus. Sein Dunst

detonirt, wenn er mit Sauerstoffgas gemengt wurde, durch den elektrischen Funken. Die Produkte sind, wenn ein kleines Verhältniß von Sauerstoff angewandt wurde, schweflichte Säure, Kohlenäure und gasförmiges Kohlenoxyd; ist hingegen die Menge des Gas dem sechs bis siebenfachen Volumen des Dunstes vom Schwefelkohlenstoffe gleich, so wird aller Kohlenstoff in kohlenäures Gas verwandelt. Zur Anstellung dieser Versuche muß man sich eines sehr starken Eudiometers bedienen, und nur sehr kleine Mengen anwenden, weil die Detonation sehr stark ist.

Das Wasser löst dieses Produkt nicht auf; wird es damit geschüttelt, so setzt es sich bald nachher auf dem Boden des Gefäßes in Kügelchen ab, welche ein dächtres Ansehen haben. Alkohol und Aether, desgleichen die fetten und flüchtigen Oele, lösen den Schwefelkohlenstoff auf. Ein Zusatz von Wasser zu seiner Auflösung in Alkohol und Aether schlägt ihn sogleich nieder.

Er verbindet sich innig mit den Alkalien, und stellt Zusammensetzungen dar, welche Berzelius Kohlenstoffschwefelverbindungen (Carbosulphuretum) nennt.

Von den Säuren greift nur die Mischung von Salpetersäure und Salzsäure (das sogenannte Königswasser) den Schwefelkohlenstoff an. Wird Schwefelkohlenstoff mit Salpetersäure und recht concentrirter Salzsäure in Berührung gebracht, so nimmt er nach und nach eine orangefelbe Farbe an, es entweicht Salpetergas, und er verwandelt sich nach mehreren Wochen in einen weißen, krystallisirten Körper, der dem Kampher ähnelt, und nach Berzelius aus Kohlenäure, schweflichter Säure und Salzsäure besteht.

Löst man den Schwefelkohlenstoff langsam durch rothglühendes Kupfer hindurchgehen, so erfolgt eine vollständige

Zersetzung desselben. Wurde eine hinreichende Menge Kupfer angewandt, so fand keine Gasentwicklung statt; das Produkt war Schwefelkupfer mit Kohle. Durch Auflösen des Kupfers in verdünnter salpetrichter Säure und Sublimation des Schwefels von der Kohle ließ sich das Verhältniß seiner Bestandtheile finden. Auf diesem Wege zerlegten Berthollet, Lhenard und Wauquelin den Schwefelkohlenstoff. Läßt man ihn langsam durch erhitztes rothes Eisenoxyd gehen, so wird er ebenfalls vollständig zersetzt; es werden Schwefeleisen, schweflichte Säure und kohlenfaures Gas gebildet. Durch dieses Verfahren zerlegte Berzelius den Schwefelkohlenstoff.

Das Verhältniß der Bestandtheile in dieser Zusammensetzung fand Wauquelin.

Kohlenstoff	14 bis 15
Schwefel	85 — 85

Nach Berzelius und Marcet sind die Bestandtheile des Schwefelkohlenstoffes:

Schwefel	84,23	.	100,00
Kohlenstoff	15,77	.	18,72
	<hr/>		100,00

Das Gewicht eines Massenthcilchens desselben giebt Berzelius gleich 477,65 an, und es ist aus zwei Massenthcilchen Schwefel und einem Massenthcilchen Kohlenstoff gebildet.

11. Schwefel und Phosphor verbinden sich in sehr verschiedenen Verhältnissen mit einander. Marggraf war der erste, welcher diese Verbindung darstellte. Pelletier untersuchte in der Folge diesen Gegenstand mit Sorgfalt. (Ann. de Chim. T. IV. p. 1 etc.) Mussin Puschkine (a. a. D. B. XXX. S. 53.) Lhenard (a. a. D. B.

LXXXI. S. 109 ff.) Accum (Nicholson's Journal Vol. VI. p. 32.) beobachteten mehrere Eigenschaften dieser Zusammenlegungen, und Dr. Briggs lehrte besonders die Umstände kennen, unter denen diese Verbindung stattfindet. (a. a. D. B. VII. S. 58.)

Die Verbindung des Phosphors mit dem Schwefel läßt sich am besten auf folgende Art bewerkstelligen. Man nimmt eine an einem Ende zugeschmolzene gläserne Röhre von ungefähr vier Zoll Länge und $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll Weite, schüttet durch das offene Ende eine halbe bis $\frac{2}{3}$ Drachme Phosphor in dieselbe, schmilzt diesen, und setzt, nachdem er geschmolzen ist, den Schwefel, mit dem man ihn verbinden will, in kleinen Stücken zu. Ehe ein neues Stück Schwefel zugelegt wird, wartet man, bis die Vereiningung mit dem vorhergehenden erfolgt ist, welches man an einem kleinen Geräusch erkennt, welches diese Vereiningung begleitet.

Die Verbindung des Phosphors mit dem Schwefel läßt sich auch auf die Art bewerkstelligen, daß man beide Körper in eine mit Wasser angefüllte Retorte oder Flasche schüttet, und vorsichtig und langsam sie erhitzt. Sie verbinden sich, so wie der Phosphor geschmolzen ist, nach und nach mit einander, und es werden Schwefelwasserstoffgas und phosphorige Säure oder Phosphorsäure gebildet. Man muß daher die Hitze mit großer Vorsicht anwenden, weil der Schwefelphosphor die Eigenschaft besitzt, das Wasser zu zersetzen, wie bereits Marggraf bemerkte, Pelletier bestätigt hat. Das Verhältniß der Zersetzung wächst rasch mit der Temperatur, und Thénard erfuhr zweimal eine heftige Detonation, als die Flüssigkeit bis zum Sieden erhitzt wurde.

Der Schwefelphosphor hat eine gelblich weiße Farbe

und ein krystallinisches Ansehn. Er ist entzündlicher als der reine Phosphor, und übert eine starke Wirkung auf das Sauerstoffgas, vorzüglich bei Mitwirkung einer gelinden Wärme. Durch Verührung mit der atmosphärischen Luft wird er ebenfalls entzündet, wenn die Temperatur etwas erhöht ist. Entzündet man ihn mittelst eines heißen Drahtes, läßt ihn kurze Zeit brennen, und lösch ihn nachmals dadurch aus, daß man die Luft abhält, so scheint der Phosphor oxydirt zu seyn, und die Mischung besitzt die Eigenschaft, von selbst Feuer zu fangen, so wie sie mit der atmosphärischen Luft bei der gewöhnlichen Temperatur derselben in Verührung kommt. Es scheint, daß diese Verbindung gebildet werde, und Feuer fange, wenn man ein Schwefelholz in ein Fläschchen, welches Phosphor enthält, taucht. Dieses wird wahrscheinlich durch folgenden Versuch. Bringt man in einen kleinen Glaszylinder 30 Gran Phosphor und 15 Gran Schwefel in kleinen Stücken, so verbinden sich diese beide Körper endlich, obgleich die Verbindung weder durch Reiben, noch durch äußere Wärme begünstigt wird.

Wird der Schwefelphosphor einer hinreichenden Wärme ausgesetzt, so wird er verflüchtigt. Die Verflüchtigung läßt sich leicht in einer kleinen gekrümmten Glasglocke bewirken. Es scheint, daß der Antheil, welcher sich zuerst verflüchtigt, eine größere Menge Phosphor enthalte, als der, welcher späterhin verflüchtigt wird, dieses ist vorzüglich dann der Fall, wenn der Schwefelphosphor gleiche Theile seiner Elemente enthält.

Der Schwefelphosphor ist leichtflüssiger, als der Phosphor, doch hat das Verhältniß der Bestandtheile auf den Grad der Schmelzbarkeit Einfluß. Nachstehende Tabelle enthält die Resultate, welche Pelletier bei seinen Versuchen über diesen Gegenstand erhielt.

8 Phosphor	}	erstarrt bei 77°
1 Schwefel		
8 Phosphor	}	. . . 59°
2 Schwefel		
8 Phosphor	}	. . . 50°
4 Schwefel		
8 Phosphor	}	. . . 41°
8 Schwefel		
4 Phosphor	}	. . . 54,5°
8 Schwefel		
2½ Phosphor	}	. . . 99,5°
8 Schwefel		

Hieraus geht hervor, daß die Verbindung aus gleichen Theilen Phosphor und Schwefel am leichtflüssigsten sey. Lavoisier hingegen fand, daß eine Verbindung aus zwei Theilen Phosphor und einem Antheile Schwefel leichtflüssiger war, als die aus gleichen Theilen beider Elemente gebildete.

12. Der Schwefel verbindet sich mit Wasser und bildet, nach Thomson, ein sogenanntes Hydrat. Wird Schwefel aus irgend einer Auflösung gefällt, so erscheint er mit weißer Farbe, die sich nach und nach, wenn der Schwefel der freien Luft ausgesetzt wird, in grünlich gelb umändert. Mehrere hielten diesen Körper für ein Schwefeloxyd. Wird jedoch das weiße Pulver oder die Schwefelmilch, wie sie auch genannt wird, in einer Retorte einer schwachen Hitze ausgesetzt, so nimmt es bald eine gelbe Farbe an. Tröpfelt man auf der anderen Seite etwas Wasser in schmelzenden Schwefel, so nimmt die Stelle, die mit dem Wasser unmittelbar in Verührung ist, augenblicklich die weiße Farbe der Schwefelmilch an. Läßt man gemeinen Schwe-

fel, der sublimirt wurde, in ein mit Wasserdämpfen angefülltes Gefäß treten, so erhält man Schwefelmilch von der gewöhnlichen weißen Farbe statt der Schwefelblumen. Diese Thatsachen berechtigen, die Schwefelmilch für eine Zusammensetzung aus Schwefel und Wasser zu halten, und anzunehmen, daß die ursprüngliche Farbe des Schwefels grünlichgelb, die weiße hingegen eine Anzeige von der Gegenwart des Wassers sey.

13. Unseren bisherigen Kenntnissen zufolge muß der Schwefel als ein einfacher Körper betrachtet werden. Berthollet der Sohn folgerte aus einigen Versuchen, daß er Wasserstoff enthalte, indem sich Spuren davon bei der wechselseitigen Einwirkung von Schwefel und Kohle in der Rothglühhitze, bei Verbindung des Schwefels mit Metallen durch's Schmelzen, und wenn man Schwefel in Dämpfen durch eine glühende Glasröhre hindurchgehen ließ, zeigten. (Journal de Physique. Avril 1807.) Auch H. Davy bemerkte die Bildung von Schwefelwasserstoffgas, wenn Kalium mit Schwefel durch Schmelzen vereinigt wurde. Wurde Schwefel der Einwirkung einer kräftigen galvanischen Batterie ausgesetzt, so entwickelte sich ebenfalls Schwefelwasserstoffgas, dessen Volumen dem fünffachen Volumen des Schwefels gleich war. Er nahm ferner an, daß der Sauerstoff einen Bestandtheil des Schwefels ausmache, da nach seiner Ansicht der Sauerstoff ein Element des Schwefelwasserstoffes ist. (Philos. Transact. 1809.)

Spätere Untersuchungen dieses Gegenstandes haben jedoch diese Ansichten keinesweges bestätigt. Gay Lussac und Thénard fanden die Quelle auf, die Davy's Irrthum in Hinsicht der Folgerungen, die er aus seinen Resultaten zog, veranlaßt hatten. Sie zeigten, daß der Schwefel

felwasserstoff keinen Sauerstoff enthalte. (Recherches physico-chim. T. I. p. 187.) Die Spuren von Wasserstoff oder Sauerstoff in den anderen Versuchen röhren wahrcheinlich von anhängender Feuchtigkeit her. Berzelius fand in dem sehr wichtigen Falle der Vereinigung des Schwefels mit den Metallen, daß wenn der Schwefel vollkommen trocken ist, sich kein Wasserstoff entwickle.

Siebenter Abschnitt.

Von der Chlorine.

Man kann sich Chlorine durch folgendes Verfahren verschaffen.

In eine kleine Glasretorte schüttet man gepulvertes schwarzes Manganoryd, und gießt darauf so viel von der gewöhnlich im Handel vorkommenden Salzsäure, daß das Ganze in einen dünnen Brei verwandelt wird. Die Mündung der Retorte wird in die mit Wasser angefüllte pneumatische Banne eingetaucht, und über sie ein ebenfalls mit Wasser angefülltes gläsernes Gefäß gestellt. Der Boden der Retorte wird durch eine Lampe erhitzt. Es entwickelt sich ein Gas, welches das Innere des Gefäßes anfüllt. So wie dieses erfolgt ist, wird es hinweggenommen, seine Mündung durch einen eingeklippten Glasstopfen geschlossen, und ein neues Gefäß an die Stelle des abgenommenen gesetzt u. s. w. Dieses Gas ist Chlorine.

Diese Substanz wurde von Scheele entdeckt und in seiner Abhandlung über den Braunsstein, dessen Untersuchung ihn

Ihn drei Jahre beschäftigt hatte, in den Schriften der schwedischen Akademie vom Jahre 1774 beschrieben. (Man sehe: Scheele phys. chem. Schr. V. II. S. 41, 55 ff.) Er gab ihr den Namen dephlogistisirte Salzsäure, indem er sie für Salzsäure hielt, welcher das Phlogiston entzogen worden. Berthollet stellte um das Jahr 1785 eine Reihe von Versuchen mit ihr an, die in den Schriften der französischen Akademie bekannt gemacht wurden. Er glaubte dargethan zu haben, daß sie eine Zusammensetzung aus Salzsäure und Sauerstoff sey, eine Meinung, die bald von allen Chemisten angenommen wurde. Aus diesem Grunde erhielt sie den Namen oxydirte oder oxygenisirte Salzsäure.

Die Versuche von Berthollet und Scheele wurden häufig wiederholt und abgeändert. Eine äußerst merkwürdige Ansicht über die Natur dieser Substanz wurde von den Herren Gay Lussac und Thénard im zweiten Bande ihrer Recherches physico-chimiques Seite 94 aufgestellt. Sie zeigten, daß die Meinung, die bisher sogenannte oxydirte Salzsäure enthalte keinen Sauerstoff, sich vertheidigen lasse; sie führten jedoch Gründe an, denen zufolge die ältere Ansicht ihnen wohl erwiesen schien. Ein Auszug ihrer wichtigen Versuche wurde 1807 im zweiten Bande Seite 295 der Memoires d'Arcueil bekümt gemacht. Diese Versuche zogen die Aufmerksamkeit von mehreren Chemisten auf sich. Die Herren Dulong, Cuvier und Ampère traten der Meinung bei, daß die Chlorine eine einfache Substanz sey, und Cuvier suchte sogar in einer dem National-Institute vorgelegten Abhandlung zu zeigen, daß die entgegengesetzte Meinung notwendig irrig sey. Vorzüglich sagte Humphry Davy diese Ansicht auf und

theilte der Königl. Societät zu London eine Abhandlung mit, in welcher er zeigte, daß sich kein Sauerstoff aus der oxydirten Salzsäure abscheiden lasse, auch kein Beweis für sein Daseyn in derselben geführt werden könne. Diese Abhandlung wurde in den philosophischen Transaktionen vom Jahre 1810 Seite 231 ff. bekannt gemacht. Auf sie folgte bald eine zweite über denselben Gegenstand (Phil. Transact. 1811. p. 1.). Er stellte als Folgerung aus seinen Versuchen auf, daß die oxydirte Salzsäure ein unzerlegter Körper sey. Aus diesem Grunde gab er ihr den Namen Chlorine von der gelben Farbe, die sie auszeichnet. Diese Benennung ist jetzt beinahe allgemein von den Chemisten angenommen. Anfänglich waren wenige geneigt, der Ansicht von Davy beizupflichten. Spätere Entdeckungen haben jedoch das Gewicht seiner Schlüsse ungemein verstärkt, und jetzt ist die Mehrzahl der Chemisten dieser Meinung beigetreten.

Die Chlorine besitzt nachstehende Eigenschaften:

1. Sie erscheint als ein gasförmiger Körper, und sie besitzt die mechanischen Eigenschaften der Luft. Ihre Farbe ist grünlich gelb. Ihr Geruch ist ungemein stark und erstickend, dem des Königwassers (der wohl bekannten Mischung aus Salpetersäure und Salzsäure) vollkommen ähnlich. Athmet jemand die Dämpfe der Chlorine ein, so hat er eine unerträgliche Empfindung von Ersticken, es entsethet ein heftiger mit starkem Auswurf begleiteter Husten, der einige Zeit anhält, und einen hohen Grad von Schwäche veranlaßt. Ihr Geschmack ist zusammenziehend.

2. Das specifische Gewicht der gasförmigen Chlorine ist den Versuchen von Gay Lussac und Thénard zufolge (Recherches physico-chimiques. T. II. p. 125)

2,4700; Davy fand es gleich 2,395. Aus theoretischen Gründen bestimmt Dr. Prout das specifische Gewicht derselben gleich 2,500. Bei allen diesen Angaben wird das der atmosphärischen Luft gleich 1,000 gesetzt. Nimmt man die letzte Angabe als die richtige an, so würden 100 rheinl. Duodecimal: Kubikzoll derselben bei einer Temperatur von 32° und einem Barometerstande von 28 Zoll, 95,832 Gran Nürnberger Medicinal: Gewicht wiegen.

3. Wird irgend eine Pflanzenfarbe der Einwirkung der Chlorine ausgesetzt, so wird sie sogleich zerstört, der gefärbte Körper wird weiß und die Farbe kann nachmals durch kein bekanntes Mittel wieder hergestellt werden. Diese Eigenschaft wurde zuerst von Scheele bemerkt, und Berthollet gründete darauf den Vorschlag, sich der Chlorine zum Bleichen der Zeuge zu bedienen. Dieses Verfahren ist nachmals in den Fabriken aller Länder eingeführt worden. In England hat Watt zuerst, nach Thomson (Annals of Philosophy. Vol. VIII. p. 2.) diesem Verfahren Eingang verschafft.

4. Wird eine brennende Kerze in eine mit gasförmiger Chlorine angefüllte Flasche getaucht, so fährt sie fort mit einer schwachen, rothen Flamme zu brennen, stößt viel Dampf aus, ohne besondere Lichtentwicklung. Wird ein Stück Phosphor in dieses Gas gebracht, so entzündet es sich von selbst, und brennt mit blassem, gelblich grünen Lichte. Ammonium, Arsenik, Zink, Eisen und mehrere andere Metalle fangen, in Chlorine getaucht, von selbst Feuer, und brennen mit beträchtlichem Glanze. In allen diesen Fällen des Verbrennens nimmt die Menge der Chlorine ab, und wenn eine hinreichende Menge des brennbaren Körpers vorhanden ist, so verschwindet das Gas gänzlich. Der brenn-

bare Körper wird in seinem Ansehn ganz verändert, und in eine neue Substanz verwandelt, die man ein Chlorid, oder eine Chlorine-Verbindung genannt hat; sie ist eine Verbindung des brennbaren Körpers mit der Chlorine.

5. Wird ein Thier in eine Atmosphäre von gasförmiger Chlorine getaucht, so stirbt es nach wenigen Athembzügen. Dieses Gas ist demnach unfähig das thierische Leben zu unterhalten. In dieser Hinsicht unterscheidet es sich gänzlich vom Sauerstoffe.

6. Ist dieses Gas rein, so wird es in beträchtlicher Menge vom Wasser absorhirt; ist es mit atmosphärischer Luft oder irgend einer anderen Gasart gemengt, so erfolgt jedoch die Absorbition ungleich langsamer. Den Versuchen von Dalton zufolge (Ein neues System des chemischen Theiles der Naturwissenschaft. B. II. S. 90.) nimmt bei der gewöhnlichen Temperatur und dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre ein Raumtheil Wasser zwei Raumtheile gasförmiger Chlorine in sich. Das Wasser nimmt davon die grünlich gelbe Farbe, den unangenehmen Geruch, den adstringirenden Geschmack und die bleichenden Eigenschaften des Gases selbst an.

7. Wird Chlorine in Verbindung mit irgend einem anderen Körper der Wirkung einer galvanischen Batterie ausgesetzt, so wird die Zusammensetzung zerlegt, und die Chlorine lagert sich an dem positiven Pole, während die andere Substanz sich nach dem negativen hinbegiebt. Es läßt sich erwarten, scheint jedoch auf dem Erfahrungswege nicht ausgemittelt zu seyn, daß wenn Sauerstoff und Chlorine vereinigt der Wirkung der galvanischen Batterie ausgesetzt werden, sich der Sauerstoff nach dem positiven, die Chlorine nach dem negativen Pole hinbegeben werde. Bei hohen

Temperaturen treibt die Chlorine den Sauerstoff aus mehreren seiner Verbindungen mit den Metallen aus, und tritt an seine Stelle.

8. Man kann die gasförmige Chlorine durch eine weiß glühende porzellanene Röhre hindurchtreiben, ohne daß sie eine Veränderung erfährt.

9. Die Chlorine vermag sich mit Sauerstoff zu verbinden, und vier verschiedene Substanzen darzustellen, die besonders untersucht worden sind. Diese Verbindungen lassen sich nicht unmittelbar darstellen, sondern man bedient sich hiezu eines Salzes, welches Berthollet zuerst bereitet und beschrieben hat. Dasselbe führte sonst den Namen überoxydiertsalzsaures Kali, jetzt nennt man es chlorinsaures Kali. Es wird erhalten, wenn man das gewöhnliche im Handel vorkommende Kali in Wasser auflöst, und durch die Auflösung einen Strom gasförmiger Chlorine, so lange als noch etwas davon absorbiert wird, hindurchgehen läßt. Nach einiger Zeit finden sich flache, rhomboidale Krystalle ein, die einen bedeutenden Glanz haben; diese Krystalle sind das Salz, wovon die Rede ist.

Aus diesem Salze lassen sich die verschiedenen Verbindungen der Chlorine mit dem Sauerstoffe auf nachstehendem Wege darstellen.

a. Wird dieses Salz in eine kleine Glasflasche geschüttet, und mit Salzsäure übergossen, so findet ein Aufbrausen und die Entwicklung einer reichlichen Menge eines grünlich gelben Gas statt. Wird die Salzsäure mit Wasser verdünnt, ist die Menge des in der Mischung befindlichen Salzes im Verhältniß gegen die der Säure sehr bedeutend, und wird eine nur gelinde Wärme angewandt, so entwickelt sich sehr langsam eine Gasart, die in kleinen mit Quecksilber

gefüllten und gesperrten Zylindern aufgefangen werden kann. Wurde dieses Gas auf die angegebene Art bereitet, so ist es zweckmäßig, es 24 Stunden in Berührung mit dem Quecksilber stehen zu lassen, indem das frischbereitete Gas stets mit einer bedeutenden Menge gasförmiger Chlorine verunreinigt ist, wodurch die Eigenschaften desselben verdeckt und verändert werden. Das Quecksilber absorbirt die Chlorine und verbindet sich damit, während es auf das neue Gas ohne Wirkung ist. Es entzieht mithin dem Gemenge nach und nach die Chlorine, und das neue Gas bleibt rein zurück.

Das neue Gas wurde im Jahre 1811 von Humphrey Davy entdeckt und auf die erwähnte Art bereitet. Er gab denselben den Namen Euechlorine, passender scheint jedoch die Benennung erstes Chlorinoryd zu seyn, wodurch angezeigt wird, daß es eine Zusammensetzung aus Chlorine mit der kleinsten Menge Sauerstoff sey, mit der es sich zu verbinden vermögend ist. Es besitz nachstehende Eigenschaften.

Seine Farbe ist ungleich gesättigter und gelber als die der Chlorine. In einer kleinen Glasröhre gesammelt erscheint es gelb, dahingegen die Chlorine unter denselben Umständen wegen Mangel an Färbung kaum sichtbar ist.

Sein Geruch ähnelt dem des verbrannten Zuckers, der jedoch mit dem der Chlorine gemischt ist. Wahrscheinlich rührt letzter Geruch von der Beimischung einer geringen Menge gasförmiger Chlorine her; denn es ist ungemein schwer, ihm allen Antheil davon zu entziehen.

Wird ein mit dem ersten Chlorinoryd angefülltes Gefäß mäßig erwärmt, so findet eine Explosion statt, das Gas wird zersetzt, und als Rückstand ein Gemenge aus gasfö-

miger Chlorine und Sauerstoff gefunden. Eine sehr geringe Wärme wird zu dieser Zersetzung erfordert, oft ist die Wärme der Hand dazu hinreichend. Die Explosion ist nur schwach.

Den Versuchen von Davy zufolge werden fünf Theile, dem Raummumfange nach, des ersten Chlorinoryds durch die Zersetzung zu sechs Theilen ausgedehnt, und das zersetzte Gas ist ein Gemenge aus zwei Theilen (dem Raummumfange nach) Chlorine und einem Theile Sauerstoffgas. Within sind die Bestandtheile desselben dem Gewichte nach:

Chlorine	5,000	81,82	100,00	4,50
Sauerstoff	1,111	18,18	22,22	1,00
		100,00		

Drückt man wie bisher durch 100 das Gewicht eines der kleinsten Theilchen des Sauerstoffes aus, das sich mit einem Körper vereinigen kann, und sieht man dieses Oxyd als aus einem Massenthelchen Chlorine und einem Massenthelchen Sauerstoff gebildet an, so würde das Gewicht eines Massenthelchen Chlorine sich gleich 450, eines Massenthelchen dieser Zusammensetzung gleich 550 ergeben. Nach Berzelius würde das Gewicht eines Massenthelchens Chlorine 221,325 betragen.

Aus den angeführten Datis geht hervor, daß das specifische Gewicht des ersten Chlorinoryds 2,407 ist, das specifische Gewicht der Luft gleich 1 gesetzt.

Dieses Gas zerstört eben so wie die Chlorine Pflanzenfarben, es ertheilt aber anfänglich den blauen Farben einen Stich in's Rothe.

Mehrere Substanzen, wie der Phosphor, entzündeten sich, wenn sie mit dem ersten Chlorinoryd in Berührung kommen, und veranlassen eine Explosion.

Das Wasser absorbirt sein achtfaches Volumen von dies

fem Gas, und erhält dadurch eine oraniengelbe Farbe, so wie den eigenthümlichen Geruch des Gas. (Man sehe: Philosophical Transactions. 1811. p. 155.)

b. Das zweite Chlorinoryd wurde fast zu gleicher Zeit von Humphry Davy und dem Grafen Stadion entdeckt, allein Davy's Nachricht wurde etwas früher bekannt gemacht *). Man erhält diese Verbindung durch folgendes Verfahren.

Man mischt eine kleine Menge (nicht mehr als 50 Gran) gepulvertes chlorinsaures Kali mit Schwefelsäure so, daß das Ganze einen trockenen Teig darstellt, der eine oraniengelbe Farbe hat. Diesen schüttet man in eine kleine gläserne Retorte, taucht den Bauch derselben in heißes Wasser, erhält sie einige Zeit in dieser Lage, und trägt Sorge, daß die Temperatur des Wassers nicht 212° erreicht. Es entwickelt sich ein gelblich grünes Gas aus dem Teige, das in kleinen, gläsernen, mit Quecksilber gefüllten und gesperrten Zylindern aufgefangen wird. Dieses Gas ist das zweite Chlorinoryd; es besitzt nachstehende Eigenschaften.

Seine Farbe ist glänzender gelblichgrün, als die des ersten Chlorinoryds. Es hat einen eigenthümlichen aromatischen Geruch, ohne Beimischung eines Geruches nach Chlorine. Wasser absorbirt wenigstens sein siebenfaches Volumen von diesem Gas. Die Auflösung ist dunkelgelb, und hat einen zusammenziehenden und fressenden Geschmack, der

*) Davy's Nachricht über diesen Gegenstand wurde in den philosophischen Transaktionen vom Jahre 1815 Seite 214 ff.; die des Grafen Stadion in Gilbert's Annalen B. LII. S. 179 ff., die im Februar 1816 erschienen, bekannt gemacht.

einen unangenehmen, bleibenden Eindruck auf der Zunge zurückläßt. Es zerföhrt feuchte, blaue Pflanzenfarben, ohne sie vorher zu röthen. Es wirkt nicht auf Quecksilber, noch auf irgend eine andere brennbare Substanz, mit der Davy Versuche angestellt hat, mit Ausnahme des Phosphors, der, wenn er in dieses Gas gebracht wird, eine Explosion veranlaßt und mit lebhaftem Glanze brennt.

Wird es bis zu 212° erhitzt, so explodirt es mit ungleich größerer Heftigkeit, als das erste Chlorinoryd, zugleich findet eine lebhafteste Lichtentwicklung statt.

Zwei Theile, dem Raummumfange nach, vom zweiten Chlorinoryd, wenn sie auf diese Art zum Explodiren gebracht wurden, werden zu drei Theilen ausgedehnt, die aus einem Gemenge von zwei Raumtheilen Sauerstoff und einem Raumtheile Chlorine bestehen. (Davy, Philos. Transact. 1815. p. 216; desgleichen Gay Lussac Annales de Chimie et de Physique. Vol. I. p. 220.)

Seine Bestandtheile sind demnach dem Gewichte nach:

Chlorine	2,5	52,94	100	4,50
Sauerstoff	2,222	<u>47,06</u>	88,88	4,00
		100,000		

Da nun das Gewicht eines Verhältnisses Chlorine durch 450; das eines Verhältnisses Sauerstoff durch 100 ausgedrückt wurde, so sehen wir aus dem letzten Zahlenverhältnisse in obenstehender Angabe, daß in dem zweiten Chlorinoryd ein Massenthelchen Chlorine mit vier Massenthelchen Sauerstoff verbunden ist. Das Gewicht eines Massenthelchens dieser Zusammensetzung wird demnach 850 seyn.

Nach dem Grafen Stadion sind die Bestandtheile dieser Zusammensetzung zwei Raumtheile Chlorine und drei Raumtheile Sauerstoff. Demnach würde es aus einem

Verhältnisse Chlorine und drei Verhältnissen Sauerstoff zusammengesetzt seyn.

Aus den oben, nach Davy, angeführten Daten geht hervor, daß das specifische Gewicht des zweiten Chlorinocorpus 2,361 ist, das der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen.

c. Die dritte Verbindung der Chlorine mit Sauerstoff ist Chlorinsäure genannt worden. Sie wurde zuerst von Gay Lussac in einem isolirten Zustande erhalten. Es ist diejenige Säure, welche einen Bestandtheil des sogenannten überoxydirtsalzsauren Kali ausmacht, das demnach richtiger chlorinsaures Kali genannt werden muß.

Gay Lussac stellte diese Säure durch nachstehendes Verfahren in einem gesonderten Zustande dar.

Er bereitete sich chlorinsaures Baryt, nach einem von Chevreul angegebenen Verfahren, das in der Folge beschrieben werden wird. Dieses Salz wurde in Wasser aufgelöst, und zu der Auflösung so lange verdünnte Schwefelsäure vorsichtig gesetzt, als noch ein Niederschlag fiel. Dadurch wurde alle Baryterde aus der Flüssigkeit entfernt, ohne Uebermaß von Schwefelsäure zurück zu lassen, so daß bei dem Filtriren nichts weiter als Chlorinsäure, welche das Wasser aufgelöst enthielt, zurück blieb.

Werden 100 Theile trockenes chlorinsaures Kali in einer Retorte der Rothglühhitze ausgesetzt, so entweicht Sauerstoffgas, dessen Menge 38,88 Theile dem Gewichte nach beträgt. Der Rückstand, welcher 61,12 wiegt, ist eine Zusammensetzung aus 32,196 Kalium und 28,924 Chlorine. Es erfordert aber 32,196 Kalium um in Kali (in welchem Zustande es einen Bestandtheil jenes Salzes ausmacht) verwandelt zu werden, 6,576 Sauerstoff. Es bleiben demnach

32,304 Sauerstoff übrig, die mit den 28,924 Chlorine verbunden gewesen seyn müssen, welche Verbindung die Chlorinsäure darstellte*).

Diesen Bestimmungen zufolge sind die Bestandtheile der Chlorine:

Chlorine	28,924	47,24	4,50
Sauerstoff	32,304	52,76	5,02
		100,00	

Den letzten Zahlenangaben zufolge ist diese Zusammensetzung aus einem Verhältnisse Chlorine und fünf Verhältnissen Sauerstoff gebildet.

d. Die vierte Verbindung der Chlorine mit Sauerstoff ist ebenfalls eine Säure, die man als höchstoxydirte Chlorine betrachten kann. Sie wurde vom Grafen Stadion entdeckt, und läßt sich auf folgendem Wege erhalten.

Bei Vereitung des zweiten Chlorinoxyds durch Behandlung des chlorinsauren Kaliums mit Schwefelsäure wird ein eigenthümliches Salz gebildet, das in der Retorte zurück bleibt. Dieses Salz wird am zweckmäßigsten bereitet, wenn auf jeden Gran chlorinsaures Kali drei bis vier Gran starke Schwefelsäure genommen werden. Nachdem die erste heftige Wirkung vorüber ist, wird Hitze angewandt und damit so lange fortgefahren, bis die gelbe Farbe der Masse verschwindet. Das auf diesem Wege bereitete Salz ist mit saurem schwefelsauren Kali*) verunreinigt, das sich durch eine zweite Krystallisation abscheiden läßt.

*) Diese Angaben, so wie die Natur der hier erwähnten Salzen werden in dem Verfolg dieses Buches erörtert werden.

Den Versuchen des Grafen Stadion zufolge giebt dieses Salz, wenn es der Hitze ausgesetzt wird, 45,92 Theile Sauerstoffgas, und es bleiben 54,08 Chlorine:Kalium zurück. Nun bestehen 54,08 Chlorine:Kalium aus

Kalium 28,49

Chlorine 25,59

54,08

Es erfordern aber 28,49 Kalium 5,819 Theile Sauerstoff, um in Kali verwandelt zu werden; mithin bleiben 40,1 Theile Sauerstoff übrig. Dieser Rechnung zufolge sind die Bestandtheile dieser Säure:

Chlorine 25,59 38,96 4,500

Sauerstoff 40,10 61,04 7,012

100,00

Der letzten Angabe nach, ist diese Säure aus einem Verhältnisse Chlorine und sieben Verhältnissen Sauerstoff gebildet.

Demnach ist das Verhältniß der Bestandtheile in den vier aus Chlorine gebildeten Zusammensetzungen:

Chlorine. Sauerstoff.

1. Erstes Chlorinoryd 1 Verh. + 1 Verh.

2. Zweites Chlorinoryd 1 — + 4 —

3. Chlorinsäure 1 — + 5 —

4. Höchstopdyrte Chlorine 1 — + 7 —

10. Die gasförmige Chlorine verbindet sich mit dem Wasserstoffe, die dadurch gebildete Zusammensetzung ist unter dem Namen der Salzsäure bekannt.

Setzt man gleiche Theile (dem Rauminfange nach) gasförmige Chlorine und Wasserstoffgas in einer gläsernen Röhre der Einwirkung der Sonnenstrahlen aus, so findet eine Explosion statt. Diese merkwürdige Thatsache wurde

zuerst von den Herren Gay Lüssac und Thénard (Recherches phys. chim. T. II. p. 129.) beobachtet*). Füllt man zwei gleiche gläserne Gefäße, die genau schließen, das eine mit trockener gasförmiger Chlorine, das andere mit Wasserstoffgas, und setzt sie mit einander verbunden dem Tageslichte, nicht aber den Sonnenstrahlen aus, so verschwindet die gelbe Farbe nach und nach und das Gemenge wird farblos. Wird es jetzt untersucht, so findet man es in reines salzsaures Gas verwandelt, dessen Rauminfang der Summe der Rauminfänge beider gemengten Gasarten gleich ist. (a. a. O. S. 128.) Hieraus folgt, daß das salzsaure Gas aus Chlorine und Wasserstoff gebildet sey.

Ungeachtet dieser Versuch früher von Gay Lüssac und Thénard angestellt wurde, so wurde jedoch jene Folgerung zuerst von H. Davy deutlich ausgesprochen, der das durch Scheele's, des Entdeckers der gasförmigen Chlorine, ursprüngliche Meinung glaubt wiederhergestellt zu haben.

Die Bestandtheile dieser Zusammensetzung sind:

Wasserstoff	0,125	1
Chlorine	4,5	36

Das Gewicht eines Massentheilchens derselben würde demnach 456,2175 seyn.

II. Wird Boron in gasförmige Chlorine gebracht, so entzündet es sich und brennt mit glänzend weißer Flamme. Ein weißer Ueberzug bekleidet die Seitenwände des Gefäßes.

*) Thomson versichert, daß Dalton ihm eben diesen Versuch, ehe die Schrift von Gay Lüssac und Thénard erschienen war, in einem Briefe mitgetheilt habe.

ses, in dem der Versuch gemacht wird; dieser Ueberzug giebt durch Waschen Borarsäure. Wahrscheinlich ist die unter diesen Umständen gebildete Substanz Chlorin-Boron, sie ist jedoch noch nicht genau untersucht.

12. Mit dem Kohlenstoffe verbindet sich die Chlorine nicht unmittelbar, wohl aber mit dem gasförmigen Kohlenoxyd. Die dadurch gebildete Zusammensetzung ist eine ausdehnbare Flüssigkeit, die von John Davy entdeckt und von ihm Phosgen-Gas genannt worden ist. (Philos. Transact. 1812. p. 144.)

Zur Darstellung derselben kann man sich nachstehenden Verfahrens bedienen:

In eine recht trockene, luftleere Flasche bringt man gleiche Theile, dem Rauminhalte nach, Kohlenoxyd und gasförmige Chlorine, die, um sie recht trocken zu erhalten, einige Zeit mit salzsauren Kalkerde in Berührung gelassen werden. Das Gemenge wird ungefähr eine Viertelstunde lang dem Sonnenscheine ausgesetzt. Die Farbe der Chlorine verschwindet, und der Rauminhalt des Gemenges nimmt um die Hälfte ab. Das neue, auf diese Art gebildete Gas ist das Phosgen-Gas.

Es ist farbenlos und besitzt die mechanischen Eigenschaften der gemeinen Luft. Sein Geruch ist stark und ähnelt einem aus Chlorine und Ammonium gemischten Geruche. Er ist weit unangenehmer und ersickernder als der der Chlorine, reizt die Augen auf eine eigenthümliche Art, verursacht einen reichlichen Thränenfluß und schmerzhaft Empfindungen.

Es besitzt die Eigenschaften einer Säure, rüthet blaue Pflanzenfarben, verbindet sich mit dem gasförmigen Ammonium, und ein Theil desselben neutralisirt vier Raumtheile

des gasförmigen Ammonium. Erhitzt man Zinn, Zink, Antimonium, Arsenik in diesem Gas, so zerlesen sie es, absorbiren die Chlorine, und das Kohlenoxyd wird frei. Wasser zerlegt das Phosgen-Gas, und verwandelt es in Salzsäure und Kohlenensäure.

Da dasselbe aus gleichen Raumtheilen Chlorine und Kohlenoxyd gebildet wird, die auf die Hälfte ihres ursprünglichen Rauminfangs zurückgebracht sind, so muß sein specifisches Gewicht der Summe des specifischen Gewichtes beider mit einander verbundenen Gasarten oder gleich 3,472 seyn.

Seine Bestandtheile sind:

Chlorine 2,5

Kohlenoxyd 0,972.

Das Gewicht eines Massentheilchen desselben würde demnach bei der Annahme, daß es aus einem Massentheilchen Kohlenoxyd und einem Massentheilchen Chlorine gebildet ist, 625,33 seyn.

Anderer Namen, die man diesem Gas gegeben hat, sind: Chlorine, Kohlenensäure, Chlorine, Sauerstoff, Kohlenensäure (chloro carbonic acid, chloroxy-carbonic acid).

13. Mit dem Phosphor verbindet sich die Chlorine in zwei Verhältnissen, und stellt zwei verschiedene Zusammensetzungen dar, von denen die eine Chlorine mit dem Maximum von Phosphor, die andere Chlorine mit dem Minimum von Phosphor ist.

Wird Phosphor in gasförmige Chlorine gebracht, so entzündet er sich und brennt mit einer blassen, bläulich weißen Flamme, die nur wenig Licht verbreitet. Es sublimirt sich eine weiße Masse, welche die innere Seite des Gefäßes

bekleidet. Ist die Menge des Phosphors beträchtlich, so wird zugleich gegen das Ende des Verbrennens eine geringe Menge einer tropfbaren Flüssigkeit gebildet. Das Verbrennen des Phosphors in Chlorine ist, seitdem dieses Gas bekannt war, von mehreren Chemisten versucht; die Natur des unter diesen Umständen gebildeten Productes ist jedoch erst seit der Zeit, daß man die Chlorine als einen einfachen Körper anerkannte, genauer untersucht worden.

Gay Lussac und Thénard bereiteten und untersuchten zuerst die mit dem Maximum von Phosphor verbundene Chlorine (Rech. phys. chim. T. II. p. 98, 176.); Davy machte aber zuerst ihre Bestandtheile bekannt. (Philos. Transact. 1812. p. 406.) Diese Verbindung wird leicht erhalten, wenn man Phosphor-Dämpfe durch ägenden Quecksilbersublimat, der in einer Glasröhre erhitzt worden, hindurchgehen läßt. Man bedient sich hierzu am zweckmäßigsten einer an dem einen Ende verschlossenen Glasröhre, schiebt in dieselbe ein Stück Phosphor, bis es den Boden der Röhre erreicht, und fällt einen beträchtlichen Theil derselben mit ägendem Quecksilbersublimat an. Der Theil der Röhre, welcher den Sublimat enthält, wird erhitzt; dann nähert man einige glühende Kohlen der Stelle, wo der Phosphor liegt, und nöthigt diesen, in Dämpfen durch den Sublimat hindurchzugehen. In dem entgegengesetzten Ende der Röhre muß eine gebogene Röhre, die unter einen Recipienten geläutert wird, angekittet seyn. In diesem sammelt sich eine Flüssigkeit, welche mit dem Maximum von Phosphor verbundene Chlorine ist.

Sie ist eine farbentlose, durchsichtige Flüssigkeit, die nach Davy ein specifisches Gewicht gleich 1,45 hat. Sie stößt Dämpfe aus und ist sehr kaustisch. Die Lackmuspinkette wird

wird von ihr gerüthet, nicht aber damit gefärbtes, trockenes Papier. Sie siedet bei einer niedrigen Temperatur. In Berührung mit der atmosphärischen Luft stößt sie sehr starke Dämpfe aus. Das Wasser verwandelt sie schnell mit Entwicklung von Wärme in Salzsäure und phosphorige Säure. Das Ammonium schlägt daraus zu gleicher Zeit Phosphor und ammoniumhaltige mit dem Minimum von Phosphor verbundene Chlorine nieder. Das Sauerstoffgas, die atmosphärische Luft, die Metalle zersetzen diese Zusammensetzung. Endlich löst sie eine gewisse Menge Phosphor auf, wodurch sie die Eigenschaft, Druckpapier, welches damit getränkt wird, zu entzünden, und vom Wasser getrübt zu werden, erhält. Wahrscheinlich rühren beide Erscheinungen von einem Ueberschuß von Phosphor her, der sich abscheidet.

Den Untersuchungen von Dulong zufolge, ist die mit dem Maximum von Phosphor verbundene Chlorine aus 100 Phosphor und 327,6 Chlorine zusammengesetzt. Er bewerkstelligte die Analyse dieser Verbindung dadurch, daß er sie mit Wasser vermischte, und in die Flüssigkeit einen Ueberschuß von salzsaurem Silber schüttete. Das Wasser verwandelt in diesem Falle die Chlorine-Verbindung (wie bereits bemerkt wurde) in phosphorige Säure und Salzsäure; diese, auf das Dryd des Salzes wirkend, erzeugt wieder Wasser, und bildet unauflösliches Chlorine-Silber, dessen Zusammensetzung genau bekannt ist, und aus dessen Gewicht sich mit Sicherheit die Menge der gesuchten Chlorine schließen läßt. Wird das Gewicht dieses Quantum von dem der Untersuchung unterworfenen Chlorine-Verbindung abgezogen, so giebt die Differenz die Menge des in ihr enthaltenen Phosphors. (Man sehe: Memoires d'Arcueil, T. III. p. 419.)

Sieht man diese Zusammensetzung als aus einem Massentheilchen Chlorine und einem Massentheilchen Phosphor gebildet an, so würde das Gewicht eines Massentheilchens derselben 842,3 seyn. Dieses stimmt jedoch keinesweges mit Dulong's Analyse.

Die Verbindung der Chlorine mit dem Minimum von Phosphor wurde zuerst von Davy im Jahre 1810 (Man sehe: Elemente des chem. Theiles der Naturwissenschaft von H. Davy; übersetzt von F. Wolff. S. 261.) gemacht.

Man erhält sie, wenn man nach und nach recht trockene Chlorine in eine kleine Retorte, die Phosphor, welcher ebenfalls recht trocken ist, enthält, treten läßt, bis ein Uebermaaß von Chlorine stattfindet, oder so lange, bis der Phosphor sich in eine feste, weiße Substanz verwandelt hat, welche diese Verbindung im Zustande der größten Reinheit ist.

Diese Zusammensetzung erscheint, wie bereits bemerkt wurde, als ein fester Körper von schneeweißer Farbe. Sie ist sehr flüchtig, jedoch im minderen Grade als die kurz vorher beschriebene. Recht trockenes Lackmuspapier, das dem Dunste derselben in einem luftleer gemachten Recipienten ausgefetzt wird, färbt sich schnell roth. Gelinde erwärmt und einem gewissen Druck ausgefetzt, krystallisirt sie, wenn sie erkaltet, in fast vollkommen durchsichtigen Prismen.

Läßt man sie mit Sauerstoffgas durch eine glühende Röhre gehen, so erfolgt eine Zersetzung derselben, und es wird Phosphorsäure und Chlorine gebildet; dieselbe Wirkung findet statt, wenn man sie der Flamme einer Kerze ausfetzt. Der Wasserstoff und die meisten Metalle zersetzen sie ebensfalls bei der Mitwirkung der Wärme; der Wasserstoff, in

dem er die Bildung von Salzsäure u. s. w. veranlaßt, und die Metalle, indem sie die Bildung von metallischen Chlorines und Phosphorverbindungen bestimmen.

Die Wirkung, welche diese Zusammensetzung auf das Wasser äußert, ist ungemein lebhaft. So wie diese beide Substanzen in Berührung kommen, so zerlegen sie sich wechselseitig, und es werden Salzsäure und Phosphorsäure gebildet. Diese Zerlegung ist außerdem, wie Herr Dulong bemerkt, von Erscheinungen begleitet, die sehr viele Aufmerksamkeit verdienen. Wirft man ein etwas bedeutendes Stück dieser Chlorineverbindung in Wasser, so versetzt die sich entwickelnde Wärme den größten Theil der Chlorineverbindung in einen dunstförmigen Zustand; wurde hingegen die Chlorineverbindung gepulvert, und ist die Menge des Wassers bedeutend, so geht ein nur geringer Theil davon verloren. Es finden sich alsdann auf der Oberfläche des Wassers Tropfen einer ölähnlichen Flüssigkeit ein, die sich bald darauf auf dem Boden des Gefäßes sammeln, und endlich verschwinden. Dieses neue Produkt ist wahrscheinlich eine Zusammensetzung aus der Chlorineverbindung und Wasser oder ein Chlorine-Phosphorhydrat. (Mem. d'Arcueil. T. III. p. 439.)

Endlich verbindet sich diese Chlorineverbindung innig mit dem Ammonium. Die dreifache Zusammensetzung, welche dadurch entsteht, ist weiß, unschmelzhaft, feuerbeständig, in Wasser unauflöslich, und wird von den Alkalien zerlegt.

Herr Dulong hat auf folgendem Wege das Verhältniß der Bestandtheile in dieser Zusammensetzung zu bestimmen gesucht. Er brachte eine genau abgewogene Menge Phosphor in eine Retorte, machte diese luftleer, und setzte sie alsdann mit einer mit gasförmiger Chlorine angefüllten

Glocke in Verbindung. Er wog sie nach beendigtem Versuche, verglich dieses Gewicht mit dem, welches sie hatte, als sie ganz mit Chlorine angefüllt war, und das er vorher bestimmte hatte. Hieraus ergab sich das Resultat, daß 100 Theile Phosphor mit 549,1 Chlorine in dieser Zusammensetzung verbunden sind. (Mem. d'Arcueil. Vol. III. p. 437.)

Einige Chemisten haben diese beide Chlorineverbindungen für Säuren erklärt, und sie Chlorinephosphorichte Säure und Chlorinephosphorsäure genannt.

14. Bringt man auf einem kleinen Schälchen Schwefel, welcher lebhaft brennt, unter eine mit Chlorine angefüllte Glocke, so fährt er fort, energisch mit Flamme zu brennen; läßt man bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre einen Strom von gasförmiger Chlorine durch Schwefelblumen hindurchgehen, so bemerkt man Entwicklung von Wärme, und das Gas wird lebhaft vom Schwefel absorbiert. In beiden Fällen wird Chlorineschwefel gebildet, der in seinen Eigenschaften völlig identisch ist.

Diese Verbindung wurde von Thomson im Jahre 1804 entdeckt (Nicholson's Journal. VI. p. 104.) und beschrieben. Berthollet der Sohn (Mem. d'Arcueil. Vol. I. p. 161.) und Bucholz (Gehlen's Journal für Chemie, Physik u. Miner. D. IX. S. 172.) haben sich ebenfalls mit Untersuchung derselben beschäftigt.

Sie ist eine Flüssigkeit, die bei zurückgeworfenem Lichte bräunlich roth, bei hindurchgehendem Lichte gelblich grün erscheint. Ihr Geruch ist stark und ähnelt einigermaßen dem der Seepflanzen oder dem Geruche, den man wahrnimmt, wenn man längs dem Seegestade wandelt. Die Augen fühlen sich, wenn sie von dem Dunste dieser Zusammensetzung

getroffen werden, mit Thränen, und man hat dasselbe Gefühl, als wenn man dem Rauche von Holz oder Torf ausgesetzt wäre.

Der Geschmack ist sauer, heiß und bitter, den Schlund mit einem schmerzhaften Kitzel reizend. Die Farbe des trocknen Lachmuspapier verändert sie nicht; ist aber das Papier feucht, so wird es augenblicklich roth. Thomson fand das specifische Gewicht dieser Zusammensetzung gleich 1,623. Berthollet hingegen bestimmte es gleich 1,7 und Bucholz gleich 1,699. Man wird demnach 1,7 als die der Wahrheit sich am meisten nähernde Zahl betrachten können.

Wird sie in einer Retorte erhitzt, so kommt sie schnell in's Sieden, und verändert sich nicht. In Berührung mit Luft stößt sie sehr dicke Dämpfe aus. Sehr viele Körper zersetzen diese Verbindung.

Mischt man sie durch Schlitteln mit gleichen Theilen Wasser, so erfolgt ein sehr lebhaftes Aufwallen, und es entbindet sich viel Wärme. Es wird Schwefel abgeschieden, und man findet in der Auflösung Salzsäure, schweflichte Säure und etwas Schwefelsäure. Das Wasser ist demnach zerlegt worden, und während sich der Wasserstoff desselben mit der Chlorine verbindet, vereinigt sich der Sauerstoff desselben mit dem größeren Theile Schwefel.

Dieselben Erscheinungen finden statt, wenn der Chlorine Schwefel mit Aether oder Alkohol in Berührung gebracht wird, nur sind wegen Flüchtigkeit dieser beiden Flüssigkeiten die Erscheinungen noch ausgezeichneter. Die Reaction ist so bedeutend, daß so oft man einen Tropfen der Chlorineverbindung in sehr starken Alkohol fallen läßt, eine Art von sawacher Verplazung stattfindet.

Schüttet man Chlorine:Schwefel in Ammonium, so erfolgt ein lebhaftes Aufwallen, es wird Schwefel niedergeschlagen, der etwas Alkali mit sich nimmt, vorausgesetzt, daß ein Uebermaaß von diesem vorhanden war, und es bilden sich zu gleicher Zeit schweflichtsaures, schwefelsaures und salzsaures Ammonium; außerdem erheben sich dicke Wirbel von schön violetter Farbe. Die concentrirten Ausfösungen des Kali und Natrium bieten uns fast ähnliche Erscheinungen dar.

Gießt man Chlorine:Schwefel auf Quecksilber, so läuft die Oberfläche des Metalles an, es erzeugt sich eine sehr lebhaft Wärme, und bald findet man an der Stelle des Quecksilbers und Chlorine:Schwefels eine graue, pulverichte Masse, die nichts anderes als ein Gemenge aus Schwefel, Quecksilber und Chlorine:Quecksilber ist.

Nach Davy ist das Verhältniß der Bestandtheile im Chlorine:Schwefel 30 Schwefel gegen 67 Chlorine, mithin nahe wie 1 zu 2; das Gewicht eines Massentheilchens dieser Zusammensetzung werde demnach 1101,16 seyn. Mehrere Chemisten haben den Chlorine:Schwefel für eine Säure erklärt, weil er die Lackmuscinktur und das Lackmuspapier röthet.

Achter Abschnitt.

Von der Jodine.

Diese Substanz wurde um das Jahr 1811 von Herrn Courtois, der eine Salpeter-Fabrik zu Paris hat, ent-

deckt. Nachdem er einige Eigenschaften derselben hatte kennen lernen, so gab er einen Theil des neu entdeckten Körpers an Herrn Element, der die Untersuchung weiter fortsetzte. Am 6ten December 1813 zeigte Herr Element das Das seyn dieses neuen Stoffes dem National-Institute an, und beschrieb zugleich einige der merkwürdigsten Eigenschaften desselben. Die vollständigere Untersuchung wurde unmittelbar von Herrn Gay Lüssac mit seinem gewöhnlichen Scharfsinne und Thätigkeit unternommen. Er zeigte die große Analogie, welche zwischen diesem Körper und der Chlorine stattfindet, und daß er ebenfalls als einfach betrachtet werden könne. (*Annales de Chimie. T. XCI. p. 1.*)

Herr Humphry Davy, der sich zu derselben Zeit in Paris befand, machte ebenfalls Versuche mit der Jodine, wo die von ihm erhaltenen Ergebnisse wurden der Königl. Societät zu London mitgetheilt, ehe Gay Lüssac's Abhandlung durch den Druck bekannt gemacht wurde; jedoch versichert Gay Lüssac, eher als jener die eigenthümliche Natur dieser Substanz dargethan zu haben. Diesen beiden Chemisten, vorzüglich aber Herrn Gay Lüssac, verdanken wir die Kenntniß der meisten Thatsachen, die in Hinsicht dieser merkwürdigen Substanz ausgemittelt worden sind.

Die Jodine wurde von Gaultier de Claubry in mehreren Fucusarten entdeckt. Er fand sie in *Fucus saccharinus*, *Fucus digitatus*, *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus*, *Fucus siliquosus* und *Fucus Filum*. (*Annales de Chimie. XCIII. 75, 113.*) Davy bemerkte Spuren von der Gegenwart der Jodine in der Asche von *Fucus cartilagineus*, *Fucus membranaceus*, *Fucus rubens*, *Fucus filamentosus*, *Ulva Pavonia* und *Ulva Linza*. (*Philos. Trans-*

not. 1814. p. 505.) Diese Gewächse wurden, um die in ihnen enthaltene Soda zu gewinnen, verbrannt. Laugt man nachmals die Asche aus, so findet man nach Abschreibung der krystallisirbaren Salze die Jodine an andere Stoffe gebunden in der Mutterlauge.

Man kann die Jodine durch folgendes Verfahren rein erhalten.

Man gießt in die gehörig concentrirten Mutterlauge, in denen die Jodine wahrscheinlich mit Wasserstoff und Kali verbunden ist, ein Uebermaaß von Schwefelsäure, und erhitze die Mischung gelinde in einer mit einer Vorlage versehenen Retorte. Die Schwefelsäure bemächtigt sich sowohl des Kali als des Wasserstoffes, so daß schwefelsaures Kali, Wasser, schweflichte Säure und Jodine die Resultate ihrer Einwirkung sind. Letztere verdunstet in Gestalt sehr schwarzer, weissenblauer Dämpfe, geht zugleich mit etwas Säure in die Vorlage über, und verdichtet sich in diesem Zustande zu krystallinischen Blättern, welche das Ansehn des Graphits haben. Um sie zu reinigen, wäscht man sie aus, mischt sie mit Wasser, das etwas Kali enthält, und destillirt auf's neue. Um sie zu trocknen, preßt man sie zwischen zwei Lagen Pöschpapier, die man so oft erneuert, als nöthig ist; hierauf schüttet man sie in eine an dem einen Ende zugeschmolzene Glasröhre, drückt sie zusammen, und schmilzt sie.

Nachstehendes Verfahren hat Wollaston angegeben. Es wird ein Quantum Kelp*) gepülvert und das Pulver

*) Kelp wird die gemeine Art von Soda genannt, die man an mehreren Küstengegenden Frankreichs, Englands und Schottlands durch Verbrennen der Meergräser erhält.

so lange mit Wasser digerirt, als dieses noch etwas aufzunehmen vermag. Die Auflösung wird hierauf filtrirt und verdunstet, bis alle Krystalle von Kochsalz, die erhalten werden können, sich abgeschieden haben. Die Mutterlauge wird mit Schwefelsäure vermischet, und einige Zeit damit gekocht. Dadurch wird eine bedeutende Menge von Salzsäure und Schwefel-Wasserstoffgas, welche das Einsammeln der Jodine verhindern würden, entfernt. Die Flüssigkeit wird alsdann in eine kleine Retorte oder Flasche gethan, mit einer der Schwefelsäure gleichen Menge Manganoryd vermischet und erhitzt. Es steigt sogleich ein violetter Dampf auf, den man in einer schicklichen Vorlage sammelt, an deren Seiten er sich zu einer schwarzen, glänzenden Masse verdichtet. Diese Substanz ist die Jodine.

Statt der Auflösung von Kelp kann man (vorausgesetzt, daß Kelp zur Bereitung der Seife angewandt wurde) sich der nicht mehr brauchbaren Seifenstoderlauge bedienen. Der französische Kelp scheint weit reichhaltiger an Jodine zu seyn, als der groß-britannische.

1. Jodine, die auf diese Art im Zustande eines festen Körpers erhalten wurde, hat eine grauschwarze Farbe und metallischen Glanz. Gewöhnlich kommt sie in Schuppen von mehr oder weniger Größe, zuweilen in sehr breiten und sehr glänzenden rhomboidalen Blättern oder Tafeln, zuweilen in Krystallen vor. Dr. Wollaston fand, daß die primitive Form derselben ein Oktaëder sey, das einige Aehnlichkeit mit der primitiven Gestalt des Schwefels hat. Die Achsen dieses Oktaëders verhalten sich gegen einander, so weit als es bis jetzt bestimmt werden konnte, wie 2 zu 3 und 4. (Thomson's Annals of Philosophy. Vol. V. p. 237.) Wenn die Jodine in Masse ist, so hat sie einen blätterigen Bruch

von Fettglanz. Sie ist sehr weich und zerreiblich, und läßt sich sehr fein in der Reibschale pulvern. Ihr specifisches Gewicht ist nach Gay Lüssac bei $62\frac{1}{2}^{\circ}$ gleich 4,948. (Annales de Chimie. XCI. 7.)

2. Der Geruch der Jodine ist unangenehm und dem der Chlorine sehr ähnlich, jedoch nicht so stark wie dieser. Ihr Geschmack ist scharf und heiß, und verweilt lange im Munde. Orfila hat gezeigt, daß innerlich genommen sie als ein Gift wirkt. (Toxicologie générale. T. I. Part. II. p. 290.)

3. Sie besitzt, so wie die Chlorine, die Eigenschaft, die Pflanzenfarben zu zerstören, obgleich sie mit weit weniger Intensität wirkt. Sie färbt die Haut dunkelgelb, doch verschwindet der Fleck bald. Papier erhält davon einen bleibenden, röthlich braunen Fleck, und wird zuletzt davon zerfressen.

4. Sie schmilzt, wenn sie bis zu der Temperatur von $224\frac{1}{2}^{\circ}$ erhitzt wird, und wird, wenn die Temperatur zwischen 347° und 356° fällt, bei dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre verflüchtigt. (Gay Lüssac a. a. O.) Wird sie mit Wasser vermischt, so destillirt sie beim Sieden der Flüssigkeit mit dieser über. In Dunst verwandelt hat sie eine sehr schöne, gesättigte violette Farbe. Von dieser Eigenschaft entlehnte Gay Lüssac für sie den Namen Jode (*iodine*, veilsenfarben), wofür jetzt im Deutschen der Name Jodine, den Humphry Davy zuerst gebraucht hat, als der Sprache mehr anpassend, gewählt worden ist. Im dunstförmigen Zustande ist ihr specifisches Gewicht 8,678, das der atmosphärischen Luft als Einheit angenommen. (Gay Lüssac a. a. O.)

5. Schüttet man Jodine in Wasser, so nimmt dieses

davon eine orangengelbe Farbe und den eigenthümlichen Geruch der Jodine an. Es bleibt jedoch geschmacklos, und hat nur ungefähr $\frac{1}{7000}$ seines Gewichtes von der Jodine aufgelöst. (a. a. O.) Vom Alkohol und noch mehr vom Aether wird sie in einer reichlicheren Menge aufgelöst.

6. Bringt man etwas Jodine in eine dünne, an dem einen Ende verschlossene Glasröhre, und auf sie ein Stückchen Phosphor, so verbinden sich beide Substanzen bei Anwendung einer gelinden Wärme mit großer Schnelligkeit und Entwicklung einer beträchtlichen Menge Wärme; es ist jedoch kein Licht wahrnehmbar. Die einzige Vorsicht, die beobachtet werden muß, ist die, daß man die Materialien recht trocken anwendet. Der Phosphor und die Jodine verbinden sich in sehr verschiedenen Verhältnissen.

a) Ein Theil Phosphor und 8 Jodine geben eine Zusammensetzung von röthlich brauner Drantensfarbe. Sie schmilzt ungefähr bei 212° , ist in einer höheren Temperatur flüchtig. Wird sie mit Wasser in Berührung gebracht, so erfolgt eine Zersetzung; es werden Phosphorwasserstoffgas, welches entweicht, Phosphor in Flocken, der sich absetzt, phosphorige Säure und Jodinwasserstoffsäure, welche das Wasser auflöst, gebildet.

b) Ein Theil Phosphor und 16 Jodine bilden eine Zusammensetzung von schwarzgrauer Farbe. Sie ist krystallisirt, schmilzt bei 84° , zersetzt das Wasser, wie die vorhergehende; es werden aber nur phosphorige Säure und farblose Jodinewasserstoffsäure erzeugt.

c) Endlich geben 1 Theil Phosphor und 24 Jodine eine schwarze, bei 117° zum Theil schmelzbare Substanz, die das Wasser mit Erzeugung lebhafter Wärme zersetzt, sich alsdann in phosphorige Säure und in jodinehaltige Jor

dine:Wasserstoffsäure, die mithin gefärbt ist, verwandelt. (Annales de Chimie. XCI. p. 9. Gilbert a. a. D. S. 8.)

7. Der Schwefel verbindet sich ebenfalls leicht mit der Jodine, jedoch mit weniger Energie, als der Phosphor. Um die Vereinigung zu bewirken, muß man eine gelinde Wärme anwenden. Die Zusammensetzung, welche dadurch gebildet wird, ist strahlig und glänzend, wie das Antimonium. Sie wird leicht zersezt; es bedarf hiezu weiter nichts, als einer nur etwas wenig höheren Temperatur, als die, bei welcher sie gebildet wurde, so wird die Jodine abgeschieden.

Auch die meisten Metalle verbinden sich, wenn Wärme angewandt wird, mit der Jodine. Diese Verbindungen als Jodine:Phosphor, Jodine:Schwefel u. s. w. sind Jodiden oder Jodine:Verbindungen genannt worden.

8. Setzt man eine dieser Verbindungen der Einwirkung einer galvanischen Batterie aus, so wird sie zersezt, die Jodine begiebt sich nach dem positiven Pole, die mit ihr verbundene Substanz nach dem negativen Pole der Batterie.

9. Die Jodine verbindet sich mit dem Sauerstoffe. Gay Lussac entdeckte diese Verbindung. (Annales de Chimie. XCI. 41.) Humphry Davy war der erste (Philos. Transact. 1815. p. 204.), welcher sie rein in einem gesonderten Zustande darstellte. Sie macht eine der auffallenden Analogien aus, welche zwischen diesem Stoffe und der Chlorine stattfinden. Sie läßt sich durch folgendes Verfahren bereiten.

Man schüttet 40 Gran Jodine in eine dünne, lang-

häßige Vorlage, und in eine gebogene, an dem einen Ende verschlossene Glasröhre 100 Gran chlorinsaures Kali. Nachdem auf dieses 400 Gran Salzsäure von 1,105 specifischem Gewichte gegossen worden, so bringt man die Röhre mit der Vorlage in Verbindung und erhitzt erstere gelinde. Es entwickelt sich Chlorineoxyd, das man durch trockene, salzsaure Kalkerde, die sich in einem, zwischen der Röhre und der Vorlage angebrachten Vorstoß befindet, hindurchgehen läßt, ehe es mit der Jodine in Berührung kommt, damit es daselbst das Wasser, welches es mit sich führt, absetze. So wie die gasförmige Substanz die Jodine erreicht, findet ein Verbrennen statt, und es werden zwei neue Substanzen gebildet. 1) Eine Verbindung aus Chlorine und Jodine; 2) eine Zusammensetzung aus Jodine und Sauerstoff. Erhitzt man die Mischung, so wird die aus Chlorine und Jodine bestehende Verbindung, welche flüchtig ist, fortgetrieben, und die aus Jodine und Sauerstoff bestehende Zusammensetzung bleibt rein zurück. Diese Substanz besitzt die Eigenschaften einer Säure, und Gay Lüssac hat ihr den Namen jodische Säure, wofür in der Folge Jodinsäure gebraucht werden soll, gegeben.

Den Versuchen von Gay Lüssac zufolge sind die Bestandtheile der Säure:

Jodine	75,799	15,625	100,000
Sauerstoff	24,201	5,000	31,927
	100,000		

Da nun nach Herrn Gay Lüssac's Bestimmung das Gewicht eines Massentheilchen Jodine 15,625 ist, das des Sauerstoffgas als Einheit angenommen, so würde die Jodinsäure aus einem Massentheilchen Jodine und fünf Sauerstoff zusammengesetzt seyn.

Oder ein Raumtheil dunnförmige Jodine ist mit 2,5 Raumtheilen Sauerstoff in dieser Säure verbunden. (Ann. de Chim. T. XCI. p. 75.)

Nach dem Mittel aus drei Versuchen, die Humphrey Davy angestellt hat (a. a. O. S. 206.), giebt ein Gran Jodinsäure, wenn er zersezt wird, 176,1 Gran Maas Sauerstoffgas. Nun nehmen aber 176,1 Gran Wasser, bei einer Temperatur von 60° einen Rauminhalt gleich 0,6968 Kubikzoll ein, welche 0 236 Gran wiegen.

Diesen Ergebnissen zufolge wäre demnach die Jodinsäure zusammengesetzt aus

Jodine	76,4	15,625
Sauerstoff	23,6	4,825
	100,0	

Legt man das von Gay Lüssac gefundene Gewicht eines Massentheilchen Jodine gleich 15,625 zum Grunde, so würde demnach, den Versuchen von Davy zufolge, die Jodinsäure ebenfalls eine Zusammenetzung aus einem Verhältnisse Jodine und nahe fünf Verhältnissen Sauerstoff seyn.

Uebrigens stimmen die drei Versuche von Davy nicht gut zusammen. Dem ersten zufolge würde die Jodinsäure eine Zusammenetzung aus einem Massentheilchen Jodine und 4,588 Massentheilchen Sauerstoff seyn: nach dem zweiten aus einem Massentheilchen Jodine und nahe 4,825 Massentheilchen Sauerstoff; und nach dem dritten, aus einem Massentheilchen Jodine und 5,375 Sauerstoff. Erwägt man, daß diese Versuche mit drei Gran, zwei Gran und einem Gran angestellt wurden, so wird man sich nicht verwundern, daß diese kleinen Abweichungen bei den Ergebnissen stattfanden, noch auch, daß die Menge des Sauer-

stoffes, die erhalten wurde, etwas niedriger war als es wirklich der Fall ist.

Die Jodinsäure kommt, was die Zusammensetzung betrifft, genau mit der Chlorinsäure überein. Bis jetzt wurde noch keine andere Zusammensetzung aus Jodine und Sauerstoff entdeckt, ungeachtet es sehr wahrscheinlich ist, daß noch andere vorhanden sind. Die Analogie zwischen Chlorine und Jodine ist so innig, daß sich mit großer Wahrscheinlichkeit bei beiden ganz ähnliche Verbindungen erwarten lassen.

Nach Berzelius ist das Gewicht eines Massentheilchens Jodine 1266,7; die Jodinsäure bestehet nach ihm aus einem Massentheilchen Jodine und zwei Massentheilchen Sauerstoff; das Gewicht eines Massentheilchens derselben ist demnach 1466,7.

10. Die Jodine verbindet sich mit dem Wasserstoffe, diese gasförmige Zusammensetzung besitzt die Eigenschaften einer Säure, und ist Jodine-Wasserstoffsäure genannt worden.

Läßt man diese Säure einige Zeit mit Quecksilber in Berührung, so verbindet sich das Quecksilber mit der Jodine zu Jodine-Quecksilber, zugleich wird ein Antheil Wasserstoffgas entbunden, dessen Volumen demselben Volumen der Jodine-Wasserstoffsäure gleich ist. Auch die Chlorine bewirkt eine Zerlegung derselben, es wird Salzsäure gebildet, und Jodine abgeschieden. Sie ist demnach aus einem Raumtheile dunstförmiger Jodine und einem Raumtheile Wasserstoffgas, ohne Veränderung des Volumens gebildet. Hieraus bestimmt sich das Verhältniß der Bestandtheile dem Gewichte nach:

Jodine	99,158	100,000
Wasserstoff	0,842	0,849
	<hr/>	
	100,000	

11. Die trockene Jodine absorhirt die Chlorine schnell, zugleich entwickelt sich eine Wärme von wenigstens 212° . Die Farbe der Verbindung ist an einigen Stellen helloraniengelb, an anderen oranienroth; die ersteren enthalten verhältnismäßig mehr Chlorine, als die letzteren, und sind auch flüchtiger.

Beide Verbindungen zerfließen an der Luft. Die Auflösung der ersteren ist farbenlos, wenn die überschüssige Chlorine fortgeschafft wurde, und es scheint, daß beide Stoffe sich dann einander vollständig sättigen. Die Auflösung der letzteren ist desto stärker orangengelb, je mehr die Jodine darin vorrückt. Gay Lüssac nennt die gelbe Abänderung Chlorin-Jodine; die rothe, basische Chlorin-Jodine.

Beide Auflösungen sind sehr sauer und entfärben die Auflösung des Indigs in Schwefelsäure. Wird die Auflösung der Chlorin-Jodine mit einem Alkali gesättigt, so verwandelt sie sich ganz in ein jodinsaures und ein chlorinwasserstoffsaures Salz. Im Lichte färbt sie sich; sie löst Jodine in großer Menge auf, Hitze treibt aus ihr die Jodine aus, und in beiden Fällen nimmt sie dann alle Eigenschaften der basischen Verbindung an.

Die Auflösung der basischen Verbindung läßt sich verwandeln, ohne sich zu zerlegen; auch das Licht verändert sie nicht. Wird sie vorsichtig mit einem Alkali gesättigt, so fällt Jodine nieder, und dann erst bilden sich, indem sie wieder verschwindet, ein jodinsaures und ein jodwasserstoffsaures Salz. Dieses dient, beide Verbindungen zu charakterisiren. Die basische läßt bei'm Sättigen mit einem Alkali Jodine fallen, die neutrale nicht. Davy

Davy hält die Chlorin:Jodine für eine Säure eigener Art; Gay Lüssac hingegen für eine Mischung aus Jodinsäure und Chlorine:Wasserstoffsäure. Gay Lüssac wird durch folgende Gründe zu dieser Annahme bestimmt. Es gelang ihm, durch Mischung von Jodinsäure mit Chlorin:Wasserstoffsäure eine Flüssigkeit darzustellen, welche mit der Auflösung von Chlorin:Jodine vollkommen übereinstimmt. Er hält aber ihre Elemente für sehr beweglich und nach Umständen einer anderen Zusammensetzung fähig. Dieser Annahme entsprechend, wird das Wasser zersezt, wenn man Chlorin:Jodine darin auflöst; daß aber dadurch Jodinsäure und Chlorin:Wasserstoffsäure entstehen, und nicht umgekehrt Jodine:Wasserstoffsäure und Chlorinsäure, davon liegt der Grund darin, daß die ersteren von viel festem Bestand, als die letzteren sind, und es ein allgemeines Gesetz ist, daß unter übrigens gleichen Umständen die starken Verbindungen sich immer vorzugsweise vor den schwachen erzeugen. (Gay Lüssac a. a. O. S. 30. Gilberts Annalen. V. XLIX. S. 225 ff.)

12. Die Jodine besitzt die Eigenschaft, sich mit der Stärke zu verbinden und damit eine Zusammensetzung von schönblauer Farbe darzustellen. Diese merkwürdige Thatsache wurde zuerst von den Herren Colin und Gautier de Claubry (Annales de Chimie. XC. p. 92.) wahrgenommen.

Das leichteste Verfahren, diese Zusammensetzung zu bewirken, ist nachstehendes. Man reibt Stärke mit einem Uebermaß von Jodine zusammen, löst die Mischung in Kali auf, und sezt dann eine Pflanzensäure zu. Die Jodine:Stärke fällt als ein schön blaues Pulver zu Boden. Stromeyer fand, daß die Stärke ein sehr empfindliches

Reagens für Jodine sey, indem, nach ihm, noch eine merkliche Färbung der Stärke stattfindet, wenn die Jodine nicht ganz ~~430530~~ der Flüssigkeit beirägt.

Neunter Abschnitt.

Vom Stickstoffe.

Der Stickstoff erscheint im reinsten Zustande unter der Form eines Gas. Als solches läßt er sich durch nachstehendes Verfahren darstellen.

Wird ein Gemenge aus Eisenfeile und Schwefel in ein mit atmosphärischer Luft angefülltes Gefäß geschüttet, und mit Wasser angefeuchtet, so verschluckt es den Sauerstoff der Luft in wenigen Tagen gänzlich, und es bleibt als Rückstand Stickgas.

Wird Phosphor an die Stelle der Eisenfeile und des Schwefels gesetzt, so wird, im Fall die Temperatur ungefähr 60° beträgt, die Absorbtion des Sauerstoffgas in weniger als 24 Stunden beendigt. Mengt man in einem weiten Gefäße über Wasser 100 Raumtheile atmosphärische Luft mit 30 Raumtheilen Salpetergas, so nimmt das Gemenge eine bräunlich rothe Farbe an, ein Theil desselben wird vom Wasser absorhirt, und es bleiben ungefähr 79 Raumtheile reines Stickgas übrig. Dieses Verfahren empfiehlt sich durch seine Leichtigkeit, so wie durch die Reinheit des dargestellten Stickgas.

Dr. Rutherford, Professor der Botanik auf der

Universität zu Edinburgh, entdeckte dieses Gas im Jahre 1772: Scheele stellte es durch die erste der beschriebenen Verfahrgarten im Jahre 1777 dar, und zeigte, daß es eine eigenthümliche Luftart sey.

1. Das Stickgas ist unsichtbar und elastisch, wie die atmosphärische Luft, mit der es in Hinsicht der mechanischen Eigenschaften übereinkommt. Es hat keinen Geruch. Sein spezifisches Gewicht beträgt nach Biot und Arago 0,9691; nach Kirwan 0,985; nach Lavoisier 0,978 (die atmosphärische Luft als Einheit angenommen); Dr. Prout bestimmt aus theoretischen Gründen dasselbe gleich 0,9722.

2. Es dient nicht zur Unterhaltung des thierischen Lebens, und Thiere, die in dasselbe eingeschlossen werden, sterben nach wenigen Athemzügen; daher der Name Azote, (von α und $\zeta\omega\eta$) Leben raubend, den ihm die französischen Chemisten gegeben haben.

Kein brennender Körper brennt in demselben. Daber erlischt ein Licht, das in ein gegebenes Volumen atmosphärischer Luft eingeschlossen wurde, wenn der es umgebende Sauerstoff verzehret ist.

3. Das Wasser absorbirt keine merkliche Menge von diesem Gas; überhaupt kennt man keine tropfbare Flüssigkeit, welche dasselbe zu verdichten vermag. Dr. Henry fand, daß wenn dem Wasser vorher alle Luft entzogen wurde, 100 Kubitzoll desselben nur 1,47 Kubitzoll Stickgas absorbiren (Philos. Transact. 1803. p. 274.); Dalton setzt die absorbirte Menge Gas (ein gleiches Volumen von 100 Kzoll Wasser vorausgesetzt) gleich $2\frac{1}{2}$ Kubitzoll (Annals of Philosophy. Vol. VII. p. 219.) und Saussüre (a. a. O. B. VI. S. 340.) gleich 4,1 Kubitzoll. Letzte Angabe scheint jedoch zu groß zu seyn.

4. Mit dem Sauerstoffe verbindet sich das Stickgas in sehr verschiedenen Verhältnissen, und bildet damit zwei Dryde, das oxydirte Stickgas und Salpetergas, und drei Säuren: salpetrichte Säure mit einem geringen Antheile Sauerstoff (hyposalpetrichte Säure); salpetrichte Säure und Salpetersäure.

5. Mit dem Wasserstoffe bildet der Stickstoff eine Zusammensetzung, welche Ammonium oder flüchtiges Alkali genannt worden ist. Von diesen verschiedenen Verbindungen wird in besonderen Abschnitten geredet werden.

6. Mit dem Kohlenstoffe geht der Stickstoff eine merkwürdige Verbindung ein, die von Gay Lussac im Jahre 1815 entdeckt und Cyanogen (Radikal der Blausäure) genannt wurde. (Annales de Chimie. XCV. 172.)

Der Stickstoff-Kohlenstoff wird durch Zersetzung des blausauren Quecksilbers mittelst Wärme erhalten. Das Salz muß neutral, krystallisirt und vollkommen trocken seyn, denn nur in diesem Falle wird Stickstoff-Kohlenstoff erhalten, während, wenn es feucht ist, Kohlensäure, Ammonium und eine reichliche Menge dunstförmiger Blausäure gebildet wird. Die Zersetzung bewirkt man in einer kleinen gläsernen Retorte, aus der eine Röhre unter mit Quecksilber gefüllte Zylinder geleitet wird, mittelst gelinder Hitze. Der Stickstoff-Kohlenstoff entweicht als Gas, und wird in den Zylindern aufgefangen.

Diese Zusammensetzung ist eine permanent elastische, entzündliche Flüssigkeit. Ihr Geruch ist lebhaft und durchdringend. Ihr specifisches Gewicht beträgt 1,8064. Die Lackmustrinktur wird davon geröthet. Erhitzt man dieselbe, so entweicht das Gas, mit etwas Kohlensäure gemischt, und die blaue Farbe der Tinktur kommt wieder zum Vorschein.

Der Stickstoff, Kohlenstoff verträgt eine sehr hohe Temperatur, ohne zerlegt zu werden; so wie man aber eine brennende Kerze in ein mit ihm angefülltes Gefäß taucht, so brennt sie mit schön violetter Flamme. Der Stickstoff dieses Gas wird frei, und sein Kohlenstoff, der sich mit dem Sauerstoffe verbindet, bildet Kohlensäure.

Wasser nimmt bei einer Temperatur von 68° und dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre $4\frac{1}{2}$ mal sein Volumen von diesem Gas in sich, und erhält davon einen sehr stechenden Geschmack. Der Schwefeläther und Terpentindl lösen davon gewiß eben so viel, als das Wasser auf, und Alkohol wenigstens sein 23aches Volumen.

Bei der Hitze der Lampe sind der Phosphor, der Schwefel, die Jodine, der Wasserstoff ohne Wirkung auf diese Zusammensetzung.

Das Kupfer, Gold, Platin scheinen dieses Gas ebenfalls nicht zu verändern. Das Eisen zerlegt es zum Theil bei einer Temperatur, die beinahe der Hitze des Weißglühens gleich ist; das Metall wird von einer sehr leichten Kohle bedeckt, wird spröde, und es wird eine gewisse Menge Stickstoff in Freiheit gesetzt.

Das Kalium wirkt sehr energisch auf den Stickstoff, Kohlenstoff. Es absorbiert unter Mitwirkung der Wärme ein Quantum, das dem des Wasserstoffes gleich ist, welches es bei der Berührung mit Wasser entwickelt. Diese Absorption ist mit einer Lichtentwicklung vergesellschaftet. Die hierdurch erzeugte Verbindung ist gelblich, hat einen sehr alkalischen Geschmack, zerlegt das Wasser u. s. w.

Zum vollständigen Verbrennen des Stickstoff, Kohlenstoff ist sein doppeltes Volumen Sauerstoffgas erforderlich. Die Produkte sind: sein doppeltes Volumen Kohlensäures

Gas und ein ihm gleiches Volumen Stickgas. Es besteht demnach aus zwei Volumen dunsförmigen Kohlenstoff und einem Volumen Stickstoff, die sämmtlich zu einem einzigen Volumen verdichtet sind, oder dem Gewichte nach aus

Stickstoff	0,9691	53,8
Kohlenstoff	0,832	46,2
		100,0

7. Wird Phosphor in Stickgas gebracht, so wird ein kleiner Theil davon aufgelöst, und das Volumen des Gas wird dadurch, nach Berthollet, um $\frac{1}{2}$ vergrößert. Wird das Stickgas, welches Phosphor aufgelöst hat, mit Sauerstoffgas gemengt, so wird es in Folge des Verbrennens des aufgelösten Phosphors leuchtend. Noch lebhafter ist das Verbrennen, wenn man Blasen dieses Gas unter eine mit Sauerstoffgas gefüllte Glocke treten läßt.

8. Der Stickstoff verbindet sich mit der Chlorine und stellt eine merkwürdige Zusammensetzung dar, welche Chlorine-Stickstoff genannt worden ist.

Es scheint, daß Dulong im Anfange des Jahres 1812 zuerst diese Zusammensetzung entdeckte, jedoch nichts über diesen Gegenstand bekannt machte, weil zwei unglückliche Ereignisse bei seinen Versuchen ihn von der Beendigung seiner Untersuchungen abschreckten. Im September 1812 erfuhr H. Davy durch einen Brief des Herrn Ampère die gemachte Entdeckung, ohne jedoch von dem dabei zu befolgenden Verfahren unterrichtet zu werden. Er versuchte, auf verschiedenen Wegen sie darzustellen. Ehe er jedoch seinen Zweck erreichte, erinnerte ihn Herr Children an eine ölichte Substanz, deren Bildung Herr Burton von Cambridge bemerkt hatte, als er einen Strom gassförmige Chlorine durch eine Auflösung des salpetersauren

Ammoniums gehen ließ. Diese Nachricht setzte Herrn Davy in Stand, sich diese Substanz zu verschaffen und ihre Eigenschaften zu untersuchen (Philos. Transact. 1813. p. 101, 242.) Zu gleicher Zeit stellten die Herrn Porret, Wilson und Rupert Kirf (Nicholson's Journ. XXXIV. 180 u. 276.) eine Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand an. Endlich machten die Herren Berthollet und Lhenard einen Auszug aus der Original-Abhandlung von Dulong bekannt. (Annales de Chimie. LXXXVI. 37.)

Der Chlorine-Stickstoff läßt sich durch nachstehendes Verfahren darstellen.

In Wasser, das eine Temperatur von ungefähr 110° hat, wird salpetersaures Ammonium oder Salmiak in solcher Menge aufgelöst, daß die Auflösung zwar nicht gesättigt, allein mäßig stark ist. Man läßt durch sie einen Strom gasförmige Chlorine hindurchgehen. Zu dem Ende nimmt man einen Trichter, dessen Röhre an der Lampe so ausgezogen worden, daß er eine nur kleine Oeffnung hat, mit der er in ein kleines, mit Quecksilber angefülltes Schälchen eintaucht. Den Trichter füllt man fast ganz mit der Auflösung des ammonischen Salzes an. Hierauf bringt man eine Röhre in denselben, die bis auf eine kleine Entfernung von der Oberfläche des Quecksilbers herabreicht, und gießt durch diese Röhre so viel von einer Kochsalzauflösung, bis sie eine Schichte von ungefähr zwei Zoll Dicke bildet. Diese Schichte, welche den unteren Theil des Trichters einnimmt, wo der Chlorine-Stickstoff sich sammeln soll, dient dazu, diese Zusammensetzung außer Berührung mit der ammonischen Auflösung zu bringen, die sie zum Theil zerlegen würde. Nachdem dieses so angeordnet ist, taucht man in den Trichter die Röhre, durch welche die Chlorine zugeleitet werden soll.

Sie darf jedoch die Kochsalzauflösung nicht berühren, auch darf die Bewegung, welche durch das Eintreten der Luftblasen hervorgebracht wird, die beiden Auflösungen, die nur durch ihr specifisches Gewicht getrennt werden, nicht mit einander mengen. Die Auflöfung des ammonischen Salzes absorbiert bald den größten Theil der Chlorine. Einige Zeit nachher trübt sich diese Auflöfung, es entstehen von allen Seiten Gasblasen, und bald finden sich kleine Tropfen von Chlorine:Stickstoff ein, die sich nach und nach vereinigen und auf den Boden des Trichters hinabsinken.

Hat man eine hinreichende Menge von dieser Chlorine:verbindung erhalten, so nimmt man das Schälchen, welches das Quecksilber enthält, hinweg, und sammelt den Chlorine:Stickstoff in einem andern leeren oder mit destillirtem Wasser angefüllten Schälchen. Man muß Sorge tragen, auf einmal nicht mehr als ein bis zwei Kügelchen aufzunehmen, und zu dem Versuche keine größere Menge als etwa einen Gran anzuwenden. Denn die Explosionen, welche erzeugt werden, sind so heftig, daß sie Gefahr veranlassen, wenn die angewandte Menge nicht sehr gering ist.

Die Eigenschaften des Chlorine:Stickstoffes sind folgende.

Seine Farbe ähnelt der des Baumöls. Er ist eben so durchsichtig und hat wenig oder nichts von der Eigenschaft, sich anzuhängen, welche dem Oele eigen ist. Der Geruch ist eigenthümlich und stark, obgleich nicht so unangenehm und den Lungen so nachtheilig, wie der der Chlorine. Er ist sehr flüchtig, und entweicht bald, der freien Luft ausgesetzt. Bei 160° läßt er sich ohne Gefahr überdestilliren; er wird aber zum Theil durch die Hitze zersezt. Eine Temperatur von 200° beschleunigt nur die Schnelligkeit des Vers

dunstens; bis zu 212° erhitzt, detonirt er aber mit ungemeyner Heftigkeit. Im leeren Raume wird er in Dunst verwandelt, kehrt aber in den Zustand einer tropfbaaren Flüssigkeit zurück, wenn der Druck der Atmosphäre hergestellt wird. Wird dieser Dunst hinreichend erhitzt, so detonirt er mit eben der Heftigkeit, wie die Flüssigkeit selbst. Davy bestimmt das Gewicht des Chlorine:Stickstoffes gleich 1,653. Wird er der Kälte ausgesetzt, so gefriert das Wasser, welches damit in Berührung ist, ungefähr bei 40° , er selbst bleibt aber flüssig, selbst wenn er einer Kälte ausgesetzt wird, die durch eine Mischung aus Eis und salzsaurer Kalkerde hervorgebracht wird.

Bleibt der Chlorine:Stickstoff mit Wasser in Berührung, so verschwindet er bald, zugleich entwickelt sich eine beträchtliche Menge Stickgas. Wird er in starke Salzsäure geschüttet, so entweicht eine bedeutende Menge Gas, deren Gewicht das ganze Gewicht der Chlorineverbindung weit übersteigt. Dieses Gas ist Chlorine; in der Auflösung bleibt salzsaures Ammonium.

Wird Chlorine:Stickstoff mit Phosphor in Berührung gebracht, so erfolgt unmittelbar eine heftige Detonation; der Erfolg ist so augenblick und so groß, daß es bis jetzt unmöglich war, die Produkte zu sammeln. Die Herren Berzelius und Marcet fanden, daß die Detonation bei dem Zusatz einer gewissen Menge Schwefelkohlenstoff nicht erfolgt.

Auf den Schwefel wirkt der Chlorine:Stickstoff ungleich weniger heftig, als auf den Phosphor. Legt man ein Stückchen Schwefel in den Trichter, in dem der Chlorine:Stickstoff bereitet wird, so verbinden sich die Tropfen von diesem mit ihm, und veranlassen die Bildung einer dreifachen Zusammensetzung von brauner Farbe, die sich nach und nach

mit stetem aber ruhigem Aufbrausen zerseht. Die Oele bewirken, mit dem Chlorine-Stickstoff in Berührung gebracht, ebenfalls eine sehr heftige Detonation.

Die Herren Porret, Wilson und Rupert Kirk brachten 125 verschiedene Substanzen damit in Berührung. Nachstehende allein bewirkten eine Explosion. (Nicholson's Journal. XXXIV. 277.)

Schwefelwasserstoffgas mit Ueberschuß von Schwefel	Bernsteindl Steindl
Phosphor	Del aus den Schalen der Orangen
Phosphorkalk	Orangen
Caoutchouc	Naphta
Wyrthe	Silberseife
Phosphorhaltiger Kampher	Quecksilberseife
Palmdl	Kupferseife
Amhra	Bleiseife
Wallfischthran	Manganseife
Leindl	Geschmolzenes Kali
Baumdl	Auflösung des reinen Ammoniums
Kampherhaltiges Baumdl	Phosphorwasserstoffgas
Schwefelhaltiges Baumdl	Salpetergas.
Terpenthindl	
Del aus dem Theer	

Herr Dilong brachte Chlorine-Stickstoff mit Kupfer in Berührung, und fand, daß er zerseht wurde. Er wirkte diese Zersezung auf nachstehendem Wege. Er schütete den Chlorine-Stickstoff und Kupferseife in eine mit destillirtem Wasser angefüllte Flasche, die mit einer Röhre versehen ist, deren Ende unter eine mit Quecksilber gefüllte Glocke geleitet wird. Das Kupfer schwärzt sich bald, und

das destillirte Wasser nimmt die Farbe einer Auflösung von Chlorinkupfer an; es entweicht nur reines Stickgas, das man unter der Glocke sammelt. Fällt man die Auflösung des Chlorinkupfers durch salpetersaures Silber, so läßt sich mit Leichtigkeit die Menge der Chlorine bestimmen, die in die Verbindung eingeht. Mit dieser Analyse beschäftigt, wurde Herr Dulong zum zweiten Male durch eine Explosion beschädigt, und an ihrer Beendigung verhindert. (Annales de Chimie. LXXXVI. 59.)

Davy bemerkte, daß wenn Chlorine:Stickstoff in einem luftleer gemachten Gefäße zum Explodiren gebracht wurde, die einzigen Produkte Chlorine und Stickstoff waren. (Phil. Transact. 1813. p. 244.) Dieses bestätigt ebenfalls die früher angegebenen Bestandtheile. Läßt man den Chlorine:Stickstoff auf Quecksilber wirken, so werden Calomel und ätzender Quecksilbersublimat (Verbindungen des Quecksilbers mit Chlorine) gebildet, und es entweicht Stickgas. In einem Versuche wogen die gebildete Chlorineverbindung 0,7 Gran, und es entwichen 0,192 Kubikzoll Stickgas, die 0,057 Gran wiegen. Es würde demnach das Verhältniß der Bestandtheile dem Gewichte nach seyn:

Stickstoff	7,53
Chlorine	92,47
	<hr/>
	100,00

Dieses Verhältniß kann jedoch nur als annähernd betrachtet werden, da bei der geringen Menge, mit welcher der Versuch angestellt wurde, sich wohl schwerlich die größte Genauigkeit erwarten läßt.

Bei Gelegenheit, als von der Bereitung des Chlorines:Stickstoffes die Rede war, wurde bemerkt, daß während der Bildung desselben sich eine große Menge kleiner Luftblasen

entwickeln. Diese werden von einem eigenthümlichen Gas erzeugt, das ein Gemenge aus dunstförmigem Chlorine, Stickstoff und Stickgas zu seyn scheint.

Dieses Gas hat einen sehr starken Geruch und zersetzt sich zuwellen von selbst, wenn es mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt. Die Zersetzung ist mit einer schwachen Detonation und einem lebhaften Lichte vergesellschaftet. Setzt man an die Stelle des Trichters eine Woulffsche Flasche, die mit einer Röhre, welche unter eine mit Wasser gefüllte Glocke geleitet worden, versehen ist, so kann man es besonders auffangen.

Frisch aufgefangen, detonirt es gewöhnlich, wie bemerkt wurde, wenn die Glocke umgekehrt wird. Es verliert diese Eigenschaft jedoch bald, wenn es mit Wasser, ja wenn es mit Quecksilber in Berührung bleibt. In letzterem Falle wird Chlorine-Quecksilber gebildet, und unter der Glocke bleibt reines Stickgas. Diese Zersetzung findet ohne Aenderung im Volumen des Gas statt; dieses scheint zu beweisen, daß der dunstförmige Chlorin-Stickstoff genau dasselbe Volumen wie das in ihm enthaltene Stickgas habe.

g. Mit der Jodine verbindet sich der Stickstoff ebenfalls und stellt eine Zusammensetzung dar, die Jodine-Stickstoff genannt werden kann. Sie wurde von Courtois entdeckt, und läßt sich auf nachstehendem Wege darstellen.

Es wird Jodine in eine Auflösung des Ammoniums in Wasser geschüttet. Sie verwandelt sich nach und nach in eine bräunlich schwarze Substanz, welche Jodine-Stickstoff ist. Man bringt ihn auf das Filtrum und wäscht ihn aus.

An der freien Luft verdunstet er nach und nach, ohne

einen Rückstand zu lassen. Er detonirt mit der größten Hefigkeit. Ist er trocken, so erfolgt die Detonation von selbst, ist er feucht, so ist hierzu ein schwacher Druck erforderlich. Im Dunkeln ist die Detonation stets mit einer merklichen Lichtentwicklung vergesellschaftet. Erfolgt die Detonation in einem luftleer gemachten Gefäße, so findet man als Resultat Stickgas und Jodine; so wie überhaupt die Detonation dieser Zusammensetzung stets als Folge der sich ereignenden Zersetzung und der Trennung und Entweichung des Stickstoffes und der Jodine im gasförmigen Zustande betrachtet werden muß.

Da der Jodine-Stickstoff, wenn er trocken ist, sich freiwillig zersetzt, so müssen viele Körper, selbst dann, wenn er sehr feucht ist, die Zersetzung desselben bewirken. Vorzüglich bieten aber die Alkalien uns diese Wirkung in einem ausgezeichneten Grade dar, wegen ihrer Wirkung auf die Jodine. So findet man, daß in dem Augenblicke, in welchem Kalilauge auf die gepulverte Jodineverbindung geschüttet wird, sich das Stickgas in Blasen entwickelt; sie wirkt in diesem Falle wie auf die reine Jodine.

Nach Collin (Annales de Chimie. XCI. p. 262.) sind die Bestandtheile des Jodine-Stickstoffes dem Gewichte nach:

Stickstoff	5,8544
Jodine	156,2100

Dieses kommt mit einem Raumtheile Stickstoff und drei Raumtheilen Jodine überein.

10. Man hat vielfältig geglaubt, den Stickstoff in einfachere Bestandtheile zerlegen zu können, allein bis jetzt sind alle diese Bemühungen fruchtlos gewesen. Priestley, der Wasser aus irdenen Retorten oder durch irdene Röhren

bei hohen Temperaturen destillirte, fand, daß eine bedeutende Menge Luft erzeugt wurde, die ihm vorzüglich Stickgas mit veränderlichen Mengen Sauerstoffgas zu seyn schien. Er schloß hieraus, daß das Wasser in Luft verwandelt werde. Westrumb, Wiegleb, Götting, durch ähnliche Versuche veranlaßt, traten dieser Meinung bei. Das Stickgas wurde demnach als aus Wasser und Wärmestoff gebildet, betrachtet, und das Wasser wurde als ponderable Basis dieser, so wie der übrigen Gasarten, angenommen.

Späterhin fand Priestley, daß wenn Wasser aus gläsernen oder metallenen Gefäßen destillirt wurde, die Erzeugung der Luft selbst in dem Falle unterblieb, wenn Thon oder Stücke der irdenen Gefäße, die zu den ersten Versuchen gedient hatten, in die Retorten gebracht wurden. Er leitete demnach die oben angeführte Erscheinung von der Porosität der Gefäße ab, deren Poren durch die Wärme erweitert, den Wasserdunst entweichen, die atmosphärische Luft eintreten lassen. (Philos. Transact. LXXIII.) Dieses wurde durch die darauf folgenden Versuche von van Deiman und von Hauch bestätigt.

Sirtanner behauptete gegen Priestley, daß diese Erzeugung von Stickgas ebenfalls stattfindet, wenn das Wasser aus einer gläsernen Retorte destillirt oder durch erhitzte gläserne Röhren hindurchgetrieben wird, wosfern nur etwas Thon, Kalkerde oder Kieselerde in dieselbe gebracht wurde, oder wenn man sich irdener, auswendig, nicht aber im Innern gläserner Retorten bedient. Ihm war es wahrscheinlich, daß die Wirksamkeit dieser Erdaarten, das Wasser in Stickgas zu verwandeln, davon abhängt, daß sie demselben Sauerstoff entziehen; dem gemäß näherte er sich einer früher von Wayer aufgestellten Meinung, der das

Stickgas für eine Zusammensetzung aus Wasserstoff und Sauerstoff erklärte, die sich vom Wasser durch einen geringeren Gehalt an Sauerstoff unterschiede. Die Genauigkeit der Sirtannerschen Versuche, nuthin auch die Richtigkeit der daraus gezogenen Folgerungen wurde vorzüglich von Berthollet und Lavoisier in Anspruch genommen. Diese wiederholten die meisten derselben, erhielten jedoch keinesweges die Erfolge, die von Sirtanner angegeben worden.

Es giebt jedoch noch andere Erscheinungen, die eine Beziehung zwischen Wasser und Stickstoff wahrscheinlich machen. Priestley bemerkte, daß wenn Wasser gekocht wurde, das so vollständig wie möglich von Luft, die es aufgelöst haben konnte, befreit worden war, etwas von einer elastischen Flüssigkeit sich entwickelte, die er für Stickgas erkannte, und daß diese Entwicklung während der ganzen Dauer des Processes anhielt. Er fand ferner, daß Wasser, welches durch wiederholte Versuche in der Toricellischen Leere so vollständig wie möglich von Luft befreit worden, wenn es zum Gefrieren gebracht wurde, ein Eis gab, welches, wenn auch durchsichtig auf der Oberfläche, doch undurchsichtig gegen den Mittelpunkt hin war, und daß, wenn es wieder geschmolzen wurde, sich kleine Luftblasen aus demselben entwickelten. So oft das Gefrieren desselben Wassers wiederholt wurde, fand diese Entwicklung von Luft statt, und ungeachtet er es zehn bis zwölffmal wiederholte, indem er jedesmal die durch das Gefrieren erzeugte Luft, ehe sie vom Wasser absorbirt wurde, entweichen ließ, so gab es doch bei dem nächsten Gefrieren wiederum Luft; und je größer die Kälte war, um so mehr Luft wurde entwickelt. Diese Luft sammelte er, indem er ungefähr drei Unzen Wasser in

einem eisernen, zylindrischen Gefäß, an dem eine Glasröhre von ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser angebracht war, frieren ließ. Die letzten Antheile von Luft waren eben so beträchtlich als irgend einer der vorhergehenden; so daß er nicht im mindesten zweifelte, daß auf diesem Wege aus demselben Wasser Luft ad libitum könne erhalten werden. Nachdem er ungefähr zwei Kubikzoll Luft in der Glasröhre gesammelt hatte, endigte er den Versuch. Bei der Prüfung der erhaltenen Luft ergab es sich, daß sie reines Stickgas war, indem Salpetergas nicht auf sie wirkte, und sie nichts entzündliches hatte. (Nicholson's Journal, 4to. Vol. IV. p. 193.)

Hieraus und aus den im Vorhergehenden angeführten Versuchen schloß Priestley: daß das Wasser sich in Stickgas verwandeln lasse. Er nahm ferner eine Beziehung zwischen Stickgas und Wasserstoffgas an, in Folge davon letzteres in ersteres verwandelt werden könne. Die sämtlichen von ihm beobachteten Thatsachen hielt er der Hypothese günstig, daß das Wasser die Grundlage oder der wägbare Theil aller Gasarten sey, und daß der Unterschied, der unter ihnen stattfindet, nur von dem Zusatz gewisser Bestandtheile abhängt, die sich durch das Gewicht nicht ausmitteln lassen.

Berzelius nimmt aus Gründen, die er von der Theorie der bestimmten Mischungsverhältnisse entlehnt, an, daß der Stickstoff aus Sauerstoff und einer unbekanntem brennbaren Grundlage, die er Nitricum nennt, in dem Verhältnisse von 100 Sauerstoff gegen 77,26 Nitricum (oder einem Massentheilchen von jedem) zusammengesetzt sey.

Herr Miers hat in Thomson's Annalen B. III. S. 364 ff. B. IV. S. 180 ff. S. 260 ff. Girtanner's Reinigung

Meinung, daß der Stickstoff eine Zusammensetzung aus Wasserstoff und Sauerstoff sey, zu erneuern gesucht. Seine Versuche, auf welche er die ausgesprochene Meinung stützt, müßten nach einem größeren Maasstabe und mit mehr Genauigkeit wiederholt werden; dann erst würden sich befriedigende Resultate aus ihnen ziehen lassen.

Man kann demnach mit Grunde behaupten, daß keiner der angeführten Versuche auf eine genügende Art die Zusammensetzung des Stickstoffes darthue, und daß er unseren bisherigen Kenntnissen zufolge den unzerlegten Stoffen beigezählt werden müsse.

Dritte Abtheilung.

In dieser soll von denjenigen Verbindungen gehandelt werden, welche die im Vorhergehenden abgehandelten Stoffe mit dem Sauerstoffe darstellen, und welche nicht den Charakter der Säuren besitzen. Sie sind das gasförmige Kohlenoxyd, das oxydirte Stickgas, das Salpetergas, das Wasser. Diesen Verbindungen kann man noch die atmosphärische Luft beifügen, die aus Stickgas und Sauerstoffgas, wenn auch nicht chemisch verbunden, doch mit einander gemengt, gebildet ist.

Erster Abschnitt.

Vom gasförmigen Kohlenoxyd.

Man machte die Bemerkung, daß wenn kohlen-saures Gas der Einwirkung solcher Körper ausgesetzt wird, welche eine starke Anziehung gegen den Sauerstoff äußern, es in ein brennbares Gas verwandelt werde, das keine sauren Eigenschaften besitzt.

Priestley lenkte die Aufmerksamkeit der Chemisten zuerst auf diese Zusammensetzung, in einer Abhandlung, welche er zur Vertheidigung des Phlogistons schrieb. Er hatte die Bemerkung gemacht, daß wenn ein Gemenge aus Hammerschlag und Kohlen, oder kohlensaurem Varyt dem Feuer in einer schicklichen Vorrichtung ausgesetzt wurde, sich eine reichliche Menge einer elastischen Flüssigkeit entwickelte, die er dem schweren Kohlenwasserstoffgas oder dem Wasserstoffgas mit dem Nahrung vom Kohle (s. Seite 378) analog hielt. (The doctrine of Phlogiston established, and that of the composition of water refuted. By John Priestley. Northumberland. 1800.)

Seine Versuche wurden von Dr. Woodhouse aus Pennsylvanien wiederholt, und insofern sie die Bildung einer elastischen entzündlichen Flüssigkeit betrafen, bestätigt. (Ann. de Chimie, T. XXXVIII. p. 271.) Da Dr. Woodhouse seine Abhandlung dem französischen National-Institute übersandt hatte, so wurde die Aufmerksamkeit mehrerer Mitglieder desselben auf diesen Gegenstand gelenkt. Dadurch wurden Berthollet (Mémoires de l'Institut national. Vol. IV. p. 105 etc.), so wie Clement und Desormes (Journal de l'école polytechnique. T. IV. p. 323.) veranlaßt, Versuche darüber anzustellen. Früher hatte Herr Cruikshanks sich mit Untersuchung dieser Gasart beschäftigt, und die Hauptthatfachen, die Erzeugung und Analyse desselben betreffend, dargelegt. (Nicholson's 4to Journ. Vol. V. p. 3.)

Dieses Gas wird erzeugt, wenn man bei einer hohen Temperatur ein Uebermaß von Kohle mit Sauerstoffgas oder mit Kohlensäure, oder mit solchen Körpern in Verbindung bringt, welche den Sauerstoff oder die Kohlensäure,

die sie enthalten, sehr schwer fahren lassen. Dieses beständige nachstehende Verfahrungsarten, deren man sich zur Darstellung dieses Gas bedient.

a) Wird ein Gemenge aus gereinigter Kohle und Eisens oder Zinkoxyd oder überhaupt irgend einem Oxyd, welches die Hochglühhitze ertragen kann, in einer eisernen Retorte einem heftigen Feuergrade ausgesetzt, so wird das Oxyd nach und nach hergestellt, und während der Reduktion entbindet sich eine beträchtliche Menge Gas. Dieses Gas ist ein Gemenge aus kohlen-saurem Gas und einem entzündlichen Gas, das mit blauer Flamme brennt. Dieses letztere ist dasjenige Gas, welches gasförmiges Kohlenoxyd genannt worden ist. Die Kohlen-säure läßt sich hinwegnehmen, wenn man das Gemenge durch Kalkwasser gehen läßt.

Herr Cruikshanks prüfte auf diesem Wege die Oxyden des Eisens, Zinks, Kupfers, die Bleiglätte und das schwarze Manganoxyd. Aus seinen Versuchen lassen sich nachstehende Folgerungen ableiten. Diejenigen Oxyde, welche ihren Sauerstoff am leichtesten fahren lassen, geben das größte Verhältniß Kohlen-säure; diejenigen, welche ihren Sauerstoff am hartnäckigsten an sich halten, geben die größte Menge gasförmiges Kohlenoxyd. Stets geht im Anfange des Processes die größte Menge Kohlen-säure über, das Verhältniß derselben nimmt nach und nach ab, zuletzt wird beinahe reines Kohlenoxyd entwickelt. Die Versuche von Element und Desormes stimmen fast ganz mit denen von Cruikshanks überein. Sie beschränkten sich jedoch darauf, das weiße Zinkoxyd anzuwenden, ohne andere Metallerde zu versuchen. Sie setzten an die Stelle der Kohle Graphit, und erhielten dieselben Resultate. (Annales de Chimie. XXXIX. 33.)

b) Wird ein Gemenge aus einem Theile gereinigter Kohle und drei Theilen Kalkerde oder Strontianerde oder Baryterde, sämmtlich mit Kohlenensäure verbunden, in einer eisernen Retorte einer heftigen Hitze ausgesetzt, so wird die Kohlenensäure nach und nach abgeschieden und zum Theil verändert, und es findet eine häufige Gasentwicklung statt. Dieses Gas ist ein Gemenge aus ungefähr einem Theile Kohlenensäure und fünf Theilen Kohlenoxyd (a. a. O. S. 45.). In diesem Falle wird ein Theil der in der kohlenfauren Verbindung enthaltenen Säure abgeschieden, der größte Theil wird jedoch durch Wirkung der Kohle in Kohlenoxyd verwandelt.

c) Wird ein Gemenge aus gleichen Theilen reiner Eisenseile und einer der vorher genannten kohlenfauren Verbindungen in einer eisernen Retorte stark erhitzt, so wird die Kohlenensäure auf gleiche Art durch die Einwirkung des Eisens zerlegt, und dieselben Gasarten erzeugen sich in reichlicher Menge. Dr. Priestley stellte zuerst den Versuch mit dem schwarzen Eisenoxyd und dem kohlenfauren Baryt an; als aber Cruikshanks an die Stelle des Oxyds reines Eisen setzte, so wurde die Menge der gasförmigen Produkte bedeutend vermehrt. (Nicholson's Journal, 1802. Vol. V. p. 48, 208.)

d) Läßt man kohlenfaures Gas langsam mehrere Mal über ausgeglühte in einer porzellanenen oder eisernen Röhre bis zum Rothglühen erhitzte Kohlen gehen, so verschwindet es nach und nach, und man findet an der Stelle desselben gasförmiges Kohlenoxyd. Hier wird durch die Kohle, wie in den beiden nächst vorhergehenden Versuchen, die Kohlenensäure zerlegt, nur mit dem Unterschiede, daß sie sich hier im gasförmigen Zustande befindet, während sie in jenen Fällen an eine Grundlage gebunden war. Dieser Versuch wurde

zuerst von Cruikshanks (a. a. O. S. 209.) gemacht und nachmals von Element und Desormes wiederholt.

Von diesen Verfabrungsarten dient, den Erfahrungen von Cruikshanks zufolge, das dritte allein dazu, gasförmiges Kohlenoxyd im Zustande der Reinheit zu erhalten. Werden gleiche Theile Kreide und Eisenfeile, von denen jedes vorher an und für sich in verschlossenen Gefäßen bis zum Rothglühen erhitzt worden, gemengt und in einer eisernen Retorte stark erhitzt, so sind die übergehenden Gasarten nur ein Gemenge aus Kohlenäure und Kohlenoxyd. Wird ersteres durch Kalkwasser hinweggenommen, so bleibt das Kohlenoxyd rein zurück.

1. Das auf dem angegebenen Wege erhaltene Kohlenoxyd ist unsichtbar und ausdehnbar, wie die atmosphärische Luft. Sein spezifisches Gewicht ist nach Gay Lussac gleich 0,96783. Dalton fand dasselbe gleich 0,945; Cruikshank 0,957; Element und Desormes 0,924.

2. Von dem Wasser wird es in geringer Menge absorbirt; 100 Kubikzoll Wasser nehmen 2,01 von diesem Gas in sich; Dalton giebt ein etwas größeres Verhältniß an. Nach ihm nimmt das Wasser $\frac{1}{27}$ seines Volumens davon in sich.

3. Es röthet die Lackmustinktur nicht. Brennende Körper, die man in dasselbe taucht, erlöschen; Thiere, die es einathmen, werden schnell getödtet. Es scheint besonders nachtheilig auf die thierische Oekonomie zu wirken.

4. Es wird, wenn es einem heftigen Feuergrade ausgesetzt wird, nicht verändert. Den Versuchen von Element und Desormes zufolge, wird es durch Wärme eben so wie die atmosphärische Luft ausgedehnt. Auch durch Elektrizität wird dieses Gas nicht verändert.

5. Das gasförmige Kohlenoxyd ist entzündlich. Wird es unter dem Zutritte der atmosphärischen Luft mit einem glühenden Körper oder einer Lichtflamme berührt, so entzündet es sich, und brennt mit leuchtender, blauer Flamme. Wird es, ehe es entzündet wird, mit atmosphärischer Luft gemengt, so brennt es rascher und mit lebhafterem Glanze, und detonirt nur schwach. Nimmt man statt atmosphärischer Luft Sauerstoffgas, so ist das Verbrennen rascher und glänzender. Das Gemenge aus Sauerstoffgas und gasförmigem Kohlenoxyd detonirt, wenn man es entzündet, mit ziemlicher Heftigkeit.

Dafton (Chemical Philosophy. p. 373; Uebersetzung von F. Wolffs B. II. S. 175.) macht auf einige diese Detonationen begleitende Umstände aufmerksam. Sie finden nicht statt, wosfern das Kohlenoxyd nicht wenigstens $\frac{2}{3}$ des Gemenges ausmacht, und der Sauerstoff muß wenigstens $\frac{1}{3}$ des Ganzen betragen. Es ereignet sich außerdem häufig, wenn man statt des Sauerstoffes atmosphärische Luft anwendet, daß eine lebhaftere Explosion erfolgt, und daß beide, das gasförmige Kohlenoxyd und das Sauerstoffgas, im Rückstande vorgefunden werden. Mengt man 100 Raumtheile gasförmiges Kohlenoxyd mit 250 Raumtheilen atmosphärischer Luft, so erfolgt eine Explosion, es verbrennen aber nur $\frac{2}{3}$ des Gas, der Ueberrest desselben bleibt mit einer verhältnißmäßigen Menge Sauerstoff als Rückstand.

6. Die Herren Element und Desormes glaubten eine Zersetzung dieses Gas bewirkt zu haben, als sie dasselbe mit einer reichlichen Menge Wasserstoff durch eine glühende Röhre hindurchgehen ließen. Es wurde Wasser gebildet, und Kohle abgesetzt. Nach Theodor von Saussure rührt jedoch die Erscheinung kohligter Substanz von

der Wirkung her, welche der Wasserstoff bei dieser Temperatur auf das in der Glasröhre enthaltene Oxyd äußert.

7. Die Kohle, wie sich auch schon im Voraus erwarten läßt, zerlegt dieses Gas nicht. Eben so bewirken Phosphor und Schwefel keine Zerlegung desselben, eben so ist der Stickstoff ohne Wirkung darauf.

8. Nur die Chlorine ist unter den bekannten einfachen Stoffen derjenige, welcher eine bemerkbare Wirkung auf das Kohlenoxyd äußert.

Setzt man ein Gemenge aus gleichen Theilen Chlorine und gasförmigem Kohlenoxyd, beide recht trocken, dem Sonnenlichte aus, so bemerkt man bald eine Verminderung des Rauminhaltes; derselbe vermindert sich nach einiger Zeit bis auf die Hälfte seines ursprünglichen Volumens. Zugleich wird ein neues Gas gebildet, dem man von seiner Erzeugung durch das Licht den Namen Phosgen gas (von *Phos* Licht und *Arqueus* ich erzeuge) gegeben hat. Der Versuch läßt sich in einer eingetheilten Röhre über Quecksilber anstellen; da jedoch die Chlorine dieses Metall angreift, so kann man, größerer Genauigkeit wegen, einen Kolben von bekanntem Rauminhalte wählen und diesen luftleer machen. In diesen läßt man nach und nach die beiden Gasarten treten, und nach erfolgter gegenseitiger Einwirkung, die gewöhnlich in weniger als einer Viertelsstunde beendigt ist, öffnet man den Kolben in Quecksilber, um die Verminderung des Rauminhaltes zu schätzen u. s. w. Die Reaktion würde sehr langsam erfolgen, wenn die Gasarten nur dem Tageslichte ausgesetzt würden; im Dunkeln würde sie gar nicht stattfinden. Elektricität, so wie Nothglühbirne, sind beide nicht vermögend, sie hervorzubringen.

Das Phosgen gas ist farblos, sein Geruch ist erstickend,

dem des Chlorine-Stickstoffes ähnlich. Es reizt die Augen stark, erregt Thränen, röthet stark das Lackmuspapier, und bewirkt schnell das Erdschen brennbarer Körper. Sein specifisches Gewicht ist gleich 3,3894.

Auf den Sauerstoff ist dieses Gas ohne Wirkung, wenigstens läßt sich vermittelst des elektrischen Funkens keine Verbindung beider bewirken. Mit der atmosphärischen Luft in Berührung gebracht, stößt es keine Dämpfe aus. Kein nicht metallischer Körper zerlegt es. Das Zinn, Zink, Antimonium, Arsenik und mehrere andere Metalle bewirken im Gegentheil eine Zersetzung desselben. Sie absorbiren die Chlorine, und setzen das gasförmige Kohlenoxyd in Freiheit. Das Wasser, ferner das Zinkoxyd, das Antimoniumoxyd, überhaupt die meisten metallischen Oxyde zerlegen es, während sie zugleich selbst zerlegt werden. Das Wasser veranlaßt die Bildung von Kohlenensäure und gasförmiger Salzsäure; die Metalloxyde hingegen die Bildung von Kohlenensäure und von Chlorineverbindungen.

Da das Wasser selbst bei der gewöhnlichen Temperatur dieses Gas zerlegt, so läßt sich erwarten, daß wenn man einen elektrischen Funken durch ein Gemenge aus diesem Gas und aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas hindurchgehen läßt, außer einer Art von Detonation, die Bildung von Salzsäure und Kohlenensäure die Folge seyn werde; dieses ist auch wirklich der Fall.

Der Alkohol löst bei der gewöhnlichen Temperatur und Barometerstande sein zwölffaches Volumen von diesem Gas auf.

Endlich verbindet sich das Phosgengas ganz mit dem gasförmigen Ammonium; es absorbirt sein vierfaches Volumen desselben und bildet ein Salz, das eigenthümliche Eis

genschaften besitzt. Dieses Salz ist fest, weiß, flüchtig, hat einen stechenden Geruch, zerfließt an der Luft, und ist mithin in Wasser sehr auflöslich. Es ist neutral. Der Wirkung des Feuers in einer kleinen, gekrümmten, mit salzsaurem oder schwefelsaurem Gas gefüllten Glocke ausgesetzt sublimirt es sich, ohne eine Veränderung zu erleiden. Wird es mit Schwefelsäure behandelt, so wird es zersetzt; es wird schwefelsaures Ammonium gebildet, und es entweichen gasförmige Salzsäure und Kohlensäure in dem Verhältniß von 1 zu 2. Die Salpetersäure, Phosphorsäure und tropfbar flüssige Salzsäure bewirken ebenfalls eine Zersetzung desselben, vermöge des in ihnen enthaltenen Wassers. Wahrscheinlich ist dieses bei allen sauren und salzigen Auflösungen der Fall.

Die Bestandtheile des Phosgengas sind dem Gewichte nach:

Chlorine	2,5	72
Kohlenoxyd	0,972	28
		<hr/>
		100

Man könnte die Bestandtheile desselben auch so angeben:

Chlorine	4,5	72
Sauerstoff	1,0	16
Kohlenstoff	0,75	12
		<hr/>
		100

Wir verdanken die Entdeckung und nähere Untersuchung dieser Gasart dem Herrn John Davy. (Man sehe: Philos. Transact. 1812. p. 144.) Er hat ihm den Namen Phosgas gegeben. Andere Chemisten nennen es chlo- rinekohlensaures Gas (gaz chloro-carbonique), andere chlorineauerstoffkohlenhaltiges Gas (gaz chlor-oxi-carbo- nique).

9. Von den Metallen wurde nur allein die Wirkung des Kalium und Natrium auf das gasförmige Kohlenoxyd untersucht. Durch ihre Einwirkung erfolgt eine mit Entwicklung von Licht und Wärme vergesellschaftete Zersetzung des Gas. Dieses verschwindet, wosfern es rein war, ganz, die genannten Metalle werden, indem sie sich mit dem Sauerstoffe desselben verbinden, in Oxide verwandelt, und alle Kohle, welche es enthält, wird abgeschieden.

10. Den Versuchen von Cruikshanks, Clement und Desormes, Dalton und Gay Lussac zufolge sind in dem gasförmigen Kohlenoxyd keine anderen Bestandtheile als Sauerstoff und Kohlenstoff enthalten, und zwar beträgt sein Kohlenstoff die Hälfte von dem, welcher in der Kohlenäure enthalten ist. Das Verhältniß seiner Bestandtheile ist demnach:

Kohlenstoff	0,75	42,86	100,0
Sauerstoff	1,00	57,14	133,3
		100,00	

Sieht man es als eine Verbindung, die aus einem Massentheilchen Kohlenstoff und einem Massentheilchen Sauerstoff gebildet wurde, an, so würde das Gewicht eines Massentheilchen desselben 175,33 seyn.

11. Mehrere Chemisten, unter anderen Berthollet, behaupteten, daß auch Wasserstoff einen Bestandtheil von diesem Gas ausmache. Als Grund für seine Behauptung führt Berthollet den Umstand an, daß wenn es auf das sorgfältigste bereitet wird, wenn man z. B. es aus natürlichem kohlenfauren Baryt und Eisenfeile darstellt, und alle Feuchtigkeit möglichst abhält, doch dasselbe, wenn es verbrannt wird, Spuren von Wasser gebe. (Mem. d'Arcueil. T. II. p. 85.) Dieses konnte doch wohl daher rühren, daß

nicht alle Feuchtigkeit entfernt wurde, um so mehr, da andere Naturforscher bei Wiederholung des Versuches kein Wasser erhielten.

Einen anderen Beweis für einen Gehalt von Wasserstoff in diesem Gas glaubte man in seinem geringen specifischen Gewichte zu finden. Das specifische Gewicht des Sauerstoffgas, indem es sich mit Kohlenstoff zu Kohlensäure verbindet, wird vergrößert; indem nun das Verhältniß des Kohlenstoffes noch vermehrt wird, soll nun gerade das Gegentheil stattfinden, und eine Zusammensetzung gebildet werden, die nicht allein leichter als kohlen-saures Gas, sondern sogar leichter als Sauerstoffgas ist. Dieses schien ein offener Widerspruch zu seyn, und Berthollet fand in diesem Umstande eine Bestätigung seiner Behauptung, daß das gasförmige Kohlenoxyd nicht eine zweifache Zusammensetzung aus Kohlenstoff und Sauerstoff sey, sondern außerdem Wasserstoff enthalte. Dalton und Gay-Lüssac erklärten jedoch diese Erscheinung befriedigend daraus, daß die Kohle, indem sie in diese Zusammensetzung eingeht, den Zustand eines gasförmigen Körpers annimmt; und da ihre Dichte uns bei dieser Ausdehnung nicht bekannt ist, so kann man auch in Hinsicht der Wirkung, die dieses auf die chemische Verbindung haben muß, nichts bestimmen; denn es ist nichts weniger als eine nothwendige Folge, daß ihre Dichte im gasförmigen Zustande größer seyn müsse, als die des Sauerstoffgas. Da ferner die Verdichtung bei gasförmigen Verbindungen, die aus denselben Bestandtheilen gebildet sind, verschieden seyn kann, wenn das Verhältniß dieser Bestandtheile sich verändert, so kann dadurch der Unterschied im Erfolge bei der Bildung des Kohlenoxydgas und kohlen-sauren Gas veranlaßt werden.

Zweiter Abschnitt.

Von dem oxydirten Stickgas.

Diese Zusammensetzung wurde von Priestley im Jahre 1776 entdeckt, der ihr den Namen dephlogistische Salpeterluft gab. (Priestley, on Air, II. 54.) Die vereinten holländischen Chemisten, Deiman und van Troostwyk, die sich ebenfalls mit Untersuchung derselben im Jahre 1793 beschäftigten, zeigten, daß es eine Zusammensetzung aus Stickstoff und Sauerstoff sey. (Journ. de Phys. XLII. 323); sie gaben ihr den Namen gasiformes Stickstoffoxyd. Die vollständigste Untersuchung dieser Gasart verdanken wir jedoch Herrn Humphry Davy, der eine sehr gründliche Abhandlung im Jahre 1800 über diesen Gegenstand (Researches on nitrous oxide.) bekannt machte, er nannte sie salpétrisches Oxyd (nitrous oxide). Priestley erhielt dieses Gas sowohl indem er Salpetergas mit Eisenselle, die mit Wasser angefeuchtet worden, als auch dadurch, daß er Salpetergas mit einer feuchten Mischung aus Eisenselle und Schwefel, oder mit tropfbarflüssigen alkalischen Schwefelverbindungen in Verbindung brachte. Kirwan erhielt dasselbe, indem er Salpetergas und Schwefelwasserstoffgas gegenseitig auf einander wirken ließ, und die holländischen Chemisten, indem sie Salpetergas der Einwirkung des salzsauren Zinnes, des in Ammonium aufgelösten Kupfers aussetzten, oder dasselbe über erhitzten Schwefel streichen ließen. (Journal de Phys. T. XLIII. p. 324.) In allen diesen Fällen wird dem Salpetergas ein Theil seines Sauerstoffes entzogen, dieses mithin auf eine niedrigere Stufe der Oxydation zurückgeführt, und dadurch in oxydirtes Stickgas verwandelt.

Dieses Gas wird ebenfalls bei der Auflösung mehrerer Metalle in Salpetersäure gebildet. Priestley bemerkte die Entwicklung desselben bei der Auflösung von Zink, Zinn und Eisen, in Verbindung mit Salpetergas und Stickgas.

Alle diese Verfabrungsarten geben dieses Gas, jedoch keinesweges im reinen Zustande, sondern mit veränderlichen Mengen von Stickgas und Salpetergas, von denen es nicht leicht geschieden werden kann. Am reinsten erhält man es bei der Zersetzung des salpetersauren Ammoniums durch Hitze. Berthollet erhielt dieses Gas zuerst durch das zuletzt angegebene Verfahren, es wurde jedoch von H. Davy sehr vereinfacht.

Man nimmt entweder recht reines, besonders von jeder Vermischung einer salzsauren Verbindung freies, dichtes oder faseriges, salpetersaures Ammonium (letzteres ist jedoch nach Davy vorzuziehen, weil es weniger Verlust durch die seiner Zersetzung vorangehende Sublimation erfährt), schüttet es in eine tubulata Retorte, und erhitzt diese rasch, bis zu der erforderlichen Temperatur, die jedoch 500° nicht übertreffen darf, überhaupt nicht so sehr gesteigert werden darf, daß ein, wenn auch nur schwaches Glühen der Retorte wahrgenommen wird. Mit Hülfe einer Argand'schen Lampe läßt sich der erforderliche Grad von Wärme leicht erhalten. So wie das Salz schmilzt, fängt die Zersetzung desselben an, und es entstehen Wasserdämpfe, die sich verdichten, und oxydirtes Stickgas, das in mit Wasser angefüllten Flaschen aufgefangen wird. Diese müssen, so wie sie angefüllt sind, schnell verstopft werden, weil das Gas in wievohl geringem Grade sich in Wasser auflöst. Davy erhielt aus 100 Gran dichten, salpetersaurem Ammonium ungefähr 85 Kubitzoll oxydirtes Stickgas; aus einem Pfunde 4,25 Kubitzuß, während

ein Pfund des faserigen Salzes nahe 5 Kubikfuß Gas gab. (Davy's Researches. p. 121.)

Den Vorgang bei der Erzeugung des oxydirten Stickgas auf dem angegebenen Wege kann man leicht erklären, wenn man bedenkt, daß im salpetersauren Ammonium die Elemente der Säure Sauerstoff und Stickstoff, die der Grundlage Stickstoff und Wasserstoff sind. Diese Elemente sind sämmtlich geneigt, bei einer erhöhten Temperatur den gasförmigen Zustand anzunehmen, wodurch die Verbindung, in der sie sich in dem festen Salze befanden, aufgeloben, und neue Zusammensetzungen bestimmt werden. Der Wasserstoff des Ammoniums, verbindet sich mit einem Theile des Sauerstoffes der Säure zu Wasser, der übrige Sauerstoff der Säure stellt hingegen mit dem Stickstoffe der Säure und dem des Ammoniums oxydirtes Stickgas dar.

1. Das oxydirte Stickgas ist eine permanent elastische Flüssigkeit. Sein spezifisches Gewicht ist nach Davy 1,614; nach Colin 1,5209. Nach der letzten Bestimmung wiegen demnach 100 Kubikzoll 58,3 Gran Nürnberg. Med. Gew. Sein Geschmack ist merklich süßlicht, wie man sich überzeugt, wenn man es einathmet. Sein Geruch ist sehr schwach.

2. Dieses Gas wird vom Wasser aufgelöst, und die in demselben enthaltene atmosphärische Luft dadurch ausgetrieben. Bei einer mittleren Temperatur und einem mittleren Barometerstande absorbiren, nach Davy, 100 Kubikzoll Wasser 54 Kubikzoll oxydirtes Stickgas; nach Saussüre 76 Kubikzoll. Die Auflösung hat einen süßlichen Geschmack und einen schwachen nicht unangenehmen Geruch. Kochendes Wasser löst bei dem mittleren Barometerstande, selbst im luftleeren Raume, eine kaum bemerkbare Menge davon auf. Wird demnach mit oxydirtem Stickgas gesättigtes Wasser

bis zum Sieden erhitzt, so entweicht alles Gas. Nach S a u s s ü r e lösen 100 Kubitzoll Alkohol von 0,84 specifischem Gewichte 153 Kubitzoll von diesem Gas auf. (Thomson, Annals of Philosophy. Vol. VI. p. 340.)

3. Das oxydirte Stickgas erleidet keine Veränderung seines Volumens noch seiner Eigenschaften, wenn es bei der gewöhnlichen Temperatur mit Sauerstoffgas, atmosphärischer Luft, Stickgas oder Wasserstoffgas gemischt wird. Bei der Glühhitze detonirt es mit Wasserstoffgas. Läßt man den elektrischen Funken durch dasselbe schlagen oder es durch eine glühende irdene Röhre hindurchgehen, so wird es zersetzt. Sind von beiden Gasarten gleiche Theile dem Rauminhalte nach genommen worden, so sind die Produkte Wasser und Stickgas; ist die Menge des Wasserstoffgas gering, so findet man unter den Produkten ebenfalls Spuren von Salpetersäure.

4. Es ist vermindert, das Verbrennen zu unterhalten. Taucht man eine brennende Kerze in dasselbe, so brennt sie mit erweiterter und glänzender Flamme, beinahe wie in Sauerstoffgas; Phosphor brennt mit blendend weißem Lichte; Schwefel mit rosenrother Flamme, und ein Eisendraht mit Funkenstrahlen. Die brennbaren Körper müssen jedoch, wenn sie im oxydirten Stickgas brennen sollen, auf eine höhere Temperatur gebracht werden, als zum Brennen derselben in Sauerstoffgas und atmosphärischer Luft erforderlich ist. Wird mit blasser blauer Flamme brennender Schwefel in dieses Gas getaucht, so erlischt er; nur dann, wenn die Temperatur so weit erhöht worden, daß er mit weißem Lichte brennt, fährt er in diesem Gas zu brennen fort. Die Produkte des Verbrennens sind Schwefelsäure und Stickgas. Ist ungefähr die Hälfte des gasförmigen oxydirten Stickgas verzehrt, so erlischt der Schwefel.

Phos

Phosphor, der in atmosphärischer Luft bei 100° brennt, läßt sich in diesem Gas, ohne verändert zu werden, schmelzen und sublimiren. Man kann ihn mit einem roth glühenden Eisen berühren, ohne daß er anfängt zu brennen; wird er hingegen mit einem weißglühenden Eisen berührt, so brennt oder vielmehr detonirt er mit sehr großer Heftigkeit. Die Produkte sind Stickgas, Phosphorsäure und Salpetersäure; ein Theil des Dryds bleibt unzersezt. Kohle und die zusammengesetzten brennbaren Körper müssen, wenn sie unter den angeführten Umständen brennen sollen, vorher in den Zustand eines heftigen Glühens versetzt werden. Während dieses Verbrennens wird fast immer ein Antheil Salpetersäure zugleich mit dem Produkt der Oxydation des brennbaren Körpers erzeugt. (Davy a. a. O. S. 303, 311.)

5. Besonders merkwürdig sind die Wirkungen, welche dieses Gas auf die thierische Oekonomie hervorbringt, wenn es eingeathmet wird. Man glaubte einige Zeit, daß es dem Leben nachtheilig sey. Priestley fand, daß ein in das selbe eingeschlossenes Thier bald getödtet würde. Die holländischen Chemisten stellten ähnliche Versuche mit Lögell an, und zwar mit gleichem Erfolge. Sie schlossen aus Gründen einer Theorie, die sie über die Art der Wirkung desselben gemacht hatten, der zufolge es an keinen andern Stoff als den Wasserstoff Sauerstoff abgeben könne, daß es höchst nachtheilige Wirkungen hervorbringen müsse, indem es unfähig sey, dem Blute den Kohlenstoff zu entziehen, welches doch das Hauptgeschäft bei dem Athmen sey. (Journal de Phys. T. XLIII. p. 329, 333.) Herr Davy beschäftigte sich ebenfalls mit Untersuchung der Wirkungen, welche das Einathmen dieses Gas auf das thierische System hervorbringt. Er fand, daß es als ein ungemein kräftiges Reiz

mittel wirke, und auf eine außerordentliche Art sowohl Körper als Geisteskräfte aufrege. Diese Erfolge sind mit eigenthümlichen Empfindungen vergesellschaftet, die mit keinen von denen analog sind, welche durch andere Reizmittel hervorgebracht werden. Sie zeichnen sich vorzüglich durch eine besondere Geneigtheit, die Muskelkräfte thätig wirken zu lassen, aus, so wie durch das Vermögen, sie mit größerer Energie zu äußern. Andere Individuen empfinden ähnliche Wirkungen, sie unterschieden sich jedoch, wie sich auch erwarten läßt, durch Intensität und durch mehrere Abweichungen. Die Empfindungen, welche dadurch bei einigen erregt wurden, waren unangenehm und deprimirend; bei anderen wurden Krämpfe und andere Nerven-Affektionen erzeugt; andere empfanden die eigenthümlichen Wirkungen auf die geistigen Funktionen, die Stimmung zur Fröhlichkeit, die Masse von undeutlichen Vorstellungen, welche sich dem Geiste aufdringt, die Geneigtheit zur Muskelthätigkeit, ohne die angenehmen Empfindungen, welche diese Zustände gewöhnlich zu begleiten pflegen; auf einige Individuen hatte es gar keine merkliche Wirkung. In demselben Individuum sind sie sogar zu verschiedenen Zeiten verschieden. Gewöhnlich lassen die heftigen Wirkungen fünf bis sechs Minuten nach erfolgtem Einathmen nach, obgleich zuweilen eine Art der Erregung noch nach mehreren Stunden bemerkbar ist. Die Menge von Gas, die eingeathmet werden muß, um den vollen Erfolg hervorzubringen, beträgt 4 bis 9 und 10 Quart. Die Wirkung ist um so größer, wenn das Gas rein, als wenn es mit atmosphärischer Luft oder Wasserstoffgas gemengt, eingeathmet wird. Rein läßt es sich nicht länger als $4\frac{1}{2}$ bis 5 Minuten einathmen. Die größeren warmblütigen Thiere, die in dasselbe eingeschlossen

werden, sterben gewöhnlich in fünf bis sechs Minuten, die kleineren in einer oder zwei. Vorher bringt es in ihnen, wenigstens ist dieses häufig der Fall, erregende Wirkungen hervor; sie bekommen Krämpfe und verlieren bald die Empfindung; bei einigen tritt Empfindungslosigkeit zuerst ein. Sie leben jedoch im Durchschnitt zweimal so lange, als in Wasserstoffgas oder unter Wasser; die Lungen sind entzündet; das Blut hat eine purpurrothe Farbe, und der Muskelreiz ist vernichtet. Amphibien werden auf ähnliche Art afficirt, leben aber etwas länger. Fische, die man in Wasser, das mit dieser Gasart angeschwängert worden, setzt, sterben in 15 bis 20 Minuten. Geflügelte Insekten verlieren in diesem Gas bald das Vermögen, sich zu bewegen, und sterben binnen kurzer Zeit.

Ein merkwürdiger Umstand, welcher die Erregung durch diese Gasart auszeichnet, ist der, daß sie keine Schwäche oder Mattigkeit zur Folge hat. Es macht in dieser Hinsicht eine Ausnahme von allen bekannten Erregungsmitteln. Der lebhaften Stimmung zur Fröhlichkeit ungeachtet, die es erzeugt, wird diese doch von keiner bemerkbaren Erschöpfung begleitet, sondern der Zustand des Systems tritt ein, der im Anfange stattfand, ja es bleiben einige Zeit nachher noch Spuren von erhöhter Thätigkeit und angenehmen Gefühlen zurück.

Will man diesen Versuch anstellen, so muß man vor allen Dingen Sorge tragen, daß das Gas, welches man einathmet, recht rein sey. Das Salz, aus dem es entbunden wurde, muß von aller Vermischung von salzsauren Verbindungen frei seyn, weil widrigenfalls Chlorine entbunden werden könnte. Man muß den Antheil salpetersauren Ammoniums, den es etwa mit sich führen könnte, und der es

zuweilen trübt, so wie jeden Antheil von Säure, der ihm beigemischt seyn kann, dadurch entziehen, daß man es der stattfindenden Absorption ungeachtet etwa eine Stunde lang mit Wasser in Berührung läßt.

Davy untersuchte auch die Veränderungen, welche dieses Gas durch das Einathmen erfährt, um dadurch die Ursache der Wirkungen, die es hervorbringt, auszumitteln. Er fand, daß, nachdem es eine Weile eingeathmet worden ist, ein bedeutender Theil desselben absorbiert wird, und daß das rückständige Gas größtentheils aus Stickgas besteht. Wird es mit Blut in Berührung gebracht, so wird es zum Theil absorbiert, und auch in diesem Falle ist das zurückbleibende Gas vorzüglich Stickgas. Diese Veränderungen rühren wahrscheinlich zum Theil von der Absorption des oxydirten Stickgas, zum Theil von seiner Zersetzung und der Entziehung seines Sauerstoffes durch das Blut her. Der wirkliche Verbrauch von diesem Gas, der zur Hervorbringung der vollständigen erregenden Wirkungen erforderlich ist, scheint nicht mehr als etwa ein halbes Quart zu betragen.

6 Kalium entzündet sich, wenn man es in diesem Gas erwärmt, und wird anfänglich in höchst oxydirtes Kali verwandelt. Läßt man die Einwirkung der Hitze fort dauern, so wird dieses wieder zerlegt, und geht in salpetersaures Kali über. Das oxydirte Stickgas wird in ein Gemenge aus Salpetergas und Stickgas verwandelt. (Gay Lussac et Thenard Recherches phys. chim. T. I. p. 263.) Das Natrium kommt in seinen Wirkungen auf dieses Gas ganz mit dem Kalium überein. (a. a. O. S. 167.)

Eisendrath brennt in diesem Gas mit demselben Glanze, wie in Sauerstoffgas, jedoch dauert das Verbrennen nur eine kurze Zeit. Das Eisen wird in schwarzes Eis

senoxyd verwandelt; ein Theil des oxydirten Stickgas wird zerlegt, sein Sauerstoff verbindet sich mit dem Eisen, und es wird Stickgas entwickelt. (Davy a. a. D. S. 246.) Zink läßt sich auf ähnliche Art in diesem Gas oxydiren. (a. a. D. S. 317.) Die Wirkung dieses Gas auf die anderen Metalle ist noch nicht untersucht worden.

7. Herr Humphry Davy ist der Meinung, daß das oxydirte Stickgas die Eigenschaft besitze, sich mit den Alkalien zu verbinden und eigenthümliche Salze darzustellen, die er Nitroxides, Thomson späterhin Azotiten nannte. Er bildete diese Zusammensetzungen, indem er die Alkalien mit dem oxydirten Stickgas in dem Augenblicke seiner Entstehung in Verührung brachte. So setzte er eine Mischung aus schweflichtsaurem Kali und Kali der Einwirkung des Salpetergas aus. Das schweflichtsaure Salz entzog dem Salpetergas einen Theil seines Sauerstoffes, und verwandelte es in oxydirtes Stickgas, dieses trat nach ihm an das Alkali und bildete die in Rede stehende Zusammensetzung; die nachmals durch Auflösen und Krystallisiren von dem schwefelsauren Kali getrennt wurde. (Davy a. a. D. S. 268.)

Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Salze Verbindungen der salpetrichen Säure mit den genannten Grundlagen sind, und ganz mit denen übereinkommen, welche die Herren Gay Lussac und Thenard erhielten, als sie Kalium und Natrium der Einwirkung des oxydirten Stickgas aussetzten. (Recherches phys. chim. T. I. 167.) Herrn Gay Lussac's Erfahrungen zufolge (Annales de Chimie et de Phys. T. I. p. 397.) scheint das von Davy angewandte schweflichtsaure Kali ganz überflüssig zu seyn.

8. Ein sehr einfaches Verfahren, dieses Gas zu zerlegen, ist folgendes. Man läßt 100 Raumtheile desselben in

eine kleine, gekrümmte, mit Quecksilber angefüllte Glasglocke treten, bringe hierauf in den gekrümmten Theil der Retorte einige Stücke Schwefel-Baryt, und erhitz diesen vermittelst einer Weingeislampe. Das oxydirte Stickgas wird bald zerlegt, sein Sauerstoff wird absorbirt, und das Stickgas bleibt allein zurück. Dieses nimmt denselben Rauminhalt ein, den vorher das oxydirte Stickgas füllte.

Zieht man nun ab von 1,5204 der Dichte des oxydirten Stickgas

0,9691	die Dichte des Stickgas
0,5513	

so giebt die gefundene Differenz 0,5513, die Menge Sauerstoff an, die in einem Raumtheile oxydirtem Stickgas enthalten ist. Diese Zahl ist aber bis auf 4 Zehnmillionentheilen der Hälfte von dem spezifischen Gewichte des Sauerstoffes gleich; mithin besteht das oxydirte Stickgas aus 1 Volumen Stickgas und $\frac{1}{2}$ Volumen Sauerstoffgas zu einem Volumen verdichtet. Dem Gewichte nach sind die Bestandtheile desselben:

Stickstoff	63,72	100,00
Sauerstoff	36,18	56,93
	100,00	

Man sehe Gay Lussac in den Recherches phys. chim. T. I. p. 166 Ann.

Das Gewicht eines Massentheilchens dieser Gasart würde demnach 138,63 seyn.

Dritter Abschnitt.

Vom Salpetergas.

Das Salpetergas wurde zufällig von Hales gefunden; er bemerkte zugleich eine dasselbe besonders charakterisirende Eigenschaft, daß es mit atmosphärischer Luft gemischt sich in rothe Dämpfe verwandelt. Priestley untersuchte die Natur und Eigenschaften desselben genauer, und muß daher als eigentlicher Entdecker desselben betrachtet werden.

Dieses Gas wird durch Zersetzung der Salpetersäure mittelst solcher Substanzen erhalten, welche ihr Sauerstoff entziehen. Vorzüglich eignen sich hierzu das Quecksilber und Kupfer, weil durch ihre Einwirkung auf die Salpetersäure das Salpetergas am reinsten erhalten wird. Das Kupfer hat noch den Vorzug, daß die Zersetzung der Säure regelmäßig vor sich geht. Man nimmt einen Theil Kupferfeile und übergießt diese in einer Tubulat-Retorte mit einem Theile Salpetersäure, die man mit vier bis fünf Theilen Wasser verdünnt. Die Einwirkung der Säure wird durch die gelinde Wärme einer Lampe befördert. Andere Chemisten sehen vor, die Säure nur mit einem gleichen Theile Wasser zu verdünnen und keine Wärme anzuwenden. In jedem dieser Fälle beginnt die Zersetzung bald, und es entbindet sich eine reichliche Menge Salpetergas, während als Rückstand in der Retorte salpetersaures Kupfer bleibt. Die Säure theilt sich demnach unter diesen Umständen in zwei Theile. Der eine giebt einen Theil seines Sauerstoffes an das Kupfer ab, und wird dadurch in Salpetergas verwandelt.

delt, der andere Theil der Säure hingegen verbindet sich mit dem oxydirten Kupfer. $2\text{B} \quad 101111\text{Q}$

Die ersten Antheile des sich entwickelnden Gas läßt man als unrein entweichen. Sie enthalten einmal das Stickgas, welches von der Luft der Gefäße herkommt, dann gasförmige salpetrichte Säure, welche durch Einwirkung des Salpetergas auf den Sauerstoff erzeugt wird; auch nimmt man rothe Dämpfe wahr. So lange diese sich bilden, läßt man das Gas entweichen, und auch noch einige Zeit, nachdem sie verschwunden sind. Das Gas wird in mit Wasser angefüllten Glocken oder Flaschen aufgefangen.

Das so bereitete Gas ist ziemlich rein. Wendet man Salpetersäure von 1,26 specifischem Gewichte an, so enthält das Salpetergas, nach Davy, selten mehr als $\frac{1}{3}$, höchstens $\frac{2}{3}$ Stickgas beigemengt, wenn man es durch gewöhnliches Wasser hindurchgehen ließ; wandte man hingegen gekochtes Wasser an, so beträgt die Verunreinigung nur $\frac{1}{200}$. Das durch Einwirkung des Quecksilbers auf Salpetersäure gewonnene Gas ist nahe von demselben Grade der Reinheit. (Davy, Rescarches. p. 194.)

1. Das reine Salpetergas ist farbenlos und unsichtbar, wie die atmosphärische Luft. Sein specifisches Gewicht beträgt 1,0388, die Rechnung giebt 1,0370.

2. Dem thierischen Leben ist es ungemein nachtheilig. Warmblütige Thiere sterben gewöhnlich nach einem vollen Einathmen desselben, und die Reizbarkeit des Herzens ist völlig zerstört. Insekten, die in anderen, dem thierischen Leben nachtheiligen Gasarten leben, werden schnell getödtet, wenn man sie in dieses Gas versetzt; auch Fische sterben in Wasser, das mit demselben imprägnirt ist. Auch dem Leben der Pflanzen ist es verderblich; die Blätter von Pflanz

zen, die dieses Gas umgiebt, welken bald, und die Pflanze stirbt ab.

3. Die meisten brennenden Körper erlöschen, wenn sie in dieses Gas gebracht werden. Eine brennende Kerze erlischt in dem Augenblicke, in welchem sie in Salpetergas getaucht wird. Dasselbe ereignet sich mit dem Schwefel, selbst wenn er vorher mit weißer Flamme brannte. Einige brennbare Körper brennen jedoch in demselben, wie man aus den Versuchen von Priestley und Davy ersieht. Homberg's Pyrophor, der in dieses Gas gebracht wird, entzündet sich von selbst, ganz so wie in atmosphärischer Luft. Phosphor, der brennend in dieses Gas gebracht wird, fährt fort, in demselben mit einem Glanze wie in Sauerstoffgas zu brennen. (Davy, a. a. O. S. 134.)

Eine Kohle, die glühend in Salpetergas gesenkt wird, erlischt bald; läßt man aber Salpetergas über Kohlen, die in einer porzellanenen Röhre glühen, streichen, so erfolgt eine Zerlegung desselben und die Bildung von Stickgas und Kohlenäure oder gasförmigem Kohlenoxyd.

4. Wird Salpetergas mit destillirtem Wasser in Berührung gebracht, so wird es zum Theil absorbirt. Nach Priestley nimmt das Wasser $\frac{2}{5}$ seines Volumens von diesem Gas in sich. Davy fand, daß 100 Kubikzoll Wasser, das vorher stark gekocht worden, um die atmosphärische Luft auszutreiben 11,8 Kubikzoll Salpetergas in sich nahmen. Nach Dalton absorbirt von atmosphärischer Luft freies Wasser $\frac{1}{5}$ seines Volumens Salpetergas. Nach Dr. Henry absorbiren 100 Raumtheile Wasser bei einer Temperatur von 60° nur 5 Raumtheile Salpetergas oder $\frac{1}{20}$ ihres Volumens. Das Wasser nimmt davon weder Geschmack, noch sonst die Eigenschaften einer Säure an; es sey denn, daß

es Sauerstoff in einer lockeren Verbindung enthalte. So wohl Præstley als Davy fanden, daß dieses Gas bei einer Temperatur von 212° unverändert aus dem Wasser ausgetrieben wird.

5. Eine merkwürdige Eigenschaft, welche dieses Gas charakterisirt, ist die Leichtigkeit, mit der es sich mit dem Sauerstoffe verbindet. Diese Vereinigung wird nicht von den Umständen begleitet, die wir gewöhnlich beim Verbrennen wahrnehmen. Es findet keine bemerkbare Entwicklung von Licht statt, und es wird so wenig Wärmestoff frei, daß kaum eine Erwärmung des Gefäßes bemerkbar ist.

So wie Salpetergas mit Sauerstoffgas in Verührung gebracht wird, so entstehen rothe Dämpfe, die, wenn der Versuch über Wasser gemacht wird, absorbiert werden; wenn dieses aber ausgeschlossen wird, ihren ausdehnbaren Zustand behalten.

Man hat zahlreiche Versuche angestellt, um genau das Verhältnis zu bestimmen, in welchem sich Salpetergas und Sauerstoffgas mit einander verbinden. Dalton gab zuerst eine befriedigendere Erklärung der scheinbaren Anomalien, welche bei dieser Verbindung bemerkt wurden, indem er zeigte, daß das Sauerstoffgas sich in sehr verschiedenen Verhältnissen mit Salpetergas verbinden könne. Nach seinen früheren Versuchen verbinden sich 21 Raumtheile Sauerstoffgas sowohl mit 36 Raumtheilen, als mit der doppelten Menge, nemlich $72 (= 36 \times 2)$ Raumtheilen Salpetergas. (Philos. Magazine. XXIII. 351.) In seinem neuen System des chemischen Theiles der Naturwissenschaft, übersetzt von F. Wolff, Theil II. S. 128 ff. giebt er die Menge Salpetergas, die sich mit 100 Raumtheilen Sauerstoffgas verbindet, zu 130, 180, 360 Raumtheilen an.

Herr Gay Lüssac, der sich wiederholt mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, und dessen neueste Versuche darüber in den Annales de Chimie et de Physique, T. I. p. 399—403 enthalten sind, kam zu folgenden Ergebnissen:

100 Raumtheile Sauerstoffgas verbinden sich mit

133 Raumtheilen Salpetergas

200 — — — — —

400 — — — — —

Je nachdem sich nun das angegebene Verhältniß Sauerstoffgas mit den angegebenen Verhältnissen Salpetergas (in der Ordnung, in welcher sie aufgeführt sind) verbindet, sind die Produkte Salpetersäure, salpêtrichte Säure und salpêtrichte Säure mit einem minderen Gehalt von Sauerstoff (acide hyponitieux).

6. Bringt man Salpetergas mit atmosphärischer Luft in Berührung, so findet ebenfalls die Erzeugung von rothen Dämpfen statt, die schnell vom Wasser absorbirt werden, und es tritt eine bedeutende Verminderung des Volumens ein. Hat man genau das gehörige Verhältniß beobachtet, so bleibt nur allein Stickgas zurück. Diese Erscheinung rührt von dem in der atmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoffe her, mit dem sich das Salpetergas verbindet, und womit es salpêtrichte Säure darstellt. Wendet man demnach gleiche Theile, dem Volumen nach, von beiden Gasarten an, so steht die Verminderung des Volumens stets mit der Menge von Sauerstoff, die in der Luft zugegen ist, im Verhältnisse; man kann sich mithin dieses Verfahrens bedienen, um den Sauerstoffgehalt irgend einer besonderen Art von Luft auszumitteln.

7. Gay Lüssac ließ Salpetergas durch eine glühende

porzellanene Röhre gehen, in welcher sich Platindrath befand. Das Gas kam in rothen Dämpfen aus der Röhre heraus, wurde zum Theil vom Wasser absorbirt, und griff das Quecksilber an, über dem es aufgefangen wurde. Nach dem dem Gas durch Schütteln mit Quecksilber sein Antheil gasförmiger salpetrichter Säure entzogen worden, so blieben $\frac{2}{3}$ seines Volumens als Rückstand, die Stickgas waren. Nachdem das Platin mit einer Auflösung von schwefelsaurem Eisen gewaschen worden, so fand keine Vermehrung des Gewichtes statt; es wurde überhaupt nur in der Absicht angewandt, die Zersetzung des Salpetergas durch Wärme zu begünstigen. Auch wenn man elektrische Funken durch Salpetergas schlagen läßt, wird es zersetzt und in salpetrichter Säure und Stickgas verwandelt.

8. Die Chlorine, wenn ihre Einwirkung durch Wasser unterstützt wird, verwandelt dieses Gas in salpetrichter Säure.

9. Wird Wasserstoff mit Salpetergas gemengt, so erhält es davon die Eigenschaft, mit grüner Flamme zu brennen. Ein Gemenge aus diesen beiden Gasarten entzündet sich nicht, wenn man den elektrischen Funken hindurchgehen läßt; nach Fourcroy detonirt dasselbe jedoch, wenn man es durch eine glühende, porzellanene Röhre streichen läßt, es wird Wasser gebildet, und Stickgas in Freiheit gesetzt. (Fourcroy, System der chem. Kenntnisse im Auszuge von F. Wolff. V. I. S. 183.)

10. Bringt man Kalium mit dem Salpetergas in Berührung, so sind die Produkte nach Verschiedenheit des Verhältnisses, in welchem man beide Stoffe anwendet, und der Zeit, in welcher man sie in Berührung läßt, verschieden. Ist ein Uebermaaß von Kalium vorhanden, so wird das

Metall auf die erste Stufe der Oxydation verfest, und das Gas wird in Stickgas verwandelt; ist hingegen das Salpetergas im Uebermaas, so erhält man höchstoxydirtes Kalium von gelber Farbe und Stickgas; endlich so wie die Temperatur abnimmt, so absorbiert das höchstoxydirte Kalium das Salpetergas, und es wird salpetrichsaures Kali gebildet, welches weiß und daran kenntlich ist, daß es auf glühende Kohlen gestreuet, ein lebhaftes Brennen derselben verursacht, von der Schwefelsäure zersetzt wird, und daß aus ihm gasförmige salpetrichte Säure entweicht.

Die Zersetzung des Salpetergas erfolgt bald plötzlich, bald allmählich, stets aber ist sie von Entwicklung der Wärme und Licht begleitet. Die Ursache dieser Verschiedenheit der Wirkung ist nicht bekannt. Im ersten Falle würde diese Zersetzung leicht Gefahr veranlassen können, wenn die Versuche mit fünf und mehreren Gran Kalium angestellt würden.

Ungeachtet das Natrium dem Sauerstoffe sehr nahe verwandt ist, so zersetzt es doch das Salpetergas nicht, wenn die Einwirkung durch die Wärme einer Lampe unterstützt wird. Wahrscheinlich würde bei der Glühhitze die Zersetzung erfolgen, da das Eisen bei dieser Temperatur das Salpetergas zersetzt, wie sogleich gezeigt werden wird.

Als Dr. Priestley eiserne Nägel einige Zeit lang in Salpetergas einschloß, so wurde das Gas in oxydirtes Stickgas verwandelt; das Eisen muß ihm demnach einen Theil seines Sauerstoffes entzogen haben. Auf diesem Wege entdeckte Priestley das oxydirte Stickgas. Wird das Eisen durch ein Brennglas bis zum Glühen erhitzt, so ist die Zersetzung vollständig, dem Salpetergas wird aller Sauerstoff entzogen, und als Rückstand bleibt nur Stickgas.

11. Durch Einwirkung einer starken Kalklauge auf das Salpetergas über Quecksilber wird, den Erfahrungen von Gay Lussac zufolge, nach einer geraumen Zeit (in diesem Versuche nach drei Monaten) das Gas in oxydirtes Stickgas verwandelt. Er bemerkte ferner, daß ein Salz in unregelmäßigen Krystallen angeschossen war; das salpetrichsaures Kali zu seyn schien. Hundert Theile Salpetergas liefen 25 Theile oxydirtes Stickgas als Rückstand. (Annales de Chimie et de Phys. I. 397.)

Salpetergas und gasförmiges Ammonium wirken bei der gewöhnlichen Temperatur auf einander. Nach Verlauf eines Monats war das Gemenge, welches aus gleichen Theilen beider Gasarten gemacht worden, ungefähr auf die Hälfte seines Volumens zurückgebracht; die Zersetzung war jedoch nicht vollständig. Es war viel Stickgas vorhanden, und Gay Lussac vermuthet, daß oxydirtes Stickgas sich erzeugt habe, denn er erhielt Anzeigen davon, als er Salpetergas über in Wasser aufgelöstes Ammonium verweilen ließ.

12. Priestley machte die Bemerkung, daß das Salpetergas von einer Auflösung des grünen schwefelsauren Eisens absorbiert wird; eine Eigenschaft, deren man sich nach Davy mit Erfolg bedienen kann, die Reinheit desselben zu bestimmen. Hiezu wird weiter nichts erfordert, als ein bestimmtes Volumen Salpetergas in einem eingeschlossenen Raume der Wirkung des grünen schwefelsauren Eisens auszusetzen; die Menge des Gas, welche unabsorbiert zurückbleibt, giebt das Verhältnis der fremdartigen Beimischungen an. (Researches p. 152.)

Davy hat gezeigt, daß alle Salze, welche das schwarze Eisenoxyd als Grundlage enthalten, dieselbe Eigenschaft be-

ffen, und alle das Salpetergas unverändert absorbiren. Der größte Theil des Gas kann nachmals wieder durch Anwendung von Wärme ausgetrieben werden. Mehrere andere metallische Salze, als salzsaures Zink, schwefelsaures Zink besitzen dieselbe Eigenschaft. (a. a. O. S. 190.)

Nachstehende Körper verwandeln das Salpetergas in oxydirtes Stickgas:

die schwefelsauren Alkalien,
die Schwefelwasserstoffverbindungen,
das salzsaure Zinn,
das Schwefelwasserstoffgas,
Eisen- oder Zinkfelle, mit Wasser angefeuchtet.

Um diesen Erfolg hervorzubringen, bringt man diese Substanzen in mit Salpetergas angefüllte Gefäße, und läßt sie eine bis zwei Wochen lang in diesem Zustande. Sie verbinden sich nach und nach mit einem Antheile Sauerstoff, und werden in Dryden oder Salze verwandelt; zugleich wird während der Einwirkung der beiden lösthen Körper auf das Salpetergas auch noch Ammonium gebildet.

13. Das Salpetergas besitzt keine Eigenschaften einer Säure. Es wurde bereits bemerkt, daß seine Auflösung in Wasser diesem keinen sauren Geschmack ertheilt, auch röthet sie nicht blaue Pflanzenfarben. Dieses erfolgt auch nicht, wenn sie mit dem Gas selbst in Berührung gebracht werden, sobald ihm nur durch Waschen alle salpetrichte Säure entzogen wurde. Murray bemerkte jedoch, daß die Farbe davon leidet.

14. Gay Lussac (Annales de Chimie et de Physique, T. I. p. 398.) erhitzte 100 Theile Salpetergas mit Schwefelsäure in einer kleinen Glasglocke und erhielt 50,2 Theile Stickgas als Rückstand, in einem zweiten Ver-

suche betrug dieser 49,5, in einem dritten, wo Zinn an die Stelle des Schwefel-Karbons gesetzt wurde, nur 48,8. Das arithmetische Mittel aus diesen drei Versuchen ist 49,5. Da diese Zahl nur wenig von 50 verschieden ist, so nimmt er an, daß das Salpetergas aus gleichen Raumtheilen Stickgas und Sauerstoffgas ohne Verdichtung gebildet sey. Denn da sein specifisches Gewicht 1,0388 ist, und diese Zahl erhalten wird, wenn man die Hälfte vom specifischen Gewichte des Stickgas zu der Hälfte von dem des Sauerstoffgas addirt, so ergiebt sich das Gesagte vollkommen. Ein Massentheilchen desselben würde demnach 188,63 wiegen.

Dem Gewichte nach sind die Bestandtheile des Salpetergas:

Stickstoff	100,00	46,755
Sauerstoff	113,88	53,245
		100,000

Hiemit stimmen die Versuche von Davy sehr gut überein. (Man sehe Elemente des chem. Theiles der Naturwissenschaft von H. Davy S. 233.)

Vierter Abschnitt.

Von der atmosphärischen Luft.

Die älteren Naturforscher hielten durchgängig die atmosphärische Luft für ein Element^{*)}. Mayow erregte Zweifel

*) Wird von der atmosphärischen Luft geredet, so bedient man sich häufig der Benennung Luft schlechtbin, während die übrigen permanent ausdehnbaren Flüssigkeiten Gas genannt werden.

Zweifel gegen diese allgemein angenommene Meinung, allein seine Ansichten, die er nicht gehörig begründete, von seiner Mitwelt und Nachfolgern nicht verstanden, wurden nicht beachtet. Man muß daher Scheele als denjenigen betrachten, der zuerst die Zusammensetzung derselben dargethan hat. Die Thatfachen, welche dieses außer Zweifel setzen, und die richtigen Folgerungen, die er daraus ableitet, findet man in Scheele's geistvoller Abhandlung über Luft und Feuer, und diese war, wie man aus Bergmann's Vorrede zu dieser Schrift ersieht, im Jahre 1775 bereits völlig ausgearbeitet. Auch Lavoisier kann auf diese Entdeckung Anspruch machen. Ihm schwebte bei seinen Versuchen, die er in den Jahren 1774 und 1775 anstellte (Memoires de l'Acad. des sciences. 1775. p. 525.) diese Idee vor, und die Abhandlungen, welche er der Akademie der Wissenschaften überreichte (a. a. D. S. 69, 195), sprechen dieselbe deutlich aus.

Der erste Versuch, durch welchen Scheele auf diese Entdeckung geführt wurde, war folgender. Er schüttete vier Unzen einer Flüssigkeit, die er durch Kochen von Schwefel mit Kalilauge bereitet hatte, in eine mit atmosphärischer Luft angefüllte Flasche von 24 Unzen Maas Inhalt, versstopfte sie sorgfältig, kehrte sie im Wasser um, und ließ sie zwei Wochen lang in dieser Lage. Nach Verlauf dieser Zeit öffnete er den Kork dieser Flasche, ihre Mündung unter Wasser lassend, und sah dieses in die Flasche treten, und von den 20 Theilen, welche die Luft noch einnahm, sechs anfüllen. Dadurch, daß mehrere brennbare Körper in einem bestimmten Raume Luft verbrannt wurden, wurde eine ähnliche Verminderung des Luft Volumens bewirkt. Die Untersuchung der zurückgebliebenen Luft zeigte eine Veränderung

ihrer Eigenschaften; sie war leichter als atmosphärische Luft, und unfähig, das Verbrennen zu unterhalten. (Scheele's physik. chem. Schriften, Ausgabe von Hermbstädt. B. I. S. 50 ff.)

Die Erklärung dieser Erscheinungen fand Scheele in dem kurz vorher von ihm entdeckten Sauerstoffgas. Er hatte das Vermögen desselben, das Verbrennen längere Zeit zu unterhalten als ein gleiches Volumen atmosphärische Luft, kennen lernen. Die angeführten Versuche hatten ihn überzeugt, daß das Volumen der Luft vermindert werde. Dieses betrachtete er als Folge der Entziehung eines ihrer Bestandtheile. Er fand ferner, daß sie nach erfolgter Verminderung ihres Raummfanges das Vermögen verloren hatte, das Verbrennen zu unterhalten. Hieraus schloß er, daß der entzogene Theil Sauerstoffgas oder, wie er es nannte, Feuerluft sey; daß demnach die atmosphärische Luft eine Zusammensetzung aus Feuerluft und derjenigen Luft sey, welche bei diesen Versuchen als Rückstand blieb, und die Stickgas ist. Dieses bestätigte er bald dadurch, daß er zeigte, das reine Sauerstoffgas werde gänzlich von den Substanzen absorbirt, welche bei seinen Versuchen das Volumen der Luft verminderten, und daß ein Gemenge aus Sauerstoffgas und Stickgas in denselben Verhältnissen ganz so von den angeführten Körpern afficirt werde, wie atmosphärische Luft.

Lavoisier schloß die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft aus mehreren Versuchen, bei welchen er beobachtete, daß ihr Volumen vermindert, ihre Eigenschaften verändert würden. Dieses war der Fall bei der Calcination der Metalle, dem Verbrennen des Phosphors und anderen brennbaren Körper, und bei der Einwirkung des Salpetergas auf dieselbe. Nachdem er mit den Eigenschaften des Sauerstoffgas

bekannt geworden, und sich vorzüglich von seinem höheren Vermögen, das Verbrennen zu unterhalten, überzeugt hatte, so folgerte er, daß die Verminderung des Volumens und die Aenderung der Eigenschaften der atmosphärischen Luft unter den angeführten Umständen von der Entziehung des Sauerstoffgas herrühre, und daß die atmosphärische Luft ungefähr aus einem Viertel Sauerstoffgas und drei Vierteln mephitischer, dem Leben nachtheiliger Luft von unbekannter Natur zusammengesetzt sey. (Mem. de l'acad. des sciences. 1777. p. 69.)

Späterhin machte er einen Versuch, durch welchen die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft sich auf eine noch deutlichere Art ergab. Er setzte Quecksilber in einer eisernen Retorte, deren Hals in eine Vorlage eingefügt war, die atmosphärische Luft enthielt, einer Temperatur aus, die beinahe dem Siedpunkte desselben gleich war. Es bildete sich auf der Oberfläche desselben langsam ein rothes Pulver, und das Volumen der Luft nahm ab. Beim Anfange des Versuches betrug die Menge der in der Geräthschaft enthaltenen Luft 50 Kubitzoll, am Ende desselben nur 42 bis 43 Kubitzoll. Auch die Eigenschaften derselben waren verändert, sie war nicht länger vermögend, das Brennen und das thierische Leben zu unterhalten. Das rothe Pulver, welches sich erzeugt hatte, wurde hinweggenommen. Es wog 45 Gran; als man es in einer Retorte der Rothglühhitze aussetzte, so kehrte es wieder in den Zustand des laufenden Quecksilbers zurück, das $41\frac{1}{2}$ Gran wog, und man sammelte 7 bis 8 Kubitzoll Luft, welche Sauerstoffgas war. Wurde das erhaltene Sauerstoffgas der Luft zugesetzt, die als Rückstand in der Geräthschaft sich vorfand, so wurde eine Luft

gebildet, die mit der atmosphärischen in allen Eigenschaften übereinkam.

Dieser Versuch ist ein Beispiel sowohl von der Analyse als Synthese der atmosphärischen Luft. Das in derselben erhitzte Quecksilber zieht Sauerstoffgas an. Die rothe Substanz, welche sich auf der Oberfläche desselben bildet, ist das Produkt dieser Verbindung, und der Rückstand ist Stickgas. Bei einer höheren Temperatur — der des Rothglühens, wird diese Zusammensetzung zerlegt, indem die Zurücksetzungskraft, welche der Wärmestoff auf die Theilchen derselben äußert, die chemische Anziehung überwindet, die sie mit einander vereinigt. Der Sauerstoff wird demnach in den Zustand einer ausdehnbaren Flüssigkeit versetzt. Setzt man nun die durch dieses Verfahren erhaltene Menge Sauerstoffgas zu dem rückständigen Stickgas, so wird wieder atmosphärische Luft hergestellt.

Aus diesen Versuchen geht demnach hervor, daß die atmosphärische Luft eine Zusammensetzung aus Sauerstoffgas und Stickgas ist. Es bleibt nun noch übrig, einmal genau das Verhältniß beider Bestandtheile, dann den Umstand auszumitteln, ob dieses Verhältniß zu verschiedenen Zeiten und Orten beständig oder ob es veränderlich sey.

Da der eine Bestandtheil der atmosphärischen Luft, das Stickgas, durch keine bis jetzt den Chemisten bekannt gewordene Substanz abgeschieden werden kann, so kann man eine Zerlegung der Luft nur dadurch bewirken, daß man sie mit Körpern in Verührung bringt, die das Vermögen haben, ihr den Sauerstoff zu entziehen. Indem durch diese der Sauerstoff abgeschieden wird, so wird der Rückstand Stickgas seyn, und die Größe der Verminderung des Rauminhaltes, den ein bestimmtes Volumen Luft erfährt, wird das Verhältniß jenes Bestandtheiles angeben.

Da man allgemein die Meinung hegte, daß das Verhältniß des Sauerstoffes in der Atmosphäre zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten veränderlich sey, und da man hieraus ihren wohlthätigen und nachtheiligen Einfluß auf das Vermögen, das Leben durch Athmen zu unterhalten und auf die Gesundheit folgerte, so bemühte man sich, Versfahrungsarten auszumitteln, um mit Leichtigkeit den Sauerstoffgehalt in einer gegebenen Menge Luft zu finden. Sie kommen sämmtlich darin überein, daß man in einer schicklichen Geräthschaft — die man Eudiometer, so wie diese Prüfungen der Luft Eudiometrie nennt, von *eudios*, welches eine hellere, reinere Luft bezeichnet — die zu prüfende Luft mit einer Substanz in Berührung bringt, die sich mit dem Sauerstoffe derselben verbindet, und die entweder kein gasförmiges Produkt erzeugt, oder doch ein solches, das sich leicht hinwegschaffen und messen läßt.

1. Das Eudiometer von Priestley und Fontana gründet sich auf die von ersterem gemachte Bemerkung, daß wenn atmosphärische Luft mit Salpetergas über Wasser in Berührung gebracht wird, das Volumen des Gemenges sich schnell vermindert, in Folge der Verbindung dieses Gas mit dem Sauerstoffe der Luft, und der Absorption der dadurch gebildeten Salpetersäure durch Wasser. Mengt man Salpetergas mit Stickgas, so findet gar keine Verminderung statt. Mengt man es mit Sauerstoffgas in den erforderlichen Verhältnissen, so ist die Absorption vollständig. Man sieht hieraus, daß in allen Fällen, in denen ein Gemenge aus Sauerstoffgas und Stickgas mit Salpetergas in Berührung gebracht wird, die Verminderung des Volumens mit der Menge des Sauerstoffgas im Verhältnisse stehen müsse, mithin hieraus dieselbe werde erkannt werden.

Das Verfahren von Præstley bestand darin, daß er gleiche Raumumfänge von atmosphärischer Luft und Salpetergas in einer niedrigen Glasglocke mengte, und nachmals das Gemenge in eine enge, ungefähr drei Fuß lange graduirte Röhre treten ließ, um die Verminderung des Volumens zu messen. Die erfolgte Verminderung drückte er folgendermaßen aus. Gesezt es waren gleiche Raumtheile atmosphärische Luft und Salpetergas gemengt worden, so sehte er die Gesammtmenge gleich 200 Theilen; betrug nun der Rückstand in der eingetheilten Röhre 104 jener Theile, waren demnach 96 Theile des Ganzen verschwunden, so bezeichnete er die Reinheit der geprüften Luft durch 104.

Dr. Falconer zu Bath gab diesem Eudiometer eine bequemere Einrichtung, und Fontana verbesserte das Verfahren, den Sauerstoffgehalt der Luft zu messen, ungemein. Ingenboush lieferte in dem ersten Bande seiner Versuche eine Beschreibung dieses Werkzeuges; allein es war Cavendish vorbehalten, diesem Verfahren den Grad von Genauigkeit zu geben, der erfordert wird, um die Bestandtheile der Luft mit Sicherheit und Bestimmtheit anzugeben. Sein Verfahren bestand darin, 125 Raumtheile Salpetergas in ein gläsernes Gefäß zu füllen, und hiezu sehr langsam 100 Maas der zu prüfenden Luft treten zu lassen, zugleich das Gefäß, welches das Salpetergas enthält, während der ganzen Zeit ununterbrochen zu schütteln. Die Verminderung des Volumens war, wenn der Versuch auf die angegebene Art angestellt wurde, fast ganz gleichförmig. Die kleinste betrug 106,8, die größte 110, das Mittel 108,2. Die Unterschiede rührten, nach ihm, nicht von der untersuchten Luft, sondern von der Beschaffenheit des Wassers her, in welchem der Versuch angestellt wurde. Kehrete er den Versuch um,

und ließ er Salpetergas zu atmosphärischer Luft treten, so brauchte er 100 Raumtheile von jedem, und die Verminderung betrug in diesem Falle nur 90 Raumtheile.

Die Beständigkeit, die in Hinsicht der Verminderung aller der verschiedenen Arten atmosphärischer Luft, die untersucht wurden, stattfand, veranlaßte Herrn Cavendish zu der Folgerung, daß das Verhältniß zwischen dem Sauerstoffgas und Stickgas in der atmosphärischen Luft beständig sey. Um die absolute Menge Sauerstoff in derselben zu finden, mengte er Sauerstoffgas und Stickgas in verschiedenen Verhältnissen, und fand, daß ein Gemenge aus 10 Raumtheilen des reinsten Sauerstoffgas, das er sich verschaffen konnte, mit 38 Raumtheilen Stickgas genau dieselbe Verminderung des Volumens durch Salpetergas erfuhr, als dasselbe Volumen atmosphärische Luft. Hieraus schloß er, daß die Luft, dem Volumen nach, zusammengesetzt sey, aus 10 Sauerstoffgas und 38 Stickgas, mithin in 100 Theilen aus

79,16	Stickgas
20,84	Sauerstoffgas
100,00	

oder nahe 21 Procent Sauerstoffgas. (Philos. Transact. 1783. p. 107.)

Andere Naturforscher, die nicht die genaue Sorgfalt auf ihre Versuche anwandten, welche alle Arbeiten von Cavendish auszeichnet, erhielten mit dem Salpetergas Eudiometer abweichende Resultate. Die meisten Umstände, welche eine Abweichung veranlassen können, sind von Cavendish angegeben worden, sie scheinen aber den folgenden Naturforschern entgangen zu seyn. Humboldt's Bestimmungen, mit Fontana's Eudiometer genaue, übereinstim-

mende Resultate zu erhalten, hatten einen nicht völlig erwünschten Erfolg. (Annales de Chimie. XXVII. p. 43.) Dalton hat jedoch die Anomalien auf eine sehr befriedigende Art erklärt. Den Erfahrungen von diesem Naturforscher zufolge, verbinden sich Salpetergas und Sauerstoffgas in zwei Verhältnissen: 21 Maasß Sauerstoffgas verbinden sich entweder (wie bereits Seite 506 bemerkt wurde) mit 36 oder 72 Maasß Salpetergas. Beide dadurch gebildete Zusammensetzungen sind in Wasser auflöslich. Ist die Röhre, in der beide Gasarten gemischt werden, weit, so kommt auf einmal eine beträchtliche Menge Salpetergas mit Sauerstoffgas in Berührung. Daher verbindet sich letzteres mit einem Maximum von Salpetergas, vorzüglich wenn durch Schütteln die Verbindung befördert wird. In einer engen Röhre vereinigt sich der Sauerstoff mit dem Minimum von Salpetergas, wosfern nur die Mischung nicht geschüttelt, und der Rückstand bald in ein anderes Gefäß gefüllt wird. Werden die Verhältnisse von beiden Gasarten angewandt, die zwischen die angegebenen fallen, so wird die Absorption ebenfalls eine mittlere seyn. Herr Dalton empfiehlt zu diesen Versuchen eine enge Röhre, und das Salpetergas nur in dem Verhältnisse anzuwenden, welches erfordert wird, um die Verbindung im Minimum zu erhalten. Man darf die Geräthschaft nicht schütteln, und wenn die Verbindung vollständig erfolgt ist, muß das Gas in eine andere Röhre gefüllt werden. Mit Beobachtung der angeführten Vorsichtsmaßregeln, mengt Dalton 100 Raumtheile der zu prüfenden Luft mit 36 Raumtheilen Salpetergas, bemerkt die Verminderung des Volumens, und multiplicirt diese mit $\frac{7}{5}$, so giebt das Produkt das Volumen des Sauerstoffgas in der untersuchten Luft. (Philos. Magaz. XXVIII. 351.)

Um den Anomalien zu begegnen, die einige Naturforscher in Verlegenheit gesetzt hatten, schlug Davy vor, das Salpetergas in einem verschiedenen Zustande anzuwenden. Er ließ schwefelsaures oder salzsaures Eisen sich durch Absorbtion mit diesem Gas sättigen, und bediente sich der dadurch gebildeten dunkelbraunen Flüssigkeit, um der Luft ihren Gehalt an Sauerstoff zu entziehen. Zu dem Ende wird eine enge eingetheilte und mit der zu prüfenden Luft angefüllte Röhre in die mit Salpetergas gesättigte Auflösung getaucht, und etwas vor und rückwärts bewegt. Aller Sauerstoff wird in wenigen Minuten absorbiert. Der Zustand der größten Absorbtion muß bemerkt werden, da sich nachmals aus der Mischung wiederum eine geringe Menge Gas entwickelt, welches die Resultate abändern würde. Durch dieses Verfahren untersuchte Davy die Luft zu Bristol, und fand, daß sie stets 0,21 Sauerstoff enthalte. Luft, die Dr. Beddoes aus Guinea erhalten hatte, gab genau dasselbe Resultat.

2. Das zweite Eudiometer verdanken wir Scheele. Es besteht aus einem eingetheilten, gläsernen Gefäße, das eine bestimmte Menge Luft faßt, die mit einer frisch bereiteten tropfbarflüssigen, erdigen oder alkalischen Schwefelleber, oder mit einer Mischung aus Eisenseile und Schwefel, die mit Wasser zu einem Teige gemacht worden, in Berührung gebracht wird. Diese Körper absorbiren allen Sauerstoff der atmosphärischen Luft, der einen Theil des Schwefels in Säure verwandelt. Die Menge des in der geprüften Luft enthaltenen Sauerstoffes wird aus der Verminderung des Volumens, die stattgefunden hat, geschlossen. Dieses Verfahren ist nicht allein ungemein einfach, sondern erfordert auch wenig Geschicklichkeit, und ist dennoch einer so großen

Genauigkeit wie irgend eines fähig. Die einzige Einwendung, die man dagegen machen kann, ist seine Langsamkeit, denn wenn die Menge der Luft, mit welcher man Versuche anstellt, bedeutend ist, so verstreichen mehrere Tage, bevor die Verminderung ihr Maximum erreicht.

Diese Unvollkommenheit ist jedoch von de Marti verbessert worden. Dieser fand, daß eine Mischung aus Eisenfeile und Schwefel für den beabsichtigten Zweck sich darum nicht ganz eigene, weil sich aus ihr eine geringe Menge Wasserstoffgas entwickelt, die durch Einwirkung der gebildeten Schwefelsäure auf die Eisenfeile erzeugt wird; allein die flüssigen Schwefellebern, die durch Kochen von Schwefel mit Kallauge oder Kalkwasser gebildet werden, entsprechen der Absicht vollkommen. Diese Substanzen, wenn sie frisch bereitet sind, besitzen die Eigenschaft, eine geringe Menge Stickgas zu absorbiren, sie verlieren dieselbe aber, wenn sie mit diesem Gas gesättigt wurden. Letzteres bewirkt man leicht dadurch, daß man sie wenige Minuten mit einer kleinen Menge atmosphärischer Luft schüttelt.

Der Apparat, der zu diesem Versuche dient, ist sehr einfach. Er besteht aus einer Glasröhre von zehn Zoll Länge und nicht völlig einem halben Zoll im Durchmesser. Sie ist an dem einen Ende offen, an dem anderen verschlossen. Von diesem an ist sie in 100 gleiche Theile getheilt, und zwischen jeder Theilung befindet sich ein Zwischenraum von einer Linie. Diese Röhre dient dazu, den Theil der Luft zu messen, welchen man untersuchen will. Die Röhre wird zu dem Ende mit Wasser angefüllt, das man nach und nach ausfließen läßt, wo sie sich dann mit Luft füllt. Diese hundert Theile Luft bringt man in eine mit flüssiger Kalkschwefelleber (die vorher mit Stickgas ge-

sättigt worden) angefüllte Flasche, deren Rauminhalt dem der zugelassenen Luft zwei bis viermal gleich ist. Man verschließt hierauf die Flasche mit einem eingeschlifften Glassstöpsel und schüttelt sie ungefähr fünf Minuten. Der Stöpsel wird alsdann, indem die Mündung der Flasche unter Wasser gehalten wird, herausgezogen. Um recht sicher zu seyn, kann der Stöpsel wieder aufgesetzt und die Flasche geschüttelt werden. Die Luft wird hierauf wieder in die eingetheilte Röhre gefüllt, und die Verminderung, die sie erfahren hat, genau gemessen. (Journal de Phys. LII. 176.)

Die durch das angegebene Verfahren untersuchte Luft erleidet genau dieselbe Verminderung, unter welchen Umständen auch der Versuch angestellt wurde. Es machte keine Veränderung, der Wind mochte stark oder schwach, aus dieser oder jener Gegend des Himmels wehen, die Luft mochte heiß oder kalt, feucht oder trocken, der Barometerstand hoch oder niedrig seyn. Weder die Jahreszeit noch die Lage des Ortes, seine Lage an der See oder in der Nähe von Sümpfen, Gebirgen u. s. w. machen einen Unterschied. Herr de Mari fand, daß die Verminderung stets in den Grenzen von 0,21 und 0,23 enthalten war.

3. Die dritte Art von Eudiometern wurde von Volta angegeben. Dieser bediente sich zur Abscheidung des Sauerstoffes aus der atmosphärischen Luft des Wasserstoffgases. Sein Verfahren ist folgendes. Er mengt in einer eingetheilten Glasröhre gegebene Mengen von der zu prüfenden Luft und Wasserstoffgas, entzündet das Gemenge durch den elektrischen Funken, und beurtheilt die Reinheit der Luft aus dem Volumen des Rückstandes.

Diese Methode ist besonders von Gay Lussac und Humboldt geprüft worden. Sie fanden sie einer großen

Genauigkeit fähig, zugleich ist sie ungemein einfach. Werden 100 Raumtheile Wasserstoffgas mit 200 oder mehreren (bis zu 900) Raumtheilen Sauerstoffgas gemengt, so beträgt die Verminderung des Volumens nach der Detonation stets 146 Raumtheile. Dieselbe Verminderung findet statt, wenn der Wasserstoff bis zu einer gewissen Größe vermehrt wird. Das Resultat ihrer Versuche ist, daß 100 Raumtheile Sauerstoffgas zum vollständigen Verbrennen 200 Raumtheile Wasserstoffgas erfordern. Der Gebrauch dieses Eudiometers ist demnach ungemein einfach. Man mengt gleiche Volumina von der zu prüfenden Luft und von Wasserstoffgas, bemerkt die nach dem Verbrennen erfolgte Raumverminderung und theilt sie mit drei, so wird der Quotient die Anzahl der in der Luft enthaltenen Theile Sauerstoffgas dem Volumen nach ausdrücken. Eine große Anzahl von Versuchen zu verschiedenen Zeiten des Jahres mit Mischungen aus 200 Theilen atmosphärischer Luft und eben so viel Wasserstoffgas gaben eine fast gleichförmige Verminderung des Volumens, die 126 Raumtheile betrug. Wird diese Zahl mit 3 getheilt, so ist der Quotient 42; dieser drückt die Menge Sauerstoffgas aus, die dem Volumen nach in 200 Theilen atmosphärischer Luft enthalten ist. Diesen Versuchen zufolge enthalten demnach 100 Raumtheile atmosphärische Luft 21 Raumtheile Sauerstoffgas. (Journal de Physique. T. LX. p. 129. und Gilbert's Annalen. B. XX. S. 49 ff.)

4. In der vierten Art von Eudiometern wird der atmosphärischen Luft der Sauerstoff durch Phosphor entzogen. Dieses Eudiometer wurde zuerst von Hard empfohlen. Es wurde bedeutend von Reboul (Annales de Chimie. XIII. 38.), desgleichen von Seguin und Lavoisier (a. a. D. IX. 293.) verbessert; auch Gren hat Modifikationen

tionen bei den Versuchen mit diesem Werkzeuge vorgeschlagen, die seiner Anwendung mehr Sicherheit geben sollen. (Man sehe: Gren's Neues Journal der Physik. B. IV. S. 363.) Berthollet ist jedoch derjenige Naturforscher, der seinem Gebrauche die größte Vollkommenheit gegeben hat. (a. a. O. XXXIV. 73. und Journal de l'école polytechn. I. III. 274.)

Statt des raschen Verbrennens des Phosphors wandte der zuletzt genannte Naturforscher das freiwillige Verbrennen desselben an, wodurch der Sauerstoff der atmosphärischen Luft vollständig absorbiert wird, und wenn die Menge der Luft, mit welcher der Versuch angestellt wird, nur gering ist, so ist der Prozeß in kurzer Zeit beendigt.

Der ganze Apparat bestehet aus einer engen, eingetheilten Glasröhre, welche die zu prüfende Luft enthält; in diese bringt man ein an einem Glasstäbchen befestigtes Stängelchen Phosphor, während die Röhre umgekehrt über Wasser steht. Das Stängelchen Phosphor muß lang genug seyn, um beinahe durch die ganz Schichte Luft hindurch zu gehen. Es steigen augenblicklich weiße Dämpfe vom Phosphor auf und füllen die Röhre an. Diese dauern so lange, bis sich aller Sauerstoff mit dem Phosphor verbunden hat. Sie sind phosphorichte Säure, die durch ihr Gewicht auf den Boden des Gefäßes niedersfällt, und vom Wasser absorbiert wird. Der Rückstand bestehet allein aus dem Stickstoff der atmosphärischen Luft, der einen Antheil Phosphor aufgelöst enthält. Berthollet fand, daß durch diesen fremdartigen Körper eine Vergrößerung des Volumens des Rückstandes von $\frac{1}{5}$ bewirkt wurde. Mithin giebt das um $\frac{1}{5}$ verminderte Volumen des Rückstandes das Volumen des in der untersuchten Luft enthaltenen Stickstoffes, das von dem ur-

sprünglichen Volumen der untersuchten Luft abgezogen das Verhältniß des in derselben enthaltenen Sauerstoffgas giebt.

Alle Versuche, die vermittelst dieses Eudiometers gemacht wurden, stimmen genau in ihren Resultaten überein, und zeigen, daß die Verhältnisse unter den Bestandtheilen der Luft stets dieselben sind, nämlich nahe 0,21 Theile (dem Volumen nach) Sauerstoffgas gegen 0,79 Stickgas. Berthollet fand dieses Verhältniß in Egypten und Frankreich, und Thomson zu Edinburgh und London während aller Jahreszeiten.

Man sieht hieraus, daß, welches Verfahren auch angewandt wird, um der Luft den Sauerstoff zu entziehen, das Resultat stets gleichförmig ist, wosfern nur der Versuch mit Genauigkeit angestellt wird. Alle stimmen darin überein, daß das Verhältniß ihrer Bestandtheile nahe 21 Sauerstoff gegen 79 Stickstoff ist. Scheele und Lavoisier gaben dieses Verhältniß wie 27 zu 73 an, allein ihr Verfahren war nicht völlig genau. Gay Lussac untersuchte Luft, die er aus einer Höhe von 21000 Fuß über das Niveau von Paris gebracht hatte, und fand das Verhältniß der Bestandtheile mit dem an der Oberfläche der Erde völlig übereinstimmend.

Es wiegen 21 Kubikzoll Sauerstoffgas 8,883 Gran, 79 Kubikzoll Stickgas 29,348 Gran. Die Summe hievon, welche zugleich das Gewicht von 100 Kubikzoll atmosphärischer Luft seyn muß, ist 38,231 Gran. Wirkliche Wägungen geben dieses Gewicht gleich 38,328 Gran. Dieser Unterschied ist nicht sehr bedeutend, und kann leicht in einem kleinen Irrthum bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes der Gasarten seinen Grund haben. Demnach werden die Bestandtheile von 100 Theilen Luft dem Gewichte nach seyn:

Sauerstoff	23,299
Sickstoff	76,701
	<hr/>
	100,000

Es versteht sich, daß bei allen diesen Untersuchungen die Vorsichtsmaaßregeln beobachtet werden müssen, welche Seite 188 ff. angegeben wurden.

Ungeachtet die eudiometrischen Versuche den Sauerstoffgehalt der Luft angeben, so sind sie doch keinesweges im Stande, über die gesunde oder ungesunde Beschaffenheit der Luft zu entscheiden, indem letztere von Miasmen abzuhängen scheint, die der atmosphärischen Luft beigemischt sind, sich aber bei den eudiometrischen Untersuchungen nicht zu erkennen geben. Seguin hat die Luft aus den Sälen eines mit Fieberkranken angefüllten Hospitals, die zwölf Stunden lang verschlossen gehalten worden, und deren Luft einen unerträglichen Geruch hatte, untersucht, und keine merkliche Verschiedenheit in Hinsicht des Verhältnisses der Bestandtheile gefunden. Dieses stimmt mit den neueren Versuchen von G. Davy vollkommen. (Annals of Philosophy. Vol. XI. p. 214.) Humboldt und Gay Lussac fanden, daß die Luft in einem gedrängt angefüllten Schauspielhause nach Verlauf von drei Stunden kaum merklich in ihrer Zusammensetzung verändert war. Das Verhältniß des Sauerstoffes war 20,2 bis 20,4, während das der äußeren Luft gleich 21 gefunden wurde. Andere Beispiele von dieser Gleichförmigkeit des Verhältnisses der Bestandtheile unter sehr veränderten Umständen wurden im Vorhergehenden bereits angeführt.

Es bietet sich jedoch bei der Zusammensetzung der Atmosphäre ein sehr auffallender Umstand dar. Ihre Bestandtheile, ungeachtet sie in Hinsicht des spezifischen Ge-

wichtiges verschieden sind, trennen sich nicht, sondern sie ist durchgängig von gleichförmiger Zusammensetzung. Diese Thatsache scheint zu dem Schlusse zu führen, daß die Bestandtheile der Luft sich in einer chemischen Verbindung befinden. Auf der andern Seite sind die Eigenschaften der atmosphärischen Luft von denen der Gasarten, welche als Bestandtheile in sie eingehen, nicht verschieden, und diese scheinen durch die Verbindung, in der sie sich befinden, nicht weiter verändert zu seyn, als in Folge der Verdünnung oder größeren Entfernung ihrer Theilchen. Bringt man beide Gasarten mit einander in Verührung, so mischen sie sich vollkommen, beharren in jedem Verhältnisse in diesem Zustande, und keine Veränderung der Temperatur zeigt eine innige chemische Wirkung an. Dennoch gehorchen sie unter andern Umständen den gewöhnlichen Gesetzen der Anziehung, treten in eine innige Verbindung, und bilden mit eigenthümlichen Eigenschaften begabte Zusammensetzungen.

Man stößt demnach auf beiden Seiten auf eine Schwierigkeit. Werden diese beide Gasarten durch keine wechselseitige Anziehung vereint erhalten, warum trennen sie sich nicht in Folge des Unterschiedes in ihrem specifischen Gewichte? Werden sie durch irgend eine Anziehung vereint erhalten, warum fehlen in diesem Falle die gewöhnlichen Folgen chemischer Wirkung, eine Aenderung der Temperatur, wenn die Verbindung stattfindet, und eine Veränderung in den Eigenschaften? Diese Schwierigkeit zog häufig die Aufmerksamkeit der Chemisten auf sich, und einige waren geneigt, die Vereinigung unter den Gasarten, aus welchen die Atmosphäre gebildet ist, als chemisch, andere als mechanisch zu betrachten, ohne eine befriedigende Erklärung derjenigen Thatsachen zu geben, die der einen oder andern Ansicht

sicht entgegenstehen. Dalton stellte endlich eine Theorie der gemengten Gasarten auf (man vergleiche, was Seite 194 gesagt wurde), welche die Beschaffenheit der Atmosphäre aus der Ansicht, daß sie ein mechanisches Gemenge sey, erklärt; und zu gleicher Zeit Rechenhaft von der Erscheinung giebt, daß die Gasarten, aus welchen sie besteht, gleichförmig gemischt bleiben.

Herrn Dalton's Hypothese gründet sich auf zwei Annahmen: 1) daß die Theilchen irgend einer bestimmten Gasart einander zurückstoßen; 2) daß die Theilchen der gemengten Gasarten einander weder anziehen noch zurückstoßen, sondern vollkommen indifferent sind, und durch ihre wechselseitige Nähe nicht afficirt werden.

Aus diesen Grundsätzen folgt; daß wenn zwei gasförmige Flüssigkeiten in Verührung gebracht werden, ungeachtet des verschiedenen specifischen Gewichtes sie sich bald verbreiten und innig mit einander mengen und in diesem Zustande beharren werden, ohne das mindeste Bestreben zu äußern, unter den Umständen, unter welchen sie sich befinden, sich entweder zu trennen oder hemisch zu vereinigen. Jede Gasart verbreitet sich kraft ihrer Elasticität oder der Zurückstoßung unter ihren Theilchen durch den Raum, in den sie eingeschlossen ist. Nach dieser Hypothese stoßen verschiedene Gasarten einander nicht zurück; es ist demnach keine Ursache vorhanden, welche die Anordnung abändern könnte, die jede für sich annehmen würde, oder eine Gasart ist in Hinsicht der anderen als ein leerer Raum zu betrachten. Hieraus erklärt sich mit die Beschaffenheit der Atmosphäre vollständig. Gesezt es ruhe auf der Oberflache eine Säule Sauerstoffgas, so wird diese, vermöge ihrer Elasticität, sich zu einer unbestimmten Höhe erheben, wird weniger

dicht werden, je weiter sie sich von der Oberfläche der Erde entfernt, indem sie dann einem geringeren Druck ausgesetzt ist. Ruhet auf derselben Erdoberfläche eine Säule Stickgas, so werden die Theilchen derselben sich ebenfalls entfernen, und sich innig mit denen des Sauerstoffgas mengen. Andere Gasarten, z. B. Kohlensäure oder Wasserdunst können vorhanden seyn, und sie werden sich auf dieselbe Art ordnen. So werden auf derselben Oberfläche irgend eine Anzahl aus gasförmigen Stoffen gebildeter Säulen ruhen können, die sämmtlich innig mit einander gemengt sind, allein nicht auf die anderen wirken noch von diesen eine Einwirkung erleiden. Sie werden von ihrer eigenen Elasticität unterstützt und getragen, und die unteren Schichten werden allein von ihren eigenen auf ihnen lastenden Theilchen gedrückt. So lassen sich demnach die scheinbar widersprechenden Thatsachen, daß die Gasarten, aus denen die Atmosphäre gebildet ist, sich nicht trennen, sondern gleichförmig gemengt bleiben, während zu gleicher Zeit keine Spuren vorhanden sind, daß sie in eine chemische Verbindung getreten sind, erklären.

Man würde jedoch, nach Dalton, irren, wenn man diese Ansicht als eine Hypothese betrachten wollte, nein, diese und keine andere muß die Beschaffenheit der Atmosphäre seyn. Es sind nämlich nur drei Voraussetzungen möglich, von denen nothwendig eine stattfinden muß — entweder ziehen die kleinsten Theilchen gemengter Gasarten einander an — oder sie stoßen einander zurück — oder sie ziehen einander weder an, noch stoßen sie sich zurück. — Wäre das erstere der Fall, so müßten sie eine chemische Verbindung eingehen, diese würde sich aber durch die gewöhnlichen Erscheinungen, welche chemische Verbindungen begleiten, zu erkennen geben; sände das zweite statt, so müßten sie sich wenn

nen, wenn sie von verschiedenem specifischen Gewichte wären, und die schwirere müßte in den unteren Theil des Raumes, den sie einnehmen, hinabsinken. Keiner dieser beiden Fälle findet aber in Hinsicht der Gasarten, aus denen die Atmosphäre besteht, statt; es muß demnach nothwendig die dritte Ansicht, welche die im Vorhergehenden vorgetragene ist, die richtige seyn. (Manchester Memoirs, Vol. V. Part. II.)

Bisher wurde die Atmosphäre als nur aus den beiden Gasarten, Sauerstoffgas und Stickgas bestehend, betrachtet, allein wir finden außerdem kohlen-saures Gas und Wasserdunst als Bestandtheile derselben.

Von der Gegenwart des kohlen-sauren Gas überzeugt man sich, wenn man der Atmosphäre Substanzen aussetzt, die dasselbe anziehen, und sich mit ihm bei den gewöhnlichen Temperaturen verbinden. So überzieht sich Kalkwasser in Folge dieser Verbindung mit einem Häutchen, wenn es der atmosphärischen Luft ausgesetzt wird. Die Menge dieses Gas ist unbedeutend, und läßt sich nicht leicht mit Genauigkeit ausmitteln. Daß die Menge des kohlen-sauren Gas in der Atmosphäre sehr unbedeutend sey, sieht man aus einem Versuche von Fontana, der eine geringe Menge Lackmustinktur (etwa 1 Kubikzoll) mit einer großen Menge atmosphärischer Luft (700 bis 800 Kubikzollen) lange Zeit schüttelte, ohne daß eine Röthung erfolgte. Gewöhnlich nimmt man die Menge derselben gleich 1 Procent an, dieses Verhältniß ist jedoch zu groß. Herr Dalton schließt aus einem Versuche, daß die Menge des kohlen-sauren Gas nicht mehr als $\frac{1}{1000}$ betrage. Er füllte ein gläsernes Gefäß mit 162400 Gran Regenwasser, leerte es an der freien Luft, und schüttete 125 Gran starkes Kalkwasser in dasselbe, verschloß und schüttelte es. Diese Menge Kalkwasser wurde

von der in der angegebenen Menge atmosphärischer Luft enthaltenen Kohlensäure gesättigt. Allein 125 Gran des angewandten Kalkmossers erforderten zur Sättigung 70 Gran Maas kohlenäures Gas, die demnach in 102400 Gran Maas atmosphärischer Luft enthalten waren; das Verhältniß dem Rauminhalte nach ist $\frac{1}{1400}$ des Ganzen, dieses macht, wenn die relative specifische Gewichte des kohlenäuren Gas und der atmosphärischen Luft in Anschlag gebracht werden, dem Gewichte nach nahe $\frac{1}{1000}$ aus. (Manchester Memoir, new Series. Vol. I. p. 254.)

Da das Athmen der Thiere, das Verbrennen und andere ähnliche Prozesse auf der Erdoberfläche Kohlensäure erzeugen, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß aus diesen Quellen ihr Daseyn abgeleitet werden muß. Sie ist, so wie die beiden bereits angeführten Bestandtheile gleichförmig durch die Atmosphäre vertheilt, und ungeachtet ihres größeren specifischen Gewichtes wird sie in den größten Höhen und in der Entfernung von irgend einer Ursache, welcher die unmittelbare Bildung derselben zugeschrieben werden könnte, angetroffen. Saussure erkannte ihre Gegenwart in der Luft vom Gipfel des Montblanc (Voyages dans les Alpes, T. VII. p. 223.), und von Humboldt in der Luft, die in einer sehr großen Höhe bei einem Versuche mit einem Aerostaten war geschöpft worden. Dalton untersuchte die Luft eines Zimmers, in welchem zweihundert Menschen bei verschlossenen Thüren und Fenstern zwei Stunden lang geathmet hatten, und fand, daß sie wenig über 1 Procent Kohlensäure enthält. Ein ähnliches Resultat erhielten Gay Lussac und Seguin bei ihren Versuchen. Theodor von Saussure hat vor Kurzem die Resultate seiner Versuche bekannt ge-

macht, aus denen hervorgeht, daß das Verhältniß der Kohlen- säure in der Atmosphäre im Sommer größer sey als im Winter. Er bestimmte ihre Menge dadurch, daß er in eis- ner geräumigen Glasugel, die mit Luft angefüllt war, Was- ser mit Kohlen- säure sättigte. Im Winter fand er die Menge derselben in 10000 Theilen Luft dem Volumen nach gleich 4,8 oder 7,28 dem Gewichte nach; im Sommer 7,13 dem Volumen nach oder 19,83 dem Gewichte nach. Gay Lüssac erregt jedoch gegründete Zweifel gegen die Richtigkeit der Saussürschen Versuche, in allen Fällen müßten sie wiederholt werden, ehe man ihnen Glauben schen- ken kann. (*Annales de Chimie et de Physique. T. II. p. 199.*)

Die Atmosphäre enthält ferner stets einen Antheil Was- ser dunst, der offenbar von dem auf der Erdoberfläche ver- dunstenden Wasser herrühret. Die Menge desselben ist ver- änderlich und hängt von der Temperatur und anderen Um- ständen ab. Es ist keinesweges leicht, mit Genauigkeit die Menge desselben bei irgend einer gegebenen Temperatur und Druck zu bestimmen. Saussüre giebt als Maximum 10 bis 11 Gran Wasser in einem Kubikfuß Luft bei der Tem- peratur von 65° und einem mittleren Barometerstande an (*Essais sur l'hygrometrie. p. 147, 185.*); nach anderen ist diese Angabe zu klein. Die Resultate von Saussüre sind jedoch von Flaugergues bestätigt worden, der ferner fand, daß das Maximum bei 77° Fahr. nahe 16,7 Gran; bei 43°, 4,5 Gran beträgt. Diese Verhältnisse würden 2,6 Gran als die Menge Wasser geben, welche erfordert wird, Luft bei einer Temperatur von 32° zu sättigen. Herr Dalton, ohne das Maximum zu bestimmen, bemerkt, daß die Menge des Wasserdunstes in der Atmosphäre sehr ver-

änderlich sey, und besonders von der Temperatur abhängt. In der heißen Zone vermag der Wasserdunst einen Druck auf die Oberfläche der Erde zu äußern, der einer Quecksilbersäule von 0,6 Zoll das Gleichgewicht hält; unter dem Himmelsstreich von England wird selten jene Größe erreicht, im Winter ist die Menge desselben so gering, daß sie nur einer Quecksilbersäule von 0,1 Zoll das Gleichgewicht hält. Er nimmt an, daß bei einer Temperatur von 55° der Wasserdunst im Durchschnitt einen Druck äußert, der nahe $\frac{7}{8}$ von dem Druck der ganzen Atmosphäre beträgt. (Manchester Memoirs, new series. Vol. I. p. 253.)

Da sich der größte Theil des in der Atmosphäre befindlichen Wassers im Zustande von Dunst befindet, dessen Elasticität von der Temperatur abhängt, so leuchtet ein, daß diese Elasticität, wosfern sie ausgemittelt werden kann, die Menge des Dunstes messen muß, der in der Atmosphäre vorhanden ist, während die Temperatur dieselbe bleibt.

Die Elasticität oder Spannkraft des Wasserdunstes wurde von diesem Naturforscher auf eine höchst einfache Art (bei der ihm *le Roi* als Vorbild gedient zu haben scheint) bestimmt. Er nahm ein schmales Zylinderglas, das auf der Außenseite trocken war, und füllte es mit frischem, eben aus dem Brunnen geschöpften Wasser. Beschlug das Glas auf der Außenseite, so goß er das Wasser aus, ließ es einige Zeit stehen, um eine Zunahme seiner Temperatur zu bewirken, trocknete die Außenseite des Glases sorgfältig mit einem leinenen Tuche ab, und schüttete dann das Wasser wieder in das Gefäß. Diese Operation wurde so lange wiederholt, bis das Glas nicht ferner beschlug; dann wurde die Temperatur des Wassers beobachtet. Die Tabelle (s. Seite 175) gab die Spannkraft des Wasserdunstes an. Dieser Versuch muß in

der freien Luft oder an einem Fenster angestellt werden, weil die Luft im Innern des Zimmers gewöhnlich feuchter ist, als die äußere. Quellwasser hat gewöhnlich eine Temperatur von 50°, und wird in den drei heißesten Monaten des Jahres dem Zweck entsprechen; zu anderen Jahreszeiten ist eine künstliche Kälte erregende Mischung erforderlich.

So lange der Wasserdunst in der Atmosphäre in seinem dunstförmigen Zustande beharrt, ist die Luft durchsichtig; allein auch dann kann er, vermittelst Substanzen, die eine nahe Verwandtschaft zu ihm haben, und die, wenn sie der Atmosphäre ausgesetzt werden, ihn einsaugen, wahrgenommen werden. So löset sich gebrannter Kalk, der der trockensten Luft ausgesetzt wird, sehr bald, welches nur in Folge seiner Verbindung mit dem Wasser stattfindet. Verdichtet sich der Wasserdunst, so wird die Atmosphäre durch das Zusammentreten der wässerigen Theilchen undurchsichtig. Dieses veranlaßt, nach Maafgabe des Raummuffanges, bis auf den es sich erstreckt, die Entstehung von Wolken, Nebel und Regen.

Das freiwillige Verdunsten, welches derjenige Prozeß ist, durch welchen das Wasser in die Atmosphäre aufsteigt, wird durch mehrere Ursachen befördert. Es erfolgt rascher, wenn die Temperatur hoch ist, daher ist es in den heißen Himmelsstrichen am größten. Eine trockene Atmosphäre, Bewegung und schnelles Entfernen der Luft befördern daselbe, daher die trocknende Eigenschaft der Winde. Durch den Zusatz von Wasserdunst zu der Atmosphäre wird ihre Elasticität vermehrt, sie wird leichter, und der Theil Luft, mit dem sie sich verbindet, steigt demnach in die Höhe. (Philosophical Transactions. Vol. LV. p. 146.)

Man hat verschiedene Werkzeuge erfunden, die man

Hygrometer genannt hat, um den Zustand der Luft in Hinsicht der Feuchtigkeit und Trockenheit zu bestimmen. Bei der Mehrzahl derselben liegt die Eigenschaft zum Grunde, die mehrere, besonders organische Körper besitzen, Wasser aus der Luft anzuziehen. Die Folge hiervon ist eine Erweiterung ihres Raummanges. Von diesen Körpern wählt man nun besonders diejenigen aus, die leicht von schwachen Veränderungen in der atmosphärischen Feuchtigkeit afficirt werden, zugleich verbindet man damit eine mechanische Vorrichtung, durch welche die Veränderungen des Volumens gehörig bemerkbar werden. Dieses ist der Fall bei den Hygrometern von de Lüc und Saussüre. Ersteres besteht aus einem feinen Streifchen Fischbein, dessen Verlängerung und Verkürzung ein daran befestigter Zeiger bemerkbar macht, der sich auf einer Scheibe bewegt, die in Grade vom größten Punkt der Feuchtigkeit bis zu der größten Trockenheit eingetheilt ist; bei dem letzteren wird das Streifchen Fischbein durch ein Menschenhaar ersetzt.

Wilson's Hygrometer empfiehlt sich durch seine Einfachheit. Die hygrometrische Substanz ist die Blase einer Rante. Diese wird mit Quecksilber gefüllt, und eine Thermometeröhre an ihr befestigt, die auch zum Theil mit Quecksilber gefüllt ist. Die Feuchtigkeit der Luft bewirkt eine Ausdehnung der Blase, mithin ein Sinken des Quecksilbers; Trockenheit der Luft, ein Zusammenziehen derselben, folglich das Steigen des Quecksilbers in der Thermometeröhre.

Diese Werkzeuge zeigen zwar ganz gut die äußersten Punkte der Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft; auch geben sie an, ob die Luft eines Ortes feuchter als die eines anderen sey; allein die Menge von Dunst, die in der Luft enthalten ist, lernt man durch sie nicht kennen. Auch scheit

nen sie mit der Zeit sich zu verändern, und die Anzeigen stimmen nicht mehr mit der ursprünglichen Anordnung der Skale.

Herr Gay Lussac hat sehr interessante Versuche über den Gang des Haar-Hygrometers im Vergleich mit dem des Thermometers angestellt. (Man sehe: Viole's Anfangsgründe der Erfahrungs-Naturlehre. Aus dem Französischen übersetzt von F. Wolff. V. I. S. 411 ff.)

Die Einrichtung des Hygrometers von Leslie beruhet auf einem verschiedenen Grundsätze. Es ist das Differential-Thermometer, das Seite 66 ff. beschrieben wurde, von dem eine der Kugeln mit seidnem Zeuge oder mit feinem Seidenpapier (*sine cambrio paper*) bedeckt wird. Soll mit dem Werkzeuge beobachtet werden, so wird dieser Ueberzug mit reinem Wasser befeuchtet. Es findet Verdunstung statt, die Temperaturverminderung bewirkt, welche durch die an dem entgegengesetzten Schenkel angebrachte Skale angezeigt wird. Der Grad des Erkaltens steht mit der Schnelligkeit des Verdunstens im Verhältnisse, und diese wird um so größer seyn, je trockener die Luft ist. Die Grade der Skale dienen mithin dazu, die relative Trockenheit der umgebenden Atmosphäre anzugeben. In kurzer Zeit, etwa nach Verlauf von zwei oder drei Minuten, ist die vollständige Wirkung erfolgt, und dauert so lange, als Wasser vorhanden ist, um die Verdunstung zu unterstützen, fort. (Man sehe: Gilbert's Annalen V. V. S. 235 ff. V. XLIII. S. 373.) Es scheint jedoch nicht, daß durch genaue Versuche ausgemittelt ist, wie weit die Anzeigen dieses Werkzeuges mit dem wirklichen Zustande der Trockenheit oder Feuchtigkeit der Luft zusammenstimmen, und in wiefern andere Umstände auf den Prozeß, aus welchem jene geschlossen werden, Einfluß haben.

Man hat mehrere Hypothesen aufgestellt, um von dem Aufsteigen des Wassers als Dunst und seinem Schweben in der Atmosphäre Rechenschaft zu geben. Dr. Hooke deutete in seiner *Micrographia* zuerst ein Hypothese an, die nachmals von Halley vorgetragen wurde, und welche in neueren Zeiten Le Roi und Hamilton (*Philos. Transact.* Vol. LV. p. 146.), so wie auch Franklin, vollständiger ausgebildet haben. Ihr zufolge ist das freiwillige Verdunsten die Wirkung der aufsteigenden Kraft, welche die Luft auf das Wasser ausübt. Nach Saussüre wird das Wasser durch die Wirkung der Wärmethätigkeit in Dunst verwandelt; allein der dadurch gebildete Dunst tritt (nach ihm) mit den Gasarten, welche die Bestandtheile der Atmosphäre ausmachen, in chemische Verbindung. Endlich steigt nach de Lüc, ganz übereinstimmend mit Dalton's Ansichten, das Wasser allein kraft der Thätigkeit des Wärmestoffes als Dunst auf, und befindet sich in der Atmosphäre als ein Gemenge oder mechanisch verbreitet.

Der ersten dieser Hypothesen zufolge, wird das Wasser, in Folge der Anziehung, welche die Luft oder vielmehr die Gasarten, welche die Bestandtheile der Atmosphäre bilden, auf dasselbe äußern, bei der gewöhnlichen Temperatur und Barometerstände in Dunst verwandelt, und wird durch diese gegenseitige Anziehung in diesem Zustande erhalten. Halley vergleicht den hierbei stattfindenden Prozeß mit der Auflösung eines Salzes in Wasser. Die Luft löst das Wasser, so wie das Wasser das Salz auf. In beiden Fällen vermehrt Wärme das auflösende Vermögen, und der aufgelöste Stoff wird, so wie Erniedrigung der Temperatur stattfindet, abgeschieden oder niedergeschlagen. Man führte noch andere Analogien an, um diese Theorie zu unterstützen, als

die Beschleunigung des Verdunstens durch einen Luftstrom, indem dadurch das Auflösungsmittel erneuert, mithin die Sättigung, welche bei einer ruhigen Luft eintreten würde, verhindert wird; wodurch, übereinstimmend mit den gewöhnlichen Gesetzen der chemischen Anziehung, die fernere Auflösung verhindert würde. Die Zunahme des Verdunstens, wenn bei einer bestimmten Menge Wasser die Oberfläche vergrößert wird, wurde aus demselben Grundsatz erklärt, indem hier, da es der Anziehung des Auflösungsmittels mehr ausgesetzt ist, auch eine freiere Einwirkung auf dasselbe stattfindet. Endlich wurde zur Unterstützung dieser Theorie bemerkt, daß eine chemische Anziehung zwischen Luft und Wasser stattfindet, indem letzteres nicht allein mit ersterer vereinigt ist, sondern ein Theil Luft ebenfalls mit dem Wasser verbunden ist, und von diesem mit bedeutender Kraft zurückgehalten wird.

Eine Thatsache führte jedoch eine entgegengesetzte Ansicht herbei. Man bemerkte, daß selbst bei der gewöhnlichen Temperatur Wasser im leeren Raume in Dunst übergeht. So verdunstet im leeren Raume der Luftpumpe bei einer Temperatur von 70° Fahr. das Wasser merklich; und Herr Watt zeigte, daß bei niedrigeren Temperaturen und in der weit vollkommeneren Toricellischen Leere dasselbe Verdunsten stattfindet. Er ließ bei einer Temperatur von 57° einen Wassertropfen in dem Quecksilber des Barometers aufsteigen. Als er die Oberfläche desselben erreichte, wurde Wasserdunst gebildet, der durch seine Spannkraft die Quecksilbersäule um einen halben Zoll niederdrückte. Da man nun einräumen mußte, daß im leeren Raum Wasserdunst gebildet werde, so folgerte man, daß das freiwillige Verdunsten des Wassers, wenn es der Atmosphäre ausgesetzt

wird, nicht von der Wirkung der Luft, sondern lediglich von der Wirkung des Wärmestoffes herrühre. Saussüre nahm nun an, wie bereits bemerkt wurde, daß der durch die Wärmethätigkeit gebildete Dunst, nachdem er in der Atmosphäre aufgestiegen, sich chemisch mit derselben verbinde, während de Lüc ihn als unverbunden und bloß als innig mit der Luft gemengt oder in derselben verbreitet betrachtete. In Uebereinstimmung mit seiner Ansicht über die Beschaffenheit der Atmosphäre nimmt Dalton diese letzte Hypothese an. Das Wasser (man sehe, was Seite 529 gesagt wurde) verwandelt sich bei jeder Temperatur durch bloße Wirkung der Wärmethätigkeit in Dunst. Der so gebildete Wasserdunst befindet sich in der Atmosphäre in einem abgesonderten Zustande, er wird von den anderen Gasarten weder angezogen, noch zurückgestoßen, sondern erhält sich selbst vermöge seiner Elasticität. Die Menge, die von ihm vorhanden ist, wird bestimmt durch die Temperatur und die Größe des Druckes, welchen der bereits gebildete Dunst äußert. Nachstehende Gründe sprechen für diese Theorie.

a) Es leidet wohl keinen Zweifel, daß das Wasser, welches in der Atmosphäre angetroffen wird, von dem auf der Oberfläche der Erde verbreiteten Wasser herrühre, welches der Wirkung der Atmosphäre ausgesetzt ist. Dem gemäß finden wir, daß Wasser, welches mit der Luft in Berührung ist, nach und nach eine Verminderung seines Volumens erfährt, und endlich gänzlich verschwindet. Diese Verminderung des Wassers kann entweder von der nach und nach erfolgenden Auflösung desselben in der Luft herrühren oder von seiner Verwandlung in Dunst. Letztere ist die jetzt allgemein angenommene Meinung, da der Sprachgebrauch dieses Phänomen dem Verdunsten des Wassers zuschreibt.

Wird Wasser in einen luftleer gemachten Recipienten gebracht, so vermindert sich sein Volumen noch rascher als an der freien Luft. Da in diesem Falle keine Luft zugegen ist, so kann die Verminderung des Volumens nur der Umwandlung des Wassers in Dunst zugeschrieben werden. Wir finden auch dem gemäß bei angestellter Untersuchung, daß der Recipient mit Wasser im Zustande von Dunst angefüllt sey. Die Gegenwart dieses Dunstes macht bald durch seine Elasticität dem ferneren Verdunsten des Wassers ein Ende. Da nun das Wasser auf gleiche Art verschwindet, es mag Luft zugegen seyn oder nicht, und genau auf dieselbe Art; so ist es demnach der Vernunft angemessen, das Verschwinden des Wassers in beiden Fällen derselben Ursache zuzuschreiben. In dem luftleer gemachten Recipienten wird es aber in Wasserdunst verwandelt. Es ist demnach wahrscheinlich, daß es an der freien Luft ebenfalls in Wasserdunst werde verwandelt werden; ist aber dieses der Fall, so muß es sich in der Luft im Zustande des Dunstes befinden.

b) Würde das Verschwinden des der freien Luft ausgesetzten Wassers von der Auflösung und nicht von dem Verdunsten her, so müßte es offenbar rascher verschwinden, wenn es der Wirkung einer großen Menge Luft ausgesetzt wird, als wenn man es mit einer kleinen Menge derselben in Verbindung bringt; denn die Menge des aufgelösten Körpers steht stets mit der Menge des Auflösungsmittels im Verhältnisse. Nur ereignet sich aber genau das Gegentheil von diesem in Hinsicht des in der Luft enthaltenen Wassers. Saussure hat gezeigt, daß Wasser in großen Höhen ungleich schneller verdunstet, als an der Erdoberfläche, selbst wenn die Temperatur und Feuchtigkeit an beiden Orten dieselben sind. Vergleicht man die Versuche, welche von ihm

auf dem Col: dū: Seant, in einer Höhe von 11275 Fuß über der Meeresfläche gemacht wurden, mit ähnlichen zu Genf in einer Höhe von 1324 Fuß über der Meeresfläche, so findet man, vorausgesetzt, daß Trockenheit und Temperatur der Luft an beiden Orten gleich waren, daß die Menge des zu Genf verdunsteten Wassers sich zu dem auf dem Col: dū: Seant in gleichen Zeiten und unter gleichen Umständen verdunsteten wie 37 zu 84, oder nahe wie 3 zu 7 verhielt. Nun ist die Luft auf dem Col: dū: Seant ungefähr um $\frac{1}{3}$ dünner, als die zu Genf, so daß demnach die Verminderung der Dichte der Luft um ein Drittheil das Verhältniß des Verdunstens mehr als verdoppelt. (Saus-
suro, Voyages dans les Alpes, IV. p. 263.) Dieses muß sich aber genau ereignen, wenn das Wasser, welches verschwindet, sich mit der Luft nur im Zustande des Dunstes mengt; ganz das Gegentheil wird sich hingegen ereignen, wenn das Wasser in Folge der aufsteigenden Kraft der Luft verschwindet.

e) Es ist von Dr. Clair gezeiget worden, daß Wasserdunst Wasser ist, das sich mit einem gewissen Antheile Wärmestoff verbunden hat. Wird demnach Wasser in Wasserdunst verwandelt, so verbindet sich ein Theil Wärmestoff chemisch mit demselben und verschwindet. Findet demnach allemal derselbe Verbrauch von Wärmestoff statt, wenn Wasser den tropfbaren Zustand verläßt und in die Atmosphäre als Bestandtheil übergeht, so kann man mit Grund schließen, daß das Wasser lediglich im Zustande des Dunstes in die Atmosphäre übergehe. Es ist aber eine wohl bekannte Thatsache, daß während des freiwilligen Verdunstens stets Kälte erzeugt werde; das heißt, daß das Wasser, so wie es verschwindet, einen Theil Wärme mit sich führt. So weiß jedermann,

daß wenn ein nasser Körper der Luft ausgesetzt wird, seine Temperatur durch das Verdunsten, welches auf seiner Oberfläche erfolgt, erniedrigt werde. So fühlt man in heißen Ländern das Wasser dadurch ab, daß man es in poröse Gefäße schüttet, und diese der Luft aussetzt. Das Wasser dringt durch die Poren hindurch und führt so viel Wärmestoff mit sich, daß in einigen Fällen das Wasser sogar in den Gefäßen gefriert. Saussüre bemerkte, daß das Verdunsten von der Oberfläche des schmelzenden Schnees das Gefrieren desselben wiederum veranlaßte, wenn die Temperatur der umgebenden Luft $4,5^\circ$ über den Gefrierpunkt war. Dr. Black macht es wahrscheinlich, daß die Menge Wärmestoff, welche während des Verdunstens verschwindet, so groß sey, als die, welche erfordert wird, um das Wasser durch Kochen in Dunst zu verwandeln. Man ist demnach vollkommen zu der Folgerung berechtigt, daß Wasser, wenn es freiwillig verdunstet, stets in Dunst verwandelt werde, und daß es mithin nur in diesem Zustande in die Atmosphäre aufsteigt.

d) Dalton hat gezeigt, daß das Wasser, welches in der Luft vorhanden ist, genau denselben Grad der Elasticität besitzt, wie Wasserdunst im leeren Raume bei derselben Temperatur. Hieraus folgt demnach, daß es in der Luft nicht im Zustande von Wasser, sondern als eine elastische Flüssigkeit oder Dunst vorhanden sey. (Man sehe: Manchester Memoirs. Vol. V. p. 571.)

Die Atmosphäre bestehet demnach aus Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdunst. Das Verhältniß dieser Bestandtheile ist nach Herrn Dalton folgendes:

	Dem Volumen nach.	Dem Gewichte nach.
Stickgas	77,50	75,55
Sauerstoffgas	21,00	23,32
Wasserdunst	1,42	1,03
Kohlensaures Gas	0,08	0,10
	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Läßt man den Wasserdunst, dessen Menge veränderlich ist, weg, so findet man das Verhältniß der permanenten Gasarten, den Versuchen von Gay Lüssac und Humboldt zufolge, folgendermaßen:

Stickgas	0,787	dem Volumen nach
Sauerstoffgas	0,210	— — — — —
Kohlensaures Gas	0,003	— — — — —
	<u>1,000</u>	

Mehrere Naturforscher glaubten, daß ein Antheil Wasserstoff in der Atmosphäre vorhanden seyn könne. Unsere gewöhnliche Analyse zeigt uns die Gegenwart desselben nicht an, indem nach Entziehung des Sauerstoffes im Rückstande nur Stickgas vorgefunden wird. Es wäre jedoch möglich, daß dieses nicht vollkommen rein wäre, und wenn ihm wirklich ein Antheil Wasserstoff beigemengt wäre, dieser sich in einem so unbedeutenden Verhältnisse vorfände, daß er nicht entdeckt würde. Mengt man Wasserstoff mit atmosphärischer Luft, selbst in dem Verhältnisse von 6 zu 100, so wird das Gemenge, den Erfahrungen von Gay Lüssac und Humboldt zufolge, durch den elektrischen Funken nicht entzündet. Diese Naturforscher haben jedoch gezeigt, daß keine merkliche Menge Wasserstoffgas in der atmosphärischen Luft enthalten seyn könne; weil, wenn sie eine vergleichende Analyse durch Detonation mit einer genau abgemessenen Menge Wasserstoffgas sowohl mit atmosphärischer, als mit künstlicher aus

20 Sauerstoffgas und 80 Stickgas (von denen jedes vollkommen rein war) bereiteten Luft machten, so erhielten sie in beiden Fällen genau dieselben Resultate. (Journal de Physique T. LX. p. 158.)

Höchst wahrscheinlich sind noch andere Stoffe in der Atmosphäre vorhanden, nur in Mengen, welche zu klein sind, als daß die chemische Analyse sie entdecken kann. Bereits im Vorhergehenden wurde der schädlichen Ausflüsse erwähnt, die zuweilen in der Luft enthalten sind, und sich bei der Analyse nicht zu erkennen geben. Außerdem müssen, in Folge der Wirkung der Temperatur, sich viele Körper auf der Erdoberfläche in Dunst verwandeln; dieses wird durch die Wirkung der Luft ungemein befördert, indem Körper, die bei einer gewissen Temperatur in Gefäßen, die nur eine unvollkommene Gemeinschaft mit der Luft haben, nicht verdunsten, bei einem freien Zutritte derselben sich mit Leichtigkeit in Dunst verwandeln. (Man sehe hierüber: Gay Lussac's Versuche in den Mem. de la société d'Arcueil T. II. p. 204.)

II. Die Eigenschaften der atmosphärischen Luft sind folgende:

1. Sie ist unsichtbar, geruchlos, ohne Geschmack und permanent elastisch. Ihr spezifisches Gewicht wird bei einem Barometerstande von 28 Zoll, bei völliger Trockenheit und einer Temperatur gleich 32° Fahr. gewöhnlich gleich 1,000 gesetzt. Sie ist 828mal leichter als Wasser. Hundert Brandenburgische Kubitzoll derselben wiegen 38,3328 Gran Nürnberger Medicinalgewicht. Ueber ihre Ausdehnung durch Wärme sehe man Seite 118 — 119.

2. Da die Luft eine elastische Flüssigkeit ist, und an der Oberfläche der Erde von dem ganzen Gewichte der At-

mosphäre zusammengedrückt wird, so vermindert sich ihre Dichte, so wie man sich über die Oberfläche der Erde erhebt. Aus den Versuchen von Mariotte und anderen geht hervor, daß sich bei verändertem Druck die Dichtigkeit der Luft in geradem Verhältnisse ändere, oder daß das Volumen derselben im umgekehrten Verhältnisse mit dem auf ihr lastenden Druck stehe, vorausgesetzt, daß keine Veränderung in der Temperatur oder ihrer Mischung vorgeht. Der Druck der Luft nimmt aber nach dem Gesetz einer geometrischen Reihe ab, es nimmt daher auch die Dichte der Luft in einer geometrischen Progression ab, während die Höhen in einer arithmetischen wachsen.

Bouguer glaubte aus seinen Beobachtungen, die er auf den Andes angestellt hatte, die Folgerung ziehen zu können, daß in beträchtlichen Höhen die Dichte der Luft nicht mehr mit den zusammendrückenden Kräften im Verhältnisse stehe (Mem. Par. 1753. p. 515.); allein die Versuche, welche Saussüre der Jüngere auf dem Mont Rose angestellt hat, sind dieser Folgerung entgegen. (Journal de Physique. XXXVI. 98.)

3. Ungeachtet die Farbe des wolkenlosen Himmels blau ist, so leidet es doch keinen Zweifel, daß die Luft selbst völlig unsichtbar und farbenlos ist. Die blaue Farbe des Himmels wird durch die Dünste erzeugt, die stets der Luft beigemengt sind, und welche die Eigenschaft besitzen, die blauen Strahlen häufiger als andere zurückzuwerfen. Dieses geht deutlich aus den Versuchen hervor, welche Saussüre mit seinem Cyanometer in verschiedenen Höhen über der Erdoberfläche angestellt hat. Dieses Werkzeug bestehet aus einem kreisförmigen Streifen Papier, der in 51 Theile getheilt ist, von denen jeder mit einer verschiedenen Schattis

zung von Blau bemerkt wurde. Sie fangen mit dem dunkelsten, mit Schwarz gemischten Blau an, und gehen stufenweise zu dem hellsten Blau über. Er überzeugte sich, daß die Farbe des Himmels stets einer um so dunkleren Schattirung der Felder seines Werkzeuges entsprach, je höher der Standpunkt des Beobachters über der Erdoberfläche war. Es wird dem Gemäß in einer gewissen Höhe das Blau ganz verschwinden, und der Himmel wird schwarz erscheinen das heißt, er wird gar kein Licht zurückwerfen. Die Farbe des Himmels wird in dem Verhältnisse heller, in welchem der Luft Dünste beigemischt sind. Diese Erscheinung der Färbung muß demnach ihnen zugeschrieben werden. (Saussure, *Voyages dans les Alpes*. Vol. IV. p. 288.)

4. Die atmosphärische Luft unterhält das Verbrennen; dieses geschieht in Folge des Sauerstoffes, der einen Bestandtheil derselben ausmacht. Das Verbrennen ist weniger rasch und lebhaft, auch hält es in einem bestimmten Raume nicht so lange an, als in Sauerstoffgas. Eben dieser Bestandtheil macht sie geschickt, das thierische Leben zu unterhalten, ja sie ist mehr geeignet, das thierische Leben auf die Dauer zu unterhalten, als das reine Sauerstoffgas.

5. Vom Wasser wird die atmosphärische Luft in nur geringer Menge aufgelöst. Die Absorption ist ferner in Hinsicht der Bestandtheile, aus denen sie gebildet ist, ungleichförmig, und es verbindet sich eine größere Menge Sauerstoffgas als Stickgas mit demselben. Scheele bemerkte, wenn atmosphärische Luft mit Wasser geschüttelt wurde, daß das Sauerstoffgas vorzugeweise vor dem Stickgas absorbiert wurde. In einem Versuche, wo gekochtes Wasser angewandt, und eine kleine Menge Luft mit einer großen Menge Wasser geschüttelt und mehrere Tage damit in Verührung gelassen

wurde, war der Antheil des absorbirten Sauerstoffgas so bedeutend, daß in der rückständigen Luft ein Licht erlosch.

6. Die atmosphärische Luft ist ein sehr wichtiges Agens bei mehreren Operationen der Natur. Sie ist das große Behikel, durch welches das Wasser, das als Niederschlag aus der Luft niederfällt, auf der Erdoberfläche vertheilt wird. Durch ihre Beweglichkeit ist sie die Hauptursache, durch welche einigermaßen eine Gleichförmigkeit der Temperatur hergestellt, wenigstens die Extreme derselben gemäßiget werden. Die Thiere sind ihres Lebens wegen von ihr abhängig. Bei vollkommeneren Thieren ist eine Entziehung derselben von wenigen Minuten hinreichend, den Tod herbeizuführen; selbst bei den weniger vollkommenen wird die Verabreichung derselben, wiewohl in nicht so kurzer Zeit, tödtlich. Auch das Leben der Pflanzen ist zum Theil davon abhängig, indem sie dadurch, daß sie ihnen Feuchtigkeit, vielleicht auch kohlensaures Gas und andere Bestandtheile zuführt, zu ihrem Wachsthum und Gedeihen beiträgt.

7. So weit unsere Erfahrung reicht, scheint sich das selbe Verhältniß unter den Bestandtheilen der Atmosphäre erhalten zu haben; und dennoch findet durch viele Prozesse, die ununterbrochen auf der Erde vorgehen, wie z. B. das Verbrennen, das Athmen der Thiere u. s. w., ein steter Verbrauch von Sauerstoff statt, und bei vielen derselben wird Kohlen säure gebildet. Durch beides muß die Zusammensetzung der Atmosphäre verändert werden, und ihre Reinheit muß, in Bezug auf das thierische Leben, leiden. Es fragt sich demnach, durch welche Ursachen die Gleichförmigkeit erhalten werde?

Eine Zeit lang glaubte man, daß das Pflanzenreich dieses wichtige Geschäft, das gestörte Gleichgewicht wieder

herzustellen, verrichte. Man nahm an, daß die wachsenden Pflanzen Kohlensäure absorbiren, und Sauerstoffgas aushauchen. Die beiden Klassen organischer Wesen schienen demnach ganz entgegengesetzte Wirkungen in Beziehung auf die Atmosphäre zu äußern; und dieses schien ein wichtiger Beitrag von der genauen Abwägung der Kräfte, die wir durchgängig in der Natur erblicken, zu seyn. Prüft man jedoch die Thatfachen unbefangen, welche für diese Behauptung angeführt werden, so findet man sehr viele Veranlassung, die Richtigkeit derselben zu bezweifeln; ja, neueren Untersuchungen zufolge scheint es sogar, daß Pflanzen, wosern sie nicht dem unmittelbaren Einfluß der Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, eben so wie die Thiere Sauerstoff verzehren und Kohlensäure erzeugen. Die Natur muß demnach andere Mittel haben, wodurch sie die Veränderungen in der Atmosphäre ordnet, und ihre Reinheit wieder herstellt — diese sind aber bis jetzt sehr unvollkommen gekannt.

Herr B. Prevost giebt in den *Annales de Chimie et de Phys.* T. III. p. 100. (man sehe ebenfalls: *Supplemente zu dem chemischen Wörterbuche.* B. III. S. 645 ff.) eine merkwürdige Berechnung, durch die er zu zeigen sucht, daß vermöge des Gewichtes der Atmosphäre und der Menge des in ihr enthaltenen Sauerstoffes selbst nach einer sehr langen Reihe von Jahren keine bemerkbare Veränderungen eintreten können, selbst wenn man die größtmögliche Ausnahme von dem Verbrauch des Sauerstoffes durch das Athmen der Thiere und andere auf der Oberfläche stattfindende Prozesse annimmt. Nach der richtigsten Berechnung würde der verbrauchte Sauerstoff in 100 Jahren nicht $\frac{1}{2500}$ von der ganzen Menge des in der Atmosphäre enthaltenen Sauerstoffgas betragen, dieses würde sich aber durch unsere

Verfahrungsarten, den Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft zu bestimmen, nicht entdecken lassen, indem selbst größere Veränderungen unseren genauesten Zerlegungs-Methoden entgehen würden.

Aus diesen Erdörterungen von Prevost geht allerdings hervor, daß Veränderungen in der Zusammensetzung der Atmosphäre weit langsamer erfolgen müssen, als sich der ersten Ansicht des Gegenstandes nach vermuthen läßt. Nach einem sehr langen Zeitraum müßten aber dennoch Aenderungen eintreten und das System der Natur afficiren, wosern nicht in ihren Wirkungen eben so beständige Ursachen jenen Veränderungen entgegenwirken.

Fünfter Abschnitt.

Von dem Wasser.

1. Das Wasser ist eine farblose, geruchlose und geschmacklose tropfbare Flüssigkeit. Man kann auf dasselbe einen sehr starken Druck wirken lassen, ohne daß eine bemerkbare Veränderung seines Raumbereiches stattfindet. Diese Eigenschaft hat es mit allen tropfbaren Flüssigkeiten gemein. Es scheint jedoch bei sehr starkem Druck, wie man aus den Versuchen von Canton, Zimmermann und Abicht ersieht, um eine wiewohl nur unbedeutende Größe zusammengedrückt zu werden. Auch macht der Versuch von Desaignes, der durch einen schnellen, starken Stoß auf das Wasser das plötzliche Hervorbrechen eines lebhaften Licht-

tes bewirkte, es wahrscheinlich, daß unter diesen Umständen eine Zusammendrückung des Wassers stattfindet.

2. Die Dichte des Wassers wird bei Bestimmung des specifischen Gewichtes der übrigen tropfbarren so wie der festen Körper als Einheit angenommen. Am besten ist es, wenn man als Einheit das Wasser von der Temperatur von $39,38^{\circ}$ Fahr., bei welcher seine Dichte ein Größtes ist (man sehe Seite 130 ff.), annimmt. Bei dieser Temperatur wiegt ein Preussischer Duodecimal-Kubikzoll Wasser 288,437 Gra. Nürnberger Medicinalgewicht; bei der Temperatur von $63,5^{\circ}$ Fahr., bei welcher im Jahre 1798 zu Berlin sein Gewicht mit vieler Sorgfalt bestimmt wurde, ergab sich dasselbe gleich 288 Gran. Die Dichte des Wassers bei verschiedenen Wärmegraden bestimmen Gilpin (Gren's neues Journal der Physik B. II. S. 374 ff.) und Hallström (Gilbert's Annalen B. XX. S. 384 ff.) Man sehe ferner Seite 122—123, desgleichen Seite 124 dieses Bandes.

3. Die Umstände, unter welchen das Wasser in einen festen Körper verwandelt wird, wurden Seite 140 und 148 ff., die Umstände, unter denen es siedet, Seite 165 ff., so wie die Eigenschaften des dadurch gebildeten Wasserdunstes Seite 169 ff. angegeben.

4. Das reine Wasser ist kein besonderer Leiter der Electricität; aus diesem Grunde kann man selbst mit Hilfe einer starken galvanischen Säule nur schwer die Zersetzung desselben bewerkstelligen. Daher geht ferner der Funke, wenn die von beiden Polen der Säule ausgehenden und in Wasser eingesenkten Drähte einander gehörig genähert werden, von dem einen an den anderen über. Setzt man aber dem Wasser eine nur geringe Menge Säure oder Salz zu,

so erhält es sogleich die Eigenschaft, die elektrische Flüssigkeit zu leiten, und mit vieler Schnelligkeit zerlegt zu werden.

5. Sein Vermögen, das Licht zu brechen, ist bedeutend; es übertrifft um ungefähr 0,7 das der Luft. Newton vermuthete daher zu einer Zeit, wo man nicht abndete, daß der Wasserstoff einen Bestandtheil des Wassers ausmache, daß es einen sehr brennbaren Bestandtheil enthalten müsse.

6. Das Wasser absorbirt die Gasarten, jedoch in verschiedenen Mengen nach dem Verhältnisse der Anziehung, die zwischen ihm und den Gasarten stattfindet. Von mehreren sauren Gasarten nimmt es sein mehrfaches Volumen in sich, während von anderen nur eine unbedeutende Menge absorbirt und ein Apparat von einiger Feinheit erfordert wird, die absolute Menge zu messen.

Dieser Gegenstand ist besonders von Dr. Henry untersucht worden. Von den drei einfachen Gasarten: dem Sauerstoffgas, Stickgas und Wasserstoffgas werden die beiden letzten beinahe in gleicher Menge, nämlich 1,5 Raumtheile von 100 Theilen Wasser, das vorher durch Kochen von Luft befreit worden, absorbirt; die Menge des absorbirten Sauerstoffgas beträgt 3,5. Nach Gay Lussac und Humboldt ist der Unterschied unter den absorbirten Mengen der genannten Gasarten größer.

Sie brachten 100 Raumtheile von Sauerstoffgas, Wasserstoffgas und Stickgas mit einer gewissen Menge Flußwasser, das lange der Atmosphäre ausgesetzt worden, und daher mit Luft gesättigt zu seyn scheint, in Verührung. Das Sauerstoffgas wurde um 40, hingegen das Stickgas nur um 5 und das Wasserstoffgas um 3 Theile vermindert. Die Verminderung des Sauerstoffgas war im Grunde noch größer, als die angegebene; denn der Rückstand von 60

Raumtheilen war nicht reines Sauerstoffgas, sondern enthielt 37 Stickgas, welches aus dem Wasser durch den Sauerstoff war ausgetrieben worden, so daß die wirkliche Absorption des Sauerstoffgas 77 war. Das Stickgas treibt, wenn es vom Wasser absorbiert wird, ebenfalls einen Antheil Sauerstoffgas aus; seine wirkliche Absorption beträgt demnach zwischen zwei und drei Procent. Bei dem Wasserstoffgas bemerkten sie kaum eine Absorption. (Journal de Phys. T. LX. p. 165; desgleichen Gilbert's Annalen B. XV. S. 140.)

Saussure erhielt bei seinen Versuchen über diesen Gegenstand Ergebnisse, die sich von den angegebenen unterscheiden. Er fand in Hinsicht der drei genannten Gasarten, daß 100 Raumtheile Wasser 6,5 Sauerstoffgas, 4,6 Wasserstoffgas und 4,1 Stickgas absorbiren, und von atmosphärischer Luft 5 Raumtheile, wenn die Masse der Luft im Verhältniß gegen die des Wassers groß ist. (Gilbert's Annalen der Physik B. XLVII. S. 163 ff.)

Dalton bemerkt, daß die von Saussure gezogenen Folgerungen, die weniger absorbirbaren Gasarten betreffend, aus dem Grunde unrichtig sind, weil er eine bedeutende Menge Luft gegen eine kleine Menge Wasser anwandte. Er glaubt, daß man der Wahrheit am nächsten komme, wenn man die Hälfte der von Saussure gefundenen Ergebnisse nimmt. Er setzt die Menge des vom Wasser absorbierten Sauerstoffes gleich 3,7 bis 4 Procent, des Stickgas gleich 2,5, des Wasserstoffgas gleich 2 dem Volumen nach. (Thomson's Annals of Philosophy. Vol. VII. p. 218.)

Nachstehende Tabelle giebt die Menge von Gas an, welche das Wasser bei einer Temperatur von 60° und einem mittleren Barometerstande absorbiert. Die neun ersten Angaben beruhen auf Versuchen von Henry.

Gasarten.	Kubikzolle derselben, die von 100 Kubikzollen Wasser ab- sorbirt wurden.
Sauerstoffgas	3,55
Stickgas	1,47
Wasserstoffgas	1,53
Kohlenwasserstoffgas	1,40
Phosphorwasserstoffgas	2,14
Schwefelwasserstoffgas	108,00
Gasförmiges Kohlenoxyd	2,01
Kohlensaures Gas	108,00
Salpetergas	5,00
Drydirtes Stickgas	77,60
Delmachendes Gas	12,50
Schweflichtsaures Gas	3300,00
Salzsaures Gas	42100,00
Gasförmige Chlorine	200,00
Gasförmiges Ammonium	41000,00

Saussure giebt folgende Tabelle über die Ergebnisse, die er bei seinen Versuchen über die Absorbition der Gasarten durch Wasser erhielt; in einer besonderen Spalte bemerkt er die Absorbition derselben durch Alkohol.

Gasarten.	100 Raumtheile Wasser.	100 Raumtheile Alkohol.
Gasförmige schweflichte Säure	4378	11577
Schwefelwasserstoffgas	253	606
Kohlensaures Gas	106	186
Drydirtes Stickgas	76	153
Delmachendes Gas	15,3	127
Sauerstoffgas	6,5	16,25
Gasförmiges Kohlenoxyd	6,2	14,5

Gasarten.	100 Raumtheile Wasser.	100 Raumtheile Alkohol.
(Sauerstoffhaltiges) Kohlenwasserstoffgas	5,1	7
Wasserstoffgas	4,6	5,1
Stickgas	4,1	4,2

Dalton erhielt nachstehende Resultate. Hundert Kubikzoll Wasser absorbiren bei einer Temperatur von 60° von

	Kubikzoll.
Schwefelwasserstoffgas	100
Kohlensaurem Gas	100
Dryditem Stickgas	100
Nelmachendem Gas	12,5
Salpetergas	3,7
Sauerstoffgas	3,7
Kohlenwasserstoffgas	3,7
Stickgas	1,56
Wasserstoffgas	1,56
Gasförmigem Kohlenoxyd	1,56

Steht man die Angaben von Dalton als richtig an, so folgt aus denselben, daß die Gasarten in Hinsicht ihrer Fähigkeit, vom Wasser absorbt zu werden, in vier Abtheilungen zerfallen. Von der ersten Abtheilung absorbt das Wasser sein gleiches Volumen, von der zweiten $\frac{1}{4}$, von der dritten $\frac{1}{2}$ und von der vierten $\frac{1}{4}$. Diese Brüche sind die Würfel von $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ oder gleich $\frac{1}{1^3}$, $\frac{1}{2^3}$, $\frac{1}{3^3}$, $\frac{1}{4^3}$ gleich $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{27}$, $\frac{1}{64}$. Hieraus erseht man, daß die Entfernungen der gasförmigen Theilchen im Wasser stets dasselbe Multiplum der Entfernungen außerhalb des Wassers sind. (Man sehe: Dalton's System der Naturw. V. I. S. 223.) Die Vers

suche von Sauffüre stimmen mit diesem Geseß jedoch nicht.

Die Menge des von dem Wasser absorbirten Gas ist größer, wenn die Temperatur niedrig ist, bis zu dem Frieren des Wassers, wo es dann diejenigen Gasarten wieder fahren läßt, gegen die es eine nur schwache Anziehung ausfert, während es diejenigen zurückhält, gegen die seine Anziehung stark ist. Auch vermehrter Druck befördert die Absorbition. Dr. Henry fand auf dem Erfahrungswege für die Gasarten, welche in nur geringer Menge absorbirt werden, das allgemeine Geseß: daß unter gleichen Umständen der Temperatur Wasser in allen Fällen dasselbe Volumen von verdichtetem Gas, als von Gas bei dem gewöhnlichen Druck in sich nimmt. Da nun die Räume, welche von den Gasen eingenommen werden, sich umgekehrt verhalten, wie die zusammendrückenden Kräfte, so folgt, daß das Wasser von Gas, welches den Druck gleich einer, zweier, dreier oder mehrerer hinzugekommenen Atmosphären ausgesetzt wird, eine Menge Gas in sich nimmt, welche dem zweifachen, dreifachen u. s. w. Volumen bei dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre gleich seyn würde. So gelang es Paul von Geyß, durch verstärkten mechanischen Druck Wasser mit der Hälfte Sauerstoffgas, mit einem Drittheile Wasserstoffgas und zwei Drittheilen (sämmtlich dem Volumen nach) Kohlenwasserstoffgas zu verbinden. Wird umgekehrt der Druck vermindert, und wird das Gas auf die Hälfte, den dritten Theil u. s. w. seiner Dichte, die es bei dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre hat, zurückgebracht, so wird das Wasser bei derselben Temperatur noch immer dieselbe Anzahl Kubikzolle

abforbiren, allein nur die Hälfte, den dritten Theil u. s. w. (dem Gewichte nach) von dem, was es bei dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre würde in sich genommen haben. Es ist auffallend, daß das mit diesen Gasarten imprägnirte Wasser in seinen Eigenschaften nicht bemerkbar verändert wird. Es unterscheidet sich wenig von dem gewöhnlichen Wasser durch den Geschmack, es braust nicht, wenn der Stöpsel herausgezogen wird, auch giebt es, mit Reagenzien geprüft, keine Anzeigen, aus denen sich die Gegenwart dieser Gasarten schließen läßt. Der kleine Antheil Gas, welcher aus dieser Verbindung entwickelt werden konnte, war von der Natur desjenigen, mit dem das Wasser imprägnirt worden war, im Zustande ziemlicher Reinheit.

Auch die Temperatur hat auf die Menge des vom Wasser abforbirten Gas Einfluß. Dr. Henry fand, daß 100 Kubikzoll Wasser bei einer Temperatur von 55° 108 Kubikzoll kohlen-saures Gas abforbirten; dieselbe Menge Wasser nahm hingegen bei einer Temperatur von 85° nur 84 Kubikzoll von diesem Gas in sich. Bei der Temperatur von 55° abforbirten 100 Kubikzolle Wasser 106 Kubikzoll Schwefelwasserstoffgas, während sie bei 85° nur 95 Kubikzoll Gas in sich nahmen.

Herr Dalton betrachtet die Absorbtion der Gasarten durch das Wasser als eine rein mechanische Wirkung. Nach ihm verbinden sie sich keinesweges chemisch mit dem Wasser, sondern werden in die Zwischenräume desselben hineingepreßt. Das in dem Wasser enthaltene Gas drückt nicht auf die Flüssigkeit, sondern auf die dasselbe enthaltenden Gefäße, und das Gas stehet genau in derselben Beziehung zu dem Wasser, als wenn es sich im leeren Raume befände.

Es giebt jedoch mehrere Umstände, welche die Absorb-

tion der Gasarten durch Wasser begleiten, die sich nicht füglich mit der Dalton'schen Ansicht vereinigen lassen. Man sieht nicht ein, wenn die Vereinigung der Gasarten mit Wasser ein bloßes mechanisches Gemenge wäre, warum nicht bei Anwendung eines gleichen Druckes dasselbe Volumen von jeder Gasart in die Zwischenräume des Wassers gedrückt werden könnte. Betrachtet man hingegen die Verbindung der Gasarten mit dem Wasser, wie Berthollet es thut, als eine Art von Auflösung, so verschwindet diese Schwierigkeit. Die Elasticität des Gas wirkt der Anziehung, welche die tropfbare Flüssigkeit auf dasselbe äußert, um sich mit ihm zu verbinden, entgegen, und beschränkt die Menge von Gas, die sich mit der tropfbaren Flüssigkeit verbinden kann; denn so wie ein Gleichgewicht zwischen der Anziehung, welche die tropfbare Flüssigkeit auf das Gas äußert, und der Elasticität des letztern eintritt, so kann kein Gas mehr absorbiert werden; und die Menge, welche von derselben absorbiert werden kann, wird durch dieses Verhältniß bestimmt.

Wird Wasser mit einem Gemenge aus zwei oder mehreren Gasarten geschüttelt, so werden Antheile von jedem absorbiert, die in dem Verhältnisse stehen, in welchem die einzelnen Gasarten, wenn man sie mit dem Wasser in Berührung bringt, von diesem absorbiert werden. War das Wasser vorher mit einem Gas imprägnirt, und schüttelt man es mit einem andern, so wird ein Theil von diesem absorbiert, und ein Theil des andern verläßt seine Stelle.

Hieraus erklärt sich die Wirkung des Wassers auf die atmosphärische Luft. Wird es mit dieser geschüttelt, so wird ein Theil derselben absorbiert, allein das Wasser nimmt eine größere Menge Sauerstoffgas als Stickgas in sich. Die Bemerkung machte bereits Scheele (phys. chem. Schr. B. I.

S. 218.), und Priestley bestätigte sie. Berger fand, daß wenn man wiederholt dieselbe Menge atmosphärische Luft durch eine Säule Wasser hindurchgehen läßt, ihr fast aller Sauerstoffgehalt entzogen werde. (Journal de Phys. T. LVII. p. 1.) Zuweilen kann die Gegenwart des einen Gas im Wasser bewirken, daß eine reichlichere Menge von einer anderen Gasart absorbiert wird. So befördert, den Erfahrungen von de Marti zufolge, die Gegenwart von Sauerstoffgas die Absorption von Salpetergas.

Dieses bestätigen die Versuche von Gay Lussac und Humboldt, die ein Gemenge aus Sauerstoffgas und Wasserstoffgas mit Wasser in Verührung brachten. Sie fanden, daß mit dem Sauerstoff zugleich eine beträchtliche Menge Wasserstoff absorbiert wurde, ungeachtet, wenn Wasserstoffgas allein angewandt wurde, kaum ein Verlust bemerkbar war.

Alles Wasser, welches der atmosphärischen Luft ausgesetzt worden, wie Quell- und Flußwasser, enthält einen Antheil Luft, hievon hängt seine Eigenschaft zu verlen und sein angenehmer Geschmack ab. Priestley zeigte, daß in der vom Wasser absorbierten Luft ein größeres Verhältniß von Sauerstoff enthalten sey, als in der atmosphärischen Luft. Gay Lussac und Humboldt, welche die aus dem Wasser durch Kochen ausgeschiedene Luft untersuchten, fanden, daß die aus Flußwasser ausgetriebene in 100 Theilen 31,9 Sauerstoff, die aus Regenwasser 31 Sauerstoff und die aus destillirtem Wasser, welches der Luft ausgesetzt worden, 32,8 Sauerstoff enthielt. Sie fanden ferner, daß wenn die durch Kochen aus dem Wasser abgeschiedene Luft in verschiedenen auf einander folgenden Antheilen aufgefangen wurde, die der letzten Antheile mehr Sauerstoff enthielt, als die der ersten.

Der erste Antheil enthielt in 100 Theilen 23,7 Sauerstoff, der zweite 27,4, der dritte 30,2, der vierte 32,5. Geschmolzenes Eis gab nicht mehr als die Hälfte Luft, welche gemeines Wasser giebt, und es enthielt ein größeres Verhältniß Sauerstoff. Der erste Antheil, welcher ausgetrieben wurde, gab 27,5, der zweite 33,5 Sauerstoff. Der Sauerstoff schien demnach mit größerer Kraft zurückgehalten zu werden, als der Stickstoff, und dieser muß in der Luft, welche durch das Gefrieren abgeschieden wird, vorwalten. (Journal de Phys. T. LX. p. 160.)

7. Das Wasser ist das allgemeine Auflösungsmittel der Salze. Es verbindet sich mit den Säuren und Alkalien, verdichtet die, welche in einem gasförmigen Zustande erscheinen, und löst die, welche sich gewöhnlich im Zustande fester Körper befinden, in reichlicher Menge auf u. s. w.

Es scheint, daß in mehreren Fällen die Wirkung des Wassers als chemisches Agens sich nicht darauf beschränke, als Auflösungsmittel zu wirken, und die Cohäsion fester Körper zu überwinden, tropfbarflüssige zu verdünnen u. s. w. sondern daß seine Wirkung von weit größerem Einfluß sey. Es scheint zur Bildung mehrerer Säuren unumgänglich nothwendig zu seyn. Salpetersäure und Schwefelsäure z. B. können ohne Gegenwart des Wassers nicht gebildet werden. Seine Gegenwart ist z. B. bei der Bildung von Salpetersäure durch Vereinigung von Sauerstoffgas mit Salpetergas unumgänglich erforderlich. Gay Lussac und Thénard bemerken, daß, wenn es möglich wäre, alles Wasser der Salpetersäure zu entziehen, sie wahrscheinlich in jene Gasarten würde zerlegt werden. Die Bildung der Schwefelsäure durch Vereinigung der gasförmigen schweflichten Säure mit Sauerstoffgas wird ebenfalls durch die Gegenwart des Wassers

Wassers bestimmt. So können Salzsäure und Flußsäure ohne Wasser nicht isolirt dargestellt werden.

Die Anziehung zwischen Alkalien und Wasser ist ebensfalls sehr bedeutend. Kali und Natrum enthalten, wenn sie auch noch so stark getrocknet wurden, eine bestimmte Menge Wasser, die durch Hitze nicht fortgetrieben werden kann. Die alkalischen Erden haben ein ähnliches Verhalten gegen diese Flüssigkeit. Die Baryterde enthält selbst nach dem Schmelzen noch einen Antheil Wasser. Auch die Strontianerde und Kalkerde absorbiren es mit großer Kraft, und es kann nicht leicht von ihnen getrennt werden. Mehrere Metalloxyde scheinen ebenfalls sehr innige Verbindungen mit dem Wasser einzugehen. Zusammensetzungen, in denen das Wasser in einem bestimmten Verhältnisse vorkommt, und die im Zustande fester Körper erscheinen, werden Hydrate genannt; Auflösungen hingegen sind Verbindungen des Wassers mit Körpern, die in einem tropfbarflüssigen Zustande erscheinen, und bei denen das Verhältniß des Wassers unbegrenzt ist.

Das Wasser äußert sogar auflösende Kräfte auf diejenigen Erden, auf welche es keine starke Anziehung äußert. Von einigen derselben wird es eingefogen, und mit beträchtlicher Kraft zurückgehalten, andere erhalten es längere Zeit schwebend; und erdige Zusammensetzungen, die es nicht auflösen kann, führt es im Zustande äußerst feiner Zertheilung mit sich fort. Die auflösende Kraft, welche das Wasser auf gläserne Gefäße, vorzüglich unter Mitwirkung einer hohen Temperatur äußert, und die Schuele (phys. chem. Schr. V. I. S. 42.) sehr richtig bemerkte, veranlaßte, da man das Educt mit einem Produkt verwechselte, bei mehreren Chemisten die Täuschung,

daß sie glaubten: Wasser könne durch wiederholte Destillationen in Erde verwandelt werden.

8. Man trifft Wasser in allen krystallisirten Salzen an. In einigen findet man es in bedeutender Menge. Dieses Wasser kommt nach Herrn Berzelius in zwei verschiedenen Zuständen vor, als freies Wasser und als chemisch verbundenes. Ersteres befindet sich mechanisch zwischen den Theilchen des Salzes vertheilt, während das zweite mit den Wassertheilchen des Salzes selbst verbunden ist. Die Menge des ersteren ist veränderlich, die des letzteren, welches auch Krystallisationswasser genannt wird, bei den Krystallen desselben Salzes beständig.

9. Mehrere Metalle entziehen in der Glühhitze dem Wasser seinen Sauerstoff; viele werden bei der gewöhnlichen Temperatur unter Mitwirkung der atmosphärischen Luft von demselben oxydirt. Bei hohen Temperaturen wird es vom Schwefel und der Kohle zerlegt, die ihm Sauerstoff entziehen.

10. Auch für viele organische Substanzen ist das Wasser ein Auflösungsmittel. Wenige animalische und vegetabilische Produkte sind in demselben unauflöslich, und alle werden von ihm als einem chemischen Agens afficirt; theils nehmen sie Sauerstoff von demselben an, theils wird durch den flüssigen Zustand, in den sie durch dasselbe versetzt werden, die Reaction ihrer Bestandtheile befördert.

11. Es gehört zu den wichtigsten Entdeckungen, die im Gebiete der Naturwissenschaft gemacht worden sind, daß das Wasser kein Element, sondern aus Sauerstoff und Wasserstoff zusammengesetzt sey. Zu dieser Entdeckung führten die Erscheinungen, daß wenn Wasserstoffgas verbrannt wird, das Erzeugniß Wasser sey, und daß wenn Sauerstoff dem

Wasser durch Substanzen, welche demselben sehr nahe verwandt sind, entzogen wird, Wasserstoffgas entwickelt werde. Aus diesen Thatsachen zogen Watt und Cavendish fast zu gleicher Zeit die Folgerung, daß die Bestandtheile des Wassers Sauerstoff und Wasserstoff sind. Die Abhandlung der genannten Naturforscher über diesen Gegenstand findet man im vierundsiebzigsten Bande der philosophischen Transaktionen.

Watt wurde durch einige Versuche von Priestley zu dieser Ansicht geleitet; Metalloxyde wurden dadurch, daß er sie in Wasserstoffgas erhitzte, in metallischen Zustand zurückgeführt, und es zeigten sich Spuren von Wasser; Gemenge aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, die in verschlossenen Gefäßen entzündet wurden, verbrannten ohne ein anderes bemerkbares Produkt, als daß sich wässrige Feuchtigkeit absetzte. Wurden diese mit einem Schwamme aufgenommen, so wurde ihr Gewicht dem der verbrannten Gasarten gleich gefunden. Da Watt nach der damals herrschenden Meinung den Wasserstoff mit dem Phlogiston für identisch hielt, so vermuthete er, daß das Wasser eine Zusammensetzung aus Phlogiston und Sauerstoff sey.

Cavendish's Versuche zeigten die Zusammensetzung des Wassers auf eine noch entscheidendere Art. Die Versuche von Priestley über das Verbrennen des Wasserstoffgas zogen ebenfalls seine Aufmerksamkeit auf sich. Um die Natur des dadurch gebildeten Produktes kennen zu lernen, verbrannte er große Mengen von diesem Gas. In einem Versuche wurden 50000 Gran Maas Wasserstoffgas langsam in atmosphärischer Luft verbrannt, und der Luftstrom wurde durch einen Glaszylinder geleitet, damit die Feuchtigkeits abgesetzt würde. Es wurden gegen 136 Gran Wasser

verdichtet, welche weder Geruch noch Geschmack hatten, und keinen merklichen Bodensatz, wenn sie verdunstet wurden, ließen, kurz sie verhielten sich ganz als reines Wasser. Da dieses das einzige durch Verbindung des Sauerstoffes mit dem Wasserstoffe erzeugte Produkt zu seyn schien, so betrachtete Herr Cavendish das Wasser als aus diesen beiden Bestandtheilen gebildet.

Lavoisier, welcher durch Dr. Blagden von Cavendish's Versuche so wie von den erhaltenen Resultaten benachrichtigt wurde, wiederholte denselben und erhielt bei nahe fünf Drachmen reines Wasser. (Mem. de l'Acad. des sciences. 1781. p. 473.) Monge machte einen ähnlichen Versuch, und fand, daß das Gewicht des erhaltenen Wassers dem Gewichte des verzehrten Gas gleich sey. In den darauf folgenden Versuchen, die Lavoisier in Verbindung mit Meunier anstellte, suchte derselbe das Verhältniß zu bestimmen, in dem sich beide Gasarten mit einander verbinden. Auch durch Zersetzung des Wassers durch Substanzen, welche den Sauerstoff desselben sich aneignen; so wie durch die früher angeführten Versuche von Priestley, in denen er mehrere Metalloxyde in Wasserstoffgas unter Mitwirkung von Hitze reducirte, wurden die Bestandtheile des Wassers dargethan. (a. a. O. S. 478.)

Ein wichtiger Zweifel, der von den Gegnern gegen die Richtigkeit der Versuche über die Zusammensetzung des Wassers gemacht wurde, war die scheinbare Erzeugung einer Säure bei dem Verbrennen des Wasserstoffgas. Das verdichtete Wasser war in mehreren Fällen merklich sauer. Man betrachtete demnach die Säure als das eigentliche Produkt des Verbrennens und das erhaltene Wasser als ein Odukt, nämlich als den Antheil Wasser, den die Gasarten aufgelöst hatten.

Die erzeugte Säure war in den meisten Fällen Salpetersäure. Man überzeugte sich, daß sie zufällig sey, und von Verunreinigung des angewandten Sauerstoffgas durch Stickgas herrühre. Wandte man möglichst reines Sauerstoffgas an, so fand die Bildung dieser Säure nicht statt. In einigen Fällen wurden Spuren von Kohlenensäure wahrgenommen; diese rührten von einer Verunreinigung des Wasserstoffgas durch Kohle her.

Auch die Art, wie das Verbrennen des Wasserstoffgas geleitet wurde, hatte auf die Erzeugung von Salpetersäure Einfluß. Erfolgte es langsam, wie in dem Versuche von Cavendish, der es in atmosphärischer Luft verbrannte, so wurde, ungeachtet Stickgas zugegen war, keine Salpetersäure gebildet. Der Grund liegt darin, daß die Temperatur nicht hoch genug ist, um die Verbindung des Sauerstoffes mit dem Stickstoffe zu bewirken, während die ungleich stärkere Hitze bei der Anwendung von Sauerstoff diese Vereinigung begünstigt. Das Verhältniß der Gasarten war ebenfalls nicht ohne Einfluß auf die Bildung der Säure. War nicht mehr Sauerstoff zugegen, als die Sättigung des Wasserstoffes erforderte, so war das Wasser nicht sauer; bei einer größeren Menge von Sauerstoff fand hingegen die Bildung von Säure statt — indem der Ueberschuß von Sauerstoff sich mit der kleinen Menge des beigemengten Stickstoffes verband. Den Erfahrungen von L. Saussure zufolge veranlaßt ebenfalls ein Ueberschuß von Wasserstoff die Bildung von Salpetersäure. Die Gegenwart der Säure wird jedoch nicht wahrgenommen, indem zu gleicher Zeit durch Vereinigung von Wasserstoff mit Stickstoff Ammonium gebildet wird, welches die Säure neutralisirt.

Zu den Versuchen, die mit besonderer Sorgfalt, um

Verunreinigungen des Wassers durch fremde Beimischungen zu vermeiden, angestellt wurden, gehört der von Woeigé im Jahre 1783. Das Gewicht der verbrannten Gasarten betrug 3 Unzen 6 Drachmen 27,56 Gran. Das erzeugte Wasser wog 3 Unz. 2 Dr. 45,1 Gran. In dem Gefäße befand sich ein Rückstand von Luft, der 2 Dr. 27 gr. Gr. wog. Es war demnach ein Deficit von 1 Dr. 26,55 Gr., das Woeigé den nicht beachteten Veränderungen des Barometerstandes während der Dauer des Versuches und ihrem Einfluß auf die Bestimmung des Volumens der Gasarten, so wie den Aenderungen der Temperatur in den die Gasarten enthaltenden Gefäßen zuschreibt, die sich in der Nähe des Ballons, in welchem der Versuch gemacht wurde, befanden. Das erhaltene Wasser war schwach sauer. (Mém. de l'Acad. des scienc. 1783. p. 78.)

Le Fèvre de Beaulieu stellte im Jahre 1788 diesen Versuch nach einem weit größeren Maasstabe an. Das Gewicht der verbrannten Gasarten betrug 320 Drachmen 14,8 Gran. Da die Gasarten nicht völlig rein waren, so blieb ein Rückstand aus Sauerstoffgas, kohlensaurem Gas und Stickgas, der 3 Dr. 23 Gr. wog. Die wirkliche Menge der Gasarten, die verzehrt wurde, betrug demnach 290 Dr. 63,8 Gr. oder 2 Pfund 3 Unz. 63,8 Gran. Das Gewicht des erzeugten Wassers war 2 Pfund 3 Unzen 33 Gran, mithin betrug das Deficit nicht mehr als 30,8 Gran. Erwägt man ferner die Schwierigkeit bei der genauen Bestimmung des Gewichtes der Gasarten, so läßt sich dieser Versuch als eine sehr nahe Annäherung betrachten. Das Wasser war von einer Beimischung von Salpetersäure merklich sauer. (Journal de Physique. T. XXIII. p. 466.)

Zu den genauesten Versuchen über diesen Gegenstand

gehört der von Fourcroy, Vauquelin und Seguin, bei dem die größte Sorgfalt angewandt wurde, alle Quellen des Irrthumes zu vermeiden. Das Sauerstoffgas war durch Zerlegung des chlorinsauren Kali mittelst Wärme, das Wasserstoffgas aus Zink und mit Wasser verdünnter Schwefelsäure bereitet worden. Das Verbrennen fand so langsam als möglich statt, um die Verbindung des etwa vorhandenen Stickstoffes mit dem Sauerstoffe zu vermeiden. Der Versuch dauerte 185 Stunden ohne Unterbrechung. Die Menge des verbrauchten Wasserstoffgas betrug 25980,563 Kubikzoll, des Sauerstoffgas 13475,198 Kubikzoll. Als Rückstand blieben 987 Kubikzoll Gas, die bei der Untersuchung ein Gemenge aus 467 Stickgas, 39 kohlensaurem Gas, 465 Sauerstoffgas und 16 Kubikzollen Wasserstoffgas waren. Nachdem die nöthigen Correctionen für die Menge des nach dem Verbrennen übriggebliebenen Wasserstoffgas, für die Menge der in dem verbrannten Wasserstoffgas enthaltenen Kohle, welche die Bildung von Kohlenäure veranlaßt hatte, für das übriggebliebene Sauerstoffgas, so wie für den Antheil desselben, der zur Bildung von Kohlenäure verwendet wurde, gemacht worden, so ergaben sich folgende Verhältnisse für die zu der Zusammensetzung des Wassers verbrauchten Gasarten.

Kubikzolle. Grane.

Wasserstoffgas 25983,563	• • •	wogen 1039,358
Sauerstoffgas 12570,942	• • •	— 6269,869
Das gesammte Gewicht der Gasarten betrug		7249,227
Das Gewicht des erzeugten Wassers war		7245
Das Deficit betrug demnach mit		4,227

Das Wasser zeigte keine Spuren von Säure; mit salpetersaurer Kalterde erfolgte kein Niederschlag, keine Trü-

bung; sein specifisches Gewicht verhielt sich zu dem des desstillirten Wassers wie 18671 zu 18670. (Mem. de l'acad. des scienc. 1790. p. 485.)

Man kann diesen Versuchen noch den von Dr. Higgins beifügen, den er zu London vor einer Gesellschaft von Liebhabern der Naturkunde mit einem ungemein einfachen Apparate gemacht hat. Er verbrauchte 416,5 Gran Sauerstoffgas und 72,5 Gran Wasserstoffgas, deren Gewicht zusammen 489 Gran betrug. Das erzeugte Wasser, welches vollkommen rein war, wog 487 Gran. (Minutes of a philosophical society. p. 194.)

Diese synthetischen Versuche sind durch die Analyse vollkommen bestätigt worden. Lavoisier und Neusnier ließen Wasserdunst durch glühende eiserne Röhren oder durch eine glühende kupferne Röhre, in der sich spiralförmig gewundener Eisendrath befand, hindurchgehen. Es entwich eine bedeutende Menge Wasserstoffgas; das Eisen hatte an Gewicht zugenommen und fast alle seine metallische Eigenschaften verloren. (Mem. de l'acad. 1781. p. 269.) Der Versuch wurde in der Folge von le Fevre de Gineau wiederholt, der zugleich zeigte, daß die Gewichtszunahme des Eisens und das Gewicht des erhaltenen Wasserstoffgas zusammen dem Gewichte des verschwundenen Wassers gleich sind oder sich ihm doch möglichst nähern. (Journal de Phys. T. XXXIII. p. 464.)

Lavoisier fand bei seinen darauf folgenden Versuchen, daß wenn spiralförmig gewundener Drath aus weichem Eisen in eine beschlagene Glasröhre gethan, diese bis zum Rothglühn erhitzt, und Wasserdunst hindurchgetrieben wurde, für jede 100 Gran Wasser, die verschwanden, das Eisen in der Röhre, indem es sich mit dem Sauerstoffe des Wassers

verband, um 85 Gran am Gewichte zunahm, und daß sich 416 Kubitzoll Wasserstoffgas, die 15 Gran wogen, entwickelten. (Traité élémentaire de Chimie. T. I. p. 92.)

Selbst bei einer niedrigen Temperatur wird das Wasser von einigen Metallen, besonders von Zink und Eisen, mit großer Lebhaftigkeit zersezt, wenn ihre Wirkung von einer Säure unterstützt wird. Bei der gewöhnlichen Art, wie Wasserstoffgas erhalten wird, ist dieses der Fall. Man übergießt granulirten Zink oder Eisenfeile mit Schwefelsäure, die mit sechs bis sieben Theilen Wasser oder mit Salzsäure, die mit vier bis fünf Theilen Wasser dem Gewichte nach verdünnt worden. Die Säure bewirkt blos die Zersezung des Wassers, denn sie bleibt unzersezt zurück, und vermag nach beendigtem Prozeß noch eben so viel Alkali zu sättigen, als im reinen Zustande. Das Metall verbindet sich mit dem anderen Bestandtheile des Wassers, dem Sauerstoffe, wie man daraus ersieht, daß es sich im oxydirten Zustande vorfindet.

Dieses ist mit großer Genauigkeit von Dr. Fordyce gezeigt worden. Er sättigte 1000 Gran verdünnte Schwefelsäure mit einer Auflösung von Kali, und erhielt bei'm Verdunsten der Auflösung 978 Gran schwefelsaures Kali. Ein gleiches Gewicht derselben Säure wurde zur Auflösung von Zink angewandt. Als die Auflösung mit Kalilauge versetzt wurde, um das metallische Dryd zu fällen, so gab die Flüssigkeit, vereint mit dem Wasser, welches zum Auswaschen des Niederschlages gedient hatte, bei'm Verdunsten eine feste Substanz, welche in Wasser wieder aufgelöst wurde, um etwas anhängendes Dryd davon zu trennen. Auf's neue aufgelöst und verdunstet, krySTALLISIRTEN 976 $\frac{1}{8}$ Gran schwefelsaures Kali; welches Quantum sich von dem obenstehens

den so wenig unterscheidet, als bei dem unvermeidlichen Verluste bei dergleichen Versuchen sich irgend erwarten läßt. Vom Zink waren 164 Gran aufgelöst worden; das Oxyd, nachdem es in einer Rothglühhitze getrocknet worden, wog 220 Gran. Das Metall hatte demnach um 56 Gran an Gewichte zugenommen, welches von dem Sauerstoffe des Wassers herrühren mußte. (Philosophical Transactions. 1792. p. 374.)

Das Verhältniß der Bestandtheile im Wasser, dem Gewichte nach, ergibt sich, den verschiedenen Versuchen zufolge, folgendermaßen:

	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Lavoisier gab das Verhältniß an	15	85
Lavoisier und Laplace vereint		
fanden es	13,1	86,9
Le Fevre de Gineau bestimmte		
es aus der Analyse des Wassers		
gleich	15,7364	84,2636
Aus der Synthese	15,2	84,8
Nach Fourcroy, Bauquelin und		
Seguin ist das Verhältniß der		
Bestandtheile	14,338	85,662

Die Herren Gay Lussac und Humboldt machten späterhin (Journal de Phys. T. LX. p. 148.) die Bemerkung, daß das Verhältniß des Sauerstoffes zum Wasserstoffe, die als Bestandtheile in die Zusammensetzung des Wassers eingehen, sich ungleich leichter dem Volumen als dem Gewichte nach bestimmen lassen. Sie fanden dieses Verhältniß wie 100 Sauerstoff zu 199,89 Wasserstoff. Man kann demnach ohne Irrthum wie 100 zu 200 setzen. Den Versuchen von Fourcroy, Bauquelin und Seguin zufolge

würde dieses Verhältniß wie 100 zu 205, nach Monge wie 100 zu 196 und nach Dalton wie 100 zu 197 seyn. Die mittlere Angabe von Gay Lüssac und Humboldt scheint die richtigste zu seyn, da sie mit dem Gesetz, nach welchem sich gasförmige Stoffe verbinden, übereinstimmt. Verwandelt man dieses in Verhältnisse, dem Gewichte nach, indem man sich der genauen Bestimmungen der specifischen Gewichte des Sauerstoffgas von Biot und Arago, des Wasserstoffgas von Berzelius und Dulong bedient, so findet man für die Zusammensetzung des Wassers 11,1 Wasserstoff und 88,9 Sauerstoff oder das Gewicht des ersteren steht zu dem des letzteren nahe in dem Verhältnisse wie 1 zu 8.

Auch der Elektrizität kann man sich bedienen, um das Wasser in seine Bestandtheile zu zerlegen. Dieser Versuch wurde zuerst von Troostwyk und Deiman unter dem Beistande von Cuthberson gemacht. Sie ließen wiederholt Funken aus einer Leidner Flasche durch Wasser, das in einer Röhre enthalten war, hindurchgehen. (Journal de Physique. T. XXXV. p. 369) Bei jeder Entladung wurde Gas gebildet, und dieses verschwand, wenn es saftsam angehäuft war, bei der Entzündung. Wurde dasselbe, ehe es sich entzündete, durch Salpetergas geprüft, so zeigten die entstehenden rothen Dämpfe die Gegenwart des Sauerstoffes an. Seine Menge wurde nahe gleich einem Drittheile vom Volumen des Ganzen gefunden, und als Rückstand blieb Wasserstoffgas. Diese Zerlegungsart ist darum besonders wichtig, weil hier das Wasser der einzige ponderable Körper ist, welcher angewandt wird.

Man kann sich auch der galvanischen Säule zur Zerlegung des Wassers bedienen, wie die Herren Carlisle und Nicholson zuerst gezeigt haben. Man bringt an den Po-

len der Säule Platindräthe an, die in ein zum Theil mit Wasser angefülltes Gefäß eintauchen. Es entstehet ein ununterbrochener Strom von Sauerstoffgas, der sich aus dem Drathe entwickelt, der mit dem Pole der Säule, welcher Glaselektricität hat, in Verbindung steht; zu gleicher Zeit bildet sich an dem Ende des anderen Drathes, der mit dem Pole der Säule, welcher Harzelektricität hat, in Verbindung ist, ein Strom Wasserstoffgas. Nimmt man statt der Platindräthe Dräthe von Kupfer oder Silber oder jedem anderen Metalle, das leicht oxydirbar ist, so entweicht der Sauerstoff nicht im gasförmigen Zustande, sondern verbindet sich mit dem Drathe, der Glaselektricität hat, und oxydirt diesen.

Die Herren Gay Lüssac und Thénard haben einen sehr einfachen Apparat angegeben, mit Hilfe dessen man jede der sich entwickelnden Gasarten auffangen und messen kann. (Recherches physico-chim. T. I. p. 13.) Er bestehet aus einem gläsernen Trichter, dessen Schnabel durch einen Pfropfen, der einen Ueberzug von Siegelack hat, verschlossen wird. Durch denselben gehen zwei Platindräthe, gleichlaufend und ungefähr fünf Linien von einander entfernt, hindurch, und steigen in den Körper des Trichters an derthalb bis zwei Zoll hinein.

Der Trichter wird mit Wasser gefüllt, und jeder Drath mit einer kleinen, ebenfalls mit Wasser angefüllten Glasglocke überdeckt. Jedes der äußeren Enden der Dräthe wird hierauf mit einem der Pole der Säule in Verbindung gebracht, so ist denn der Apparat eingerichtet.

Nachdem die Säule einige Zeit in Thätigkeit gewesen, so unterbricht man diese und mißt den Raummfang der Gasarten, die sich unter jeder Glocke entwickelt haben. Man

findet zweimal so viel Wasserstoffgas als Sauerstoffgas dem Volumen nach.

III. Da das Wasser so starke auflösende Kräfte besitzt, so wird es in der Natur nicht rein, sondern in mehr oder weniger großer Menge mit fremdartigen Stoffen vermischt angetroffen. Man kann das Wasser, welches auf unserer Erde gefunden wird, in drei Theile einteilen: 1) in Wasser (das auch gemeines Wasser genannt wird), das zum Getränke, zur Bereitung der Speisen, überhaupt zu den verschiedenen ökonomischen Anwendungen, zu denen man sich des Wassers bedient, gebraucht werden kann; 2) in Seewasser; und 3) in Wasser, das Mineralwasser genannt worden ist, wegen der bedeutenden Menge mineralischer Substanzen, die es aufgelöst enthält.

Zu der ersten Klasse gehört a) das Regenwasser; b) das Quell- und Flußwasser; c) das Brunnenwasser; d) das Wasser der Landseen und Teiche.

I. Regenwasser, besonders wenn es nicht in der Nähe einer großen Stadt oder im Anfange des Regens aufgefangen wurde, besitzt die Eigenschaften eines guten Wassers in einem vorzüglichen Grade, und ist so frei von fremden Bestandtheilen, als irgend ein Wasser, das man in der Natur antrifft. Die Stoffe, welche es aufgelöst hat, sind atmosphärische Luft, Kohlensäure, kohlensaure Kalkerde, und nach Bergmann zeigt es Spuren von Salpetersäure und salzsaurer Kalkerde. (Opusc. I. 87.) Boyle zeigte, daß in ihm atmosphärische Luft enthalten sey, und Scheele machte die Bemerkung, daß das Verhältniß des Sauerstoffes in dieser Luft größer sey, als in der gewöhnlichen Luft. Die Menge Luft übersteigt in gutem Wasser nicht $\frac{1}{2}$ seines Volumens. Gewöhn-

lich enthalten 100 Kubitzoll Wasser einen Kubitzoll kohlensaures Gas. Diesen beiden Bestandtheilen verdankt das Wasser seinen Geschmack und mehrere seiner guten Wirkungen, die es auf thierische und Pflanzen Körper hervorbringt. Daher rührt der fade Geschmack des frischgekochten Wassers, aus dem diese Gasarten getrieben worden. Frisch geschmolzenes Schneewasser ist ebenfalls frei von gasförmigen Bestandtheilen. (Bergmann a. a. O.) Dieses scheint der Grund zu seyn, daß Fische in demselben nicht leben können, wie Corradotti gezeigt hat. (Journ. de Phys. XVIII. p. 226.) Zwar behauptet Hassenfratz, daß das Schneewasser Sauerstoffgas aufgelöst enthalte; wahrscheinlich hatte es aber daselbe aus der Atmosphäre in sich genommen.

Die Menge der salzsauren Kalkerde, die in dem Regenwasser enthalten ist, ist ungemein unbedeutend. Nach Worsveau kam es zu chemischen Versuchen dadurch hinreichend rein gemacht werden, daß man etwas Barytwasser in dasselbe tröpfelt, hierauf es einige Zeit an die atmosphärische Luft hinstellt, und dann den sich erzeugenden Niederschlag sehen läßt. Nach eben diesem Naturforscher hat das Regenwasser, welches, nachdem es einige Zeit geregnet hat, von den Dächern der Häuser herabtröpfelt, etwas schwefelsaure Kalkerde aufgelöst, die von den Dachsteinen herrührt. (Ann. de Chimie. XXIV. 321.)

2. Das Wasser der Quellen ist Regenwasser, welches nach und nach durch die Erde hindurchsickernd an den niedrigen Stellen abhängender, vom Wasser undurchdringlicher Erdschichten sich sammelt und zu Tage kommt. Es ist demnach eben so rein wie Regenwasser, wofern es nicht auflöseliche Körper in der Erde antrifft, die es mit sich nimmt. Da dieses jedoch fast immer der Fall ist, so findet

man, selbst in dem reinsten Quellwasser, etwas kohlensaure Kalkerde und Kochsalz, außer den gewöhnlichen Verhältnissen von atmosphärischer Luft und kohlensaurem Gas. Zuweilen enthält es auch salzsaure Kalkerde und Spuren von kohlensaurem Natrium. (Bergmanni Opusc. I. 88.) Dr. Henry trieb die Luft aus 100 Kubikzollen Quellwasser durch Kochen aus, und erhielt 4,76 Kubikzoll Gas, von denen 3,38 kohlensaures Gas und 1,38 atmosphärische Luft waren. Bergmann fand, daß die Quellen in der Gegend von Upsala, die für sehr rein gehalten werden, folgende fremde Stoffe enthielten:

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Sauerstoffgas, | 5. Kochsalz, |
| 2. Kohlensaures Gas, | 6. Schwefelsaures Kali, |
| 3. Kohlensaure Kalkerde, | 7. Kohlensaures Natrium, |
| 4. Kieselerde, | 8. Salzsaure Kalkerde. |

Diese verschiedenen Bestandtheile betragen im Durchschnitt zusammen 0,0004 Theile, und das Verhältniß von jedem der festen Bestandtheile war folgendes:

Kohlensaure Kalkerde	5,0	Salzsaure Kalkerde	0,5
Kochsalz	3,0	Schwefelsaures Kali	0,25
Kieselerde	0,5	Kohlensaures Natrium	0,25

Eine sehr sorgfältige Untersuchung der Quellen und Wasser, aus welchen Paris mit Trinkwasser versehen wird, hat Herr Colin, Repetiteur an der polytechnischen Schule, geliefert. Als Bestandtheile ergaben sich: atmosphärische Luft, Kohlensäure, Gyps, kohlensaure Kalkerde, Kochsalz, zerfließliche Salze. (Man sehe: Thenard, Traité élémentaire de Chimie. T. I. p. 512.)

Das Flußwasser muß als eine Sammlung von Quellwasser und Regenwasser betrachtet werden, daher kommt die Reinheit desselben mit der dieser Wasser überein. Ist

die Bewegung des Flusses lebhaft, und sein Bette Kiesel- sand, so ist das Wasser gewöhnlich reiner als Quellwasser, setzt während der Bewegung alles ab, was bloß me- chanisch in demselben vertheilt war, und hält allein die ge- wöhnlichen Verhältnisse von atmosphärischer Luft und koh- lensaurem Gas zurück, so wie eine sehr kleine Menge von kohlensaurer Kalkerde und Kochsalz. Ist der Boden lehm- igt, so ist die Farbe des Wassers gewöhnlich opalfarben, von den Theilen Thon, die es mit sich führt.

3. Brunnenwasser ist dasjenige Wasser, welches man durch Graben tiefer Gruben erhält, aus denen es durch Pumpen oder Schöpfen herausgeholt wird. Da es den Quellen sein Daseyn verdankt, so ist es dem Wesen nach mit diesem übereinstimmend, wegen dem längeren Verweilen an demselben Orte nimmt es jedoch aus dem Boden mehrere fremde Körper auf. Daher hat das Brunnenwas- ser häufig die Eigenschaften, welche wir durch die Benen- nung hartes Wasser bezeichnen, weil es die Seife nicht auflöst, und zur Vereitung mehrerer Speisen nicht gebraucht werden kann. Diese Eigenschaft rührt von der großen Menge erdiger Salze, besonders Gyps, her, die es aufgelöst enthält. Diese erdigen Salze zersetzen die Seife; ihre Säure verbindet sich mit dem Alkali derselben, während die erdige Basis mit dem Fett eine in Wasser unauflöbliche Seife darstellt. Diese Eigenschaft kann dem Brunnenwas- ser durch Hinzutropfen eines alkalischen kohlensauren Sal- zes entzogen werden. Herr Sennebier hat gezeigt, daß das Brunnenwasser gewöhnlich eine größere Menge Kohlen- säure enthält, als Quell- oder Flußwasser.

4. Das Wasser der Landseen und Teiche ist eine Sammlung von Regenwasser, Quellwasser und Fluß- wasser,

wasser, und enthält demnach dieselben fremdartigen Salze, es ist jedoch selten so durchsichtig als Flußwasser, indem es gewöhnlich durch die Ueberreste organischer Stoffe verunreinigt wird, die in demselben in Fäulniß übergegangen sind. Dieses erthilt dem Wasser oft ein schleimiges Ansehn und eine bräunliche Farbe.

Das Sumpfwasser enthält eine noch größere Menge organischer Ueberreste, als das Wasser der Leiche, weil es ganz stehend ist.

Wird Wasser auf langen Seereisen in Fässern aufbewahrt, so fängt es bald zu saulen an und wird übelriechend. Dieses rührt von der Wirkung des Wassers auf die Gefäße her, die es zum Theil auflöst. Vertkollet empfahl als ein kräftiges Gegenmittel, die Fässer auf ihrer inneren Seite zu verkohlen. Dasselbe hat sich auf Krusenstern's Reise vollkommen bewährt. Man kann auch Kohlenpulver anwenden, um denselben Zweck zu erreichen, allein es ist beschwerlich, und die Kohle verliert mit der Zeit auch ihre Eigenschaft.

B. Das Meerwasser hat einen unangenehmen, bitteren Geschmack, wenigstens in dem Falle, wenn es von der Oberfläche oder in der Nähe des Ufers geschöpft wurde; nimmt man es aus großen Tiefen, so ist sein Geschmack nur salzig. Sein Salzgehalt scheint in verschiedenen Breiten nicht sehr verschieden zu seyn. Lord Mulgrave fand in einer nördlichen Breite von 30° den Salzgehalt des Meerwassers, das aus einer Tiefe von 60 Faden unter dem Eise geschöpft war, gleich 0,0354; in einer Breite von 74° gleich 0,036; in einer Breite von 60° gleich 0,034. PAGES überzeugte sich, daß Meerwasser, welches unter nördlichen Breiten von 45° und 39° geschöpft war, einen Salzgehalt gleich

I.

D o

0,04 hatte, und Baumé fand bei der Analyse von Seewasser, das Pages aus nördlichen Breiten von 34° und 14° gebracht hatte, genau dasselbe Verhältniß salziger Bestandtheile. In südlichen Breiten fand Herr Pages selbendes Verhältniß an Salzgehalt:

Breite.	Salzgehalt,
49° 50'	0,0416
46° 0'	0,045
40° 30'	0,04
25° 54'	0,04
20° 0'	0,039
1° 16'	0,035.

Aus den Versuchen, die Herr Bladh über das specifische Gewicht des Seewassers unter verschiedenen Breiten gemacht hat, scheint es, daß der Salzgehalt des Wassers unter den Wendekreisen größer ist, als in der Nähe des Äquators.

Nach Verschiedenheit des Salzgehaltes ist auch das specifische Gewicht des Seewassers verschieden, es variirt von 1,0272 bis 1,0297. (Bladh, Kirwan's geological Essays. p. 355.)

Wird das Meerwasser verdunstet, so krystallisirt eine reichliche Menge Kochsalz auf der Oberfläche der kochenden Flüssigkeit, und es setzen sich kleine Antheile von kohlensaurer und schwefelsaurer Kalkerde ab; die concentrirte Flüssigkeit, welche zurückbleibt, hat einen sehr bitteren Geschmack, giebt bei fernerm Verdunsten schwefelsaure Zalkerde, und es bleibt salzsaure Zalkerde aufgelöst. In Hinsicht des Verhältnisses dieser Bestandtheile weichen die Chemisten in ihren Angaben bedeutend ab.

In 10000 Theilen Ostseewasser fanden

	Lichtenberg	Liné	Pfaff
	(Schweigger's Journ. II. 256) (a. a. D.)		
Kochsalz	55,75	106,04	103,8
Schwefelsaurealkerde	2,3	0,86	20,0
Schwefelsaures Natrum	2,79		
Salzsaurealkerde	10,41	48,17	19,5
Salzsaurealkerde			0,7
Schwefelsaurealkerde	2,08	5,21	3,4
Kohlen-saurealkerde	0,41		2,5
Kohlen-saurealkerde	0,83		1,3
Harzige Substanz		0,41	

Murray nimmt an, daß die verschiedenen Säuren und Grundlagen in einem Wasser sich in solchen Verbindungen befinden, welche den größten Grad der Auflöslichkeit besitzen; und daß die verschiedenen Salze, welche die Analyse angiebt, zum Theil Erzeugniß der analytischen Operation sind, durch welche die Salze in Folge der Cohäsionskraft gebildet werden. Sie werden demnach nach Verschiedenheit der Analyse verschieden seyn. Er belegt dieses durch folgende Analysen. Durch Verdunsten erhielt er aus 10000 Theilen (dem Gewichte nach) Seewasser von 1,029 specifischem Gewichte, aus dem Firth von Forth:

Kochsalz	245,04
Salzsaurealkerde	28,63
Schwefelsaurealkerde	17,04
Schwefelsaures Natrum	2,66
Schwefelsaurealkerde	9,72

Befolgte er die Methode von Lavoisier, indem er das zu untersuchende Wasser bis zur Trockniß verdunstete, dann die trockene Masse nach und nach mit Alkohol von

verschiedener Stärke behandelte, um die Salze abzuscheiden, so erhielt er aus der gleichen Menge Wasser:

Kochsalz	242,51
Salzsaure Talkerde	34,49
Schwefelsaures Natrum	9,99
Schwefelsaure Talkerde	7,86
Schwefelsaure Kalkerde	9,45.

Geht man hingegen mit Herrn Murray von dem Grundfaze aus, daß die auflöslichsten Zusammensetzungen diejenigen sind, die sich in der Auflösung befinden, so würden sich nachstehende Bestandtheile als im Wasser wirklich enthalten ergeben:

Kochsalz	220,01
Salzsaure Talkerde	42,08
Schwefelsaures Natrum	33,16
Salzsaure Kalkerde	7,84.

C. Die Mineralwasser unterscheiden sich von dem gemeinen Wasser durch einen eigenthümlichen Geruch, Geschmack u. s. w. und können daher nicht zu den Zwecken der Haushaltung benutzt werden. Mehrere derselben wurden, da man an ihnen besondere Heilkräfte wahrnahm, seit den frühesten Zeiten theils innerlich, theils äußerlich in verschiedenen Krankheiten gebraucht; vorzüglich scheint man sich der warmen Quellen zum Baden bedient zu haben. Man hat diesen Wassern den Namen der Gesundbrunnen, auch Heilquellen, gegeben. Einige zu den Mineralwassern gerechnete Quellen sind jedoch giftig, wie dieses z. B. bei den Sämentwassern der Fall ist.

Erst nach der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts fing man an, seine Aufmerksamkeit auf die Bestandtheile der Mineralwasser zu richten, und man kann Boyle als den

ersten Chemiker betrachten, der ein Verfahren angab, die Wasser zu untersuchen. Dieser Theil der Chemie ist nach und nach von den berühmtesten Chemikern weiter ausgebildet und zu einem sehr hohen Grade der Vollkommenheit gebracht worden. An diesem Orte kann nur von den verschiedenen Arten der Mineralwasser, nicht aber von ihrer Untersuchung geredet werden.

Unter den Bestandtheilen der Mineralwasser ist gewöhnlich vorzüglich einer, welcher dem Wasser gleichsam seinen bestimmten Charakter ausdrückt, und ihm diejenigen Eigenschaften ertheilt, die es besonders kenntlich machen. Dieser Bestandtheil verdient demnach die größte Aufmerksamkeit, während die übrigen Stoffe, die in geringerer Menge in die Zusammensetzung des Wassers eingehen, in verschiedenen Verhältnissen vorkommen, auch wohl ganz fehlen können, ohne einen merklichen Einfluß auf die Natur des Wassers zu haben. Diesem Gesichtspunkte nach, hat man die Mineralwasser unter vier Klassen gebracht, und sie in Sauerlinge, eisenhaltige oder Stahlwasser, hepatische und salinische Wasser eingetheilt.

1. Die Sauerlinge oder Sauerbrunnen enthalten eine reichliche Menge Kohlensäure. Sie sind an dem säuerlichen Geschmack, einem stechenden Geruch und an der Eigenschaft, wenn sie in ein Glas gegossen werden, wie Champagnerwein zu sprudeln, kenntlich. Sie enthalten fast immer Kochsalz und eine mehr oder weniger große Menge von den erdigen kohlensauren Salzen. Bilin, Sohl, Obersalzbrunn u. s. w. sind Beispiele davon.

2. Die eisenhaltigen Mineralwasser oder Stahlbrunnen enthalten einen Antheil Eisen, und werden leicht an der Eigenschaft erkannt, daß Galläpfeltinktur

in ihnen eine schwarze Färbung hervorbringt. Gewöhnlich wird das Eisen von Kohlensäure aufgelöst erhalten. Zuweilen ist dieses Auflösungsmittel im Uebermaaß vorhanden, dann wird ein eisenhaltiger Sauerbrunnen, wie z. B. der Pyramonter, das Spaawasser u. s. w. gebildet. In einigen Fällen ist das Eisen mit Schwefelsäure verbunden. Letztere sind an der Eigenschaft kenntlich, auch, nachdem sie gekocht und filtrirt worden, mit Galläpfeltinctur einen schwarzen Niederschlag zu geben, während durch das Kochen die Verbindung von Kohlensäure und Eisen zerfällt und dieses niedergeschlagen wird.

3. Die hepatischen oder Schwefelquellen sind diejenigen, welche Schwefelwasserstoffgas enthalten. Dieses Wasser kennt man leicht an dem Geruch nach Schwefelwasserstoffgas, den sie ausstoßen, und an der Eigenschaft, welche sie besitzen, Silber und Blei zu schwärzen. Die Natur dieser Wasser blieb lange Zeit den Chemisten räthselhaft. Ungeachtet diese Wasser oft freiwillig Schwefel absetzen, so ließ sich doch künstlich kein Schwefel aus denselben abscheiden. Bergmann zeigte zuerst den Grund dieser Erscheinung. Diese Wasser sind von zweierlei Art; entweder befindet sich der Schwefelwasserstoff im freien Zustande oder er ist an ein Alkali oder an Kalkerde gebunden. Beispiele der ersten Art sind die Nöhner Hauptquelle, Burscheid; der zweiten Benthheim, Engheim u. s. w. Oft enthalten diese Wasser noch Kohlensäure und gewöhnlich einige salzsaure oder schwefelsaure Salze.

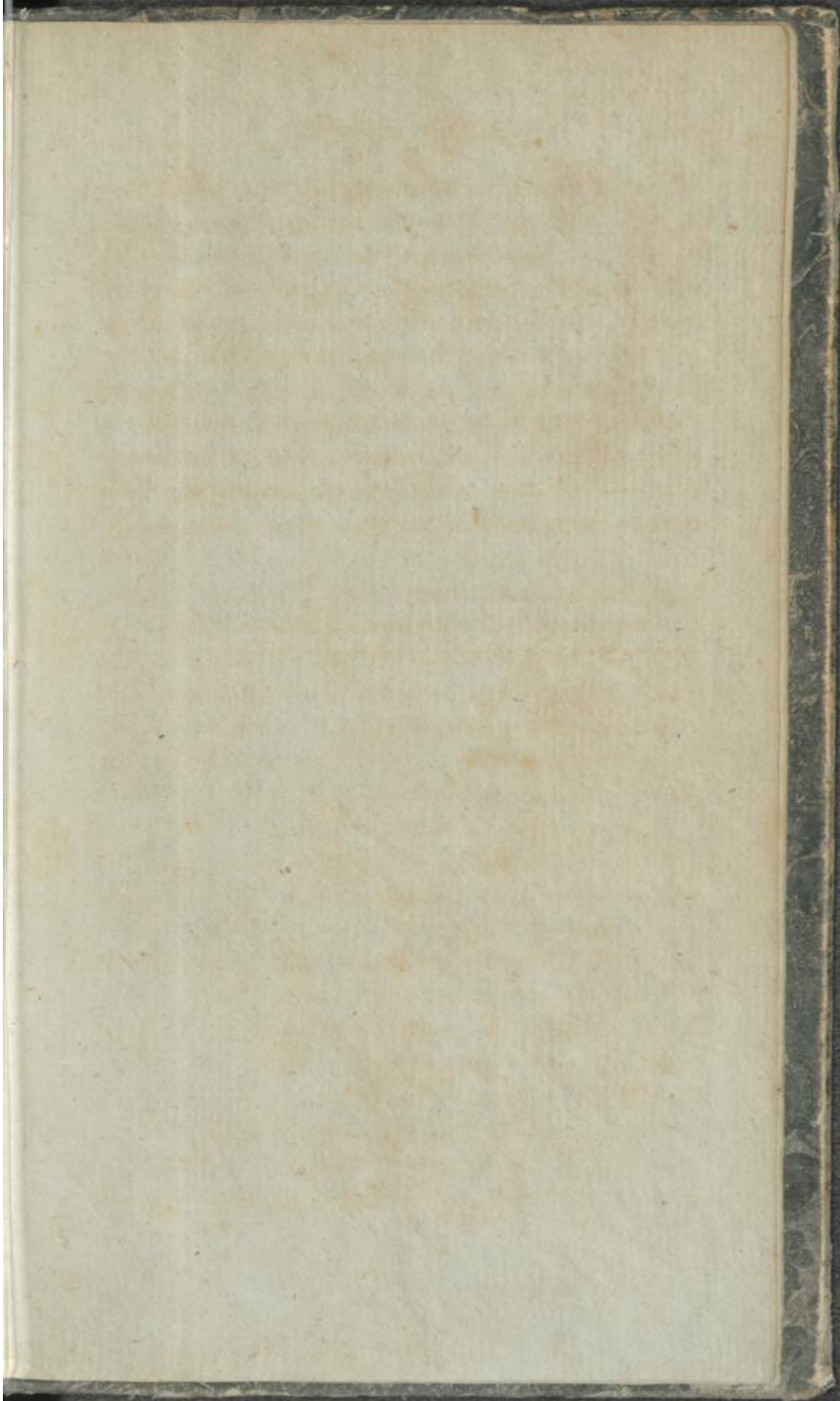
4. Salinische Wasser nennt man diejenigen, die allein Salz ohne Eisen oder eine Uebermaaß von Kohlensäure aufgelöst enthalten. Man kann von ihnen vier Gattungen unterscheiden. Die der ersten Gattung angehörende Wasser

enthalten Salze, deren Grundlage Kalkerde ist, in Verbindung entweder mit Schwefelsäure oder Kohlensäure. Sie sind unter dem Namen der harten Wasser bekannt, und haben nur einen schwachen, unangenehmen Geschmack. Die der zweiten Gattung angehörenden sind diejenigen, in welchen das Kochsalz als Bestandtheil vorwaltet. Sie sind an ihrem salzigen Geschmack leicht erkennbar und enthalten wie das Seewasser Salze, die Talkerde und Kalkerde zur Grundlage haben. Der Hauptbestandtheil der Wasser der dritten Gattung ist die schwefelsaure Talkerde. Sie haben einen bitteren Geschmack und sind abführend, z. B. die Wasser von Saidschütz, Seidlitz, Epschamm u. s. w. Endlich die der vierten Gattung sind alkalisch, ihr Hauptbestandtheil ist kohlensaures Natrum, z. B. Wildbad, Biliner Mineralquelle (als Josephsbrunnen, Karolinenbrunnen, Seitenquelle) u. s. w. Man erkennt sie an der Eigenschaft, blaue Pflanzenfarben grün zu färben.

Ende des ersten Bandes.

Die erste...
die zweite...
die dritte...
die vierte...
die fünfte...
die sechste...
die siebente...
die achte...
die neunte...
die zehnte...

Gedruckt bei A. W. Schade, alte Grünstraße Nr. 18.



3 Th =

12. -

