

Alle Körper kann man eintheilen, in zerlegte und in unzerlegte Körper; das heißt; in solche Körper, deren Bestandtheile man kennt, und solche, deren Bestandtheile bis jetzt noch unbekannt sind.

Die unzerlegten Körper theilen sich abermals, in solche Körper, welche wahrscheinlich ferner nicht werden zerlegt werden; diese nennt man einfache Körper; und in solche, deren Bestandtheile man wahrscheinlich in der Folge noch wird kennen lernen.

Einfache Körper sind: der Lichtstoff, der Wärmestoff, der Sauerstoff, der Wasserstoff, der Salpeterstoff, der Kohlenstoff, der Schwefel und der Phosphor.

Unzerlegte Körper sind: das Spießglas, das Arsenik, das Molybden, das Wolfram, das Magnesium, das Uranium, das Titanium das Nickel, das Kobalt, das Bismuth, das Zink, das Eisen, das Zinn, das Blei, das Kupfer, das Quecksilber, das Silber, das Gold, das Platinum, die Kieselerde, die Birkenerde, die Maunerde, die Australerde, die Harterde, die Schwererde, die Kalcherde, die Strontianiterde, die Bittererde, die Pottasche, die Soda, und der Demant.

## Erster Abschnitt.

### von den einfachen Körpern.

#### Erstes Kapitel

##### Von dem Lichtstoffe.

Der Lichtstoff ist ein bloß hypothetisch angenommener Körper, dessen Existenz noch nicht bewiesen zu seyn scheint. Vielleicht ist das Licht keine eigene Materie, sondern eine bloße Modifikation des Wärmestoffes, durch welche derselbe fähig wird auf die Organe unseres Gesichts einen gewissen Eindruck zu machen.

Das Licht wird von den Körpern entweder ganz zurückgeworfen, daher die weiße Farbe; oder es wird zerlegt, und nur zum Theil zurückgeworfen, daher die andern Farben; oder es wird eingesogen, und nicht zurückgeworfen, daher die schwarze Farbe, welche eine Abwesenheit des Lichts anzeigt; oder es geht durch die Körper, daher die Durchsichtigkeit \*)

Bei dem Durchgehen durch die durchsichtigen Körper wird das Licht mehr oder weniger gebrochen. Bei den Körpern, die eine geringe Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben (bei den unverbrennlichen Körpern) steht dieses Vermögen, die Lichtstrahlen zu brechen, im geraden Verhältnisse mit ihrer Dichtigkeit; bei den Körpern, die eine große Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben (bei den verbrennlichen Körpern) ist das Vermögen, die Lichtstrahlen zu brechen, um so viel größer, je größer ihre Verwandtschaft zum Sauerstoffe ist.

Von den physischen Eigenschaften des Lichts ist hier keine Rede; chemisch wirkt dasselbe auf die Körper, indem es Verbindungen und Trennungen verursacht. Körper, die dem Lichte ausgesetzt sind, werden gefärbt, flüchtig und brennbar; Körper, die des Lichts beraubt sind, werden weiß, feuerfest und unverbrennlich.

Durch die Berührung des Lichts werden einige Säuren zerlegt; einige Salze erhalten neue Eigenschaften; die metallischen Halbsäuren werden mehr oder weniger hergestellt; die Pflanzen werden gefärbt, schwachhaft, brennbar; thierische Körper erhalten eine dunklere Farbe.

Die Veränderungen, die das Licht auf die Körper hervorbringt, lassen sich alle daraus erklären, daß es dieselben ihres Sauerstoffs beraubt, welches in der Folge deutlicher werden wird.

Die Versuche eines Scheele, eines Berthollet, eines Chaptal, eines Ingenhous, und anderer, beweisen, daß das Licht Einfluß auf die Körper hat. Aber von welcher Art dieser Einfluß des Lichtes sey, und wie dasselbe wirke, ist gänzlich unbekannt. Ob es sich mit dem Sauerstoffe in

\*) Fourcroy philosophie chimique S. 7.

den Körpern, oder mit dem Wärmestoffe verbinde? ob es mit den kleinsten Theilen der Körper selbst in Verbindung übergehe? ob es, durch seinen Beitritt zu den Körpern, irgend einen Stoff aus denselben entwickle? Dieses sind Fragen, welche bis jetzt noch nicht können beantwortet werden. Alle diese verschiedenen Meinungen sind Hypothesen und müssen daher auch als Hypothesen betrachtet werden, welche, ohne nähere Beweise, und ohne überzeugende Versuche, weiter nichts sind, als bloße Hirngespinnste der menschlichen Vorstellungskraft.

Da nun die Existenz des Lichtstoffes nicht bewiesen werden kann, und es nicht erlaubt ist in der Chemie die Existenz irgend eines Körpers bloß hypothetisch anzunehmen: so hat man ein Recht alle diese Erklärungen und Hypothesen so lange zu verwerfen, bis die Existenz dieses Stoffes selbst wird bewiesen seyn.

Hr. de Luc glaubt nicht, daß die Sonnenstrahlen erwärmend sind. Er gründet seine Meinung darauf, daß an demselben Orte, und in derselben Jahreszeit, oder an verschiedenen Orten, unter derselben Breite, sehr auffallende Unterschiede in der Temperatur sich finden. Da, nach der Hypothese des Hrn. de Luc, die Intensität der Wärme von der Grundlage abhängt, mit welcher der Lichtstoff sich verbindet: so hält er es für möglich, daß an denselben Orten, die Menge dieser Grundlage verschieden seyn, und größer oder geringer werden könne, oder daß die Menge dieser Grundlage, an verschiedenen Orten unter derselben Breite, beständig verschieden bleibe, und daß dieser Unterschied von dem Erdreich abhängt.

Herr de Luc hält es ferner für wahrscheinlich, daß die Sonnenstrahlen in der Atmosphäre beständig Wärmestoff erzeugen, wodurch derjenige Wärmestoff ersetzt wird, welcher ohne Aufhören verloren geht. Da nun der Zustand der Atmosphäre sehr veränderlich ist; so glaubt Hr. de Luc auch aus dieser Veränderlichkeit die verschiedene Temperatur desselben Ortes zu verschiedenen Zeiten, und verschiedener Orter unter derselben Breite, erklären zu können. Diese Meinung ist

eine zwar scharfsinnige, aber bis jezo noch unbewiesene Hypothese.

## Zweites Kapitel.

### Von dem Wärmestoffe. \*)

Das Feuer erwärmt die Körper; das heißt: es dehnt dieselben nach allen Seiten gleichförmig aus, und vermehrt ihren Umfang nach allen Seiten gleichförmig. Dieses ist ein allgemeines Naturgesetz \*\*).

Wenn der Körper, nach dem Erwärmen, wiederum erkaltet: so rücken seine kleinsten Theile, welche vorher getrennt waren, wieder näher zusammen. Und wann der Körper auf eben den Grad der Temperatur zurück gebracht ist, den er vor dem Erwärmen hatte: so wird sein Umfang wieder eben derselbe seyn, der er vor dem Erwärmen war.

Der Wärmestoff umgibt die Körper nicht nur von allen Seiten, sondern er durchdringt auch dieselben, und füllt die Zwischenräume zwischen ihren kleinsten Theilen aus. Man nehme ein Gefäß voll Schrotkörner, und gieße darein eine kleine Menge feinen Streusand. Nachher schütte man das Gefäß; so wird der Streusand ganz unsichtbar werden, und die Zwischenräume, welche die Schrotkörner zwischen sich lassen, gleichförmig ausfüllen. Ungefähr eben so füllt der Wär-

\*) In diesem Kapitel bin ich vorzüglich den Herren Wille, Mayer, Black, Crawford, de Luc, Monge, Lavoisier, de la Place, Seguin, und Morveau gefolgt, und habe gesucht ihre Entdeckungen, so deutlich und populair als möglich, vorzutragen. Ich bitte aber meine Leser, dasjenige was Hr. Hofe. Lichtenberg in der Erglebenschen Naturlehre, über Feuer und Wärme, mit dem ihm eignen Scharfsinne gesagt hat, nachzulesen.

\*\*) Es giebt zwar einige Ausnahmen von diesem Gesetze, welche aber das Gesetz selbst nicht aufheben. Das Eis nimmt einen größern Raum ein, als das Wasser, woraus es entstanden ist; Eisen und Schwefel nehmen im festen Zustande einen größern Raum ein, als wenn sie geschmolzen sind.

mestoff die Zwischenräume zwischen den kleinsten Theilen der Körper aus.

Da wir niemals allen Wärmestoff aus den Körpern wegzuschaffen im Stande sind: so sind ihre kleinsten Theile immer, mehr oder weniger, von einander entfernt. Die Körper selbst sind daher immer, mehr oder weniger, ausgedehnt, und wir können dieselben niemals auf den kleinsten Grad ihrer Ausdehnung, in den kleinsten Umfang dessen sie fähig sind, zurückbringen. Dieses würde nur bei einem Grade von absoluter Kälte, und durch gänzliche Ausschließung alles Wärmestoffes möglich seyn.

Darum paßt auch das oben angegebene Beispiel der Schrotkörner nicht ganz: denn die Schrotkörner berühren sich, aber die kleinsten Theile der Körper berühren sich wahrscheinlich nicht, sondern sie sind, mehr oder weniger, von einander getrennt und entfernt.

Da also der in den Körpern enthaltene Wärmestoff, vermöge seiner Elasticität, oder seiner zurückstoßenden Kraft, die kleinsten Theile der Körper beständig zu trennen sucht: so würden sich diese immer mehr und mehr von einander entfernen; endlich würde aller Zusammenhang zwischen ihnen aufhören, und es würde folglich gar keinen festen Körper geben, wenn nicht diese kleinsten Theile, durch eine andere Kraft, durch die Verwandtschaft des Zusammenhanges, zusammen gehalten würden. Dieses nennt man die gegenseitige Anziehung (*Attractio*).

Die kleinsten Theile der Körper sind demzufolge beständig zwischen zweien, einander entgegen wirkenden, Kräften im Gleichgewichte, nemlich zwischen der zurückstoßenden und der anziehenden Kraft. Der Zustand der Körper hängt bloß allein von dem Verhältnisse dieser Kräfte ab. Ist die anziehende Kraft, oder die Verwandtschaft des Zusammenhanges, sehr stark, so wird der Körper fest seyn. Wird sie schwächer; so verlieren ihre kleinsten Theile ihren Zusammenhang; die zurückstoßende Kraft des Wärmestoffes trennt sie von einander; und der Körper wird flüßig. Nimmt die anziehende Kraft der kleinsten Theile noch mehr ab, so verwan-

delt sich der Körper in eine elastische, luftartige Flüssigkeit, und versiegt.

Das Wasser z. B. ist, bei einer Temperatur unter Null Reaum. ein fester Körper, Eis. Bei einer höheren Temperatur wird das Anziehen seiner kleinsten Theile geringer, und es wird flüssig. Bei einer noch höheren Temperatur, über 80° Reaum., wird die anziehende Kraft seiner kleinsten Theile noch geringer. Diese folgen nunmehr der zurückstoßenden Kraft des Wärmestoffes, und das Wasser verwandelt sich in Dampf, in Gas, in eine luftförmige, elastische Flüssigkeit.

Aber nicht das Wasser allein, sondern alle Körper in der Natur, befinden sich in einem von diesen drei Zuständen; sie sind entweder fest, oder flüssig, oder in Gasgestalt; und aus einem dieser Zustände gehen sie in den andern über, je nachdem die Verwandtschaft des Zusammenhanges ihrer kleinsten Theile, oder die zurückstoßende Kraft des, in den Zwischenräumen dieser Theile enthaltenen, Wärmestoffes größer ist: oder mit andern Worten, je nachdem sie mehr oder weniger erwärmt, einer höheren oder geringeren Temperatur ausgesetzt sind.

Ein jedes Gas ist die Auflösung eines Körpers im Wärmestoffe.

Geht sich ein Körper in eine luftförmige Flüssigkeit, in Gas verwandeln kann, muß derselbe sehr elastisch werden: er muß so viel elastische Flüssigkeit, soviel Wärmestoff aufnehmen, daß seine Elasticität größer wird als die Elasticität der Atmosphäre. Wird die Elasticität der Atmosphäre, oder der sogenannte Druck derselben, weggenommen, so verwandeln sich viele Körper in Gas, welche außerdem sich niemals würden in Gas verwandelt haben. Man fülle ein gläsernes Gefäß mit Vitriolnaphta ganz an, binde dann dasselbe mit einer doppelten nassen Blase fest zu, und setze dieses Gefäß unter die Glocke der Luftpumpe. Hierauf ziehe man die Luft aus der Glocke, und durchsteche, im luftleeren Raume, die Blase. Dann wird man sehen, daß die Naphta sogleich anfängt heftig zu sieden, und sich bald in eine elastische

Flüssigkeit verwandelt, welche die Glocke ganz anfüllt. Das in der Glocke angebrachte Thermometer fällt beträchtlich, so lange die Ausdünstung dauert, weil sehr viel Wärmestoff eingefogen wird.

Ohne den Druck der Atmosphäre würden wir also die Naphtha nicht anders kennen, als unter der Gestalt einer elastischen Flüssigkeit. Diese Flüssigkeit ist brennbare Luft. Auf der Spitze des Büet und des Montblanc, wo der Barometer nur auf 20 Zoll steht, kann die Naphtha niemals anders als in Gasgestalt existiren. Auch in den ersten Wegen des menschlichen Körpers wird die Naphtha, wegen der höheren Temperatur, jederzeit in Gas verwandelt, und kühlt beträchtlich, weil bei ihrer Verdampfung eine große Menge Wärmestoff mit ihr sich verbindet.

Eben dieser Versuch unter der Luftpumpe, gelingt auch mit Alkohol, mit Wasser, und sogar mit Quecksilber: doch mit dem Unterschiede, daß von diesen Flüssigkeiten, und vorzüglich von dem Quecksilber, nur eine sehr geringe Menge in Gas verwandelt wird.

Bei einem Drucke der Atmosphäre von 28 Zoll des Barometers kocht die Naphtha bei dem  $32^{\circ}$  oder  $33^{\circ}$  R., das Alkohol bei dem  $67^{\circ}$ , das Wasser bei dem  $80^{\circ}$ . Das Kochen aber ist der Uebergang einer Flüssigkeit in den Zustand von Gas. In einer Temperatur der Atmosphäre über  $33^{\circ}$ , würde die Naphtha immerfort Gas seyn; in einer Temperatur über  $67^{\circ}$  würde das Alkohol, und in einer Temperatur über  $80^{\circ}$  das Wasser, beständig in Gasgestalt erscheinen: vorausgesetzt, daß der Druck der Atmosphär in allen diesen Fällen = 28 Zoll bliebe. Versuche beweisen daß dieses wahr ist. Noch schneller verbraucht die Salpeterminaphtha.

Daher gibt es einige Körper, die wir nicht anders kennen, als in dem Zustande von Gas, z. B. das Ammoniak, das Kohlensäuregas, das Schwefelsäure, u. s. w. Diese Körper bleiben, bei der gewöhnlichen Temperatur, und bei dem gewöhnlichen Drucke unserer Atmosphäre, beständig in Gasgestalt.

Über diese meine Theorie macht Hr. Richter einige sehr

gegründete Bemerkungen, welche verdienen hier angeführt zu werden, da sie die Entstehung der Gasarten, nach aufgehobenem Drucke der Luft, unter einem neuen Gesichtspunkte zeigen. Er glaubt nämlich, daß die atmosphärische Luft eine sehr große Verwandtschaft zum Wärmestoffe habe, und daß dieselbe, vermöge dieser Verwandtschaft, verschiedene Flüssigkeiten hindere, sich noch flüssiger, oder in Gasgestalt zu zeigen. »Wenn Herr Girtanner«, sagt er, »die Erscheinung, daß verschiedene Flüssigkeiten sich im möglichst luftleer gemachten Raume in Gas verwandeln, bloß durch den aufgehobenen Druck der Luft erklärt; so ist zu bemerken, daß diese Erscheinung eben so gut durch den aufgenommenen Wärmestoff erklärt werden kann, welchen die in der Glocke befindliche Luft an die Flüssigkeiten zu gehen hindert. Denn obgleich die Naphthen (welche sich unter der ausgepumpten Glocke in Gas verwandeln) solches zum Theil schon in der atmosphärischen Luft thun, und hiezu benachbarten Gegenständen, zum Theil auch der Luft selbst, den Wärmestoff rauben; so sind sie doch nicht im Stande, so viel Wärmestoff an sich zu nehmen, als unter der ausgepumpten Glocke geschieht: denn die Luft läßt sich von den Naphthen nur einen Theil des Wärmestoffes rauben, einen andern Theil hingegen zieht sie so stark an, daß sie ihn selbst den Naphthen entzieht. Wird nun die Luft aus der Glocke gepumpt, so bleibt sehr wenig Luft in derselben übrig; diese zieht auch sehr wenig Wärmestoff an; es kann demnach derselbe ungehindert mit den Naphthen in Auflösung treten, und Gas machen, welches nun den Raum erfüllet, den vorher die Luft einnahm. Da auf hohen Bergen die Luft dünner ist, als in den Thälern, folglich in gleich großem Raume wenig Luftmasse vorhanden ist, so erhellet aus dem eben Gesagten, daß die Naphthe auf der Spitze des Montblanc in Gasgestalt existirt.« Diese Erklärung hat wirklich große Wahrscheinlichkeit.

In einem jeden Gas muß man unterscheiden, den Wärmestoff, welcher gleichsam das Lösungsmittel ist, und den gelösten Körper, oder die Grundlage des Gas, welche durch

den Wärmestoff verflüchtigt und in einen luftförmigen Körper verwandelt worden ist.

Die Elasticität aller Arten von Gas, vielleicht die Elasticität aller Körper in der Natur, hängt ganz allein von dem Wärmestoffe ab. Je mehr Wärmestoff sie enthalten, desto elastischer sind sie: je weniger Wärmestoff, desto weniger elastisch.

Festigkeit, Flüssigkeit und Elasticität, sind demzufolge drei verschiedene Eigenschaften, welche nur verschiedene Zustände eines und desselben Körpers bezeichnen; und welche bloß von dem verschiedenen Grade der Temperatur, das heißt, von der größern oder geringern Menge von Wärmestoff in ihrer Mischung, abhängen. Es sind drei verschiedene Zustände, durch welche alle Körper in der Natur successive gehen können.

Die verschiedenen Arten von Gas benennt man am besten nach ihrer Grundlage, das heißt, nach demjenigen Körper oder Stoffe, der, mit dem Wärmestoffe verbunden, jede besondere Art von Gas ausmacht. Der Wärmestoff ist allen gemein und wesentlich nothwendig. Diejenige elastische luftförmige Flüssigkeit, welche aus dem Wasser entsteht, wenn dasselbe in einer Temperatur gehalten wird welche größer ist als der Siedpunkt, heißt demzufolge Wassergas. Im gemeinen Leben nennt man dieses Gas Wasserdämpfe. Die elastische Flüssigkeit, welche aus der Verbindung des Wärmestoffes mit dem Alkohol entsteht, heißt Alkoholgaz; die Verbindung der Naphtha mit dem Wärmestoffe, Naphthagaz; die Verbindung des Ammoniaks mit dem Wärmestoffe, Ammoniakgaz u. s. w. Zwischen einem sogenannten Dampfe und einem Gas findet gar kein wesentlicher Unterschied statt.

Alle Arten von Gas, die wir kennen, lösen Wasser auf.

Nicht alle natürlichen Körper nehmen, unter gleichen Umständen und bei gleicher Temperatur, gleichviel Wärmestoff in ihre Zwischenräume auf. Einige nehmen mehr auf,

andere weniger, je nachdem sie eine größere oder geringere Fähigkeit haben Wärmestoff aufzunehmen.

Diese Fähigkeit (capacitas) hängt wahrscheinlich, wenigstens zum Theil, von der Größe und Gestalt der Zwischenräume ab. Wenn man, statt der Schrotkörner, ein Gefäß mit kleineren Körpern von einer andern Figur, z. B. mit kleinen Würfeln, Künfecken oder Sechsecken, anfüllen wollte: so würden die Zwischenräume nicht mehr so groß seyn, als bei den Schrotkörnern, und diese Zwischenräume würden nicht soviel Streusand enthalten können. Eben dieses findet auch bei den natürlichen Körpern statt. Die Zwischenräume, welche ihre kleinsten Theile zwischen sich lassen, sind von sehr verschiedener Weite, und daher ist auch die Fähigkeit, welche die Körper haben, den Wärmestoff aufzunehmen, bei verschiedenen Körpern sehr verschieden.

Daß aber die Fähigkeit der Körper Wärmestoff aufzunehmen nicht allein von der Größe und Gestalt der Zwischenräume abhängt, ist gewiß; wenigstens leidet dieses Gesetz einige Ausnahmen, wie die am Ende des Buches beigefügte Tabelle über die spezifischen Wärmen der Körper beweist. Denn die spezifischen Wärmen der Körper verhalten sich, wie unten gezeigt werden soll, wie ihre Fähigkeiten. Nun findet man aber in der Tabelle die spezifische Wärme des Goldes = 0,0530, die des Bleies = 0,0422, die spezifische Schwere des ersteren = 19,040, die des letztern = 11,4561. Das Gold ist demzufolge weit spezifisch schwerer, weit dichter, hat also weit weniger und kleinere Zwischenräume als das Blei, und nimmt doch beträchtlich mehr Wärmestoff auf. Wenn die Größe und Menge der Zwischenräume die Fähigkeit eines Körpers allein bestimmte, so müßte die Fähigkeit mit der spezifischen Schwere, oder mit der Dichtigkeit, im umgekehrten Verhältnisse stehen, welches nicht immer der Fall ist. So wird z. B. unten gezeigt werden, daß das Eisen zweimal soviel Wärmestoff aufnimmt, als das Spiesglanz, wenn beide in einerlei Temperatur sind. Nun ist aber Eisen spezifisch schwerer, folglich dichter, und hat

folglich nicht so große Zwischenräume, als das Spiesglang \*). Die Erfahrung lehrt, daß dichtere Körper oft mehr Wärmestoff aufnehmen, als weniger dichte. Von den Zwischenräumen allein kann demzufolge die Fähigkeit nicht abhängen, obgleich nicht zu läugnen ist, daß diese Zwischenräume auf die Fähigkeit großen Einfluß haben.

Will man sich die Art und Weise, wie die Fähigkeit der Körper den Wärmestoff aufzunehmen von den Zwischenräumen derselben abhängt, versinnlichen; so stelle man folgenden Versuch an. Man tauche in ein Gefäß mit Wasser mehrere, gleich große, Würfel von verschiedenen Holzarten. Das Wasser wird in ihre Zwischenräume eindringen, und die Würfel werden schwerer werden. Die lockersten werden am meisten Wasser aufnehmen; die dichteren weniger; die harzigen Holzarten weniger als die nicht harzigen, u. s. w. Mit Einem Worte, die Menge Wassers, welche, unter völlig gleichen Umständen, jeder Würfel aufnimmt, wird im Verhältnisse der Fähigkeit seyn, die er hat um Wasser aufzunehmen. Nimmt man nachher die Würfel aus dem Wasser: so kann man zwar, durch Wiegen, ausfinden wie viel Wasser jeder Würfel aufgenommen hat; das heißt: man kann die Fähigkeit eines jeden Würfels bestimmen. Da sich aber nicht genau angeben läßt, wieviel Wasser jeder Würfel in seiner Mischung schon vor dem Eintauchen enthielt: so läßt sich auch die absolute Menge Wassers in jedem Würfel nicht bestimmt angeben, ob sich gleich die relative Menge sehr bestimmt angeben läßt.

Auf eben diese Weise sind alle natürlichen Körper in den Wärmestoff eingetaucht, und der Unterschied besteht nur darin: daß der Wärmestoff eine weit elastischere Flüssigkeit ist, als das Wasser.

Eigentlich freien Wärmestoff, der für sich existirte, ohne mit einem Körper in Verbindung zu seyn, giebt es, so viel wir wissen, nicht; es müßte denn in der Loricellischen

---

\*) Richters Kritik S. 35.

Leere seyn. Der Wärmestoff ist jederzeit gebunden, oder richtiger zu sagen, verbunden.

Wenn Wärmestoff aus unserm Körper weggeht; so verursacht dieses die Empfindung von Kälte: wenn Wärmestoff in unsern Körper eintritt; so haben wir die Empfindung von Wärme. Kälte ist daher weiter nichts als negative Wärme. Ist der Wärmestoff in einem Körper, den wir berühren, mit dem Wärmestoffe in unserer Hand im Gleichgewichte: so haben wir gar keine Empfindung, weil kein Uebergang geschieht.

Der Uebergang der Wärme wird auch durch das Thermometer angezeigt. Es steigt wenn Wärmestoff absondert wird, und fällt wenn Wärmestoff eingesogen wird. Das Thermometer zeigt nur an, wie viel Wärmestoff es bekommen, oder verloren habe; nicht die ganze Menge des Wärmestoffes, welche aus einer Verbindung in eine andere übergegangen ist.

Es giebt indessen ein Mittel, um die absolute Menge des, aus einer Verbindung in eine andere übergegangenen, Wärmestoffes zu bestimmen. Das hiezu gehörige Instrument, der Wärmemesser, ist eine Erfindung des Hrn Lavoisier, und soll unten beschrieben werden. Man setzt den Körper, welcher Wärmestoff verliert, mitten in eine Kugel von Eis, und berechnet nachher, aus der Menge des geschmolzenen Eises, wieviel Wärmestoff der Körper verloren habe.

Ehe die neue chemische Nomenklatur bekannt war, bediente man sich des Wortes Wärme in einer doppelten Bedeutung. Man nannte Wärme (chaleur, heat) sowohl eine gewisse Empfindung, als auch die unbekante Ursache dieser Empfindung. Um nun, mit philosophischer Bestimmtheit, die Wirkung von der Ursache zu trennen, hat man die unbekante Materie Wärmestoff (calorique) genannt, und drückt jetzt durch die Wörter Wärme und Kälte, weiter nichts aus, als gewisse Empfindungen, welche dieser Wärmestoff auf die Organe unserer Sinne hervorbringt.

Hr. Crawford selbst ist von diesem Fehler nicht frei. Den Wärmestoff als Ursache betrachtet, ohne Rücksicht auf

ihre Wirkungen, nennt er absolute Wärme. Hingegen den Wärmestoff, als Ursache, im Verhältnisse mit ihren Wirkungen betrachtet, nennt er relative Wärme. Den Wärmestoff, welcher aus andern Körpern in den unsrigen übergeht, nennt er empfindbare Wärme (*sensible heat*) gleichsam als wenn es eine unempfindbare Empfindung geben könnte. So bedient er sich auch des ungeschicklichen Ausdrucks: verborgene Wärme (*latent heat*) welches eben so viel sagen will, als nicht warme Wärme. Ferner ist der Ausdruck vergleichbare Wärme (*comparative heat*) ebenfalls ungeschicklich: denn die Körper enthalten keine Wärme, aber wohl den Stoff, welcher, durch seinen Eindruck auf unsre Organe, die Empfindung der Wärme verursacht.

Die Temperatur eines Körpers ist das Maaß der Ausdehnung, welche der, sich in das Gleichgewicht setzende, Wärmestoff in dem Quecksilber des Thermometers verursacht.

Wegen der verschiedenen Fähigkeiten (*Capacitäten*) welche die Körper besitzen, um den Wärmestoff aufzunehmen, erfordern ungleichartige, aber an Gewicht oder Masse gleich große, Körper eine ungleiche Menge von Wärmestoff, wenn ihre Temperatur um eine gleiche Anzahl von Graden erhöht werden soll. Gesetzt, ein Pfund Eisen und ein Pfund Spießglanz haben beide eine Temperatur von  $10^{\circ}$ , und man erhöhe nunmehr beide zu der Temperatur von  $40^{\circ}$ : so wird das Eisen zweimal soviel Wärmestoff aufnehmen, als das Spießglanz. Die Fähigkeit des Eisens verhält sich daher zu der Fähigkeit des Spießglanzes, zwischen dem  $10^{\circ}$  und dem  $40^{\circ}$ , wie 2 : 1.

Die ganze Menge des Wärmestoffes, welche ein Körper, vergleichungsweise mit einem andern Körper, enthält, wird sein spezifischer Wärmestoff genannt. So verhält sich z. B. der spezifische Wärmestoff des Eisens zu dem spezifischen Wärmestoffe des Spießglanzes = 2 : 1.

Die spezifische Wärme eines Körpers nennt man, das Verhältniß zwischen der Menge von Wärmestoff, welche erfordert wird, um die Temperatur zweier ungleichartiger Körper von gleichen Massen, oder gleichem Gewichte, um

gleich viele Grade zu erhöhen. Die spezifischen Wärmen zweier Körper verhalten sich wie ihre Fähigkeiten.

Zwei, an Gewicht oder an Masse gleiche Körper, können, bei derselben Temperatur, eine ungleiche Menge von Wärmestoff enthalten; das heißt: ihr spezifischer Wärmestoff kann verschieden seyn.

Die Temperatur eines Körpers ist ein Maas, welches anzeigt, daß der, in seinen Zwischenräumen enthaltene, Wärmestoff mehr oder weniger zusammengedrückt sei, als der Wärmestoff eines andern Körpers, mit dem man ihn vergleicht.

Die Fähigkeit ist ein Maas, welches anzeigt, wieviel Wärmestoff man einem Körper mittheilen müsse, um seine Temperatur um eine gewisse Anzahl von Graden zu erhöhen, vergleichungsweise mit der Menge von Wärmestoff, welche einem andern, an Gewicht oder Masse gleichen, Körper mitgetheilt werden muß, um seine Temperatur um eben so viele Grade zu erhöhen.

Nur darf, während dieser Erhöhung der Temperatur, keiner von den beiden zu vergleichenden Körpern seinen Zustand verändern, das heißt: aus einem festen in einen flüssigen, oder aus einem flüssigen in einen luftförmigen Körper verwandelt werden: denn alsdann paßt diese Definition nicht mehr.

Der spezifische Wärmestoff eines Körpers ist das Maas, welches die ganze Menge des Wärmestoffs anzeigt, welche ein Körper, bei einer bestimmten Temperatur, enthält, vergleichungsweise mit der Menge des Wärmestoffs eines andern Körpers, welcher ihm, an Gewicht oder an Masse, gleich ist, und sich in derselben Temperatur befindet.

Solange ein Körper seinen Zustand nicht verändert: so kann die Menge des in seinen Zwischenräumen enthaltenen Wärmestoffes abnehmen und zunehmen, ohne daß deswegen seine Fähigkeit verändert würde.

Die Wärme wird nach der Intensität der Empfindung gemessen, welche sie verursacht. Die Temperatur mißt

man nach dem Grade der Ausdehnung des Quecksilbers im Thermometer.

Um die Fähigkeiten zu messen giebt es zwei Mittel. 1) man mischt von zwei ungleichartigen Körpern gleichviel, an Gewicht oder an Masse, bei verschiedener Temperatur beider, zusammen und bemerkt die Temperatur der Mischung. Die Fähigkeiten stehen, in diesem Falle, mit den Veränderungen der Temperatur im umgekehrten Verhältnisse. 2) oder man erwärmt beide Körper, bis zu der gleichen Temperatur, schließt dann jedes besonders in Eis ein, und sammlet das geschmolzene Wasser. In diesem Falle sind die Fähigkeiten im geraden Verhältnisse mit den Mengen des geschmolzenen Eises.

Die Veränderungen, welche dieselbe Menge von Wärmestoff in der Temperatur verschiedener Körper hervorbringt, stehen mit ihren Fähigkeiten im umgekehrten Verhältnisse.

Die Temperatur eines Körpers wird verändert, entweder wenn der Körper seinen Zustand verändert, oder wenn der, in seinen Zwischenräumen enthaltene, Wärmestoff zunimmt oder abnimmt.

Die Menge des Wärmestoffs, welche ein gleichartiger Körper enthält (dessen kleinste Theile folglich alle einerlei Temperatur haben) ist im Verhältnisse mit seiner Masse. Zwei Pfund Wasser enthalten, bei derselben Temperatur, zweimal so viel Wärmestoff, als ein Pfund Wasser.

Von dem Gefrierpunkte bis zu dem Verdampfungspunkte ist die Ausdehnung des Quecksilbers im Verhältnisse mit der Zunahme seines Wärmestoffes: das Quecksilber-Thermometer ist daher ein ziemlich genaues Maß der Wärme.

Die Fähigkeit der Körper den Wärmestoff aufzunehmen bleibt sich ungefähr gleich, solange der Körper seinen Zustand nicht verändert.

Während des Flüssigwerdens, und während des Verdampfens, saugen alle Körper eine Menge Wärmestoff ein, welcher ihre Temperatur nicht erhöht, und welcher sich wieder absondert, wenn sie in ihren flüssigen, oder in ihren festen Zustand zurückkehren.

Wenn man ein Pfund Wasser, auf der Temperatur Null, mit einem Pfunde Wasser auf der Temperatur  $+ 62^{\circ}$  vermischt: so ist die Temperatur der Mischung  $= 31^{\circ}$ , oder die mittlere Temperatur. Mischt man hingegen ein Pfund Eis, auf der Temperatur Null, mit einem Pfunde Wasser auf der Temperatur  $62^{\circ}$ : so ist die Temperatur der Mischung Null.

Mischt man ein Pfund Wasser auf Null mit einem Pfunde Eis auf  $- 62^{\circ}$ : so wird das Wasser ganz in Eis verwandelt, und die Temperatur der Mischung ist Null.

Demzufolge ist die Menge des Wärmestoffes, welcher sich aus einem Pfunde Wasser während des Gefrierens absondert, vollkommen gleich der Menge, welche eingesogen wird, wenn ein Pfund Eis sich in Wasser verwandelt.

Wenn das Wasser sich in Dämpfe, in Gas, verwandelt: so saugt es eine große Menge Wärmestoff ein, welcher seine Temperatur nicht erhöht.

Aus diesen, und einigen andern Versuchen folgt: daß alle Körper, wenn sie flüssig werden, und wenn sie in Gas verwandelt werden, eine gewisse Menge Wärmestoff einsaugen, welcher zu ihrer Flüssigkeit, oder zu ihrer Gasgestalt nothwendig ist, aber welcher ihre Temperatur nicht erhöht: und daß die Körper, bei den entgegengesetzten Veränderungen, den Wärmestoff wieder verlieren, welchen sie vorher eingesogen hatten.

Noch allgemeiner läßt sich dieser Lehrsatz auf folgende Weise ausdrücken: Alle Veränderungen der Wärme, sowohl wirkliche als anscheinende, welche ein Körper leidet, indem er seinen Zustand verändert, zeigen sich wieder in umgekehrter Ordnung, wenn der Körper in seinen ersten Zustand wieder zurück kehrt.

Wenn man von ungleichartigen Körpern gleiche Gewichte nimmt: so werden ungleiche Mengen von Wärmestoff erfordert, um gleiche Veränderungen in der Temperatur dieser Körper hervor zu bringen.

Mischt man vier Pfund mit Salpetersäure bereitete Spießglanzhalbsäure (*antimonium diaphoreticum*) auf  $40^{\circ}$  Tempe-

ratur, mit einem Pfunde Eis auf Null; so wird die Temperatur der Mischung seyn  $= 2^{\circ}$ . Mischt man vier Pfund von derselben Halbsäure auf Null; mit einem Pfunde Eis auf  $4^{\circ}$ ; so wird die Temperatur der Mischung seyn, ebenfalls  $= 2^{\circ}$ . Ein Pfund Eis, und vier Pfund mit Salpetersäure bereitete Spiesglang-Halbsäure enthalten gleichviel Wärmestoff. Aber vier Pfund Halbsäure enthalten vier mal soviel Wärmestoff als ein Pfund. Folglich verhält sich der spezifische Wärmestoff eines Pfundes Eis, zu dem spezifischen Wärmestoff eines Pfundes Spiesglanghalbsäure, wie 4 : 1.

Aber wenn man ein Pfund Eis auf Null mit einem Pfunde durch Salpetersäure bereiteter Spiesglanghalbsäure auf  $- 10^{\circ}$  mischt: so ist die Temperatur der Mischung  $= - 2^{\circ}$ . Das Eis ist um zwei Grade kälter geworden, und die Temperatur der Halbsäure hat um acht Grade zugenommen. Die in der Temperatur des Eises geschehene Veränderung verhält sich, demzufolge, zu der in der Temperatur des Wassers geschehene Veränderung  $= 1 : 4$ . Da wir aber vorher gesehen haben, daß der spezifische Wärmestoff eines Pfundes Eis sich zu dem spezifischen Wärmestoffe eines Pfundes Spiesglang-Halbsäure verhält, wie 4 : 1; so folgt: daß die spezifischen Wärmestoffe gleicher Gewichte Eis und Spiesglang-Halbsäure sich verhalten, wie das umgekehrte Verhältniß der Veränderungen, welche ihre Temperatur leidet, wenn man sie, auf ungleichen Graden der Temperatur, mit einander vermischt.

Was der Wärmestoff eigentlich ist, wissen wir nicht. Einige Naturforscher nehmen an, er sei ein eigenes, für sich bestehendes, flüssiges und einfaches Wesen. Andere halten ihn für zusammengesetzt. Noch andere glauben: es gebe eigentlich keinen Wärmestoff, sondern die Wärme sei die Wirkung der unmerklichen Bewegung der kleinsten Theile der Materie. Ich maße mir nicht an, hierüber entscheiden zu wollen, und fahre fort, Erscheinungen und Thatfachen zu erzählen, ohne mich auf Muthmaßungen einzulassen. Zu einer bessern Übersicht der, in der Naturlehre so äußerst wichtigen, Lehre von dem Wärmestoffe, werde ich nunmehr, in kurzen aphoristischen Sätzen, alles, was wir bisher über die:

sen Gegenstand wissen, so gedrängt als möglich vorzutragen suchen.

Man muß annehmen, daß alle Erscheinungen welche Feuer und Wärme betreffen, die Wirkungen einer besondern Materie sind, welche Wärmestoff heißt.

Der Wärmestoff ist eine undurchdringliche, außerordentlich elastische, und so dünne Flüssigkeit, daß sie gar keine Schwere zu haben scheint.

Der Wärmestoff wird von den kleinsten Theilen aller Körper in der Natur, in unmerklicher Entfernung, und mit einer Kraft angezogen, welche abnimmt, so wie die Entfernung zunimmt, deren Intensität aber, deren Gesetze, und deren Radius der Wirksamkeit, für jeden einzelnen Körper verschieden, und noch nicht berechnet sind.

Der Wärmestoff wirkt auf die kleinsten Theile eines Körpers den allgemeinen Naturgesetzen gemäß. Das heißt: im Verhältnisse seiner Masse, und folglich im Verhältnisse des Drucks, welchen er leidet.

Die allgemeinen Eigenschaften der Körper, in Rücksicht auf den Wärmestoff, sind: daß sie aus kleinen Theilen bestehen, welche sich einander, in einer unmerklichen Entfernung, anziehen, mit einer Kraft, welche abnimmt wann die Entfernung zunimmt, deren Gesetze aber, deren Intensität, und deren Radius der Wirksamkeit, für jeden einzelnen Körper verschieden, und noch nicht berechnet sind.

Die kleinsten Theile der Körper berühren sich nicht: darum nimmt der Umfang eines jeden Körpers ab, wenn er erkaltet.

Die kleinsten Theile der Körper werden von einander durch dazwischen liegende Schichten von Wärmestoff getrennt, und dieser Wärmestoff wird zusammengedrückt: 1) durch die anziehende Kraft der kleinsten Theile, welche er berührt, 2) durch den Druck der entfernteren Schichten, 3) durch die anziehende Kraft der kleinsten Theile unter sich, 4) durch äußern Druck, wenn der Körper biegsam ist. Der Druck, wel-

chen der, in dem Körper enthaltene, Wärmestoff leidet, ist dem zufolge veränderlich, und nimmt ab, so wie seine Schichten von dem Kerns des Körpers entfernter sind.

Auf den, in den Körpern enthaltenen, Wärmestoff wirken beständig zwei Arten von Kräften. Die einen begünstigen seinen Zufluß in den Körper, und die andern verhindern denselben.

Die Kräfte, welche den Zufluß des Wärmestoffes in die Körper begünstigen, sind: der Druck, welchen der, außer dem Körper enthaltene, Wärmestoff beständig ausübt, und der Hang, welchen der Wärmestoff hat, sich mit den kleinsten Theilen der Körper zu verbinden.

Der Druck des äußern Wärmestoffes auf den inneren wird durch das Wort Temperatur ausgedrückt, und kann gemessen werden.

Nimmt, nach dem hergestellten Gleichgewichte, der äußere Druck zu: so wird Wärmestoff in den Körper eindringen, solange bis die Elasticität des inneren Wärmestoffes so weit zugenommen hat, daß das Gleichgewicht aufs Neue hergestellt ist.

Nimmt, nach dem hergestellten Gleichgewichte der äußere Druck ab: so wird Wärmestoff aus dem Körper herausdringen, solange, bis die Elasticität des inneren Wärmestoffes so weit abgenommen hat, daß das Gleichgewicht aufs Neue hergestellt ist.

In beiden Fällen wird der Umfang des Körpers weder zunehmen noch abnehmen. Dieser Umfang wird sich eben so wenig verändern, als sich der Umfang eines trockenen Schwammes verändert, wenn die äußere Luft, die ihn umgiebt, dichter oder dünner wird.

Die Mengen des Wärmestoffes, welche der Körper durch diese Veränderungen, erhalten oder verlohren hat, verhalten sich wie die Veränderungen der Temperatur, denen der Körper ausgesetzt war.

Nimmt nach dem hergestellten Gleichgewichte, vermöge des Hanges, welchen der Wärmestoff hat, sich mit den kleinsten Theilen der Körper zu verbinden, die Temperatur

zu; so wird auch die Dichtigkeit des äußeren Wärmestoffes zunehmen, welcher die Oberfläche des Körpers berührt. Der Wärmestoff wird daher auf die kleinsten Theile des Körpers stärker wirken, und, vermöge dieser Wirkung, in den Körper eindringen, und den Widerstand überwinden, welchen das Gleichgewicht ihm entgegensezte. Durch das Eindringen wird er die kleinsten Theile des Körpers mehr von einander entfernen, und dadurch wird der Umfang des Körpers zunehmen. Die Zunahme des Umfanges kann so groß werden, daß ein fester Körper in einen flüssigen, und ein flüssiger in einen luftförmigen verwandelt wird. So nimmt der Umfang eines Schwammes, oder eines trocknen Stück Holzes, zu, wenn Wasser in seine Zwischenräume eindringt.

Nimmt, nach dem hergestellten Gleichgewichte, vermöge des Hanges, welchen der Wärmestoff hat, sich mit den kleinsten Theilen der Körper zu verbinden, die Temperatur ab: so wird auch die Dichtigkeit des äußeren Wärmestoffes abnehmen, welcher die Oberfläche des Körpers berührt. Der Wärmestoff wird daher auf die kleinsten Theile des Körpers weniger stark wirken, und vermöge dieser verringerten äußeren Wirkung, wird der Wärmestoff aus dem Körper ausdringen, da nunmehr der Widerstand gehoben ist, welchen das Gleichgewicht ihm entgegen sezte. Durch das Ausdringen des Wärmestoffes aus dem Körper werden die kleinsten Theile desselben sich einander mehr nähern, und dadurch wird der Umfang des Körpers abnehmen. Die Abnahme des Umfanges kann so beträchtlich seyn, daß ein luftförmiger Körper in einen flüssigen, und ein flüssiger Körper in einem festen verwandelt wird.

Diejenigen Kräfte, welche den Zufluß des Wärmestoffes in die Körper verhindern, sind: der Zusammenhang der kleinsten Theile des Körpers, und der äußere Druck.

Nimmt, nach dem hergestellten Gleichgewichte, die Verwandtschaft des Zusammenhanges zwischen den kleinsten Theilen des Körpers zu: so wird der, im Körper mehr zusammengedrückte, Wärmestoff aus dem Körper heraustreten, und die Temperatur der benachbarten Körper erhöhen. Daher

entwickelt sich Wärmestoff bei allen Verbindungen, weil die kleinsten Theile der Mischung stärker zusammen hangen als die kleinsten Theile jedes einzelnen Körpers, von denen welche gemischt worden sind. \*)

Nimmt, nach dem hergestellten Gleichgewichte, die Verwandtschaft des Zusammenhanges, zwischen den kleinsten Theilen des Körpers ab: so wird, wegen des im Körper weniger zusammengedrückten Wärmestoffes, der Wärmestoff von außen in denselben eindringen, und die Temperatur der benachbarten Körper wird abnehmen.

Ist die Temperatur eines Körpers bis auf den Grad erhöht worden, daß die kleinsten Theile desselben so weit von einander entfernt sind, daß sie keine Verwandtschaft des Zusammenhanges mehr haben; dann werden sie nur noch durch äußeren Druck z. B. durch den Druck, der Atmosphäre, zusammen gehalten: sie bewegen sich leicht über einander weg, und der Körper wird flüssig.

Daß es flüssige Körper in der Natur gibt, daran ist der Druck der Atmosphäre ganz allein schuld. Ohne den Druck der Atmosphäre würden alle Körper entweder im festen, oder im luftförmigen Zustande seyn.

Ein Körper kann aus dem festen Zustande in den flüssigen nicht anders übergehen, als durch die Wirkung des Wärmestoffes, oder durch die Wirkung einer vorher existirenden Flüssigkeit.

---

\*) Es giebt Mischungen, die sich anders verhalten, bei denen nicht Wärme, sondern sogar Kälte entsteht, bei denen folglich Wärmestoff eingesogen wird, z. B. die Lösung des Salpeters in Wasser. Bei dieser Lösung wird die Temperatur der benachbarten Körper sehr vermindert. Die Ursache einer solchen Ausnahme von der allgemeinen Regel ist aber wahrscheinlich in der großen Verwandtschaft des Salpeters zum Wärmestoffe zu suchen, die sich zeigt, indem der Salpeter so außerordentlich leicht im Feuer schmilzt, und sich so viel schneller im warmen, als im kalten Wasser auflöst. Man muß annehmen, daß, bei der Lösung des Salpeters im Wasser, der Salpeter zuerst sich im Wärmestoffe löset, daß er schmilzt, daß er aus dem festen in den flüssigen Zustand übergeht, wozu bekanntlich bei jedem Körper eine große Menge Wärmestoff gehört, der eingesogen und den benachbarten Körpern entzogen wird.

Der Uebergang eines Körpers aus seinem festen Zustande in den flüssigen vermöge der Wirkung des Wärmestoffes hat für jeden Körper eine eigene Temperatur, in welcher er statt findet. Bei diesem Uebergange verbindet sich eine große Menge Wärmestoff mit dem Körper auf eine innige Weise. z. B. die Menge Wärmestoff, welche erfordert wird ein Pfund Eis in Wasser zu verwandeln, würde 12½ Unzen geschmolzenes Eis bis zu der Temperatur des kochenden Wassers erhöhen können.

Während des Uebergangs eines Körpers, aus seinem festen Zustande in den flüssigen, vermöge einer schon vorher vorhandenen Flüssigkeit, verbindet sich ebenfalls sehr viel Wärmestoff mit dem Körper auf eine innige Weise. Die Temperatur der benachbarten Körper, denen dieser Wärmestoff entzogen wird, nimmt daher ab. Wenn man Salze im Wasser, oder Eis in Salzwasser oder in Alkohol löst: so entsteht, aus dieser Ursache, zuweilen Kälte in der Mischung.

Ein Körper kann aus seinem flüssigen Zustande wiederum in den festen übergehen: 1) wenn er seinen Wärmestoff verliert. Diese Operation, welcher man den allgemeinen Namen Gefrieren geben könnte, findet für jeden Körper jederzeit bei derselben Temperatur statt. 2) Durch die Wirkung eines festen Körpers, welcher den flüssigen Körper in den festen Zustand zurückbringt. In diesem Falle wird der verbundene Wärmestoff, welcher die Flüssigkeit verursachte, frei; er verbindet sich daher mit den benachbarten Körpern, und erhöht die Temperatur derselben. Dieses sieht man bei dem Löschen des gebrannten Kalks, der Laugensalze, und der kalzinirten Mittelsalze, vermittelst des Wassers; und bei der Löschung der rothen Quecksilber-Halbsäure, vermittelst der Salpetersäure. 3) Durch die Wirkung einer andern Flüssigkeit. Auch in diesem Falle entwickelt sich Wärmestoff. z. B. wenn man konzentrirte Säuren und Laugensalze mischt, wodurch, auf der Stelle, kristallisirte Mittelsalze entstehen; oder in der Verbindung des Wassers mit dem überjauren Kochsalzge-säuerten Zinn (Liquor Libavii) durch welche Verbindung ein harter Körper entsteht.

Der äußere Druck ist die zweite Art von Kraft, welcher den Zufluß des Wärmestoffes in die Körper verhindert.

Der äußere Druck hat nur in so fern eine merkliche Wirkung, auf den in den Körpern enthaltenen Wärmestoff, als diese Körper biegsam genug sind, um dem Drucke nachzugeben, und ihren Umfang zu verändern.

Nimmt, nach dem hergestellten Gleichgewichte, der äußere Druck zu: so wird der, in dem Körper enthaltene, Wärmestoff mehr zusammengedrückt, als er es im Zustande des Gleichgewichts war. Er verläßt daher den Körper, und erhöht dadurch die Temperatur der benachbarten Körper. So wie aus einem feuchten Schwamme, wenn man ihn zusammendrückt, die Flüssigkeit, mit welcher er durchdrungen war, ausfließt, und die benachbarten Körper befeuchtet. Aus dieser Ursache wird die Temperatur erhöht, wenn man Metalle hämmert, oder Münzen daraus schlägt, oder Draht daraus zieht: und eben so, durch Schlagen, Pressen und Drücken der Metalle. Auch findet es bei dem Reiben statt, mit welchem jederzeit mehr oder weniger Druck verbunden ist.

Nimmt nach dem hergestellten Gleichgewichte, der äußere Druck ab: so wird der, in dem Körper enthaltene, Wärmestoff weniger zusammengedrückt, als er es im Zustande des Gleichgewichts war. Der Wärmestoff dringt daher von außen in den Körper ein, und dadurch wird die Temperatur der benachbarten Körper vermindert.

Wenn, vermöge einer sehr erhöhten Temperatur, der Wärmestoff zwischen die kleinsten Theile eines flüssigen Körpers eindringt; so trennt er diese Theile, und überwindet den äußeren Druck, welcher allein sein Eindringen verhinderte. Nimmt die Temperatur so sehr zu, daß der Druck ganz überwunden wird: so werden die kleinsten Theile der Flüssigkeit vollkommen frei. Sie lösen sich dann in dem Wärmestoffe, und es entsteht eine elastische, luftförmige Flüssigkeit.

Ein Körper kann aus dem tropfbaren Zustande in den elastischen übergehen: 1) durch die Wirkung des Wärmestoffes, 2) durch eine hinfängliche Abnahme des äußern Drucks,

3) durch die Wirkung einer schon vorher vorhandenen elastischen Flüssigkeit.

Der Uebergang eines Körpers, aus dem tropfba- ren Zustande in den Zustand einer elastischen Flüssigkeit, wird, wenn er durch die Wirkung des Wärmestoffes geschieht, Ver- dampfung genannt. Diese Operation geht bei jeder Flüssigkeit jederzeit bei derselben Temperatur vor sich, vorausge- setzt daß der Druck gleich sei. Es wird eine große Menge Wärmestoff, während des Verdampfens, von dem Körper eingesogen, und mit demselben verbunden. Auch der Um- fang des Körpers nimmt beträchtlich zu. So nimmt z. B. das Wasser, nachdem es in Gas verwandelt worden ist, ei- nen 1,728 mal so großen Raum ein, als in seinem tropfba- ren Zustande.

Geschieht der Uebergang eines Körpers aus dem tropfba- ren Zustande in den elastischen durch eine hinlängliche Ab- nahme des äußeren Drucks: so wird, auch in diesem Falle, eine beträchtliche Menge Wärmestoff eingesogen und gebun- den. Dieser Wärmestoff wird den benachbarten Körpern ent- zogen, und diese werden daher, während des Verdampfens der Flüssigkeit, kälter. So verdampft z. B. das kalte Was- ser unter der Glocke der Luftpumpe, und verursacht Kälte.

Geschieht der Uebergang eines Körpers aus dem tropf- baren Zustande in den elastischen durch die Wirkung einer schon vorher vorhandenen, elastischen Flüssigkeit: so wird, auch in in diesem Falle, sehr viel Wärmestoff eingesogen und gebunden. Dieser Wärmestoff wird den benachbarten Kör- pern entzogen, welche daher erkalten. So lösen sich z. B. das Quecksilber, das Wasser, das Alkohol, die riechenden Oele, und andere Körper, in der Atmosphäre auf, ver- mehrten den Umfang derselben und erkalten sie, im Verhält- nisse mit der Menge und der Schnelligkeit jener besondern Art von Lösung, welche man Verrauchung (evaporatio) nennt.

Die der Verrauchung günstigen Umstände sind: 1) eine höhere Temperatur der aufzulösenden, tropfba- ren Flüssigkeit, 2) eine größere Dichtigkeit des auflösenden elastischen Flüssig-

figen: in beiden Fällen sind beide Körper dem Zustande näher, in den sie übergehen sollen.

Ein Körper kann, aus dem elastischen Zustande, in den tropfbaren zurückkehren: 1) durch den Verlust seines Wärmestoffes, 2) durch eine hinlängliche Zunahme des Drucks, 3) wenn das lösende elastische Flüssige aufhört dem Lösen günstig zu seyn. Wenn sich z. B. die Dichtigkeit desselben, oder seine Temperatur verändert, 4) durch die Wirkung einer tropfbaren Flüssigkeit.

Die Operation durch welche ein Körper, aus dem Zustande eines elastischen Flüssigen, in den Zustand einer tropfbaren Flüssigkeit zurück kehrt, wird, wenn sie durch den Verlust des Wärmestoffes allein geschieht, Verdichtung (condensatio) genannt. Sie geschieht jederzeit bei derselben Temperatur für denselben Körper, wenn der äußere Druck gleich ist.

Keht ein Körper, aus dem Zustande eines elastischen Flüssigen, in den Zustand einer tropfbaren Flüssigkeit durch eine hinlängliche Zunahme des Drucks zurück: so wird der Wärmestoff, welcher, in gebundener Gestalt, den Körper zum elastischen Flüssigen machte, denselben verlassen, in die benachbarten Körper übergehen, und die Temperatur derselben erhöhen. Aber die wiedererzeugte tropfbare Flüssigkeit kann in diesem erzwungenen Zustande nur so lange bleiben, als der Druck zunimmt, welcher erfordert wird um diese Wirkung hervorzubringen.

Nimmt die Temperatur ab: so wird sehr oft das in der atmosphärischen Luft gelöste Wasser aus derselben niederschlagen. Es nimmt seinen tropfbaren Zustand wieder an, und befeuchtet die benachbarten Körper.

Wenn die Dichtigkeit des auslösenden elastischen Flüssigen abnimmt: so kehrt das gelöste elastische Flüssige ebenfalls in den Zustand einer tropfbaren Flüssigkeit zurück. So sehen wir z. B. daß das in der Atmosphäre gelöste Wasser tropfbar wird, die Luft undurchsichtig macht, und sich in der Gestalt einer Wolke zeigt, sobald der Druck der Atmosphäre sich vermindert, und die Dichtigkeit der Luft abnimmt. Dieses Wiederkehren in den tropfbaren Zustand kann man

auch Niederschlag (*Praecipitatio*) nennen. Es ist jederzeit mit Wärme verbunden.

Die Körper gehen auch aus dem Zustande eines elastischen Flüssigen, in den Zustand einer vorher vorhandenen tropfbaren Flüssigkeit über, durch die Wirkung einer vorher vorhandenen tropfbaren Flüssigkeit. So werden z. B. das Ammoniakgas und das schwefelsaure Gas, das kohlen- gesäuerte Gas, das kochsalzgesäuerte Gas und das spathge- säuerte Gas, in tropfbare Flüssigkeiten verwandelt, wenn diese Gasarten sich mit dem Wasser verbinden. Die at- mosphärische Luft verbindet sich sogar mit dem Wasser, aber in geringer Menge. Die Umstände, welche diese Ver- bindung begünstigen, sind: 1) eine niedrigere Temperatur, 2) ein größerer Druck auf die elastischen Flüssigen. Es ent- wickelt sich Wärmestoff während der Verbindung.

Der Zustand eines elastischen Flüssigen ist der letzte Zu- stand, in welchen der Wärmestoff einen Körper verwandeln kann. Aber auch noch in diesem Zustande hört der Wärme- stoff nicht auf, auf den Körper zu wirken, indem er densel- ben ausdehnt, oder seine Elasticität vermehrt.

Der Wärmestoff wirkt auf die Körper, indem er diesel- ben ausdehnt, wenn der äußere Druck seiner Wirkung nach- geben kann; daher unterscheidet man: entstehende Däm- pfe und gehobene Dämpfe.

Entstehende Dämpfe sind solche, welche gerade die nöthi- ge Temperatur haben, um in dem Zustande eines elastischen Flüssigen zu seyn, und welche, weder die geringste Erkältung, noch die geringste Zunahme des Drucks erleiden können, ohne daß sie sich, wenigstens zum Theil, wieder in eine tropfbare Flüssigkeit verwandeln.

Gehobene Dämpfe sind solche, deren Temperatur höher ist, als die Temperatur der tropfbaren Flüssigkeiten, aus de- nen sie entstanden sind, im kochenden Zustande ist. Durch einen gewissen Grad von Druck kann man sie erkälten, ohne ihren Zustand zu verändern. Alle Arten von Gas sind wei- ter nichts als gehobene Dämpfe. Sie lassen sich, wenigstens im mittleren Zustande, offenbar im Verhältnisse der drücken- den Last, zusammendrücken.

Der Wärmestoff wirkt auf die Körper, indem er ihre Elasticität vermehrt, wenn das elastische Flüssige zwischen widerstehenden Wänden eingeschlossen ist. Durch Zunahme der Temperatur, kann dasselbe, vermöge des Wärmestoffs, sogar fähig werden diesen Widerstand zu überwinden, sich in einen größern Raum auszudehnen, und einen Knall (explosio) zu verursachen. Der Knall ist jederzeit mit einer Erkältung verbunden.

Die elastischen Flüssigen können, auf feste Körper, oder auf andre elastische Flüssige einwirken.

Die Wirkung der elastischen Flüssigen auf feste Körper kann verursachen, daß sie selbst wieder zu festen Körpern werden, oder daß sie aufgelöst werden.

Kehren die elastischen Flüssigen in den festen Zustand zurück: so nehmen sie am Umfange ab, und es entwickelt sich aus ihnen Wärmestoff. Auf diese Weise werden die sauren Gasarten von den gelösten Laugensalzen eingefogen, und machen mit denselben kristallisirte Mittelsalze. Auf diese Weise verbinden sich auch die meisten Metalle mit dem Sauerstoffe, und nöthigen denselben, den Wärmestoff zu verlassen, welcher ihm die luftförmige Gestalt gegeben hatte. Daher wird bei diesen Operationen jederzeit die Temperatur stark erhöhet.

Wenn die elastischen Flüssigen feste Körper auflösen: so wird dadurch ihr Umfang und ihre Temperatur verändert. So löst z. B. das Sauerstoffgas den reinen Kohlenstoff: aber es entsteht dabei eine starke Hitze, und der Umfang des Gas nimmt ab. Hingegen löst die atmosphärische Luft das Eis, es entsteht dabei eine Erkältung, und der Umfang der Luft nimmt zu. Auch der Schwefel, und viele andere Körper, werden von der Luft gelöst, vorzüglich die riechenden Körper, jedoch gemeiniglich nur in geringer Menge. Die genaueren Umstände dieser Arten von Lösungen sind noch unbekannt.

Wenn elastische Flüssige auf andere elastische Flüssige wirken: so entstehen daraus Erscheinungen, welche entweder mit Wärme ohne Licht, oder mit Wärme und Licht verbunden sind.

Wärme ohne Licht entsteht durch diese Wirkung, z. B. in der Verbindung des salpeterhalbsauren Gas (Salpeterluft) mit dem Sauerstoffgas (Lebensluft). Der Umfang

nimmt ab, es entsteht ein neues elastisches Flüssiges, welches gefärbt ist, und salpetersaures Gas genannt wird. Eben das bemerkt man auch bei der Verbindung des Salpeterstoffgas (phlogistificirter Luft) (mit dem Wasserstoffgas (inflammabler Luft), aus welcher Verbindung Ammoniak (flüchtiges Laugensalz) entsteht.

Die zusammengesetzten elastischen Flüssigen, welche auf diese Weise entstanden sind, können gemeiniglich, durch eine erhöhte Temperatur zerlegt werden: denn durch dieselbe erhalten die beiden Körper, welche die Mischung ausmachen, den Wärmestoff wieder, den sie, während der Vermischung, verloren hatten.

Wärme mit Licht entsteht durch diese Wirkung, z. B. in der Verbindung des Sauerstoffgas (Lebensluft) mit allen brennbaren Arten von Gas: mit dem Wasserstoffgas (brennbarer Luft) den Schwefeldämpfen, den Phosphordämpfen, u. s. w. ja sogar mit dem Salpeterstoffgas (phlogistificirter Luft.)

Flamme nennt man diejenige Erscheinung, welche sich zeigt, wenn sich das Sauerstoffgas mit einer brennbaren Art von Gas verbindet, auf eine solche Weise, daß eines von diesen beiden elastischen Flüssigen in einem anhaltenden Strome in einen Raum einfließt, welcher mit dem andern angefüllt ist.

Die elastischen Flüssigen, welche aus diesen Verbindungen entstehen, können nicht anders zerlegt werden, als vermittelt eines Körpers, dessen Wirkung auf den einen der Bestandtheile größer ist, als auf den andern.

Wird das Gleichgewicht zwischen den Kräften, welche den Zufluß des Wärmestoffes in die Körper begünstigen und verhindern, gestört: so stellt sich dasselbe mit einer Geschwindigkeit wieder her, welche bei verschiedenen Körpern verschieden ist. Daher unterscheidet man die Körper, in Rücksicht auf den Wärmestoff: in nichtleitende, halbleitende und vollkommen leitende Körper (Conductores, semi-conductores, et nonconductores).

Nichtleitende Körper des Wärmestoffes sind diejenigen, welche, wenn sie mit wärmeren Körpern in Berührung

gebracht werden, allen den Wärmestoff, der sich ihrer Oberfläche darbietet, in ihre Verbindung, nicht in ihre Zwischenräume, aufnehmen: so, daß ihre Temperatur, durch diese Zunahme des Wärmestoffes in ihrer Mischung, nicht erhöht wird. So, z. B. das Eis auf dem Schmelzpunkte, und das Kochende Wasser. Der Wärmestoff kann in ihr Inneres nicht eindringen, und daher behält der Körper lange Zeit dieselbe Temperatur. Bloß die Oberfläche des Eises nimmt Wärmestoff auf, um flüssig zu werden; und die Oberfläche des Kochenden Wassers, um elastisch zu werden.

Nichtleitende Körper des Wärmestoffes sind ferner solche, die, wenn sie mit kälteren Körpern in Berührung gebracht werden, weiter nichts, als den gebundenen Wärmestoff ihrer Oberfläche verlieren, und keinen Wärmestoff aus ihren Zwischenräumen hergeben, so, daß durch diesen Verlust des Wärmestoffes aus ihrer Mischung, ihre Temperatur nicht abnimmt. Z. B. das Wasser auf dem Gefrierpunkte, und der entstehende Dampf. Der Wärmestoff kann nicht aus ihrem Inneren herauskommen, und daher behält der Körper lange dieselbe Temperatur. Bloß die Oberfläche des Wassers verliert Wärmestoff, um fest zu werden; und die Oberfläche des Dampfes, um flüssig zu werden.

Halbleitende Körper des Wärmestoffes sind solche, mit denen der Wärmestoff theils in Verbindung übergeht, theils sich in ihre Zwischenräume vertheilt. Unter gleichen Umständen sind sie um so viel bessere Leiter, je größer das Verhältniß des Wärmestoffes, den sie in ihre Zwischenräume aufnehmen, zu demjenigen ist, welcher in ihre Verbindung übergeht. In diese Klasse gehören die meisten Körper in der Natur. Verglaste Körper und feste Körper sind die schlechtesten Leiter.

Vollkommen leitende Körper, wenn es welche gäbe, würden solche seyn, die den Wärmestoff nicht anders aufnehmen würden, als in ihren Zwischenräumen. Die Temperatur würde sich äußerst schnell in ihrem Inneren verbreiten. Am nächsten kommen dieser Definition die Metalle.

Eine allgemeine Wirkung des Wärmestoffes ist, alle

neuen Verbindungen zu verhindern, und die schon verbundenen Substanzen zu trennen. So zerlegt schon eine bloße Erhöhung der Temperatur das Ammoniakgas und das salpeterhalbsaure Gas (Salpeterluft).

Indem aber der Wärmestoff den Zusammenhang der festen Theilchen vermindert, macht er sie tüchtig neue Verbindungen einzugehen, und daher geschieht es zuweilen, daß er dadurch die Verbindungen mehr begünstigt, als er dieselben, seiner allgemeinen Eigenschaft nach, verhindert. So beraubt eine erhöhte Temperatur die sehr gesäurten Metalle eines Theils ihres Sauerstoffes, und begünstigt dagegen die Säuerung der reinen Metalle.

Aus dem Gesagten erhellt: daß die elastischen Flüssigen enthalten: 1) allen den Wärmestoff, welchen der Körper in seinem festen Zustande enthielt, und unter dem Grade des Drucks, unter welchem damals dieser Wärmestoff sich befand. 2) Allen den Wärmestoff, der sich mit ihm verband als er flüssig wurde, und unter dem geringeren Grade des Drucks, unter welchem dieser Wärmestoff sich damals befand. 3) Allen den Wärmestoff, welcher sich mit dem Körper verband, als er in den elastischen Zustand überging, und der noch weniger zusammengedrückt ist.

Wenn daher die elastischen Flüssigen ihren elastischen Zustand auf eine andere Weise verlieren als durch allmähliche Erkältung; so verlassen die verschiedenen Theilchen des Wärmestoffes den elastischen Körper mit einer Geschwindigkeit, welche bei jedem Theilchen, mit dem Drucke, unter welchem sich dasselbe befand, im Verhältnisse steht. Daher wird derjenige Wärmestoff, welcher dem festen Zustande angehörte, mit außerordentlicher Schnelligkeit sich aus dem Körper entfernen, und dadurch fähig werden, einen Eindruck auf das Organ des Gesichts zu machen, und eine Empfindung hervorzubringen, welche man Helle nennt. In dieser Rücksicht wird der Wärmestoff Licht, oder Lichtstoff genannt. Der Lichtstoff ist, demzufolge, eine bloße Modifikation des Wärmestoffes; vielleicht weiter nichts, als der, aus einem sehr zusammen gedrückten Zustande, sich, vermöge seiner Elasticität, schnell ausdehnende Wärmestoff.

## Drittes Kapitel

## Von dem Wärmemesser.

Der Wärmemesser (Calorimeter) ist eine Erfindung des Herren Lavoisier und de la Place. Eine Beschreibung dieses Instruments findet man in Hrn. Lavoisiers *éléments de Chymie*, und in den *mémoires de l'Académie de Paris* 1780. S. 364.

Die Theorie des Wärmemessers beruht auf folgenden Grundsätzen: Wenn man einen Körper, der eine Temperatur von  $32^{\circ}$  Fahr. hat, einer Temperatur von  $88^{\circ}$  aussetzt: so erwärmt sich derselbe allmählig, von seiner Oberfläche nach seinem Mittelpunkte zu, bis er eine Temperatur von  $88^{\circ}$ , wie die ihn umgebende Atmosphäre, erhält. Ein Stück Eis, welches man in eine Temperatur von  $88^{\circ}$  setzt, erwärmt sich nicht, sondern seine Temperatur bleibt immer auf  $32^{\circ}$  stehen, das heißt, auf dem Gefrierpunkte, und dieß solange, bis das Eis ganz geschmolzen ist. Eine Schichte von Eis nach der andern verwandelt sich in Wasser, solange bis alles geschmolzen ist. Nun stelle man sich vor, eine Kugel von Eis befinde sich in einer Temperatur von  $54^{\circ}$  Fahr. und in der Mitte dieser Eiskugel befinde sich ein erwärmter Körper: so folgt, daß der äußere Wärmestoff nicht durch das Eis in den inneren Theil der Kugel wird eindringen können, sondern der innere Wärmestoff wird beständig auf einander folgende Schichten von Eis schmelzen, solange, bis die Temperatur des, im Mittelpunkte der Kugel enthaltenen, Körpers =  $32^{\circ}$  seyn wird. Samlet man nun alles das Wasser, welches geschmolzen wurde, indem der Körper, im Mittelpunkte der Kugel, von seiner Temperatur bis zum  $32^{\circ}$  des Thermometers gelangte: so wird das Gewicht desselben mit der Menge des Wärmestoffes, den der Körper während seiner Erkältung verloren hat, genau im Verhältnisse stehen; denn durch zweimal soviel Wärmestoff wird zweimal so viel Eis geschmolzen. Die Menge des geschmolzenen Eises ist demzufolge ein äußerst genaues Maas der Menge von Wärmestoff, durch

welche dasselbe geschmolzen worden ist. Auf diesen richtigen Grundsätzen beruhet der Wärmemesser der Herren Lavoisier und de la Place. Er besteht aus einem zylindrischen Gefäße, welches in drei verschiedene Höhlen abgetheilt ist, von denen sich die eine in der anderen befindet. Die innerste Höhle, die größte von allen, ist von der mittleren durch ein Gitter von feinem Eisendrath getrennt, und enthält die Körper, mit denen man Versuche anstellen will. Die mittlere Höhle wird mit Eis angefüllt, so daß der, in der inneren Höhle enthaltene, Körper ganz damit umgeben ist. Das, in dieser Höhle geschmolzene, Eiswasser läuft durch eine Röhre, welche durch einen Hahn verschlossen werden kann, in ein unten stehendes Gefäß. Die äußere Höhle ist von der mittleren durch eine eiserne Wand abgesondert, so daß sie mit ihr gar keine Gemeinschaft hat. Sie wird ebenfalls ganz mit Eis angefüllt, und das geschmolzene Eiswasser läuft, durch eine eigene Röhre, in ein eigenes Gefäß. Der Deckel der Maschine wird mit Eis bedeckt. Die äußere Höhle dient, das Eindringen des Wärmestoffes aus der Atmosphäre abzuhalten.

Bei jedem Versuche füllt man die ganze mittlere Höhle mit Eis an, welches man hineinpreßt. Eben so wird auch die äußere Höhle angefüllt. Dann bringt man den Körper, mit welchem der Versuch angestellt werden soll, schnell in die innerste Höhle, setzt den Deckel über die Maschine, wartet so lange bis der Körper ganz erkaltet ist, und wiegt dann das geschmolzene Wasser. Ein solcher Versuch dauert achtzehn bis zwanzig Stunden.

Man muß die Versuche nur dann anstellen, wann die Temperatur der Atmosphäre über  $32^{\circ}$  ist. Denn der äußere Wärmestoff kann, bei einer Temperatur über  $32^{\circ}$ , wegen des in der äußeren Höhle enthaltenen Eises, nicht in die mittlere Höhle gelangen. Aber bei einer Temperatur unter  $32^{\circ}$ , könnte dieses geschehen, weil das Eis, solange es Eis bleibt, fähig ist verschiedene Temperaturen anzunehmen. Auch das Eis, dessen man sich zu dem Versuche bedient, darf nicht unter  $32^{\circ}$  seyn. Am besten thut man, in einer Temperatur

von  $39^{\circ}$  bis  $41^{\circ}$  die Versuche anzustellen; sonst entsteht, durch die Röhre, durch welche das Wasser ausläuft, ein Luftzug, welcher den Versuch unrichtig machen könnte.

Mit einer kleinen Veränderung läßt sich die Maschine auch so einrichten, daß man nach Gefallen äußere Luft in die innre Höhle bringen, und folglich Versuche über das Verbrennen der Körper und über das Athemholen der Thiere anstellen kann.

Um einen beständigen Maasstab zu haben, nimmt man an, die Menge Wärmestoff, welche nöthig ist um ein Pfund Eis zu schmelzen, sei = 1,000000. Um ein Pfund Eis zu schmelzen braucht man ein Pfund Wasser, auf der Temperatur von  $135^{\circ}$  Fahr. Das 1. in diesem Maasstabe ist demzufolge gleich der Menge von Wärmestoff, welche erfordert wird um ein Pfund Wasser von dem  $32^{\circ}$  bis zu dem  $135^{\circ}$  zu erwärmen.

Die Art, wie, vermittelst des Wärmemessers, die relative Menge des Wärmestoffs in verschiedenen Körpern gemessen wird, wird durch ein Beispiel deutlicher werden. Gesezt man habe einen Körper, welcher sieben Pfund, eilf Unzen, zwei Quentchen, und 36 Gran; oder, in Decimaltheilen des Pfundes, 7,7070319 Pfund wiege. Man erwärme diesen Körper, im kochenden Wasser, bis auf den  $207^{\circ}$ . Dann nehme man ihn schnell aus dem Wasser, und bringe ihn in die innere Höhle des Wärmemessers. Nach geendigtem Versuche wiege man das geschmolzene Eiswasser. Gesezt dasselbe wöge: ein Pfund, eine Unze, fünf Quentchen und vier Gran = 1,109795 Pfund: so frägt sich nun: Da der, durch eine Erkältung von  $175^{\circ}$  aus dem Körper entwickelte, Wärmestoff, Eis = 1,109795 schmilzt; wieviel Eis wird der, durch eine Erkältung von  $135^{\circ}$  aus dem Körper entwickelte, Wärmestoff schmelzen? Dadurch erhält man folgendes Verhältniß:  $175 : 109795 = 135 : y = 0,856128$ . Dividirt man diese Zahl noch durch 7,7070319, als die Anzahl von Pfunden; so erhält man = 0,11109 für die Menge Eis, welche ein Pfund dieses Körpers, bei einer Erkältung von  $135^{\circ}$ , schmelzen würde.

## Viertes Kapitel.

### Von der Atmosphäre.

Die Atmosphäre ist eine Mischung aus allen den Körpern, welche sich, in dem Grade von Temperatur, in welchem wir leben, in elastische Flüssige verwandeln können, und aus allen den Körpern, welche sich in diesen elastischen Flüssigen lösen können.

Es ist gar nicht unwahrscheinlich, daß feste Körper, vielleicht sogar Metalle, in der Atmosphäre enthalten sind. Ein Metall, welches um einige Grade flüchtiger wäre, als das Quecksilber, würde beständig in unserer Atmosphäre in dem Zustande eines elastischen Flüssigen enthalten seyn.

Die leichtesten elastischen Flüssigen, oder diejenigen, welche am meisten Wärmestoff enthalten, befinden sich in den obern Regionen der Atmosphäre; die schwereren sind unten. Daher ist auch die Atmosphäre unten am dichtesten, und wird weniger dicht, je höher man steigt.

**Lehrsatz.** Die Luft der Atmosphäre besteht aus zwei Arten von Gas. Aus Sauerstoffgas oder Lebensluft, welches zu Unterhaltung des thierischen Lebens dient; und aus Salpeterstoffgas oder Stickgas, welches das Leben nicht erhalten kann, sondern beim Einathmen tödlich wird.

**Beweise.** 1) Analytische Beweise. Erster Man sehe Quecksilber, in einem, mit atmosphärischer Luft angefüllten, verschlossenen Gefäße dem Feuer aus: so wird das Quecksilber schwerer, und zum Theil in einen metallischen Kalk verwandelt werden. Man untersuche die in dem Gefäß übrig gebliebene Luft: so wird man finden, daß dieselbe um den sechsten Theil abgenommen hat, und daß die übrigen  $\frac{5}{6}$  Salpeterstoffgas sind, welches untüchtig ist das Athemholen und das Verbrennen der Körper zu unterhalten. Wird der kalzinirte Theil des Quecksilbers in einer Retorte dem Feuer ausgesetzt: so erhält man, sobald der Kalk glüht, den eingefogenen  $\frac{1}{6}$  der atmosphärischen Luft wieder, und das

Quecksilber ist im metallischen Zustande. Dieser sechste Theil ist Sauerstoffgas, und ist tüchtig zum Athemholen und zum Verbrennen der Körper. Während der Verkalkung verbindet sich demzufolge die Grundlage des Sauerstoffgas und ein Theil des, mit demselben verbundenen Wärmestoffes, mit dem Quecksilber, und verändert es in einen Kalk. Der größte Theil des, mit der Grundlage verbundenen, Wärmestoffs wird frei, und geht in die benachbarten Körper über. Der andere Bestandtheil der atmosphärischen Luft, welcher zurück bleibt, ist unfähig das Athemholen und das Verbrennen zu unterhalten; es ist Salpeterstoffgas. Die atmosphärische Luft besteht demzufolge aus zweien elastischen Flüssigkeiten von ganz verschiedener Natur; aus Sauerstoffgas oder Lebensluft, und aus Salpeterstoffgas oder Stikluft. Q. E. D.

Anmerkung. In diesem Versuche verbindet sich niemals alles, in der Atmosphäre enthaltene, Sauerstoffgas mit dem Quecksilber, sondern es bleibt immer noch ein Theil desselben mit dem Salpeterstoffgas verbunden, und läßt sich von demselben durch das Quecksilber nicht absondern, weil die Verwandtschaft des Sauerstoffes zu dem Salpeterstoffe und auch zu dem Wärmestoffe sehr groß ist, und beide Verwandtschaften vereinigt größer sind, als die Verwandtschaft des Sauerstoffes zum Quecksilber.

Die Menge des Sauerstoffgas verhält sich, in der Atmosphäre, zu der Menge des Salpeterstoffgas in derselben, ungefähr = 27 : 73.

Zweiter Beweis. Wenn man unter einer, mit atmosphärischer Luft angefüllten, Glocke ein Stück Phosphor verbrennt, so wird die, in derselben enthaltene, Luft zuerst, wegen der entstehenden Wärme, etwas ausgedehnt, bald nachher vermindert sich aber der Raum sehr stark: so daß, wenn die Glocke über Wasser stehet, das Wasser unter der Glocke in die Höhe steigt. Das Gewicht des Phosphors hat, nach dem Verbrennen, gerade so viel zugenommen, als die Luft unter der Glocke an Gewicht verlohren hat. Wenn eine hinreichende Menge von Phosphor unter der Glocke verbrannt worden ist, so löscht nunmehr brennender Phosphor  
in

in der zurückgebliebenen Luft, eben so wie ein jeder anderer brennender Körper, sogleich aus, und diese zurückgebliebene Luft ist bloßes Stickgas, oder Salpeterstoffgas. \*)

Anmerkung. Man fülle die Glocke, statt atmosphärischer Luft, mit reinem Sauerstoffgas; so ist die Flamme des Phosphors heller, die Hitze stärker, und das Gewicht des Sauerstoffgas nimmt um so viel ab, als das Gewicht des verbrannten Phosphors zunimmt. Das überbleibende Gas ist kein Salpeterstoffgas, sondern reines Sauerstoffgas; woraus erhellet, daß das Salpeterstoffgas sich nicht aus dem verbrannten Phosphor entwickelt hat, sondern in der atmosphärischen Luft bereits vorhanden gewesen ist.

Demzufolge besteht die atmosphärische Luft aus Sauerstoffgas und Salpeterstoffgas. Q. E. D.

Synthetische Beweise. Erster. Man vermische 73 Theile Salpeterstoffgas, welches man, nach einer Methode die unten angegeben werden soll, durch Auflösung thierischer Körper in der Salpetersäure bereitet hat, mit 27 Theilen Sauerstoffgas aus der Quecksilber-Halbsäure, oder der schwarzen Magnesium-Halbsäure (Braunstein): so erhält man atmosphärische Luft.

Zweiter Beweis. Wenn man, nach dem Verbrennen des Phosphors in der atmosphärischen Luft, mit dem zurückgebliebenen Salpeterstoffgas so viel reines Sauerstoffgas vermischt, als das Gewicht beträgt, um welches der Phosphor während des Verbrennens zugenommen hat, so ist die Mischung an Beschaffenheit der atmosphärischen Luft gleich.

Dritter Beweis. Man mische die  $\frac{2}{3}$  Salpeterstoffgas, welche in dem obigen Versuche nach der Kalzination des Quecksilbers zurück geblieben sind, mit dem  $\frac{1}{3}$  Sauerstoffgas,

---

\*) In der ersten Auflage hatte ich den analytischen Beweis bloß durch das Quecksilber geführt; da aber gegen jenen Beweis einige Einwendungen gemacht wurden, so habe ich, auf Herrn Richters Rath, S. 56 nunmehr den Beweis durch den Phosphor noch zugesetzt.

welchen man aus dem kalzinirten Quecksilber erhielt: so bekommt man wieder eben dieselbe Menge atmosphärische Luft, die man zerlegt hatte. Diese beiden Arten von Gas machen demzufolge, mit einander vereinigt, wahre atmosphärische Luft. Die atmosphärische Luft besteht also aus Sauerstoffgas und aus Salpeterstoffgas. Q. E. D.

Anmerkung. Ich habe gesagt, daß der größte Theil des, mit dem Sauerstoffgas verbundenen, Wärmestoffs frei werde. Da aber die hiedurch verursachte Zunahme der Temperatur, wegen der zu der Kalzination nothwendigen Hitze, nicht bemerkt werden kann: so muß man, um auch dieses zu beweisen, einen andern Versuch anstellen, der keine äußere Wärme erfordert.

Versuch. Man befestigt an das Ende eines spiralförmig gedrehten Eisendraths ein kleines Stück Schwamm. Das andere Ende des Eisendraths wird in einem Korkstöpsel befestigt. Nachher wird eine starke und große Glasflasche mit Sauerstoffgas angefüllt. Man zündet den Schwamm an, bringt schnell den Eisendrath in die Flasche, und verschließt, vermittelst des Korkstöpsels, die Öffnung derselben fest zu. Sogleich fängt der Schwamm an, in dem Sauerstoffgas mit einer lebhaften Flamme zu brennen. Die Flamme theilt sich dem Eisendrathe mit, und dieser verbrennt ganz, indem er glühende Funken um sich streut. Diese Funken sammeln sich in kleinen Kügelchen, auf dem Boden der Flasche. Sie bestehen aus einem brüchigen Eisen, welches vom Magnete nicht mehr so stark wie vorher angezogen wird. Das Eisen ist in eine metallische Halbsäure, in einen sogenannten Kalch, oder Eisenmohr, verwandelt worden. Es läßt sich nunmehr im Mörser leicht zu Pulver stoßen. Aus hundert Gran Eisen erhält man, nach dieser Operation, 135 Gran Eisenkalch. Die Zunahme am Gewichte beträgt demzufolge = 0,35. War das verbrannte Eisen rein: so ist das zurückbleibende Gas reines Sauerstoffgas. Aber es hat am Gewichte eben soviel abgenommen, als das Eisen zugenommen hat; das heißt, um 0,25. Es hat sich, demzufolge 0,35 von der Grundlage des Sauerstoffgas mit dem Eisen verbunden und dasselbe verkalcht. Ein Theil des, mit dem Sauerstoffgas

verbundenen, Wärmestoffes ist frei geworden. Dieser erscheint als Licht und Flamme, und verursacht das Schmelzen und Verbrennen des Eisens. Es wird demzufolge in diesem Kalzinationsprozesse der Wärmestoff frei, oder der gebundene Wärmestoff des Sauerstoffgas entwickelt sich, und erhöhet die Temperatur. Q. E. D.

Außer dem Sauerstoffgas und dem Salpeterstoffgas enthält die atmosphärische Luft immer auch noch ein wenig Kohlensäueretes Gas, oder sogenannte fixe Luft.

Man kann annehmen, daß die Atmosphäre bestehe:

Aus Sauerstoffgas = 0,27.

Salpeterstoffgas = 0,72.

Kohlensäuretem Gas = 0,01.

---

1,00.

Ein Kubikfuß atmosphärische Luft kann zwölf Gran Wasser auflösen.

Die verhältnißmäßige Menge des, in der Atmosphäre aufgelösten, Wassers wird durch das Hygrometer erforscht.

## Fünftes Kapitel.

### Von dem Sauerstoffe und dem Sauerstoffgas.

Der Sauerstoff ist die Grundlage des Sauerstoffgas. Er ist wirklich in der Natur vorhanden, und nicht etwa, wie das Phlogiston, bloß hypothetisch angenommen. Alle Körper, mit denen man ihn verbindet, werden durch seinen Beitritt schwerer, und alle Körper werden leichter, wenn man sie dieses Stoffs beraubt. Man kann ihn messen und wiegen: und Gewicht ist allemal ein sicherer Beweis der Gegenwart der Materie.

Eine der vorzüglichsten Eigenschaften der Grundlage des Sauerstoffgas ist, daß sie, mit andern Körpern verbunden, denselben einen säuerlichen Geschmack mittheilt. \*) Daher ist

---

\*) Doch ist dieser säuerliche Geschmack nicht bei allen Körpern zu be-

auch die schicklichste Benennung für diese Grundlage Sauerstoff (principium acidum).

Der Sauerstoff ist, in außerordentlich großer Menge, über die ganze Natur verbreitet. Er macht beinahe den dritten Theil des Gewichts der ganzen Atmosphäre aus. Dieser, in der Atmosphäre enthaltene, Sauerstoff erhält das Leben der Thiere und der Pflanzen, und das Verbrennen der Körper. Bisher kennt man noch kein Mittel, diesen Stoff für sich, und von andern Körpern getrennt, allein darzustellen. In der Atmosphäre ist er mit dem Wärmestoff verbunden, und mit Salpeterstoffgas gemischt.

Das Sauerstoffgas besteht demzufolge aus Sauerstoff und aus Wärmestoff. Um beide Bestandtheile zu trennen, darf man nur das Sauerstoffgas mit einem Körper in Verbindung bringen, mit welchem der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft hat, als mit dem Wärmestoffe. In diesem Falle wird sich der Sauerstoff mit diesem Körper, und der Wärmestoff mit den benachbarten verbinden. Zwei solche Arten von Zersetzung habe ich vorher schon angegeben, nemlich mit dem Quecksilber und dem Eisen. Nun sollen noch einige andere folgen.

Versuch. Man fülle eine große Glocke mit Sauerstoffgas, bringe unter dieselbe, in einer Kapsel, eine bestimmte Menge von Phosphor, und zünde nachher den Phosphor, vermittelst eines glühenden Eisens, oder durch ein Brennglas, an. Der Phosphor verbrennt sehr schnell, und mit einer hellen Flamme. Eine große Menge Wärmestoff verbindet sich mit den benachbarten Körpern, und die innere Seite der Glocke wird mit weißen, lichten Flocken, die nichts anders sind als trockne Phosphorsäure, ganz überzogen.

100 Theile Phosphor geben 2,54 Theile feste Phosphorsäure, und nehmen folglich, während des Verbrennens, 1,54

---

merken, die Sauerstoff enthalten. Wasser, Braunstein, u. s. w. haben keinen säuerlichen Geschmack, ungeachtet sie Sauerstoff enthalten.

Theile Sauerstoff auf. Wenn das Sauerstoffgas rein war, so ist das Gas welches übrig bleibt ebenfalls reines Sauerstoffgas. Und dieses beweist, daß während des Verbrennens sich nichts aus dem Phosphor entwickelt hat.

Durch das Verbrennen wird demzufolge der Phosphor mit dem Sauerstoffe vereinigt, und dadurch in eine Säure verwandelt. Diese Operation nennt man, mit einem allgemeinen Ausdrucke, die Säuerung des Phosphors, oder sein Verbrennen: denn beide Ausdrücke bedeuten einerlei. Durch den Ausdruck: einen Körper säuren, versteht man die Verbindung eines Körpers mit dem Sauerstoffe, oder das Verbrennen desselben.

Um soviel der Phosphor während des Verbrennens am Gewichte zugenommen hat: genau um soviel hat das Sauerstoffgas, in welchem er verbrannt wurde, am Gewichte abgenommen.

Bei einem gewissen Grade der Temperatur hat demzufolge der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zu dem Phosphor, als zu dem Wärmestoffe. Daher verbindet er sich mit dem Phosphor, und macht Phosphorsäure, während der Wärmestoff sich mit den benachbarten Körpern verbindet \*) Die Phosphorsäure besteht demzufolge aus Phosphor und aus Sauerstoff.

In der atmosphärischen Luft verbrennt der Phosphor langsamer, weil das, mit derselben vermischte, Salpeterstoffgas das Verbrennen hindert.

Der Schwefel hat ebenfalls die Eigenschaft das Sauerstoffgas zu zerlegen, und sich mit dem Sauerstoffe desselben zu verbinden. Es entsteht aus dieser Verbindung, die Schwefelsäure, welche weit schwerer ist, als der Schwefel, aus dem sie entsteht.

---

\*) Hr. Richter thut mir sehr unrecht, wenn er S. 80 sagt, daß ich alle Erscheinungen des Verbrennens durch eine einfache Verwandtschaft erkläre, ich erkläre sie alle durch eine doppelte Verwandtschaft, wie aus dieser Stelle erhellt. Die benachbarten Körper, mit denen sich der frei gewordene Wärmestoff verbindet, machen das vierte Glied in der Verbindung aus.

**Versuch.** Man fülle eine sehr große Glocke mit Sauerstoffgas ganz an. Diese Glocke setze man auf Quecksilber, und unter die Glocke bringe man, auf einer Theeschale, zwölf Gran Schwefel. Dann zünde man, vermittelst eines Brennglases, den Schwefel an. Er wird mit einer blauen Flamme brennen. Anfänglich wird, durch den Wärmestoff, welcher sich entwickelt, das Gas unter der Glocke ausgedehnt. Dann entstehen weiße Wolken, welche bald nachher die ganze Glocke anfüllen. Endlich löscht die Flamme aus, und ein großer Theil des Schwefels bleibt unverbrannt. Die ganze innere Oberfläche der Glocke ist mit Schwefelsäure bedeckt. Der Schwefel hat acht Gran am Gewicht verloren. Nachdem, durch öfteres Auswaschen der Glocke mit Wasser, alle Schwefelsäure abgewaschen ist: wird man finden, daß dieses Wasser 26 Gran mehr wiegt, als vorher. Folglich sind hier während des Verbrennens, aus acht Gran Schwefel, 26 Gran Schwefelsäure entstanden, und der Schwefel hat demzufolge 18 Gran aus der Luft, während des Verbrennens, an sich gezogen. Das was in der Glocke übrig bleibt, ist reines Sauerstoffgas, aber es hat 18 Gran am Gewicht verloren, gerade soviel als der Schwefel zugenommen hat. Hieraus folgt: 1) daß die Schwefelsäure, vor dem Verbrennen, im Schwefel nicht enthalten ist. 2) daß, durch Verbrennen des Schwefels, das Gas am Gewicht und Umfange abnimmt. 3) daß der Schwefel eine einfache Substanz ist, welche, während des Verbrennens, sich mit dem Sauerstoffe verbindet, und durch diese Verbindung in Schwefelsäure verwandelt wird.

Auch die Kohle zerlegt das Sauerstoffgas, und verbindet sich mit dem Sauerstoffe desselben.

**Versuch.** Man bringe eine bestimmte Menge Kohlenpulver, auf einer kleinen Schale, unter eine, auf Quecksilber stehende, und mit Sauerstoffgas angefüllte Glocke. Man zünde nachher, vermittelst eines Brennglases, unter der Glocke den Kohlenstaub an. Er wird anfänglich mit heller Flamme brennen, und sehr viel Wärmestoff wird sich entwickeln. Allmählig aber werden Licht und Wärme abnehmen, und endlich wird die Kohle ausgelöscht. Nach geens

digtem Versuche findet man, daß das Sauerstoffgas, unter der Glocke, am Anfange ein wenig abgenommen hat, und daß nunmehr das reine Sauerstoffgas in eine Mischung aus  $\frac{2}{3}$  kohlungesäuertem Gas (fixer Luft) und  $\frac{1}{3}$  unverändertem Sauerstoffgas verwandelt worden ist. Die Kohle hat am Gewichte abgenommen, und eben soviel hat das Gas unter der Glocke am Gewichte zugenommen. 100 Gran kohlungesäuertes Gas bestehen, aus 28 Gran Kohlenstoff, und aus 72 Gran Sauerstoff.

Das kohlungesäuerte Gas besteht aus Kohlenstoff, aus Sauerstoff und aus Wärmestoff.

Die Säure, welche aus der Verbindung des Sauerstoffes mit dem Kohlenstoffe entsteht, erscheint niemals anders, als in Gasgestalt. Aber sie vereinigt sich mit dem Wasser. In diesem Zustande macht sie die Kohlenensäure aus.

Die Kohle verbrennt in einer gewissen Temperatur, weil alsdenn der Sauerstoff sich mit dem Kohlenstoffe vereinigt, und der Wärmestoff sich mit der Atmosphäre verbindet, daher Licht und Wärme entsteht. Ein anderer Theil des Wärmestoffes bleibt mit der neu entstandenen Säure verbunden, und daher ist auch diese immer im elastischen, gasförmigen Zustande. Eben deswegen, weil nicht, wie bei der Verbrennung des Schwefels, oder des Phosphors, aller, in dem Sauerstoffgas enthaltene, Wärmestoff frei wird: eben deswegen glimmt die Kohle nur während des Verbrennens, da hingegen Schwefel und Phosphor mit heller Flamme verbrennen. Das kohlungesäuerte Gas wiegt gerade soviel, als die Kohle und das Sauerstoffgas, aus denen dasselbe entstanden ist.

Anmerk. Die gewöhnliche Holzkohle ist nicht ganz reiner Kohlenstoff. Sie enthält Pottasche und Wasserstoff, und daher findet sich zuweilen in den Versuchen eine kleine, jedoch kaum merkliche, Verschiedenheit.

Der Sauerstoff hat eine größere Verwandtschaft mit dem Kohlenstoffe, als mit dem Schwefel. Daher kann man, vermittelst der Kohle, der Schwefelsäure den Sauerstoff entziehen, und den Schwefel wieder herstellen.

Versuch. Man verbinde zwei Quentchen konzentrierte Schwefelsäure mit Pottasche. Das, aus der Verbindung

entstehende, Mittelsalz lasse man krystallisiren und reibe dasselbe nachher zu Pulver. Mit diesem Pulver vermische man 5 Gran Kohlenstaub, und fülle mit dieser Mischung eine metallene Röhre so an, daß keine Verbindung der Mischung mit der atmosphärischen Luft vorhanden ist. Diese gefüllte Röhre lege man in das Feuer, und fange das sich entwickelnde Gas auf: so erhält man 14 Gran Kohlensäures Gas, und in der Röhre findet man, nach dem Erkalten, Schwefel mit Pottasche verbunden. Die fünf Gran Kohlenstoff haben demzufolge neun Gran Sauerstoff aus der Schwefelsäure aufgenommen.

Oder: Versuch. Man vermische, in der Glühzige, Kohlenpulver mit Schwefelsäure. Es entsteht Kohlensäures Gas, und die Pottasche der Kohle verbindet sich mit dem Schwefel, so daß geschwefelte Pottasche (Schwefelleber) entsteht, aus welcher man leicht, durch eine Säure, den Schwefel herstellen kann.

Der Sauerstoff hat eine größere Verwandtschaft mit dem Kohlenstoffe als mit dem Phosphor. Daher kann man, durch Kohlenstoff, den Phosphor aus der Phosphorsäure wieder herstellen.

Versuch. Man mische Phosphorsäure und Kohlenstaub in einer Retorte, und setze die Mischung einem heftigen Feuer aus; so entsteht Kohlensäures Gas und Phosphor; weil der Sauerstoff der Phosphorsäure sich mit dem Kohlenstoffe zu Kohlensäurem Gas verbindet, wodurch der, seines Sauerstoffs beraubte, Phosphor wieder hergestellt wird.

Oder: Versuch. Man vermische zwei Quentchen Phosphorsäure mit fünf Gran Kohlenstaub. Man bringe diese Mischung in eine metallene, wohl verstopfte Röhre, verhindere allen Zugang der äußeren Luft, und fange im Feuer das sich entwickelnde Gas auf: so erhält man 13 Gran Kohlensäures Gas. Die Phosphorsäure hat 10 Gran am Gewichte verloren. Die fünf Gran Kohlenstaub haben demzufolge aus der Phosphorsäure 10 Gran Sauerstoff aufgenommen. Die Phosphorsäure findet man in diesem Versuche nur zum Theil zersetzt.

Der Sauerstoff hat eine größere Verwandtschaft zu dem

Phosphor, als zu dem Schwefel. Daher kann man Schwefelsäure durch Phosphor zerlegen, und den Schwefel herstellen.

Versuch. Man setze zwei Quentchen Schwefelsäure mit zehn Gran Phosphor, in einer metallenen Röhre, dem Feuer aus: so erhält man Phosphorsäure und Schwefel, weil der Sauerstoff den Schwefel verläßt, um sich mit dem Phosphor zu verbinden.

In einer gewissen Temperatur hat der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft mit dem Quecksilber, als mit dem Wärmestoffe. Dieses erhellt aus einem oben schon angeführten Versuche, Aber in einer noch höhern Temperatur verhält sich diese Verwandtschaft umgekehrt, und der Sauerstoff verläßt wieder das Quecksilber, mit welchem er verbunden war, um sich mit dem Wärmestoffe zu verbinden.

Versuch. Man nehme einen kleinen Kolben mit flachem Boden und langem Halse, der sich in eine feine haarsförmige Oefnung endigen muß. In diesen Kolben gieße man acht Unzen Quecksilber, und setze nachher den Kolben, acht Monate lang, einer solchen Wärme aus, daß das Quecksilber beständig kochet. Wegen der, durch die kleine Oefnung eindringenden, atmosphärischen Luft, wird, vermöge des Sauerstoffgas, welches einen Bestandtheil dieser Luft ausmacht, das Quecksilber allmählig gesäurt, und verwandelt sich endlich in ein rothes Pulver, welches 8,054 Unzen wiegt, und folglich um 0,054 Unzen schwerer ist, als das zu dem Versuche angewandte Quecksilber. Diese 0,054 sind der Sauerstoff, welcher sich mit dem Quecksilber während der Kalzination verbunden hat.

Auch andere Metalle entziehen, bei einer gewissen Temperatur, dem Sauerstoffgas den Sauerstoff. Z. B. das Zinn.

Versuch. In eine gläserne Retorte, deren Gewicht und Maas man auf das genaueste kennt, bringe man eine bestimmte Menge reines Zinn, und wiege dann die Retorte mit dem Zinne noch einmal. Darauf erwärme man die Retorte, und siegle nachher die Oefnung hermetisch zu, so daß keine Luft von außen in dieselbe eindringen kann. Nun wiege man nach dem Erkalten den Apparat abermals, und bemerke, wie viel die Luft wiegt, welche während des Er-

wärmens weggegangen ist. Nunmehr wird die Retorte wieder über das Feuer gesetzt, und langsam erwärmt. Das Zinn schmilzt, verliert seinen Glanz, wird bleich und mit einem röthlichen und nachher schwärzlichen Pulver bedeckt. Dieses Pulver ist eine Zinnhalbsäure, eine Verbindung des Sauerstoffs mit dem Zinne. Sobald sich kein solches Pulver mehr absondert, läßt man das Feuer ausgehen, und die Retorte erkalten. Nach dem Erkalten wird dieselbe abermals gewogen, und sie wiegt genau noch eben soviel als vorher, da sie dem Feuer ausgesetzt wurde. Bricht man nun den Hals entzwei: so dringt die äußere Luft, mit Pfeifen und Geräusch, hinein und ersetzt diejenige Luft, welche sich mit dem Metalle verbunden hat. Wenn man die Retorte jetzt wiegt: so findet man sie schwerer, als sie war, da sie zum allerersten mal gewogen wurde, und zwar gerade um soviel, als das Zinn, während der Kalzination, am Gewichte zugenommen hat.

Oder: Versuch. Man fülle eine Glocke mit Sauerstoffgas an, bringe unter diese Glocke etwas Zinnseile auf einer irdenen Schaal, und setze die Glocke auf den Quecksilberapparat. Nun zünde man, mittelst eines Brennsiegels, das Zinn unter der Glocke an. Es wird anfangen zu brennen und sich zu säuren. Dabei wird das Quecksilber unter der Glocke in die Höhe steigen, zum Beweise daß Sauerstoffgas eingesogen worden ist. Auf diese Art kann man das Gas beinahe ganz sich mit dem Zinne verbinden lassen. Nach geendigtem Versuche findet sich, daß das Zinn in eine Halbsäure verwandelt ist, und gerade soviel am Gewichte zugenommen hat, als die Abnahme des Gewichts des Sauerstoffgas beträgt.

So entstehen alle Säuren und Halbsäuren. Der Sauerstoff ist allen gemein und säuert sie. Ihr Unterschied besteht bloß in dem Körper, welcher durch den Sauerstoff in eine Säure verwandelt ist. Jede Säure oder Halbsäure besteht demzufolge aus zwei Bestandtheilen: aus dem gesäuerten Körper, oder der Grundlage der Säure, und aus dem säurenden Körper, oder dem Sauerstoffe.

Soll ein Körper sich mit dem Sauerstoffe verbinden; so wird erfordert: daß seine kleinsten Theile von einander getrennt seyen, damit die Verwandtschaft ihres Zusammenhanges nicht größer sei, als ihre Verwandtschaft mit dem Sauerstoffe. Man trennt sie durch den Wärmestoff, welchen man zwischen sie bringt. In dem Augenblicke, in welchem die kleinsten Theile des Körpers soweit getrennt sind, daß sie von dem Sauerstoffe stärker angezogen werden, als sie sich unter sich selbst anziehen, findet die Säuerung statt.

Die zur Säuerung nöthige Temperatur ist für verschiedene Körper sehr verschieden. Sehr viele, ja beinahe alle einfache und unzerlegte Körper, säuren sich durch bloßes Aussetzen an die Luft, bei einer gehörigen Temperatur. Blei, Quecksilber und Zinn, brauchen keine viel höhere Temperatur, als die gewöhnliche Temperatur der Atmosphäre. Kupfer und Eisen brauchen eine viel höhere Temperatur, um gesäuert zu werden, solange sie ganz trocken sind, und in einer ganz trockenen Luft sich befinden.

Hr. Prof. Göttling setzte eine, mit Sauerstoffgas angefüllte, und wohl verwahrte Flasche, umgekehrt in eine Schaal le Wassers in sehr mäßigen Sonnenschein. Von demselben Sauerstoffgas setzte er, zu gleicher Zeit, eine ähnliche Flasche in den Keller. Nach vier Wochen konnte in einem, mit dem im Tageslichte gestandenen Gas angefüllten, Unzenglase ein glimmender Span Holz nur sechsmal hinter einander angezündet und ausgeblasen werden; in eben soviel Gas aus dem Keller hingegen siebzehn mal. Dieser Versuch scheint durch die Verschiedenheit der Temperatur sich sehr leicht erklären zu lassen. Je mehr man Wärmestoff aus dem Sauerstoffgas dadurch entfernt, daß man dasselbe einer niedrigen Temperatur aussetzt, desto mehr konzentriert sich der Sauerstoff; und umgekehrt. Man kann einen Kubikzoll Sauerstoffgas durch Erwärmen zu drei Kubikzollen ausdehnen. Natürlich wird in diesem Falle ein Span Holz dreimal länger, in einem Kubikzolle des konzentrierten als in einem Kubikzolle des ausgedehnten Sauerstoffgas brennen, weil ein Kubikzoll des

ersten dreimal soviel Sauerstoff enthält, als ein Kubikzoll des letztern.

Geschieht die Säuerung der Körper sehr schnell, so entsteht Licht und Wärme. Z. B. bei der Säuerung des Phosphors in der Atmosphäre, und bei der Säuerung des Eisens in dem Sauerstoffgas. Metalle säuren sich langsamer, und ohne merkliches Licht und Wärme.

Einige Körper haben eine so große Verwandtschaft zum Sauerstoffe, daß wir sie gar nicht anders kennen, als im gesäuerten Zustande. So die Kochsalzsäure, und vielleicht noch viele andere mineralische Körper.

Das Aussetzen an die Luft ist nicht das einzige Mittel Körper zu säuren. Statt sie mit dem Sauerstoffgas in Berührung zu bringen, darf man sie nur mit einem, mit Sauerstoff verbundenen Metalle (bei einer gewissen Temperatur) in Berührung bringen, zu welchem der Sauerstoff nur eine geringe Verwandtschaft hat, z. B. mit der rothen Quecksilberhalbsäure (*Mercurius praecipitatus ruber*). Der Sauerstoff ist nicht innig mit diesem Metalle verbunden, sondern er verläßt dasselbe schon bei der Glühhitze. Man kann daher leicht die Körper säuren, wenn man sie, mit der rothen Quecksilberhalbsäure vermischt, einer Glühhitze aussetzt. Auch die schwarze Brausteinhalbsäure (*Braunstein*), die Silberhalbsäure, und beinahe alle metallischen Halbsäuren, können hierzu dienen. Die metallischen Herstellungen (*Reduktionen*) sind weiter nichts, als Säuerung des Kohlenstoffs durch irgend ein Metall. Die Kohle verbindet sich mit dem Wärmestoffe und dem Sauerstoffe, geht als kohlengeäuertes Gas fort, und das Metall ist hergestellt.

Jeder Kubikzoll Sauerstoffgas wiegt  $\frac{1}{2}$  Gran, bei einer Temperatur von  $10^{\circ}$  Réaumur, und bei einem Drucke von 28 Zoll des Barometers.

In dem Sauerstoffgas brennen die Körper schneller, mit lebhafterer Flamme und mit stärkerer Wärme, als in der atmosphärischen Luft. Die Metalle säuren sich schneller, als in der Atmosphäre. Thiere holen freier Athem und leben

länger, als in der Atmosphäre: daher nennt man dieses Gas auch Lebensluft.

Das Sauerstoffgas ist schwerer als die atmosphärische Luft. Das Gewicht der letztern verhält sich zu dem Gewichte des erstern = 720 : 765.

Herr Priestley entdeckte das Sauerstoffgas am ersten August 1774. Dieser Tag ist merkwürdig, denn er ist der Geburtstag der antiphlogistischen Chemie.

## Sechstes Kapitel.

### Von dem Verbrennen der Körper.

Das Verbrennen besteht in der Zerlegung des Sauerstoffgas, durch einen Körper, mit welchem der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft hat, als mit dem Wärmestoff. Brennbar, oder verbrennliche Körper, sind solche welche eine große Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben. Während des Verbrennens verbindet sich der Sauerstoff mit dem verbrennlichen Körper und säuert denselben. Der vorher mit dem Sauerstoff verbundene Wärmestoff, wird frei, und verbindet sich mit den benachbarten Körpern; daher Licht und Wärme.

Jedes Verbrennen ist demzufolge eine Säuerung; und zu dem Verbrennen wird nothwendig erfordert, daß der zu verbrennende Körper eine größere Verwandtschaft zu dem Sauerstoff habe, als der Sauerstoff zu dem Wärmestoff hat. Diese Verwandtschaft findet aber nur bei einer gewissen Temperatur statt, welche für jeden brennbaren Körper verschieden ist. Daher muß man den brennbaren Körper entzünden, das heißt, denselben mit einem Körper von einer höheren Temperatur, als diejenige ist welche er selbst hat, in Berührung bringen.

Der Sauerstoff ist jetzt in der ganzen Natur in einem gewissen Gleichgewichte, zu welchem derselbe nur dann erst gelangen könnte, nachdem alle, bei der gewöhnlichen

Temperatur unserer Atmosphäre möglichen Verbrennungen, oder Säurungen, geschehen wären. Es gibt daher keine neuen Verbrennungen in der Natur, außer wenn man die brennbaren Körper (das heißt: diejenigen Körper, welche eine größere Verwandtschaft mit dem Sauerstoffe haben, als der Wärmestoff) aus diesem Gleichgewichte herausbringt, und dieselben einer höhern Temperatur aussetzt.<sup>\*)</sup> Gesetzt die gewöhnliche Temperatur unserer Atmosphäre änderte sich ein wenig; gesetzt sie wäre die Temperatur des kochenden Wassers: so könnten wir den Phosphor nicht anders, als unter der Gestalt von Phosphorsäure kennen, und die Grundlage dieser Säure würde unbekannt seyn. Es giebt also keine anderen verbrennlichen Körper für uns, oder vielmehr es kann keine anderen geben, als solche, die, bei der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre, unverbrennlich sind.

Hat man einen Körper einmal in die höhere Temperatur gebracht, in welcher derselbe verbrennlich ist; so entzündet er sich, und es fängt das Verbrennen an. Nachher entwickelt sich, aus dem Sauerstoffgas, Wärmestoff genug, um diese Temperatur zu unterhalten. Ist aber der entwickelte Wärmestoff hierzu nicht hinlänglich; so hört das Verbrennen auf.

Ein brennbarer Körper hört auf brennbar zu seyn, sobald er mit Sauerstoffe gesättiget ist. Er wird aber wieder brennbar, wenn man ihn durch einen andern Körper, welcher mit dem Sauerstoffe eine größere Verwandtschaft als er selbst hat, des mit ihm verbundenen Sauerstoffs wieder beraubt.

Das Sauerstoffgas ist der vorzüglichste, doch nicht der einzige, brennbare Körper in der Natur. Ohne Sauerstoffgas ist beinahe kein Verbrennen möglich; und aus dem Sauerstoffgas vorzüglich, oder beinahe allein, entwickeln sich

---

<sup>\*)</sup> Doch leidet dieses einige Ausnahmen; denn es gibt Körper, welche sich bei der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre entzünden, z. B. der Pyrophor. Auch gehört hieher die merkwürdige Erscheinung der Selbst-Entzündungen.

sich Licht und Wärme, so daß dieselben zur Flamme werden. \*)

Verbrennliche Körper, oder solche Körper, die eine sehr große Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben, haben auch zugleich eine große Verwandtschaft unter sich, und verbinden sich leicht mit einander. Beinahe alle Metalle lassen sich unter einander verbinden, und diese Verbindungen sind brüchiger als die Metalle selbst waren. Auch Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff verbinden sich leicht mit den Metallen.

## Siebentes Kapitel.

### Von dem Salpeterstoffe und dem Salpeterstoffgas.

Der zweite Bestandtheil der atmosphärischen Luft, ist, wie wir oben bewiesen haben, Salpeterstoffgas, und dieses besteht aus Salpeterstoff und Wärmestoff.

Ein Kubikzoll Salpeterstoffgas wiegt = 0,4444 Gran.

Das Salpeterstoffgas ist die Grundlage der Salpetersäure; das heißt Salpeterstoff und Sauerstoff geben zusammen Salpetersäure. Die Salpetersäure besteht aus  $\frac{2}{3}$  Sauerstoff, und aus  $\frac{1}{3}$  Salpeterstoff.

Versuch. Man mische 10 Theile Salpeterstoffgas mit 26 Theilen Sauerstoffgas, und lasse durch diese Mischung den elektrischen Funken durchgehen: so wird man Salpetersäure erhalten. Es wird viel Wärmestoff frei, der sich mit den benachbarten Körpern verbindet.

---

\*) Aus einigen Körpern verbindet sich doch auch ein Theil des Wärmestoffes, wann sich der Sauerstoff mit ihnen verbindet, z. B. aus dem Wasserstoffgas. Außerdem wäre es auch wohl möglich, daß in der Zukunft noch luftförmige Stoffe entdeckt würden, in denen manche Körper brennen könnten. Es kommt ja bloß darauf an, daß ein solcher Körper dem Luftstoffe seine Basis raube, um den mit derselben verbundenen Wärmestoff in Freiheit zu setzen. Allg. Litt. Zeit. 1793. No. 30.

Das Gewicht eines Kubikfußes atmosphärischer Luft, verhält sich zu dem Gewichte eines Kubikfußes Salpeterstoffgas = 720 : 675.

Der Salpeterstoff ist in großer Menge in der Natur verbreitet. Mit dem Wärmestoff verbunden giebt er Salpeterstoffgas, woraus ungefähr  $\frac{2}{3}$  der Atmosphäre bestehen. Er ist immer in Gasgestalt. Er macht einen Hauptbestandtheil der thierischen Körper aus, und ist in ihnen mit dem Kohlenstoffe und mit dem Wasserstoffe verbunden, zuweilen auch mit dem Phosphor. Alle diese Stoffe werden in den thierischen Körpern, durch den Sauerstoff, mit dem sie verbunden sind, in eine zusammengesetzte Halbsäure versetzt; zuweilen auch in eine Säure, je nachdem mehr oder weniger Sauerstoff mit ihnen verbunden ist. Mit Sauerstoff macht der Salpeterstoff das salpeterhalbsaure Gas und die Salpetersäure; mit dem Wasserstoffe macht er Ammoniak (flüchtiges Alkali). Die übrigen Verbindungen des Salpeterstoffs mit den einfachen und unzerlegten Körpern, sind größtentheils noch unbekannt.

Das Salpeterstoffgas erhält man: 1) aus der atmosphärischen Luft, indem man durch geschwefelte Pottasche, oder durch eine Lösung von geschwefelter Kalcherde, den Sauerstoff, welchen diese Luft enthält, einsaugen läßt. Zu der gänzlichen Einsaugung werden zwölf bis vierzehn Tage Zeit erfordert. Oder: 2) Eine tubulirte Retorte wird in ein Sandbad gesetzt, und mit einer gekrümmten Röhre verbunden, deren Ende in eine Vorlage geht. Diese Vorlage füllt man mit vier Unzen des allerkonzentriertesten, flüssigen Ammoniaks, vermischt mit vier Unzen reinen Wassers. Damit, durch die Wärme des Ofens, diese Vorlage nicht auch erwärmt werde: so setze man einen Ziegelstein zwischen den Ofen und die Vorlage. Mit der Vorlage wird eine gekrümmte Röhre verbunden, deren anderes Ende unter eine, mit Wasser angefüllte, Glocke geht. Nun gießt man durch die Nebenöffnung der Retorte konzentrierte, das heißt, soviel als möglich von Wasser gereinigte, Schwefelsäure in die Retorte, auf die, in derselben enthaltene, mit Kochsalz in gehörigem Verhältnisse vermischte, und

und zu Pulver gestoßene Magnesium-Halbsäure. Die hie-  
 durch sich entwickelnde, überfaure Kochsalzsäure (dephlog.  
 Salzsäure) geht in Gasgestalt weg, und kommt in die  
 Vorlage. Sobald sie das Ammoniak berührt: so zersetzen sich  
 beide gegenseitig, und das Salpeterstoffgas, welches aus die-  
 ser Zersetzung entsteht, geht ganz rein unter die Glocke. \*)  
 Oder 3) Man bringe zu Pulver gestoßene Magnesium-Halbsäure  
 in eine Retorte von Porzellan, erwärme die Retorte  
 allmählig, und fange das sich entwickelnde Gas auf. Das  
 Gas, welches sich entwickelt, ehe die Halbsäure anfängt zu  
 glühen, ist reines Salpeterstoffgas. Sobald aber die Re-  
 torte glüht, erhält man Sauerstoffgas. Dieses scheint das  
 leichteste und beste Mittel, um reines Salpeterstoffgas sich zu  
 verschaffen. Der Versuch ist auch leicht zu erklären. Bei ei-  
 ner Temperatur unter der Glühhitze zerlegt der Braunstein,  
 oder die schwarze Magnesiumhalbsäure, die atmosphä-  
 rische Luft, und nimmt aus derselben noch mehr Sauer-  
 stoff auf; daher dann der andere Bestandtheil der atmosphä-  
 rischen Luft, das Salpeterstoffgas, in die Vorlage übergeht.  
 Hört man mit dem Versuche auf, sobald kein Salpeterstoff-  
 gas mehr übergeht, so hat der Braunstein am Gewichte nicht  
 abgenommen, sondern zugenommen. Bei einer höhern Tem-  
 peratur verliert der Braunstein den Sauerstoff wieder, den  
 er bei einer niedrigeren angenommen hatte. Hierin verhält  
 sich der Braunstein völlig so, wie das Quecksilber.

Die beiden Gasarten, aus denen die atmosphärische Luft  
 vorzüglich besteht, befinden sich in derselben in keiner ge-  
 nauen und innigen Mischung. Sie sondern sich von selbst,  
 wenn die Luft ruhig ist, in zwei über einander schwebende  
 Schichten ab; das leichtere Salpeterstoffgas schwebt oben,  
 das schwere Sauerstoffgas senkt sich nieder. Wäre das Sal-  
 peterstoffgas unter den beiden Gasarten die schwerere, so könn-

\*) Die Erklärung dieses Versuches kann hier noch nicht gegeben wer-  
 den, weil von der überfauren Kochsalzsäure noch nicht ist gehan-  
 delt worden.

ten, bei ruhiger Luft, Pflanzen und Thiere schwerlich existiren. Ein großer Nutzen der Winde besteht also darin, daß sie die beiden Hauptbestandtheile der Atmosphäre von Zeit zu Zeit inniger mischen.

Da nur der eine Bestandtheil der Atmosphäre, das Sauerstoffgas, fähig ist, das Leben der Thiere zu erhalten, und da die atmosphärische Luft nur in so fern zum Athemholen tauglich ist, als sie Sauerstoffgas enthält: so hat man auf Mittel gedacht, zu erforschen, in welchem Verhältnisse das Sauerstoffgas, unter jeden gegebenen Umständen, in derselben mit den übrigen Bestandtheilen stehe, um dadurch in jedem gegebenen Falle die medizinische Güte der atmosphärischen Luft bestimmen zu können. Die, zu diesem Zwecke getroffenen, Vorrichtungen werden Eudiometer genannt. Ihre Theorie, beruhet darauf, daß sie aus jeder Mischung von mehreren Gasarten den Sauerstoff, und bloß den Sauerstoff, sehr schnell anziehen. Alle Körper, welche diese Eigenschaft besitzen, sind tauglich zu einem Eudiometer. Bis jetzt sind vorzüglich drei bekannt,

1. Der Eudiometer des Hrn. Fontana. Dieser beruhet auf dem großen Hange, den der zum Theil gesäuerte Salpeterstoff hat, sich mit dem Sauerstoffe zu sättigen, daher er denselben andern Körpern, vorzüglich aber dem Sauerstoffgas, entzieht. Das salpeterhalbsaure Gas, welches eine Verbindung des Salpeterstoffs mit dem Sauerstoffe, aber nicht bis zur Sättigung, ist, dient daher dem Hrn. Fontana zur Prüfung der Güte der Luft.

2. Der Eudiometer des Hrn. Scheele. Die geschwefelte Pottasche und die Lösung der geschwefelten Kalkerde in Wasser ziehen, wie bereits bemerkt worden ist, in verschlossenen Gefäßen, innerhalb weniger Tagen allen Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft an sich: sie dienen daher, um zu bestimmen, wieviel Sauerstoff in einer gegebenen Menge von Luft enthalten sey.

3. Der dritte Eudiometer beruhet auf der Verwandtschaft die das Wasserstoffgas (von welchem unten gehandelt werden soll) zu dem Sauerstoffe hat. Diese Verwandtschaft ist

so groß, daß das Wasserstoffgas den Sauerstoff, bei einer höhern Temperatur, den meisten Körpern, ja sogar dem Wärmestoffe entzieht. Will man nun die Güte einer gegebenen Art von atmosphärischer Luft prüfen, so wird in eine, mit einem Maasstabe versehene, gläserne Röhre, welche vermittelst eines Hahns verschlossen werden kann, von der zu prüfenden atmosphärischen Luft und von dem Wasserstoffgas gleichviel eingeschlossen. Durch die Entladung einer kleinen Leidner-Glasche wird die Mischung entzündet, wodurch sich der Wasserstoff mit dem Sauerstoffe, und der Wärmestoff mit den benachbarten Körpern verbindet. Nachher wird der Hahn unter Wasser geöffnet; das eindringende Wasser zeigt an dem angebrachten Maasstabe, um wie viel Kubikzolle der Raum abgenommen hat, folglich auch, wie viel Kubikzolle Sauerstoffgas in der untersuchten atmosphärischen Luft enthalten waren.

### Achtes Kapitel.

#### Von dem Phosphor.

Der Phosphor ist ein einfacher Körper, den man in großer Menge aus dem Urin erhält. Man findet ihn in allen thierischen Substanzen sowohl, als in einigen Pflanzen.

Die beste Art den Phosphor zu bereiten, ist folgende: Knochen erwachsener Thiere werden so lange kalzinirt, bis sie weiß sind, alsdann gestossen und durch ein feines Sieb geschlagen. Nachher gießt man mit Wasser vermischte Schwefelsäure auf dieses Pulver, aber nicht soviel, als nöthig ist, um die Knochen ganz aufzulösen. Der Schwefel verbindet sich mit der Knochenerde, und macht mit derselben eine geschwefelte Kalkerde, oder sogenannte Schwefelleber. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Phosphor der Knochen, und es entsteht Phosphorsäure, welche sich mit dem Wasser vermischt. Nunmehr gießt man das Flüssige ab, und läßt dasselbe über dem Feuer abrauchen, um die geschwefelte Kalk-

erde abzufondern. Man erhält die Phosphorsäure in Gestalt eines weißen und durchsichtigen Glases, welches zerstoßen, und welchem der dritte Theil seines Gewichts Kohlenstaub zugesetzt wird. Der Kohlenstoff raubt der Phosphorsäure den Sauerstoff, und es entsteht bei der Destillation kohlengeäuertes Gas und Phosphor. Die, durch diese Operation erhaltene, Phosphorsäure ist niemals rein, und kann daher zu feinen chemischen Untersuchungen nicht dienen.

Die Destillation des beschriebenen Gemisches aus Phosphorsäure und Kohlenstaub erfordert besondere Vorsicht. Erst wird, über dem Feuer, alles wohl umgerührt. Dann bringt man die Mischung in eine Retorte von Porzellan, die einen geräumigen, weiten Hals hat. Die Vorlage muß groß seyn. Gemeiniglich nimmt man statt derselben eine andere Retorte, deren Bauch aufwärts gekehrt wird. Oben wird dann ein Loch hineingebohrt, um den elastischen Dämpfen des sich entwickelnden kohlengeäuerten Gas einen Ausgang zu verschaffen. Diese Vorlage wird bis an den Hals mit Wasser gefüllt. Das Feuer wird langsam verstärkt, und die Temperatur solange erhöht, bis die Retorte roth glüht. Da das Gemische immer etwas Wasser enthält, so geht auch etwas phosphorirtes Wasserstoffgas über. Der Phosphor selbst erscheint in Tropfen, die in das Wasser fallen, die Tropfen werden nachher in warmem Wasser geschmolzen und durch ein Leder gepreßt.

Der Phosphor entzündet sich bei dem  $+ 32^{\circ}$  Réaumur, und verwandelt sich in Phosphorsäure; bei dem  $+ 36^{\circ}$  schmilzt er; bei dem  $+ 83^{\circ}$  verwandelt er sich in ein leuchtendes Phosphorgas; und bei dem  $+ 233^{\circ}$  fängt er an zu kochen.

Diese Versuche müssen entweder im luftleeren Raume oder in einer Gasart angestellt werden, welcher kein Sauerstoffgas beigemischt ist; denn in diesem Gas leuchtet er, säuert sich, und verbrennt.

Läßt man den geschmolzenen Phosphor langsam erkalten, so schießt er in glänzenden blätterförmigen Kristallen an.

Sie lösen den Phosphor auf, und die Auflösung ist leuchtend.

Mit den Naphthen verhält er sich eben so.

Das Alkohol löset den Phosphor sehr schwer auf. Die Auflösung sieht aus, wie ein durchsichtiges Öl. Wird sie mit Wasser vermischet und geschüttelt, so sondert sich der Phosphor wieder in fester Gestalt daraus ab, weil das Alkohol eine größere Verwandtschaft zum Wasser als zum Phosphor hat.

Der geschmolzene Phosphor wird zwischen dem  $+ 24$  bis  $+ 30^{\circ}$  Réaumur fest, und in dem Augenblicke, da er aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeht, wird eine beträchtliche Menge Wärmestoff frei, wie Hr. Pelletier durch schöne Versuche bewiesen hat.

Der zerbrechliche Phosphor wird biegsam, wenn er ein wenig gesäuert wird. Man darf denselben, zu diesem Ende, nur im Wasser eine Zeitlang an die Sonne stellen, da er sich dann, auf Kosten des Wassers, zum Theil säuert. Dieser etwas gesäuerte Phosphor nimmt eine rothe Farbe an.

Alle Säuren werden von dem Phosphor zerlegt. Wenn man Phosphor, in verschlossenen Gefäßen, einer höheren Temperatur in Verbindung mit Salpetersäure aussetzt, so erhält man Phosphorsäure.

Noch eine gute Art den Phosphor zu bereiten, ist folgende: Man löse essigsaures Blei (Bleizucker) in reinem Wasser, und giesse die Lösung allmählig in frischen Urin. Die überstehende Flüssigkeit giesse man langsam von dem Niederschlag ab; dann sammle man den Niederschlag, wasche denselben ab, vermische ihn mit Kohlenpulver, trockne ihn, und setze ihn, mit Kohlenpulver vermischet, in verschlossenen Destillationsgefäßen, einer höheren Temperatur aus: so erhält man den Phosphor in der Vorlage.

## Neuntes Kapitel.

## Von dem Kohlenstoffe und dem Kohlensäure Gas.

Der Kohlenstoff ist ein einfacher Körper, welcher sehr häufig in der Natur verbreitet ist, und sich vorzüglich in der Kohle findet.

Die gewöhnliche Holzkohle besteht aus Kohlenstoff, Wasser, Erde und Pottasche. Der Kohlenstoff ist demzufolge eine, von Wasser, Erde und Pottasche vollkommen gereinigte, vegetabilische Kohle.

Alle Thiere und Pflanzen enthalten Kohle. Um die Kohle aus den Thieren und aus den Pflanzen auszufondern, darf man nur diese Substanzen einer mittelmäßigen Temperatur aussetzen, und dieselbe nachher plötzlich erhöhen, um die letzten, in der Kohle enthaltenen, Wassertheile zu zerlegen, welche mit der Kohle hartnäckig verbunden bleiben. Bei den chemischen Operationen bleibt die Kohle, als der feuerfesteste Theil, in der Retorte zurück, nachdem alle übrigen Bestandtheile der thierischen und vegetabilischen Substanzen in Gas verwandelt worden sind.

Ein Kubikzoll Kohlensäures Gas wiegt = 0,695 Gran.

Das Kohlensäure Gas ist durchsichtig, elastisch, schmeckt säuerlich, und röthet blaue Pflanzensäfte. Man findet es rein in unterirdischen Höhlen. Im Wasser löst es sich zu gleichen Theilen, und daraus entsteht die Kohlen Säure. Durch eine höhere Temperatur entwickelt es sich wieder aus dieser Lösung in Wasser. Die Kohlen Säure ist etwas schwerer als reines Wasser. Sie sprudelt, sie hat einen säuerlichen und stechenden Geschmack, sie röthet blaue Pflanzensäfte und kocht bei einer niedrigeren Temperatur, als das Wasser. An der Luft geht das Kohlensäure Gas aus dem Wasser weg, in welchem dasselbe gelöst ist. Mit der Kieselerde verbindet sich die Kohlen Säure nicht, aber mit der Alaunerde, der Bittererde und der Kalcherde, und macht mit demselben Mittelsalze. Das Kohlensäure Gas schlägt das Kalkwas-

ser nieder, löst aber nachher, in größerer Menge zugesetzt, das entstandene Salz wieder auf. Mit Sode, Pottasche und Ammoniak, macht die Kohlensäure Mittelsalze.

Versuch. Man bringe nur eine, mit Ammoniakgas angefüllte Glocke, kohlengeäurtes Gas. Es entsteht eine dicke, weiße Wolke, es entwickelt sich Wärmestoff, und die innere Seite der Glocke wird mit kohlengeäurten Ammoniakkrystallen überzogen.

Das kohlengeäurte Gas bleibt, auch bei der niedrigsten Temperatur unserer Atmosphäre, immer in Gasgestalt. Brennende Körper löschen in demselben augenblicklich aus. Thiere, welche dasselbe einathmen, sterben. Seine spezifische Schwere verhält sich zu der spezifischen Schwere der atmosphärischen Luft = 1,5 : 1,0.

Die gewöhnliche Holzkohle ist nicht reiner Kohlenstoff. Außer dem Kohlenstoffe enthält dieselbe noch Erde, Pottasche und Wasserstoff, wie schon oben gesagt worden ist.

Die Holzkohle hat ungefähr dieselbe spezifische Schwere, wie das Wasser; der Kohlenstoff ist aber um vieles leichter.

## Zehendes Kapitel.

### Von dem Schwefel.

Der Schwefel findet sich sehr häufig in der Natur, und macht auch einen Bestandtheil der Thiere und der Pflanzen aus.

Bei einer höheren Temperatur schmilzt der Schwefel, und bei einer noch höheren wird er, in verschlossenen Gefäßen, in Gas verwandelt. Aus diesem Schwefelgas entstehen, wenn dasselbe einer niedrigen Temperatur ausgesetzt wird, kleine, kristallisirte Schwefelkrystallen, welche aussehen wie Flocken, und Schwefelblumen von den ältern Chemikern genannt worden sind. In offenen Gefäßen wird der Schwefel, wegen des Drucks der Atmosphäre, nicht in Gas verwandelt; sondern er brennt oder säuert sich, nachdem er geschmolzen ist.

Hiebei ist zu bemerken: 1) daß der Schwefel ohne den Beistritt des Sauerstoffgas niemals brennt. 2) daß er während des Verbrennens, sich säuert, oder sich mit dem Sauerstoffe verbindet. 3) daß der in Schwefelsäure verwandelte Schwefel eben soviel am Gewichte zunimmt, als das Sauerstoffgas, in welchem derselbe gesäuert wird, am Gewichte abgenommen hat. 4) daß, demzufolge, die Schwefelsäure aus dem mit dem Sauerstoffe verbundenen, Schwefel besteht.

Bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre verändert sich der Schwefel nicht. Auch wird er von dem Wasser nicht gelöst.

### Elftes Kapitel.

#### Von dem Wasserstoffe und dem Wasserstoffgas.

Wegen seiner großen Verwandtschaft mit dem Wärmestoffe, kennen wir den Wasserstoff nicht anders als in Gasgestalt. Der Wasserstoff ist sehr allgemein in der Natur verbreitet. Er ist ein Bestandtheil des Wassers, welches aus  $\frac{2}{5}$  Wasserstoff und  $\frac{1}{5}$  Sauerstoff besteht.

Der Wasserstoff hat eine sehr große Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe. Wenn daher das Wasserstoffgas, bei einer höheren Temperatur, mit dem Sauerstoffe, oder mit dem Sauerstoffgas, in Berührung gebracht wird: so verbindet sich der Wasserstoff mit dem Sauerstoffe, und es entsteht Wasser.

Das Wasserstoffgas ist entzündbar und verbrennlich; das heißt: Der Sauerstoff hat eine größere Verwandtschaft zum Wasserstoffe, als zu dem Wärmestoffe; er verbindet sich daher mit dem Wasserstoffe; es entsteht Wasser; und der, in beiden enthaltene, Wärmestoff wird frei: daher die starke Flamme, die große Wärme, und der Knall, wenn die Verbindung schnell geschieht. Ein Kubikzoll Wasserstoffgas wiegt = 0,037449 Gran.

Öfnet man eine, mit Wasserstoffgas angefüllte, Flasche und zündet das, in derselben enthaltene, Wasserstoffgas an;

so brennt dasselbe an der Öffnung ruhig fort: aber die Flamme dringt niemals in das innere der Flasche, wo der Sauerstoff fehlt. Mischt man hingegen Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas, und entzündet das Gemische; so verbrennt alles auf einmal, mit einem heftigen Knalle, welcher durch die große Elastizität des frei gewordenen Wärmestoffes entsteht.

Das Wasserstoffgas dient nicht zum Uebeholen. Angezündete Körper löschen in demselben aus. Es wird von dem Wasser nicht gelöst: aber es löst eine kleine Menge Wasser auf. Die spezifische Schwere des Wasserstoffgas verhält sich zu der spezifischen Schwere der atmosphärischen Luft  $\approx 1,0 : 12,63$ .

Eine merkwürdige Erscheinung ist die sogenannte chemische Harmonika. Durch die bekannten Mittel entbindet man in einer kleinen Glasflasche, aber nicht zu schnell, Wasserstoffgas. Nachher verstopft man die Öffnung der Flasche mit einem Stöpsel, durch welchen eine Glasröhre geht, welche wenigstens zwei und ein halb mal so lang seyn muß, als die Flasche hoch ist. An dem offenen Ende der Röhre zündet man das Gas mit Vorsicht an, damit keine Explosion geschieht, welche erfolgen würde, wenn noch atmosphärische Luft in der Flasche vorhanden wäre, und mit dem Wasserstoffgas aus der Öffnung der Röhre heraus käme. Wenn nun das Gas ruhig fort brennt, so fährt man mit einer gläsernen Glocke langsam über der Röhre auf und nieder, bis man die Stelle findet, wo die Glocke zu tönen anfängt, und einen, der Harmonika völlig ähnlichen, Schall von sich giebt. Die Glocke tönt auch dann, wann sie von außen völlig umwickelt wird. Die Glocke muß etwas eng seyn, wenn der Versuch gelingen soll.

Hr. Hermbstädt erklärt die Erscheinung aus dem, bei der Verbrennung entstehenden, luftleeren Raume, und dem Zutritte der äußeren, kälteren Luft.

Hr. Dr. Scherer bemerkt: daß das Gefäß, in welchem man das Wasserstoffgas (aus Kochsalzsäure und Zink) entwickelt, weder zu klein, noch zu niedrig seyn darf, damit nicht während des Aufwallens etwas in die Glasröhre her-

auf getrieben werde, und die Flamme auslösche. Die Flasche, in welcher die Entwicklung des Gas geschieht, wird mit einem genau passenden Kork verschlossen, durch welchen man vorher eine, vier bis sechs Zoll lange, an beiden Enden offene, Barometer-Röhre gesteckt hat. Die Barometer-Röhre darf durch den Kork nicht weit in die Flasche reichen, damit die Flüssigkeit sie nicht, während des Aufwallens, berühre. Auch darf man das entweichende Wasserstoffgas nicht zu früh entzünden; ja nicht eher, als bis keine atmosphärische Luft mehr mit ihm vermischt herauskommt, sonst wird der Korkstöpsel, nebst der Röhre, mit einem Knalle bis an die Decke des Zimmers geworfen. Brennt nun das Wasserstoffgas, so hält man über die Flamme einen Glas-Zylinder. Bald wird man einen Laut wahrnehmen, der oft so hell und durchdringend ist, daß er fast betäubt. Mit einem Zylinder von zwei Zollen im Durchmesser, zwölf bis vierzehn Zolle lang und an dem Einen Ende verschlossen, gelingt der Versuch sehr gut. Je nachdem der Zylinder höher gehalten, oder niedriger gesenkt wird, ist der Ton verschieden. Auch wird der Ton modificirt, wenn man zwei oder drei Fingerspitzen in die Oeffnung hält. Der Zylinder muß inwendig trocken seyn, sonst entsteht kein Ton.

Das Wasserstoffgas löst den Kohlenstoff, den Schwefel, den Phosphor, und verschiedene Metalle. Diese Auflösungen haben einen unerträglich unangenehmen Geruch.

Das mit dem Phosphor verbundene Wasserstoffgas, welches die neuern Chemiker gephosphortes Wasserstoffgas nennen, erhält man durch Kochen des Phosphors mit einer Lösung der Pottasche in Wasser, vermittelst der pneumatischen Geräthschaft. Die Operation ist aber sehr gefährlich, weil sich das gephosphorte Wasserstoffgas mit einer heftigen Explosion entzündet, sobald es nur die Atmosphäre, oder das Sauerstoffgas, berührt. Leichter bereitet man das gephosphorte Wasserstoffgas, wenn man an der Luft zerfallenen Kalk, Phosphor und Wasser, in eine kleine steinerne Retorte bringt, eine pneumatische Röhre anküttet, und die Retorte langsam erwärmt, nachdem man vorher die Röhre unter Wasser geleitet hat.

Das gephosphorte Wasserstoffgas entzündet sich von selbst, sobald es mit dem Sauerstoffgas in Berührung kommt. Dieses Gas riecht nach verfaulten Fischen, und der besondere Geruch der faulenden Fische entsteht durch die Entwicklung desselben.

Enthält das Wasserstoffgas Schwefel aufgelöst: so nennt man es geschwefeltes Wasserstoffgas (Leberluft). Dieses Gas entwickelt sich aus vielen stinkenden mineralischen Wassern; und von diesem Gas haben auch die thierischen Exkremente ihren abscheulichen Geruch.

Die Auflösung des Kohlenstoffes in dem Wasserstoffgas, oder das gekohlte Wasserstoffgas, hat ebenfalls einen unangenehmen Geruch. Dieses Gas entwickelt sich bei der Fäulniß der Thiere und der Pflanzen. Wird dem gekohlten Wasserstoffgas der Wärmestoff entzogen: so verwandelt sich dieses Gas in einen flüssigen, oder halbfesten Körper, in ein Öl. Die Öle sind feuerfester, oder flüchtiger (das heißt: sie haben eine größere oder geringere Verwandtschaft zum Wärmestoffe) je nachdem das Verhältniß zwischen dem Wasserstoffe und dem Kohlenstoffe in ihrer Mischung verschieden ist. Fette Pflanzenöle (*olea expressa*) enthalten eine sehr große Menge Kohle, die sich aus ihnen absondert, wenn man sie einer Temperatur aussetzt, welche größer ist, als die Temperatur des kochenden Wassers. In den riechenden Ölen hingegen ist ein genaueres Verhältniß zwischen dem Kohlenstoffe und dem Wasserstoffe, und daher zersetzen sie sich nicht, in einer Temperatur, welche den Grad des kochenden Wassers nicht übertrifft, sondern sie verbinden sich mit dem Wärmestoffe, und werden durch diese Verbindung in Gas verwandelt. Darauf beruht die Destillation dieser Öle.

Fette Pflanzenöle verwandeln sich, durch Verbrennen, in Sauerstoffgas, in Wasser und in kohlengefäurtes Gas. Sie bestehen aus 21 Theilen Wasserstoff, und aus 79 Theilen Kohlenstoff.

## Zwölftes Kapitel.

Von der Menge des Wärmestoffs welcher sich, während des Verbrennens, aus verschiedenen Körpern entwickelt.

Während des Verbrennens entwickelt sich Wärmestoff aus der Zersetzung des Sauerstoffgas; zuweilen, aber nur äußerst selten, auch aus dem brennenden, sich säurenden Körper. Der letzte Fall findet z. B. bei der Verbrennung des Wasserstoffgas statt, und darum wird auch bei keiner Verbrennung so viel Wärmestoff entwickelt, als bei der Verbrennung des Wasserstoffgas.

Die Menge des Wärmestoffs, welche sich entbindet, ist schwer zu bestimmen. Das sicherste Maas ist die Menge Eis, die durch diese Entbindung geschmolzen wird. Dieß läßt sich vermittelst des Wärmestoffs bestimmen.

Man sieht leicht ein, daß diese Bestimmung nur bei nahe richtig seyn kann, weil wir die absolute Menge des in den Körpern enthaltenen Wärmestoffs nicht kennen. Aber wenigstens können wir, vermittelst des Wärmemessers, das relative Maas des entbundenen Wärmestoffes bestimmen angeben.

Während des Verbrennens eines Pfundes Phosphor, entwickelt sich eine Menge Wärmestoff, die fähig ist hundert Pfund Eis zu schmelzen, oder, in Dezimaltheilen

= 100,0000.

Ein Pfund Kohle schmilzt, während des Verbrennens, 96 Pfund und 8 Unzen Eis

= 96,5000.

Ein Pfund Wasserstoffgas schmilzt: 295 Pf. 9 ll. und 3½ Qu. Eis

= 295,5895.

Ein Pfund Sauerstoffgas enthält eine Menge Wärmestoff, welche fähig ist 66 Pf. und 10½ Unze Eis zu schmelzen

= 66,6667.

Ein Pfund Kohlengesäuertes Gas enthält eine Menge Wärmestoff, die 21 Pfund Eis schmelzen kann

= 20,9796.

Ein Pfund Wasser, auf dem Grade Null Réaumur, enthält soviel Wärmestoff, als nöthig ist, um 12 Pf. und 5 Unzen Eis zu schmelzen = 12,3282.

In der Entstehung eines Pfundes Phosphorsäure entwickelt sich Wärmestoff = 40,0000.

In der Entstehung eines Pfundes Kohlen- gesäurten Gas, aus Kohlen, entwickelt sich = 27,0202.

In der Entstehung eines Pfundes Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff = 44,3384.

Ein Pfund Wachskerze schmilzt im Verbrennen = 133,2870. Nun besteht aber nach Hrn. Lavoisier (mémoires de l'Académie de Paris 1784. p. 606) das Pfund Wachs aus:

Kohlenstoff = 13 Unz. 1 Qu. und 23 Gran.

Wasserstoff = 2 Unz. 6 Qu. und 49 Gran.

---

Summa 16 Unz. 0 0

Über 13 U. 1 Qu. und 23 Gr. Kohlenstoff schmelzen nach obigen Versuchen = 79,3939.

Und 2 U. 6 Qu. und 49 Gr. Wasserstoff schmelzen = 52,3760

---

131,7699.

Demzufolge entwickelt sich aus der Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff, kleine Unrichtigkeiten in den Versuchen abgerechnet, eben soviel Wärmestoff, als sich entwickelt, wenn jeder dieser beiden Bestandtheile der Wachskerzen einzeln verbrannt wird.

Ein Pfund Baumöl schmilzt im Verbrennen = 148,8833. Nun besteht aber ein Pfund Baumöl, aus:

Kohlenstoff 12 U. 5 Q. 5 G. Diese schmelzen = 76,1872

Wasserstoff 3 U. 2 Q. 67 G. Diese schmelzen = 62,1505

---

16 U. 0 0 138,3377.

Hier ist also ein Unterschied von = 10,5456. Es hat sich 10,5456 mehr Wärmestoff entwickelt, als sich hätte ent-

wickeln sollen. Wahrscheinlich hängt dieses von unvermeidlichen Fehlern bei dem Versuche ab.

Es entwickelt sich mehr Wärmestoff bei dem Verbrennen des Wasserstoffgas, als bei dem Verbrennen des Phosphors; weil, im ersten Falle, beide mit einander verbundenen Gasarten Wärmestoff liefern, da hingegen bei der Verbrennung des Phosphors bloß das Sauerstoffgas Wärmestoff liefert. In der Verbrennung des Kohlenstoffs wird weniger Wärmestoff frei, weil das, aus diesem Verbrennen entstehende, kohleugesäuerte Gas mit einem Theile des Wärmestoffs sich verbindet; denn es bedarf desselben, um in dem Zustande von Gas zu seyn.

### Dreizehntes Kapitel.

#### Von dem Wasser.

Quum inter omnia corpora, quae homines quotidie conspiciunt, aqua communissima habeatur omnium, eaque sensibus assiduo explorari, atque ad pleraque opera adhiberi soleat, evenit, ut putaverit unusquisque, se ejus naturam penitus perspexisse. Illi vero, qui sollicita cum cura ingenium illius intelligere sategerunt, vix invenere ullam rem, in rebus naturalibus, quae difficilius cognoscitur. Boerhaave in Chemia.

**Lehrsatz.** Das Wasser besteht aus Sauerstoff und aus Wasserstoff, und beide Stoffe vereinigt geben Wasser.

**Beweise.** Existenz analytische Beweise.

1. Versuch: Man überziehe eine starke Röhre von grünem Glase mit einem feuerbeständigem Teige. Dann lasse man die Röhre etwas abhängig, mitten durch einen dazu gebauten Ofen gehen. Das obere Ende dieser Röhre verbinde man mit einer gläsernen, mit reinem Wasser angefüllten, Retorte. Das untere Ende der Röhre verbinde man mit der schlangenförmigen Röhre eines Kühlfaßes, deren anderes En-

de in den Hals einer gläsernen Flasche mit zwei Öffnungen geht. In die andere Öffnung dieser Flasche wird eine gebogene gläserne Röhre fest gelöthet, die unter einen Apparat geht, welcher dazu dient, die sich entbindenden Gasarten aufzufangen, um dieselben nachher zu untersuchen. Nachdem alles so geordnet worden, wird das Feuer in dem Ofen, welcher die gläserne Röhre enthält, angezündet, und während des ganzen Versuches die Röhre glühend erhalten. Zugleich zündet man auch das Feuer unter der Retorte an, und erhält das Wasser in derselben beständig im Kochen. Der Erfolg dieses Versuches ist: 1) Man lasse die gläserne Röhre ganz leer: so wird das Wasser in der Retorte anfangen sich in Gas zu verwandeln und die Röhre anzufüllen. Die durch dieses Wassergas aus der Röhre vertriebene atmosphärische Luft, geht unter den pneumatischen Apparat. Das Wassergas verdichtet sich, durch die Kälte, in dem Kühlfaße, und fällt tropfenweise in die vorgelegte gläserne Flasche. Nach geendigter Destillation findet man, in der Flasche, ganz genau dieselbe Menge Wasser wieder, welche in der Retorte war. 2) Man fülle die Röhre mit kleinen Stücken von zerstoßenen Kohlen an (welche vorher, in einem verschlossenen Gefäße, wohl ausgeglüht seyn müssen). Nun wird das Wasser zwar, eben so wie im vorigen Versuche, durch das Kühlfaß, tropfenweise, in die gläserne Flasche fallen, aber zugleich entwickelt sich eine beträchtliche Menge von Gas, welches unter den pneumatischen Apparat geht. Nach geendigtem Versuche findet man in der Röhre, statt der Kohle, weiter nichts als einige Partikeln Asche: die Kohle ist ganz verschwunden. Das Gas, welches sich entwickelt hat, ist von zweierlei Art; nemlich Kohlensäures Gas, und Wasserstoffgas. Das Gewicht dieser beiden Gasarten beträgt, zusammengenommen, genau soviel als das Gewicht der Kohlen in der Röhre, und das Gewicht des verlohren gegangenen Wassers zusammen betragen. Es seyen z. B. in der Röhre enthalten 28,0 Gran Kohle, und das Wasser habe, während der Destillation, verlohren, 85,70 Gran: so erhält man 100,9 Gran Kohlensäures Gas und 13,70 Gran

Wasserstoffgas. Das Gewicht der beiden Gasarten zusammen genommen beträgt demzufolge  $\equiv 113,70 \equiv 28,0 + 85,70$  oder  $\equiv$  dem Gewichte der Kohlen  $+$  dem Gewichte des zerlegten Wassers. Oben ist aber bewiesen worden, daß 100 Gran Kohlensäures Gas aus 72 Gran Sauerstoff und aus 28 Gran Kohlenstoff bestehen. Hier haben demzufolge die 28 Gran Kohlen in der Glasröhre, dem Wasser 72 Gran Sauerstoff weggenommen. Folglich bestehen 85,70 Gran Wasser aus 72 Gran Sauerstoff und aus 13,70 Gran Wasserstoff. Q. E. D. — Daß dieser Wärmestoff nicht aus der Kohle, sondern aus dem Wasser komme, soll sogleich bewiesen werden.

Anmerk. Während des Versuchs löst das Wasserstoffgas etwas Kohle auf, wodurch das Gewicht des Wasserstoffgas vermehrt, das Gewicht des Kohlensäures Gas hingegen vermindert wird. In obiger Rechnung ist aber auf diesen Umstand schon Rücksicht genommen worden.

Der Sauerstoff hat, in der Glühhitze, eine größere Verwandtschaft zum Kohlenstoffe, als zum Wasserstoffe. Er verläßt daher diesen, verbindet sich mit der Kohle, und macht mit derselben Kohlensäures Gas. Der Wasserstoff wird frei, und geht als Wasserstoffgas fort. In einer niedrigeren Temperatur ist die Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Wasserstoffe größer als zum Kohlenstoffe. Wenigstens geschieht die Zerlegung des Wassers durch die Kohle, bei der gewöhnlichen Temperatur, äußerst langsam. Indessen hat man bemerkt: daß wenn man Kohlenstaub mit Wasser vermischt, und die Mischung lange Zeit einer Wärme von  $+ 30^{\circ}$  Réaumur aussetzt, sich das Wasser allmählig zerlegt, und daß sich Wasserstoffgas entwickelt.

2. Versuch. Man fülle die Röhre mit kleinen, spiralförmigen Lamellen von weichem Eisen an, man erhalte die Röhre glühend, und destillire das Wasser durch dieselbe wie vorher. Man erhält nunmehr kein Kohlensäures Gas, sondern Wasserstoffgas. Das Eisen in der Röhre ist schwerer als vorher, und hat am Umfange zugenommen. Es löst sich in den Säuren ohne Aufbrausen auf, und wird von dem Magnet nur wenig angezogen; das heißt: das Eisen ist in

schwarz

schwarze Eisenhalbsäure (Äthiops) verwandelt worden, eben so wie das Eisen welches im Sauerstoffgas verbrannt wird. Das Gewicht des erhaltenen Wasserstoffgas, addirt zu dem Gewichte, um welches das Eisen zugenommen hat, beträgt genau soviel, als das Wasser am Gewichte verloren hat; genau soviel, als von dem Wasser zerlegt worden ist. Das Gewicht des Eisens in der Röhre betrage z. B. 274 Gran, so erhält man 15 Gran Wasserstoffgas, und das Eisen in der Röhre wiegt, nach geendigtem Versuche, 359 Gran folglich 85 Gran mehr als zuvor. Beide Gewichte zusammen betragen  $= 15 + 85 = 100$  Gran; und eben soviel hat das Wasser am Gewichte verloren, eben soviel Wasser ist zerlegt worden. In diesem Versuche sind demzufolge 100 Gran Wasser zerlegt worden. 85 Gran Sauerstoff haben sich mit dem Eisen vereinigt, und dasselbe in schwarze Eisenhalbsäure verwandelt. Zugleich haben sich 15 Gran Wasserstoffgas entwickelt. Folglich besteht das Wasser aus Sauerstoff und aus Wasserstoff. Q. E. D.

Aus diesem Versuche erhellt, daß 100 Theile Wasser, aus 85 Theilen Sauerstoff und aus 15 Theilen Wasserstoff bestehen.

Man darf das Wasser nur mit einem Körper verbinden der mit dem Wasserstoffe, oder mit dem Sauerstoffe, eine größere Verwandtschaft hat, als beide unter sich haben: so wird das Wasser in seine beiden Bestandtheile zerlegt werden, und derjenige Bestandtheil, welcher nicht in die neue Verbindung übergeht, wird frei, und geht in Gasgestalt fort.

3. Versuch. Man fülle eine gläserne Glocke ganz mit Quecksilber an, und setze sie auf ein mit Quecksilber angefülltes Gefäß. Nachher bringe man unter diese Glocke eine kleine Schale mit Eisenfeile, über welche ein wenig reines, destillirtes, und durch Kochen von aller Luft gereinigtes, Wasser gegossen worden ist. Allmählig entwickelt sich aus dieser Mischung Wasserstoffgas, und nach einigen Monaten ist ein großer Theil der Glocke mit demselben angefüllt. Die Eisenfeile wird schwerer und ist in Eisenhalbsäure verwandelt

Nach einer genauen Berechnung wird man finden, daß jeder Gran Eisen 1,609 Kubitzolle Wasserstoffgas aus dem Wasser entwickelt hat.

4. Versuch. Wenn man eine glühende Kohle in Wasser auslöscht, so entwickelt sich Wasserstoffgas, wie Fontana bewiesen hat.

5. Versuch. Man vermische vier Unzen Wasser mit einer Unze Schwefelsäure. In diese Mischung werfe man eine bestimmte Menge Eisenfeilspäne; so wird sich augenblicklich Wasserstoffgas, in großer Menge, entwickeln, und das Eisen wird sich in der Schwefelsäure auflösen. Jede Unze Eisen entwickelt 640 Kubitzolle Wasserstoffgas. Wird die Eisenauflösung durch ein Laugensalz niedergeschlagen: so erhält man ein Mittelsalz und Eisenhalbsäure. Zu der gänzlichen Sättigung der Säure ist genau so viel Laugensalz vonnöthen, als sonst zu Sättigung von einer Unze Schwefelsäure nöthig ist. Hieraus erhellt: daß die Säure während des Versuches sich bloß leidend verhalten hat, und unzersezt geblieben ist. Folglich kommt sowohl der Sauerstoff, welcher sich mit dem Eisen verbunden hat, als auch das Wasserstoffgas, aus dem Wasser, und nicht aus der Säure. Das Wasserstoffgas in diesem Versuche enthält immer etwas Kohle aufgelöst. Es ist gekohltes Wasserstoffgas: weil es kein Eisen giebt, was nicht mehr oder weniger Kohle in seiner Mischung enthielte.

Löst man Eisen in konzentrierter, mit Wasser nicht vermischter, Schwefelsäure auf; so entwickelt sich kein Wasserstoffgas.

6. Versuch. Wenn man, unter einer, ganz mit Wasser angefüllten, Glocke ein glühendes Stück Eisen auslöscht: so entwickelt sich Wasserstoffgas.

7. Versuch. Man gieße in eine tubulirte Retorte etwas Öl, und verbinde die Retorte mit dem pneumatischen Apparat. Nachher bringe man das Öl in der Retorte behutsam zum Kochen. Dann bringe man durch die Tubulatur der Retorte, eine gläserne Röhre in das kochende Öl, und lasse, mit gehöriger Vorsicht, durch die Röhre einen

Wassertropfen nach dem andern hereinsfallen. Im Augenblicke, da das Wasser das Öl berührt, entwickelt sich Wasserstoffgas, welches unter den Apparat geht. Der Sauerstoff des Wassers verbindet sich mit dem Öle, und verwandelt dasselbe in eine Säure.

8. Versuch. Hr. Priestley setzte etwas Kohlenpulver auf einer Theeschaale unter eine Glocke auf der Luftpumpe. Dann pumpte er die Luft aus, und entzündete nachher, vermittelst eines Brennglases, die Kohle unter der Glocke. Sie verbrannte und er erhielt Wasserstoffgas, von welchem er glaubte, daß es sich aus der Kohle entwickelt hätte. Aber bei genauerer Untersuchung fand er selbst, daß dieses Wasserstoffgas dem Wasser zuzuschreiben sei, mit welchem das Leder, auf welchem die Glocke stand, befeuchtet worden war, und welches, nachdem die Glocke luftleer wurde, bei weggenommenen Drucke der Atmosphäre, sich in Gas verwandelte und die Glocke anfüllte. Als er denselben Versuch unter derselben Glocke wiederholte, aber, statt des nassen Leders, sich eines Cements zu Befestigung der Glocke bediente, brannte die Kohle nicht mehr, und es entwickelte sich kein Wasserstoffgas.

Zweitens. Synthetische Beweise.

1. Versuch. Man mache einen großen Kolben von dickem Glase ganz luftleer, lasse nachher durch zwei verschiedene, mit Hähnen versehene Röhren, wechselweise Sauerstoffgas und Wasserstoffgas in den Kolben hinein fließen. Dann zünde man, durch einen elektrischen Funken, die Mischung an, und unterhalte das Verbrennen solange man will, indem man, nach Gefallen, von dem einen, oder von dem andern Gas, zufließen läßt. Während des Verbrennens erzeugt sich Wasser, welches inwendig, an der innern Seite des Kolbens, herunterläuft, und sich, in großen Tropfen, unten im Kolben sammelt. Aus einer Mischung von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas entsteht demzufolge durch Verbrennen Wasser. Folglich besteht das Wasser aus Sauerstoff und aus Wasserstoff. Q. E. D.

Anmerkung. 1. Man muß sich wohl hüten, nicht zu

viel Wasserstoffgas auf einmal in den Kolben zu lassen: sonst würde derselbe, mit großer Gefahr der Umstehenden, zerplagen.

2. Damit das Sauerstoffgas sowohl, als das Wasserstoffgas, ganz trocken seyen, und kein Wasser aufgelöst enthalten, ist es nöthig, die Röhren, durch welche beide in den Kolben gehen, mit ganz trockner, aus dem Weinstein bereiteter, Pottasche, oder mit einem anderen Salze, welches stark die Feuchtigkeit anzieht, anzufüllen; damit beide Gasarten, im Durchgehen durch die Röhren, von allem Wasser, das sie etwa aufgelöst enthalten möchten, befreit werden.

3. Das Sauerstoffgas muß äußerst rein, und nicht etwa mit kohleugesäuertem Gas vermischt seyn. Man läßt daher dasselbe, vor dem Versuche, lange Zeit über einer Lösung von reiner Pottasche in Wasser stehen.

5. Das Wasserstoffgas erhält man am besten, und am reinsten, durch die Zerlegung des Wassers vermittelst des Eisens.

5. Man wiegt den Kolben, vor und nach dem Versuche, und erfährt dadurch das Gewicht des erzeugten Wassers.

6. Man bestimmt genau das Gewicht der beiden verbrannten Gasarten. Das Gewicht der verbrannten Gasarten ist dem Gewichte des erzeugten Wassers gleich. 85 Theile Sauerstoff, und 15 Theile Wasserstoff geben durch Verbrennen 100 Theile Wasser.

2. Versuch. Man verbrenne 16 Unzen Alkohol in verschlossenen Gefäßen, so daß man das Wasser auffängt, welches sich, während des Verbrennens, entwickelt: so erhält man 17 bis 18 Unzen Wasser. Nun kann aber das Gewicht eines Körpers unmöglich zunehmen, ohne daß sich irgend etwas mit demselben verbindet. Hier aber ist nichts vorhanden, was sich mit dem Alkohol verbinden könnte, als die Grundlage des Sauerstoffgas, der Sauerstoff. Das Alkohol enthält demzufolge einen Bestandtheil des Wassers, es enthält Wasserstoff. Dieser Wasserstoff verbindet sich, während des Verbrennens, mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen

Luft, und so entsteht Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff.  
Q. E. D.

Anmerkung. Diesen Versuch kannte schon Boerhaave. Er sagt (Elem. Chem. T. I. p. 320) Apparet hinc, materiem hanc, omnium maxime inflammabilem, dum ab igne in flammam vertitur, dum ergo ignem vere alit, videri mutari in aliam materiem, quae, post hanc mutationem, ipsum ignem nutrirı nequit amplius, sed in aquam quantam abit, quantum nobis judicare licet. An haec Aqua in Alkohole prius haeserit, nulla, nisi hac arte, separabilis? An vis ignis comburens Alkohol in aquam puram vera commutatione converterit? An aër, inter ardendum, hanc aquam suppeditaverit? Alia dein exempla docebunt, a prudentibus instituenda. Auch Geoffroy kannte den Versuch (Mém. de l'Acad. année 1718). Boerhaave hielt es für äußerst wichtig, die Ursache dieser Erscheinung zu ergründen, wie man El. Chem. p. 324. sehen kann.

3. Versuch. Hr. Priestley hat bemerkt, daß wenn man eine, mit Wasserstoffgas angefüllte, hermetisch versiegelte, gläserne Röhre in glühende Kohlen setzt, ein leerer Raum in der Röhre entstehe, daß die Röhre inwendig schwarz und rufsig werde, und daß sich Wassertropfen bilden. Hier wird das im Flintglase enthaltene Bleiglas zersezt. Ein Theil des Sauerstoffs desselben verbindet sich mit dem Wasserstoffe zu Wasser, und dadurch wird das Bleiglas in eine schwarze Bleihalbsäure verwandelt: daher der Ruß, mit welchem das Glas inwendig überzogen wird.

Daß das Wasser aus Wasserstoff und aus Sauerstoff bestehe, ist viel gewisser ausgemacht, als daß das Küchensalz aus Kochsalzsäure und aus Soda besteht.

Die Entdeckung der Bestandtheile des Wassers durch Hrn. Lavoisier ist eine der wichtigsten Entdeckungen unsers Jahrhunderts. Denn durch Zerlegung, und durch Zusammensetzung des Wassers, entstehen viele der wichtigen Naturerscheinungen täglich vor unsern Augen: z. B. Gährung, Vegetation, Fäulniß, Wachsthum der Thiere und der Pflanzen,

Regen, und viele Erscheinungen im menschlichen Körper, wie ich unten zeigen werde.

4. Versuch. Man fülle eine Glocke, welche in Quecksilber steht, mit reinem Wasserstoffgas an, und bringe dann unter diese Glocke auf einer irdenen Schale, etwas *Minium*, oder rothe Bleihalbsäure, welche vorher einem großen Grade von Wärme ausgesetzt worden ist, um alles Gas, daß sich durch Wärme entwickelt, daraus zu scheiden. Dann lasse man auf die rothe Bleihalbsäure den Brennpunkt eines Brennglases fallen: so wird die Bleihalbsäure in Blei verwandelt. Zu gleicher Zeit nimmt der Umfang des, unter der Glocke enthaltenen, Wasserstoffgas sichtbar ab, und die innere Seite der Glocke sowohl, als die Oberfläche des Quecksilbers, wird mit Wassertropfen bedeckt. Das Blei wiegt weniger als die rothe Halbsäure, aus welcher dasselbe entstanden ist.

Das Wasserstoffgas, welches unter der Glocke, nach geendigtem Prozesse, übrig bleibt, ist noch eben so rein, als es vorher war. Ein Theil des Wasserstoffgas hat sich mit dem, aus der Halbsäure entwickelten, Sauerstoffe zu Wasser vereinigt: daher die Reduktion des Bleies, die Abnahme des Gewichtes der Halbsäure und des Wasserstoffgas, und die Wassertropfen.

Alle metallischen Halbsäuren können auf eben diese Weise und mit demselben Erfolge, in Wasserstoffgas wieder hergestellt werden; ausgenommen die schwarze Eisenhalbsäure, die Zink- und Magnesiumhalbsäuren, und die Halbsäuren des Arseniks, des Spiesglanzes, des Uraniums, und des Wolframs. Die Arsenikhalbsäure und Spiesglanzhalbsäure verwandeln sich, durch die Wärme des Brennglases, in Gas, und sublimiren sich unter der Glocke. Die schwarze Eisenhalbsäure, die Zinkhalbsäure und die Magnesiumhalbsäure, lassen sich deswegen in dem Wasserstoffgas nicht herstellen, weil die Verwandtschaft des Sauerstoffes zum Eisen, zum Zink, und zu dem Magnesium, größer ist, als seine Verwandtschaft zu dem Wasserstoffe.

Die rothe Eisenhalbsäure, oder der sogenannte *Crocus Martis*, enthält mehr Sauerstoff als die schwarze Eisenhalb-

säure (Äthiops). Man kann daher die rothe Eisenhalbsäure, unter einer mit Wasserstoffgas angefüllten Glocke, durch das Brennglas zum Theil herstellen, das heißt, derselben einen Theil ihres Sauerstoffes rauben. Die rothe Eisenhalbsäure verwandelt sich alsdann in schwarze Eisenhalbsäure, das Wasserstoffgas nimmt am Umfange ab, und es zeigen sich Wassertropfen, welche aus der Vereinigung des, mit dem Eisen verbunden gewesenen, Sauerstoffes mit dem Wasserstoffe entstanden sind.

Drittens. Beweise welche zugleich analytisch und synthetisch sind.

Versuch. Man nehme eine gläserne Röhre, von zehnen Zoll Länge und anderthalb Linien im Durchmesser. Das eine Ende dieser Röhre verschließe man an der Lampe hermetisch, nachdem man vorher einen Golddrath von  $\frac{1}{12}$  Linie im Durchmesser, in die Öffnung gebracht hat, so daß nach dem Zuschmelzen der Golddrath zum Theil in der Röhre, und zum Theil außer derselben sich befindet. Durch das andere, offene Ende der Röhre, bringt man ebenfalls einen Golddrath in die Röhre welcher in einem Stöpsel so befestigt ist, daß man ihm nach Gefallen weiter in die Röhre hinein stoßen oder weiter aus derselben herausziehen kann. Nunmehr wird die Röhre mit Wasser angefüllt, welches aber vorher, durch Kochen, oder durch die Luftpumpe, von aller Luft sorgfältig gereinigt werden muß. Diese mit Wasser gefüllte, Röhre setzt man in ein kleines Gefäß, so daß die Öffnung der Röhre mit Wasser bedeckt ist. Nun läßt man durch die Röhre elektrische Funken durchgehen, die aber weder zu stark, noch zu schwach seyn dürfen. Allzustarke Funken zersprengen die Röhre; allzuschwache verhindern das Gelingen des Versuchs. Um die gehörige Stärke des Funken auszufinden verfähret man auf folgende Weise. Man entfernt den obern Drath von dem unteren ungefähr anderthalb Zoll. Das Ende des unteren Draths bringt man mit der äußeren Oberfläche der Leidenschen Flasche in Verbindung. Das Ende des oberen Draths, welcher durch das Glas durchgeht, bringt man mit einer großen isolirten Kugel von

Messing in Verbindung, welche mehr oder weniger von dem Leiter der elektrischen Maschine entfernt werden kann. Dann wird die Röhre außen sorgfältig abgetrocknet, und darauf werden kleine Funken durch dieselbe gelassen, welche allmählig verstärkt werden, solange bis man bemerkt, daß nach jedem Funken kleine elastische Luftblasen in dem Wasser aufsteigen, die sich oben in der Röhre sammeln. Wenn ungefähr sechshundert Funken durchgegangen sind, so wird man in der Röhre schon eine Säule von Gas von anderthalb Zoll Länge haben. Dieses Gas ist eine Mischung von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, den beiden Bestandtheilen des Wassers, welche durch den elektrischen Funken getrennt, und in einen elastischen Zustand verwandelt worden sind. Läßt man nun einen starken Funken durchgehen, so vereinigen sie sich wieder, und man hat abermals Wasser, wie dasjenige war, aus welchem sie entstanden sind. Man kann diesen Versuch, mit demselben Wasser, so oft man will wiederholen, und nach Gefallen die beiden Bestandtheile des Wassers getrennt oder vereinigt darstellen.

Sehr merkwürdig und wichtig sind die Versuche, welche der Hr. Kammerherr von Hauch zu Kopenhagen über das Wasser angestellt hat. Die vorzüglichsten derselben sind folgende:

Vorkläufige Bemerkungen. Die Röhren, deren man sich bei diesen Versuchen bediente, hatten den Durchmesser kleiner Flintenläuse. Sie waren achtzehn Zoll lang. In die Röhren brachte man theils leicht schmelzbare Metalle, theils andere klein gestoßene Körper. Die Röhren wurden durch einen Ofen gelegt; an einem ihrer Enden mit dem pneumatischen Apparat verbunden, und mit dem andern Ende an das Rohr eines kleinen kupfernen Gefäßes hermetisch geklütet, aus welchem die Dämpfe des kochenden Wassers durch die, im Ofen glühend gemachte, Röhre geleitet wurden. Das Wasser wurde vor den Versuchen lange gekocht, um alle Luft aus demselben auszutreiben. Die Dämpfe ließ man nicht eher durch die Röhre streichen, als bis diese weiß glühte.

1. Versuch. Wasserdämpfe durch eine, aus feinem Golde gegossene, auswärts mit einer Masse von Thon und Sand

beschlagene, Röhre getrieben, verdichteten sich beim Ausgang der Röhre, und bildeten wieder Wasser, ohne eine Spur von Gas; selbst dann, wann das Feuer bis zum Schmelzen der Röhre verstärkt wurde.

2. Versuch. Durch eine aus feinem Silber gegossene, und beschlagene Röhre, eben so.

3. Versuch. Durch eine gegossene Kupferne Röhre, eben so.

4. Versuch. Wasserdämpfe durch eine glühende eiserne Röhre getrieben, gaben Wasserstoffgas.

5. Versuch. Wasserdämpfe durch eine Röhre aus feinem Porzellan geleitet, gaben nichts als Wasser.

6. Versuch. Eben so durch eine glühende gläserne Röhre.

7. Versuch. Wasserdämpfe durch eine Röhre aus gewöhnlichem feinem Pfeifenthon gaben Salpeterstoffgas.

Anmerkung. Dieses dringt aber, wie nachher im 14 Versuch bewiesen werden soll, bloß von außen in die Röhre, und kommt nicht aus dem Wasser.

8. Versuch. Eine Unze, in kleine Stücke gebrochener, Zink wurde in eine porzellanene Röhre gethan. Nachdem die Röhre bis zum Weißglühen erhitzt war, ließ man Wasserdämpfe durch die Röhre über den Zink hinwegstreichen. Man erhielt sehr reines Wasserstoffgas, und etwas Zinkhalbsäure (sogenannte Zinkblumen).

9. Versuch. Eben so wurden Wasserdämpfe über Zinn geleitet; und man erhielt Salpeterstoffgas mit Sauerstoffgas vermischt. Das Zinn säuerte sich zu Anfang der Operation, und die Zinnhalbsäure ging, nebst den Wasserdämpfen und dem Gas, über. Hundert Theile des gemischten Gas enthielten 63 Theile des Salpeterstoffgas und 37 Theile Sauerstoffgas.

10. Versuch. Wasserdämpfe über Blei geleitet, gaben eine Mischung von Salpeterstoffgas und Sauerstoffgas. Das erstere verhielt sich zum letztern = 64 : 36.

Anmerkung. Zu Anfang des Versuchs ging die Bleihalbsäure mit dem Gas und den Wasserdämpfen über. Nachher kam das Metall selbst, als feiner Staub, zur Röhre

heraus, und erschien unter der Glocke. Überhaupt brachten bei allen diesen Versuchen die Wasserdämpfe einen Theil des reinen ungesäuerten Metalls, in Gestalt eines feinen Staubes, mit sich unter die Glocke.

11. Versuch. Wasserdämpfe durch eine porzellanene Röhre über Spiesglang geleitet, gaben eine Mischung von Salpeterstoffgas und Sauerstoffgas, im Verhältnisse wie 89 : 12.

12. Versuch. Eine Unze zu Pulver zerstoßene Magnesium-Halbsäure (Braunstein) wurde, in einer Röhre von Porzellan, zwei Stunden lang in einem starken Feuer erhalten, bis die Halbsäure kein Sauerstoffgas mehr lieferte. Nun ließ man Wasserdämpfe durch die Röhre über das Magnesium streichen, und man erhielt zuerst ziemlich reines Sauerstoffgas, nachher aber Salpeterstoffgas.

13. Versuch. Es wurden Wasserdämpfe durch dieselbe Röhre über dieselbe Magnesium-Halbsäure geleitet, welche zu dem vorhergehenden Versuche (12. Vers.) gedient hatte. Man erhielt Salpeterstoffgas. Die Operation wurde sechs mal nach einander wiederholt, und immer mit demselben Erfolge. Das Feuer wurde jedesmal zwei bis drei Stunden unterhalten. Sobald keine Wasserdämpfe mehr kamen, entwickelte sich kein Gas mehr aus der Halbsäure, obgleich die Temperatur (der Grad des Feuers) dieselbe blieb; sobald man aber das Wasser wieder zum Kochen brachte, erhielt man abermals Salpeterstoffgas. Das Magnesium hatte sich so fest an der porzellanenen Röhre angehängt, daß man es nur mit Mühe davon trennen konnte.

14. Versuch. Da man vorher (im 7. Versuch) Salpeterstoffgas erhielt, als man Wasserdämpfe durch eine irdene Röhre gehen ließ; so wurde jetzt untersucht, woher dieses Gas käme. Eine Röhre von Pfeifenthon ward in eine gegossene kupferne Röhre gesteckt, und als sie weißglühend geworden war, ließ man Wasserdämpfe hindurch gehen. Es entstand kein Gas.

Anmerkung. Das Salpeterstoffgas drang also durch die irdene Röhre von außen ein. Vielleicht geschah etwas

Ähnliches bei den Versuchen mit Metallen in porzellanenen Röhren. Versuch 8, 9, 10, 11, 12, 13.

Bis jetzt kennt man keinen Körper, welcher, bei einer höheren Temperatur, die Bestandtheile des Wassers zu trennen, und Wasserstoffgas zu liefern vermöchte; als die Kohle, den Phosphor, das Eisen, das Zink und das Zinn.

Dem Umfange nach braucht man ungefähr einen Theil Sauerstoffgas, und zwei Theile Wasserstoffgas zu verbrennen, und das daraus entstehende Wasser beträgt im Umfange ungefähr den zweitausendsten Theil des Umfangs der beiden gemischten Gasarten.

### Vierzehntes Kapitel.

Geschichte der Entdeckung der Bestandtheile des Wassers.

Lange Zeit wurde das Wasser für einen einfachen Körper, für ein Element gehalten. Einige Naturforscher behaupteten nachher, daß sich dasselbe durch öfteres Destilliren zum Theil in Erde verwandle; aber genauere Versuche haben bewiesen, daß dieses Vorgeben ungegründet war.

Newton verglich die lichtbrechende Kraft des Wassers mit der lichtbrechenden Kraft anderer durchsichtiger Körper, und schloß aus seinen Versuchen: der Diamant sey eine verbrennliche Substanz, und das Wasser sei ein Körper, der zwischen den verbrennlichen und nicht verbrennlichen Körpern ungefähr das Mittel halte. Beide Vermuthungen des großen Mannes sind durch neuere Versuche bestätigt, und als Wahrheiten anerkannt worden. Newton vermuthete ferner, daß Thiere und Pflanzen aus dem Wasser dasjenige erhielten, was sie verbrennlich macht; und auch diese Vermuthung ist jetzt eine ausgemachte Wahrheit, seitdem man die Bestandtheile des Wassers kennen gelernt hat.

Macquer bemerkte zuerst, daß bei dem Verbrennen des Wasserstoffgas Wasser entstehe: aber er kannte nicht die Wichtigkeit dieser Bemerkung. Hr. Cavendish war

der erste, welcher, im Jahr 1781, bewies, daß das Wasser aus der Vereinigung beider Gasarten entstehe, und daß das hervorgebrachte Wasser eben so schwer sei, als die beiden Gasarten, welche seine Bestandtheile ausmachen. Hr. Cavendish bewies, daß aus der Verbindung des Sauerstoffes mit dem Wasserstoffe Wasser, und aus der Verbindung des Sauerstoffes mit dem Salpeterstoffe Salpetersäure entstehe. Er bemerkte, daß bei dem Verbrennen des Wasserstoffgas mit dem Sauerstoffgas, außer dem Wasser, auch immer noch zugleich etwas Salpetersäure entstehe, daß die Menge dieser Salpetersäure verschieden sei, und daß dieselbe vorzüglich von zwei Umständen abhängt: 1) von dem Verhältnisse des Wasserstoffgas welches verbrannt wird. Ist die Menge dieses Gas sehr gering, so daß noch viel unverbranntes Sauerstoffgas zurückbleibt, so entsteht ziemlich viel Salpetersäure; ist hingegen die Menge des verbrannten Wasserstoffgas so groß, daß gar kein unverbranntes Sauerstoffgas übrig bleibt, so entsteht auch keine Salpetersäure. 2) von dem Verhältnisse des Salpeterstoffgas, welches mit dem Sauerstoffgas gemischt ist. Bedient man sich eines Sauerstoffgas, welches ganz rein und von aller Beimischung von Salpeterstoffgas frei ist; so erhält man keine Salpetersäure.

Diese Versuche des Herrn Cavendish wurden von den Französischen Chemisten wiederholt. Nicht nur suchten diese die Zusammensetzung des Wassers auf das strengste zu beweisen, sondern sie entdeckten auch Mittel, um das Wasser in seine beiden Bestandtheile zu zerlegen, und durch die Analyse zu bestätigen, was ihnen aus der Synthesis schon bekannt war. So entstand eine der größten und wichtigsten Entdeckungen unsers Jahrhunderts, die Entdeckung, daß das Wasser ein zusammengesetzter Körper sei.

Herr Monge war der Erste welcher den Versuch machte. Er erhielt, nach dem Verbrennen, Wasser welches etwas säuerlich war.

Nachher machten die Herren Lavoisier und Laplace, in Gegenwart der Commissarien der Akademie der Wissenschaften, einen zweiten Versuch. Das Sauerstoffgas,

dessen man sich, zu diesem Versuche bediente, wog fünf Unzen, fünf Quentgen und zwölf Gran. Es ließ, in einer engen, mit trocknen Laugensalze angefüllten, Röhre, durch welche es durchgehen mußte, ehe es in den Kolben kam, in welchem das Verbrennen geschah, 35 Gran Wasser zurück, welches es aufgelöst enthalten hatte. Das Wasserstoffgas wog 6 Quentgen und dreißig Gran. Es ließ in dem trocknen Laugensalze 44 Gran Feuchtigkeit zurück. Folglich wurden verbrannt:

5 Unzen, 4 Quentchen und 49 Gran Sauerstoffgas.  
mit 0 ll. 5 Qu. und 58 Gr. Wasserstoffgas.

---

6 ll. 2 Qu. 35 Gr.

Nach dem Verbrennen blieb übrig 6 Quentchen und 24 Gran gemischtes Gas. Folglich ist verbrannt worden 5 ll. 4 Qu. und 11 Gran Gas. Das erhaltene Wasser wog 5 ll. 4 Qu. und 41 Gr. folglich 30 Gran mehr als die verbrannten Gasarten. Dieser Ueberschuß entstand aus einem kleinen Fehler der Waage. Das erhaltene Wasser war säuerlich, und jede Unze desselben enthielt fünf Gran Salpetersäure. Diese Säure entstand aus dem Salpeterstoffgas, welches mit dem Sauerstoffgas gemischt war; denn das Eudiometer zeigte, daß der zwölfte Theil des Umfanges des angewandten Sauerstoffgas Salpeterstoffgas war.

Der dritte Versuch wurde von dem Mechanikus Herrn Fortin, mit einer von ihm gefertigten und verbesserten Maschine, in Gegenwart des Herrn Lefevre, Professors am königlichen Gymnasium angestellt. Man verbrannte 254 Quentgen und 10 Gran Sauerstoffgas mit 66 Quentgen und 4 Gran Wasserstoffgas, und man erhielt 279 Quentgen und 27 Gran Wasser. Das unverbrannte, elastische Residuum, wog 30 Quentgen und 23 Gran. Folglich war der Versuch so genau, daß nur 31 Gran fehlten. Das Wasser war etwas säuerlich.

In allen diesen Versuchen war das erhaltene Wasser nicht rein, sondern mehr oder weniger mit Salpetersäure gemischt, welche aus dem, mit dem Sauerstoffe verbundenen,

Salpeterstoffe durch das Verbrennen entstanden war. Da aber einige Naturforscher, und vorzüglich Hr. Priestley, behaupteten, diese Salpetersäure könne aus der Verbindung des Sauerstoffes mit dem Wasserstoffe entstanden seyn: so war es nöthig, durch neue Versuche auch diesen Einwurf zu widerlegen.

Die Herren Fourcroy, Seguin, Bauquelin und Arejula machten daher einen neuen Versuch. Um das Sauerstoffgas rein zu erhalten, bereiteten sie dasselbe aus der übersauren Kochsalzgesäuerten Pottasche. Hundert Kubikzolle dieses Sauerstoffgas enthielten nur drei Kubikzolle Salpeterstoffgas. Das Wasserstoffgas erhielten sie aus der Zerlegung des Wassers, vermittelst einer Auflösung des Zinks in verdünnter Schwefelsäure. Das Verbrennen geschah mit der größten Vorsicht und sehr langsam. Man verbrannte 25582 Kubikzolle Wasserstoffgas, und 12457 Kubikzolle Sauerstoffgas. Das verbrauchte Wasserstoffgas wog 1039,358 Gran: das Sauerstoffgas wog 6209,869 Gran. Beide verbrannte Gasarten wogen folglich zusammen 12 Unzen, 4 Quentgen und 49 Gran. Das nach geendigtem Versuche erhaltene Wasser wog 12 Unzen, 4 Quentgen und 45 Gran, folglich war hier nur ein kleiner Unterschied von vier Gran; ein Fehler, der sich bei solchen Versuchen leicht entschuldigen läßt. Das erhaltene Wasser war ganz rein und von aller Säure frei. Seine spezifische Schwere war der spezifischen Schwere des destillirten Wassers vollkommen gleich.

Bald nachher machte ich einen Versuch zu Paris, in Gesellschaft des jüngern Herrn von Jacquin, mit einer auf Kosten des Kaisers, unter Aufsicht des Herrn von Jacquin gefertigten, und für die Universität zu Wien bestimmten Maschine. Auch wir erhielten reines Wasser, ohne alle Beimischung von Säure.

### Fünfzehntes Kapitel.

Widerlegung der Einwürfe, welche gegen die Zusammensetzung des Wassers vorgebracht worden sind.

Ungeachtet, wie man aus den vorigen Kapiteln gesehen hat, wenige Wahrheiten in der Naturlehre so augenscheinlich bewiesen sind, als die Lehre von der Zusammensetzung des Wassers: so giebt es dennoch viele Naturforscher, welche diese Wahrheit leugnen, und mehr oder weniger gegründete Einwürfe gegen dieselbe machen. Man darf sich hierüber nicht wundern; denn der menschliche Geist sträubt sich gegen alles Neue, vorzüglich dann, wann ihm die bisher angenommene Vorstellungsart schon geläufig geworden ist. Wer daher in seiner Wissenschaft eine Revolution durch neue Entdeckungen machen will, der muß auf den Beifall seiner Zeitgenossen Verzicht thun, und bloß von jungen Männern, und von der heranwachsenden Generation, Dank für seine Bemühungen erwarten. Selten waren bisher die Männer, welche freimüthig gestanden, daß sie zwar dem phlogistischen Irrthume gefolgt wären, nunmehr aber der Wahrheit, von welcher sie überzeugt seyen, länger nicht zu widerstehen vermögten, und daher die Lehre vom Phlogiston in die chemische Kükammer, neben die Lehre von Salz, Schwefel und Mercurius, niedergelegt hätten. Folgendes sind die Einwürfe, mit welchen die Lehre von der Wassererzeugung jezo noch bestritten wird.

Erstens. Das Wasser entsteht nicht durch die Vereinigung des Sauerstoffes mit dem Wasserstoffe: sondern dasselbe war vorher in den beiden Gasarten schon enthalten, und wird durch das Verbrennen bloß abgesondert.

Antwort. Wenn man eine Mischung von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas verbrennt, so beträgt das erhaltene Wasser genau soviel am Gewichte, als das Gewicht der beiden Gasarten vor dem Verbrennen betrug. Wenn also

das erhaltene Wasser in den Gasarten schon enthalten war, so müßten Gas und Wasser einerley seyn. Ferner müßten Sauerstoffgas und Wasserstoffgas einerley seyn, und beide müßten Wasser seyn. Aber dieses streitet gegen alle Erfahrung: denn zwei Körper, die ganz verschiedene Eigenschaften haben, können unmöglich einerley seyn.

Außerdem giebt es einen Versuch, welcher diesen Einwurf völlig widerlegt. Man fülle eine, mit Quecksilber angefüllte und auf Quecksilber stehende, Glocke mit Wasserstoffgas, bringe einen metallischen Kalk unter dieselbe, und lasse nachher den Brennpunkt eines Brennglases auf diesen Kalk fallen: so wird der Kalk reduzirt; sein Gewicht nimmt ab; der Wasserstoff vereinigt sich mit dem Sauerstoffe, welcher, während der Reduktion, aus dem Kalke sich entwickelt; es entsteht eine beträchtliche Menge Wasser; und die Glocke füllt sich mit Quecksilber an, zum Beweise daß das Wasserstoffgas absorbirt worden ist. Das Gewicht des erhaltenen Wassers beträgt weit mehr, als das Gewicht des Wasserstoffgas betrug: es kann demzufolge nicht vorher in demselben enthalten gewesen seyn.

Zweitens. Die Zerlegung des Wassers durch das Eisen ist noch nicht bewiesen.

Antwort. Nach den wiederholten Versuchen, welche zu Paris und in Holland sind angestellt worden, kann man wohl an dieser Zerlegung nicht länger zweifeln. Der merkwürdigste Versuch ist folgender. Man füllte einen, vom Schafte genommenen, Flintenlauf mit dickem Eisendrath an, welcher vorher unter dem Hammer war breit geschlagen worden. Hierauf wurde der Flintenlauf, mit dem Eisendrathe den er enthielt, auf das genaueste und sorgfältigste gewogen, dann mit einem Kütte überzogen, und in einer schiefen Lage in einen Ofen gelegt. Die obere Öffnung des Flintenlaufs wurde hierauf mit einem großen Trichter verbunden, der voll Wasser war, aber unten das Wasser nur tropfenweise, durch eine sehr enge Öffnung durchließ, die vermittelst eines Hahns geöffnet und verschlossen werden konnte. Der Trichter war oben verschlossen, um das Ausdünsten des Wassers zu verhindern.

hindern. Am unteren Ende des Flintenlaufs war eine tubulirte Vorlage angebracht, um das nicht zerlegte Wasser aufzufangen. Aus der Tubulatur der Vorlage ging eine gläserne Röhre unter die zum Auffangen der Gasarten bestimmten Gefäße. Um den Versuch desto entscheidender zu machen, ward, vor dem Anfange des Versuches, der ganze Apparat luftleer gepumpt. Nachdem dieses geschehen war, wurde das Feuer im Ofen angezündet und der Flintenlauf glühend gemacht. Dann ließ man das Wasser tropfenweise aus dem Trichter in den Flintenlauf. Es entwickelte sich eine große Menge Wasserstoffgas. Nach geendigtem Versuche wurde der Flintenlauf aus dem Ofen genommen, und nachdem der Rütt rein davon abgeschlagen war, wurde derselbe gewogen. Am Gewichte hatte er beträchtlich zugenommen. Diese Zunahme am Gewichte zu dem Gewichte des Wasserstoffgas addirt, war ziemlich genau dem Gewichte des zersetzten Wassers gleich. Der Eisendrath, womit der Flintenlauf angefüllt war, und die innere Seite des Flintenlaufes selbst, waren ganz in schwarze Eisenhalbssäure verwandelt, welche schön kristallisirt war, und aussah wie die Eisenminer von der Insel Elba. Das durch den Versuch erhaltene Wasserstoffgas wurde mit soviel Sauerstoffgas vermischt, als sich während des Versuches mit dem Eisen verbunden hatte, und nachher verbrannt. Man erhielt etwas mehr Wasser, als zu dem Versuche angewandt war. Dieser äußerst merkwürdige doppelte Versuch, welcher mit der größten Genauigkeit öffentlich angestellt wurde, läßt an der Wahrheit der Zerlegung des Wassers nicht länger zweifeln. Solche dezisive Versuche lassen sich durch hypothetisches Raisonnement nicht wegemonstriren: man muß entweder beweisen, daß diese Versuche unrichtig sind; oder man muß andere, eben so dezisive, Versuche aufstellen, welche das Gegentheil beweisen; oder man muß sich für überzeugt halten.

Drittens. Der Versuch, wie er so eben beschrieben worden ist, ist wahr; aber in diesem Versuche wird das Wasser nicht zerlegt, sondern es entwickelt sich nur das Wasserstoffgas aus

dem Eisen, und löst das Wasser auf, so daß dasselbe verschwindet.

Antwort. Diese Erklärungart stimmt gar nicht mit den Thatsachen überein. Denn erstens ist die Zunahme des Gewichts des Eisens, addirt zu dem Gewichte des erhaltenen Wasserstoffgas, aufs allergenaueste gleich dem Gewichte des verschwundenen Wassers, und zweitens, wenn man das erhaltene Wasserstoffgas mit Sauerstoffgas verbindet, so zeigt sich, daß dasselbe im Verbrennen eben soviel Sauerstoffgas einsaugt, als die Zunahme des Gewichts des Eisens betrug, und daß das Wasser, welches nach dem Verbrennen zurückbleibt, genau soviel beträgt, als in dem Versuche zerlegt worden ist. Übrigens ist es eine sehr unwahrscheinliche, und bis jetzt noch unbewiesene Hypothese, daß das Eisen Wasserstoff oder Wasserstoffgas in seiner Mischung enthalte. Die Wahrheit dieser Hypothese müssen unsere Gegner erst noch darthun.

Viertens. Gegen die Zerlegung des Wassers streitet ein Versuch des Herrn Priestley. Hr. Priestley setzte ein Stück Eisen unter eine, mit Sauerstoffgas aus der rothen Quecksilberhalbsäure angefüllte, Glocke und ließ den Brennpunkt eines Brennglases auf das Eisen fallen. Das Gas verminderte sich und wurde von dem Eisen eingesogen. Das Eisen verwandelte sich in einen schwarzen Kalk oder Halbsäure, die schwerer war als das Metall. Nachher setzte Priestley diese Halbsäure unter eine, mit Wasserstoffgas angefüllte, Glocke und ließ den Brennpunkt darauf fallen. Es entstand Wasser, das Gas verminderte sich, und das Eisen wurde zum Theil reduziert.

Antwort. Gerade dieser Versuch ist einer der auffallendsten Beweise für die antiphlogistische Theorie. Das Wasser wird durch das Eisen zerlegt, weil, in der Glühhitze, der Sauerstoff zum Eisen eine größere Verwandtschaft hat, als zu dem Wasserstoffe. Aber diese Verwand-

schaft hat ihre Gränzen. Das Eisen wird durch das Wasser, selbst bei der höchsten Temperatur, niemals mehr als in eine schwarze Halbsäure verändert. Das Eisen nimmt von dem Wasser nicht mehr Sauerstoff an, als nöthig ist, um es in einen schwarzen, glänzenden, brüchigen, kristallisirten, schmelzbaren Eisenkalk zu verwandeln. Solange dieser, durch das Wasser entstandene, sogenannte Eisenmoth, bloß Wasser berührt, und weder mit der Luft, noch mit Säuren, noch mit andern metallischen Halbsäuren, in Verbindung gebracht wird; so bleibt er immer unverändert. Er ist mit dem Sauerstoffe nicht gesättigt; denn er enthält nur 0,280 bis 0,300, und man kann, durch andere Operationen, viel mehr Sauerstoff mit dem Eisen verbinden. Der Sauerstoff des Wassers verbindet sich mit dem Eisen nur bis auf diesen Grad: dann ist seine Verwandtschaft mit dem Eisen und dem Wasserstoffe gleich groß: es ist daher ein Gleichgewicht vorhanden, und sowohl das Wasser als der Eisenkalk bleiben unverändert. Das Wasserstoffgas, oder der Wasserstoff, reduzirt bloß diejenigen Eisenkalle, welche mehr mit Sauerstoff gesättigt sind, als der Eisenmoth, und diese Reduktion ist nicht vollständig, sondern das Wasserstoffgas bringt diese Eisenhalbsäuren nur in den Zustand eines Eisenmoths zurück, und hört dann auf. Daher saugen die braunen, rothen, gelben und weißen Eisenhalbsäuren, das Wasserstoffgas ein, werden dunkler an Farbe, und verwandeln sich in ein schwarzes Pulver, welches der Magnet anzieht: aber nicht in reines Eisen, sondern in schwarze Eisenhalbsäure. Der Wärmestoff beraubt die Eisenhalbsäuren nur desjenigen Theils Sauerstoff, welchen sie über ihre schwarze Säuerung enthalten, weil dieser Ueberfluß mehr Verwandtschaft zum Wasserstoffe als zum Eisen hat. Aber auf diesem Punkte hört auch die Reduktion auf, weil diese letzte Menge von Sauerstoff mehr Verwandtschaft zum Eisen als zum Wasserstoffe hat. Unter allen bekannten Körpern kann bloß das Magnesium, das Zink und der Kohlenstoff, diese letzte Portion Sauerstoff von dem Eisen trennen; und auch diese vermögen es nur bei einer sehr hohen Temperatur. In Herrn Priestleys Versuch

wurde das Eisen mehr als bis zur schwarzen Eisenhalbsäure gesäuert, das Wasserstoffgas verband sich mit diesem überflüssigen Sauerstoffe; es entstand daher Wasser, und das Eisen blieb, als schwarze Eisenhalbsäure, zurück. Ein anderer Beweis dieser Erklärungsart, vermöge der größern Verwandtschaft des Sauerstoffes mit den Metallen als mit dem Wasserstoffe, ist dieser: daß die Bleihalbsäure und die Bismuthhalbsäure in dem Wasserstoffgas ihren Sauerstoff verlieren, und sich ganz herstellen, weil sie, für sich allein, das Wasser nicht zerlegen: da hingegen das Zink, welches das Wasser zerlegt, eine Halbsäure liefert, die, durch Berührung des Wasserstoffgas, auf keine Weise verändert wird. Daher dient auch diese Zinkhalbsäure besser zum Mahlen, als die weiße Bleihalbsäure.

Die hier vorgetragenen und widerlegten Einwürfe, sind die wichtigsten, welche gegen die Zerlegung und Zusammensetzung des Wassers gemacht worden sind. Sollte es aber außer diesen noch andere geben, die ich noch nicht kenne: so mache ich mich anheischig, dieselben, sobald ich sie erfahre, auf eine genugthuende und überzeugende Weise zu widerlegen, oder öffentlich zu gestehen, daß ich dieses zu thun nicht im Stande sei: denn ich suche bloß Wahrheit, und mir ist es ganz gleichgültig wie und wo ich dieselbe auch finden mag.

### Sechszehntes Kapitel.

#### Ueber das Säuren der Körper.

Das Säuren der Körper, oder die Verbindung der Körper mit dem Sauerstoffe, hat verschiedene Grade, verschiedene Stufen. Ist der Körper mit Sauerstoff nicht gesättigt, so befindet sich derselbe in dem Zustande einer Halbsäure. In diesem Zustande befinden sich alle sogenannten metallischen Kalke, das Blut im menschlichen Körper u. s. w. Ist der gesäuerte Körper mit dem Sauerstoffe etwas mehr, aber

doch noch nicht vollkommen gesättigt; so befindet sich derselbe in dem Zustande eines Säuren: dergleichen sind z. B. die sogenannte flüchtige Schwefelsäure, oder, wie wir es nennen, das Schwefelsäure. Eben so giebt es auch ein Phosphorsaures, ein Essigsaures, ein Salpetersaures, u. s. w. Ist der gesäuerte Körper mit dem Sauerstoffe vollkommen gesättigt, so entsteht eine Säure; dergleichen sind: die Schwefelsäure, die Salpetersäure, die Kochsalzsäure, u. s. w. Endlich findet noch ein vierter Zustand, nemlich eine Übersättigung des Körpers mit dem Sauerstoffe, statt. In diesem Falle entsteht eine sogenannte übersaure Säure, dergleichen ist z. B. das übersaure Kochsalzgesäuerte Gas.

Es giebt demzufolge vier verschiedene Grade von Säuerung: Halbsäuren, Säure, Säuren, und übersaure Säuren.

So haben wir z. B. eine Salpeterhalbsäure, welche sich immer in Gasgestalt zeigt, und unter dem Namen salpeterhalbsaures Gas oder Salpeterluft bekannt ist. Dieses salpeterhalbsaure Gas besteht aus zwei Theilen Sauerstoff und einem Theile Salpeterstoff. Es mischt sich nicht mit dem Wasser. Es hat eine große Verwandtschaft zum Sauerstoffe, und sättigt sich mit demselben, sobald es ihn antrifft. Durch diese Verbindung mit dem Sauerstoffe verwandelt sich das salpeterhalbsaure Gas in salpetersaures Gas: die Halbsäure wird, durch den Beitritt des Sauerstoffes, in ein Säures verwandelt. Das salpetersaure Gas, oder die sogenannte rothe rauchende Salpetersäure, besteht aus einem Theile Salpeterstoff, und aus 2,80 Theilen Sauerstoff. Setzt man diesem Salpetersäuren noch mehr Sauerstoff zu, so verwandelt sich das Säures in eine Säure, und man erhält die weiße, farblose Salpetersäure, welche aus einem Theile Salpeterstoff, und aus vier Theilen Sauerstoff besteht.

Nachdem ich diese Bemerkungen vorausgeschickt habe, will ich nunmehr von den einfachen Halbsäuren, Säuren, Säuren, und übersauren Säuren handeln; das heißt, von solchen, in denen ein einfacher Körper mit dem Sauerstoffe verbunden ist.

## Siebzehntes Kapitel.

## Ueber die Verbindung des Sauerstoffes mit dem Schwefel.

Wenn der Schwefel in der atmosphärischen Luft, oder im Sauerstoffgas, einer höhern Temperatur ausgesetzt wird, so verbrennt er: das heißt, der Sauerstoff vereinigt sich mit dem Schwefel, der Wärmestoff wird frei, und es entsteht Schwefelsaures. Dieses Saure zeigt sich in Gasgestalt, solange es nicht mit dem Wasser verbunden ist. Es ist sehr flüchtig, hat einen durchdringenden und erstickenden Geruch, und läßt sich, vermöge einer starken Kälte, in flüssiger Gestalt darstellen. Mit dem Sauerstoffe hat das schwefelsaure Gas eine sehr große Verwandtschaft. Es entzieht denselben dem Wärmestoffe, bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Schwefelsauren, und es entsteht Schwefelsäure, welche sich in flüssiger Gestalt zeigt, und den vorigen durchdringenden und erstickenden Geruch verloren hat.

Während des Verbrennens wird der Schwefel schwerer, und nimmt gerade soviel am Gewichte zu, als das Sauerstoffgas am Gewichte verliert.

1. Versuch. Wenn man eine gläserne Röhre mit Schwefelsaurem anfüllt, nachher dieselbe hermetisch verschließt, und alsdann einer hohen Temperatur aussetzt: so setzt sich ein Theil des Schwefels ab, und der übrige Schwefel ist nun mit Sauerstoff gesättiget und in Schwefelsäure verwandelt.

2. Versuch. Eben dies geschieht auch, wenn man das schwefelsaure Gas mit Wasser vermischt, und die Mischung einer hohen Temperatur aussetzt.

3. Versuch. Wenn man Schwefelsaures mit übersaurer Kochsalzsäure vermischt, so verbindet sich der überflüssige Sauerstoff der Kochsalzsäure mit dem Schwefelsauren; es entsteht Schwefelsäure, Kochsalzsäure, und es entwickelt sich Wärmestoff.

4. Versuch. Die Magnesiumhalbsäure, und alle übrigen metallischen Halbsäuren, welche keine große Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe haben, verwandeln das Schwefelsaure in Schwefelsäure, werden hergestellt, und es entwickelt sich Wärmestoff.

Ueberhaupt kann man das Schwefelsaure in Schwefelsäure verwandeln auf zweierlei Weise. Erstens, indem man ihm einen Theil seiner Grundlage entzieht, und folglich das Verhältniß des Sauerstoffes zu dem übrigen Theile der Grundlage vergrößert. Dieses geschieht wenn man das Schwefelsaure einer hohen Temperatur aussetzt; da dann ein Theil des Schwefels abgesetzt, und der übrige Theil mit dem Sauerstoffe inniger verbunden wird. Zweitens, indem man dem Schwefelsauren Sauerstoff zusetzt. Dieses geschieht, wenn das Saure unter eine Glocke mit Sauerstoffgas gesetzt wird; weil alsdann der Sauerstoff eingesogen, und das Saure in Säure verwandelt wird, wobei dasselbe am Gewichte zunimmt.

Die spezifische Schwere des mit Schwefelsaurem gesättigten Wassers, verhält sich zu der spezifischen Schwere des reinen Wassers = 1,040 : 1,000.

Man erhält das Schwefelsaure: 1) indem man Schwefel langsam verbrennt, 2) wenn man Schwefelsäure über Silber, Spiesglanz, Blei, Quecksilber oder Kohlen, destillirt. Ein Theil des Sauerstoffes verbindet sich mit dem Metalle, und die Säure geht, in Gestalt eines Sauren, in die Vorlage über.

Wasser nimmt mehr Schwefelsaures Gas auf, als es Kohlenensäures Gas aufnimmt, aber weniger als von dem kohlensäurehaltigen Gas.

Das Schwefelsaure löst die Kalcherde, Alaunerde, Schwerverde, Bittererde auf. Die schwefelsaure Alaunerde und die schwefelsaure Schwerverde sind in Wasser unauflöslich. Die schwefelsaure Kalcherde ist weit weniger auflöslich, im Wasser als die schwefelgesäurte Kalcherde. Die schwefelsaure Bittererde ist auflöslich, und läßt sich kristallisiren.

Die schwefelsaure Pottasche giebt kleine, sehr leicht auf-

lösliche Kristalle. Die schwefelsaure Soda und das schwefelsaure Ammoniak sind ebenfalls leicht lösliche Salze.

Da das Schwefelsaure mit Sauerstoff nicht gesättigt ist; so kann dasselbe, aus Gründen welche unten angeführt werden sollen, die Metalle nicht auflösen, aber wohl die metallischen Halbsäuren. Diese lösen sich in dem Schwefelsauren leicht und ohne Brausen auf. Das Schwefelsaure löst sogar diejenigen metallischen Halbsäuren auf, welche mit Sauerstoff überladen, und daher in der Schwefelsäure unauflöslich sind.

5. Versuch. Wenn man zu dem, mit dem Schwefelsauren geschwängerten, Wasser Schwefelsäure mischt, und nachher Eisendrath in die Mischung legt: so werden beide, das Wasser und das Schwefelsaure, in ihre Bestandtheile zerlegt. Das Eisen wird gesäuert und löst sich in der Schwefelsäure auf, es schlägt sich der Schwefel zum Theil nieder, und löst sich zum Theil in dem, aus dem Wasser entwickelten, Wasserstoffgas auf; daher dieses als geschwefeltes Wasserstoffgas weggeht.

6. Versuch. Bringt man Eisen in eine, mit schwefelsaurem Wasser angefüllte, Flasche und verschließt nachher die Flasche: so wird das Eisen schwarz, und das Wasser verliert in kurzer Zeit den schwefelsauren Geruch. Die Auflösung ist ungefärbt. Gießt man Schwefelsäure zu, so wird Schwefel niedergeschlagen, und es entwickelt sich schwefelsaures Gas. An der Luft wird diese Auflösung dunkelgelb. Das Eisen zerlegt das Schwefelsaure, es verbindet sich mit einem Theile des Sauerstoffes und löst sich dann in dem übrigen Schwefelsauren auf. Es entsteht ein schwefelsaures Eisen, mit welchem der Schwefel, welcher abgesondert worden ist, genug Verwandtschaft hat um aufgelöst zu bleiben. Doch schlägt sich ein Theil desselben nieder, und verbindet sich mit dem Eisen, welches schwarz und brüchig wird, wie alles geschwefelte Eisen.

7. Versuch. Legt man Zinkfeile in schwefelsaures Wasser, so wird das Wasser zerlegt. Das Zink säuert sich; das Schwefelsaure verwandelt sich in Schwefelsäure, durch den Sauerstoff des Wassers, und löst das gesäuerte Zink auf.

Das Wasserstoffgas des Wassers entwickelt sich und geht fort. Aus dieser Auflösung erhält man kleine schwefelsaure Zinkkristallen, aus denen die Schwefelsäure schwefelsaures Gas entwickelt.

Auch das Zinn löst sich in dem Schwefelsauren auf. Es wird erst gesäuert und dann aufgelöst. Quecksilber, Blei und Kupfer, werden von dem Schwefelsauren nicht angegriffen.

Wenn das Schwefelsaure mit Sauerstoff gesättigt wird, so entsteht die Schwefelsäure. Vormals bereitete man sie aus dem schwefelgesäuerten Eisen, oder dem sogenannten Vitriol, daher sie dann auch die höchst unschädliche Benennung Vitriolsäure erhielt. Heutzutage aber erhält man sie größtentheils aus dem Schwefel, durch das Verbrennen. Um das Verbrennen des Schwefels und seine Säuerung zu erleichtern, mischt man denselben mit etwas zu Pulver gestoßenem Salpeter. Der Salpeter wird zerlegt. Ein Theil seines Sauerstoffes verbindet sich mit dem Schwefel und erleichtert das Verbrennen. Aber dessen ungeachtet kann man das Verbrennen des Schwefels, auch in den größten Gefäßen, nur eine kurze Zeit fortsetzen, denn: 1) wird das Sauerstoffgas verzehret, und die Luft, in welcher die Verbrennung geschieht, wird endlich ganz in Salpeterstoffgas verwandelt. 2) Das schwefelsaure Gas, welches entsteht, hindert auch das Verbrennen. In großen Manufakturen, dergleichen ich in England und in Schottland gesehen habe, läßt man das Gemisch von Schwefel und Salpeter in großen, mit Blei getafelten, Zimmern abbrennen, worin etwas Wasser enthalten ist, welches die Verdichtung der Dämpfe befördert. Um dieses Wasser zu scheiden, destillirt man nachher die erhaltene Säure in großen Retorten, bei einer mäßigen Temperatur. In die Vorlage geht ein säuerliches Wasser über, und in der Retorte bleibt die wasserleere Schwefelsäure zurück. Sie ist durchsichtig, weiß, ohne Geruch, und wiegt ungefähr zweimal soviel, als das Wasser.

Die Schwefelsäure gefriert bei  $-15^{\circ}$  Fahr. Sie sieht alsdann eben so aus, und hat eben die Konsistenz, wie Schweinespeck. Sie zieht sich während des Stierens in ei-

nen Kleinern Raum zusammen, so daß das Eis in der Flüssigkeit schwimmt. Sie thauet nicht ganz auf, solange sie nicht bis auf  $+ 10^{\circ}$  Grad erwärmt wird, und während des Schmelzens entwickeln sich Luftblasen. Mit Schnee gemischt schmilzt zwar der Schnee, aber die Mischung gefriert nicht.

Nach Hrn. Berthollet enthalten 87 Theile reine, soviel als möglich vom Wasser befreite, Schwefelsäure, 60 Theile Schwefel und 27 Theile Sauerstoffs.

Die Flüssigkeit der Schwefelsäure hängt nicht allein von dem ihr beigemischten Wärmestoffe, sondern auch von dem mit ihr vermischten Wasser ab. Ist sie von Wasser ganz befreit, so erscheint sie in fester Gestalt, und macht alsdann das sogenannte schwefelgesäuerte Eis (*Oleum Vitrioli glaciale*) aus, welches aber eigentlich Schwefelsäure in fester Gestalt genannt werden muß.

8. Versuch. Man mische zwei Theile schwefelgesäuerte Pottasche, oder sogenannten vitriolisirten Weinstein, mit zwei Theilen Pottasche, oder reinem vegetabilischem Laugensalz, und mit Einem Theile Kohlen, in einem Tiegel, und setze den Tiegel dem Feuer aus. Die Mischung wird in eine Masse zusammen schmelzen; während des Schmelzens wird sich eine große Menge kohlengefäurtes Gas entwickeln; und in dem Tiegel wird geschwefelte Pottasche zurückbleiben: denn die Schwefelsäure wird zerlegt. Der Sauerstoff verbindet sich mit der Kohle, und geht als kohlengefäurtes Gas fort, und der Schwefel vereinigt sich mit der Pottasche: daher die geschwefelte Pottasche entsteht.

9. Versuch. Wenn man Eisen, Zink, oder ein anderes Metall (wenige ausgenommen), statt der Kohle, mit schwefelgesäuerte Pottasche mischt: so wird die Schwefelsäure ebenfalls zerlegt. Das Metall verbindet sich mit dem Sauerstoffe, es säuert sich; der Schwefel hingegen verbindet sich mit der Pottasche, es entsteht geschwefelte Pottasche, und diese löst das gefäurte Metall auf.

10. Versuch. Wenn man reine, vom Wasser soviel als möglich befreite, Schwefelsäure oder auch schwefelgesäuerte Pottasche, in einem verschlossenen, und mit Wasserstoff,

gas angefüllten, Gefäße einer höheren Temperatur aussetzt; so wird die Schwefelsäure zerlegt. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Wasserstoffe, es entsteht Wasser, und der Schwefel fällt zu Boden.

11. Versuch. Wenn man geschwefeltes Eisen oder sogenannte Schwefelkiese (Pyritas martiales) der Luft aussetzt, so verwittern sie, zerfallen, und verwandeln sich in schwefelgesäuertes Eisen. Dieses geschieht, indem das geschwefelte Eisen das, in der Atmosphäre enthaltene, Wasser an sich zieht, dasselbe in seine Bestandtheile zerlegt, und sich mit dem Sauerstoffe desselben verbindet. Darum findet auch diese Verwitterung nicht in einer trocknen Luft statt, und sie geschieht auch nicht, wenn man über die Schwefelkiese Öl gießt, wodurch die Berührung der Luft verhindert wird.

12. Versuch. Wirft man Schwefel in geschmolzenen Salpeter: so wird der Salpeter in seine Bestandtheile zerlegt. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Schwefel, und es entsteht Schwefelsäure, welche sich mit der Pottasche verbindet, und schwefelgesäuerte Pottasche macht. Der Salpeterstoff geht, als Salpeterstoffgas, in die Luft.

13. Versuch. Man fülle eine Retorte zum Theil mit Schwefel an, gieße darüber Salpetersaures, und destillire nachher: so erhält man Schwefelsäure, weil das Salpetersaure durch den Schwefel zerlegt wird, welcher sich mit dem Sauerstoffe desselben verbindet.

14. Versuch. Man nehme eine gläserne Flasche, welche vier und zwanzig Kubikzolle hält. Man gieße in dieselbe zwei Kubikzolle von einer Auflösung der geschwefelten Pottasche (Schwefelleber) in Wasser, und verschließe die Öffnung der Flasche mit einem wohl passenden Korkstöpsel. Dann lege man diese Flasche in ein Gefäß unter Wasser, und lasse sie acht Tage lang liegen. Die Auflösung, welche vorher klar war, hat jetzt ein weißes Pulver abgesetzt, und wenn man, unter dem Wasser, den Stöpsel aus der Flasche zieht, so wird das Wasser mit großer Gewalt hinein dringen, und man wird finden, daß von der, in der Flasche enthaltenen, atmosphärischen Luft der vierte Theil, das heißt, alles Sauer-

stoffgas welches dieselbe enthielt, verschwunden ist, und daß die übrigen drei Viertel Salpeterstoffgas sind. Die geschwefelte Pottasche ist in schwefelgesäuerte Pottasche verwandelt; denn der Sauerstoff hat sich mit dem Schwefel verbunden, und aus dieser Verbindung ist Schwefelsäure entstanden.

15. Versuch. Wenn man Wasser, tropfenweise, auf geschmolzenen Schwefel fallen läßt; so wird das Wasser zerlegt, und es entsteht Schwefelsäure und Wasserstoffgas.

16. Versuch. Man nehme geschwefelte und gekohlte Alaunerde (Pyrophor) und lege eine bestimmte, und genau abgewogene Menge derselben, auf eine gläserne Schüssel, welche unter einer, mit atmosphärischer Luft angefüllten, Glocke, über den Quecksilber-Apparat gesetzt wird. Der Pyrophor verbrennt, indem der Sauerstoff der Luft sich mit demselben verbindet: der Wärmestoff wird frei; die Luft nimmt ab; und das Quecksilber steigt allmählig unter der Glocke, an die Stelle der eingesogenen Luft. Soviel die Luft am Gewichte abnimmt, um soviel nimmt der Pyrophor zu. Was unter der Glocke übrig bleibt, ist nicht mehr atmosphärische Luft, sondern Salpeterstoffgas, der eine Bestandtheil derselben. Die geschwefelte Alaunerde ist, nach dem Verbrennen, in schwefelgesäuerte Alaunerde verwandelt; denn der Sauerstoff hat sich mit dem Schwefel verbunden, und aus dieser Verbindung ist Schwefelsäure entstanden.

Aber nicht nur die Synthesis der Schwefelsäure, von welcher bisher, in diesem, und oben in dem fünften, Kapitel gehandelt worden ist, beweist, daß dieselbe aus Schwefel und aus Sauerstoff zusammengesetzt sey: ihre Analysis beweist dasselbe, wie aus dem folgenden Versuche erhellt.

17. Versuch. Man gieße in eine Retorte zwei Unzen Quecksilber, und über dasselbe drei Unzen reiner, von allem Wasser befreiter, Schwefelsäure. Mit dieser Retorte verbindet man eine tubulirte Vorlage, an deren Tubulatur eine krumme gläserne Röhre befestigt ist, welche unter den Quecksilberapparat geht, und zu dem Auffangen der Gasarten dient. Dann fange man an zu destilliren, so wird durch das Quecksilber die Schwefelsäure in ihre Bestandtheile zerlegt

werden. Im Anfange entwickelt sich eine sehr große Menge Schwefelsaures in Gasgestalt, indem sich ein Theil des Sauerstoffes der Schwefelsäure mit dem Quecksilber verbindet. Bald nachher geht das Schwefelsaure in flüssiger Gestalt über. Dann entwickelt sich eine große Menge Sauerstoffgas aus der Schwefelsäure, welche zerlegt worden ist. Aber ein Theil der Schwefelsäure bleibt unzerlegt. Diese vereinigt sich mit dem gesäuerten Quecksilber, und es bleibt in der Retorte schwefelgesäuertes Quecksilber zurück. Setzt man nun die Operation noch länger fort, indem man die Temperatur beträchtlich erhöht: so entstehen abermals neue Verwandtschaften, und demzufolge eine neue Zerlegung. Es geht abermals Schwefelsaures, in flüssiger und in Gasgestalt, über; das Quecksilber erscheint wiederum rein, und in metallischer Gestalt; es wird in Gas verwandelt, geht über, in die Vorlage, und, zugleich mit demselben, eine beträchtliche Menge Sauerstoffgas, welches den Sauerstoff enthält, mit welchem das Quecksilber gesäuert war.

So wie der zehente Versuch die Gegenwart des Schwefels in der Schwefelsäure beweist: so beweist der 17te Versuch die Gegenwart des Sauerstoffes in derselben: folglich ist die Gegenwart beider Bestandtheile in der Schwefelsäure dargethan, und zugleich erhellt aus diesem siebzehnten Versuche, daß das Schwefelsaure von der Schwefelsäure nur darin verschieden ist, daß es weniger Sauerstoff enthält, denn die Säure.

Oben ist bewiesen worden (S. analyt. Versuch. 13. Kapitel.) daß das Eisen, wenn es, bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre, in Schwefelsäure gelegt wird, welche mit vielem Wasser verdünnt worden ist, das Wasser in seine Bestandtheile zerlege, ohne die Säure im mindesten zu verändern. Bei einer höheren Temperatur finden aber neue Verwandtschaften statt, und das Eisen zerlegt alsdann auch die Schwefelsäure in ihre Bestandtheile.

18. Versuch. Man lege in eine Retorte ein Stück Eisen, gieße auf dasselbe reine, wasserfreie Schwefelsäure, und setze die Retorte einer höheren Temperatur aus: so wird die

Schwefelsäure zerlegt. Der Schwefel wird in Gas verwandelt, und sublimirt sich oben an der Retorte, der Sauerstoff verbindet sich mit dem Eisen, welches in eine rothe Eisensalzsäure verwandelt wird. Das Gewicht des Schwefels, addirt zu der Zunahme des, in eine Salzsäure verwandelten, Eisens ist gleich dem Gewichte der zerlegten Schwefelsäure. Folglich besteht die Schwefelsäure aus Schwefel und aus Sauerstoff. Q. E. D.

Unter allen metallischen Salzsäuren ist die schwarze Magnesiumsalzsäure, oder der sogenannte Braunstein, am meisten mit Sauerstoff überladen. Die Schwefelsäure, wenn sie mit der schwarzen Magnesiumsalzsäure verbunden wird, raubt derselben einen Theil dieses Sauerstoffes, und wird alsdann in eine übersaure Schwefelsäure verwandelt, wie der folgende Versuch beweiset:

19. Versuch. Zwei Unzen fein gepulverter schwarzer Magnesiumsalzsäure wird in einen Kolben gethan, und drei Unzen gewöhnliche Schwefelsäure darüber gegossen. Nachher setzt man, zwölf Unzen reines Wasser zu. Die Mischung setzt man bei einer Temperatur von  $+ 60^{\circ}$  bis  $+ 70^{\circ}$  sechs Stunden lang in Digestion. Nachher läßt man sie ungefähr zehn Minuten lang kochen, setzt noch zwölf Unzen Wasser zu, nimmt sie vom Feuer, läßt sie erkalten, und filtrirt sie. Man erhält schwefelgesäuertes Magnesium und übersaure Schwefelsäure, welche letztere aber nicht von Magnesium rein ist.

Die übersaure Schwefelsäure hat keinen Geruch. Sie hat eine Rosenfarbe, welche sie von dem aufgelösten Magnesium erhält. Die Kochsalzsäure raubt ihr den überflüssigen Sauerstoff. Die übersaure Schwefelsäure zerlegt sich nicht von selbst. Man kann sie lange aufbewahren, ohne daß sich der Sauerstoff davon trennt. Die Sonnenstrahlen zerlegen sie, und lassen gewöhnliche Schwefelsäure zurück, wobei sich aber wenig Sauerstoffgas entwickelt, weil sich der Sauerstoff mit der Salzsäure verbindet.

Die übersaure Schwefelsäure zerstört die vegetabilischen Farben und bleicht die Leinwand und Baumwolle; jedoch kann

dieses zum ökonomischen Gebrauch nicht angewandt werden, weil die Leinwand, wegen des darauf abgesetzten Magnesiums, in der Folge gelb wird.

Die Französischen Chemiker halten diese, mit Magnesium-Halbsäure verbundene, Schwefelsäure nicht für eine eigentliche überausere Schwefelsäure, weil:

1. Wenn man derselben Kohlensäure Pottasche zusetzt, die Magnesium-Halbsäure in eben dem Zustande niederfällt, in welchem sie in der Säure enthalten war, und die Säure in Schwefelsäure verwandelt ist, die sich mit der Pottasche verbindet.

2. Sobald die Magnesium-Halbsäure niedergeschlagen ist, verschwindet die Rosenfarbe der Säure.

3. Wenn die überausere Schwefelsäure durch das Licht zerlegt wird, so verbindet sich das Licht mit dem Sauerstoffe der Halbsäure und die Schwefelsäure mit dem, seines Sauerstoffes zum Theil beraubten, Metalle. Es ist also hier eine doppelte Verwandtschaft.

Die Schwefelsäure wird von den meisten Metallen zerlegt. Sie berauben dieselbe eines Theils ihres Sauerstoffes, werden dadurch in Halbsäuren verwandelt, und nachher in der Säure aufgelöst. Auf diese Weise lösen sich das Silber, das Quecksilber, das Eisen und das Zink, in der wasserfreien Schwefelsäure durch Kochen auf. Die Metalle benehmen der Säure nicht genug Sauerstoff um dieselbe in Schwefel zu verwandeln; sie verwandeln sie bloß in Schwefelsäures, welches, während der Auflösung, in Gasgestalt weggeht. Alle Metalle, Eisen und Zink ausgenommen, werden von der mit Wasser verdünnten Schwefelsäure nicht aufgelöst, weil sie nicht genug Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe haben, um denselben dem Schwefel, dem Schwefelsäuren, oder dem Wasser zu entziehen. Zink und Eisen hingegen, zerlegen, durch Hülfe der Säure, das Wasser, säuren sich durch den aus dem Wasser getrennten Sauerstoff, und werden dann in der Säure auflösbar, obgleich dieselbe weder konzentriert noch kochend ist.

20 Versuch. Wenn man eine Mischung von Kohlen

und Schwefelsäure einer höheren Temperatur aussetzt: so erhält man kohlensäurtes Gas und Schwefel, weil der Kohlenstoff eine größere Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe hat, als der Schwefel.

## Achtzehntes Kapitel.

### Beantwortung der Einwürfe der Phlogistiker.

Die Phlogistiker, oder die sogenannten Stahlaner, halten den Schwefel nicht für einen einfachen Körper. Sie nehmen in demselben ein hypothetisches Prinzipium, das sogenannte Phlogiston an, und behaupten: der Schwefel bestehe aus Schwefelsäure und aus Phlogiston. Während des Verbrennens, sagen sie ferner, trenne sich das Phlogiston von dem Schwefel, und die Säure werde frei. Sie haben aber bis jetzt die Existenz des Phlogistons noch nicht bewiesen, viel weniger dasselbe den Sinnen darstellen können. Auch hat es ihnen noch nicht geglückt, befriedigend zu erklären, wie es zugehe, daß der Schwefel nach dem Verbrennen beträchtlich schwerer ist als vorher, folglich einen seiner Bestandtheile verloren, aber dennoch am Gewichte zugenommen hat. Ferner wird es ihnen schwer zu erklären, wie es zugehe, daß die Luft, in welcher der Schwefel verbrannt wird, genau soviel von ihrem Gewichte verliert, als der Schwefel während des Verbrennens gewinnt. Hr. Kirwan hat zwar eine Erklärung versucht, aber die Erklärung geht ganz von der Stahlischen Lehre ab, und ist überdieß nicht genugthuend. Stahl erklärte das Verbrennen der Körper sowohl, als die Wärme und Flamme, welche dabei entsteht, aus dem Freitwerden des Phlogistons. Hr. Kirwan hingegen behauptete: das, in dem Schwefel und dem Phosphor enthaltene, Phlogiston, oder das Wasserstoffgas, trenne sich während des Verbrennens nicht, sondern es vereinige sich mit dem Sauerstoffe, und daher komme die Zunahme des Gewichtes. Nach seiner Meinung besteht Schwefelsäure, aus Schwefel, aus

Waf-

Wasserstoffgas, und aus Sauerstoffgas. Diese beiden Gasarten machen, nach seiner Hypothese, fixe Luft, und daher sagt er: die Schwefelsäure bestehe aus Schwefel und aus fixer Luft. Daß der Schwefel ganz in der Schwefelsäure enthalten sei, muß er folglich selbst zugeben, und dieß ist gerade das Gegentheil von dem, was Stahl behauptete. Ferner kann Hr. Kirwan das Verbrennen des Schwefels gar nicht erklären: denn, wenn das Phlogiston nicht frei wird, woher entsteht dann Licht und Wärme? Er giebt zu, daß der Schwefel, während des Verbrennens, Sauerstoffgas einsauge, aber er glaubt, daß dieses Sauerstoffgas, durch seine Verbindung mit dem, in dem Schwefel vorgeblich schon enthaltenen, Wasserstoffgas fixe Luft mache, und daß diese fixe Luft in der Schwefelsäure enthalten sei. Aber dieses hat er nicht bewiesen. Nach seiner Erklärungsart lassen sich die Erscheinungen noch weniger begreifen, als nach Stahls Erklärung. Auch hat endlich Herr Kirwan seine Hypothese freiwillig aufgegeben.

Erster Einwurf. Hr. Kirwan sagt: wenn man rothen Quecksilber-Präcipitat mit Schwefel mischt, und die Mischung, bei einer gelinden Hitze, destillirt; so verwandelt sich der Schwefel in Schwefelsäure, und es findet beinahe kein Verbrennen statt. Folglich enthält der Quecksilberkalk keinen Sauerstoff, sondern fixe Luft, welche das Verbrennen verhindert; und folglich besteht die Schwefelsäure, welche in diesem Versuche entsteht, aus Schwefel und aus fixer Luft.

Antwort. Dieser Versuch, welcher, nach Herrn Kirwan, die antiphlogistische Theorie umstoßen soll, ist einer der stärksten Beweise für dieselbe. Der Quecksilberkalk enthält Sauerstoff, welcher mit wenig oder gar mit keinem Wärmestoffe verbunden ist. Folglich wird auch, bei seiner Verbindung mit dem Schwefel, wenig oder kein Wärmestoff frei werden können, und es wird also weder Licht noch Wärme entstehen, und kein Verbrennen statt finden. Der Sauer-

stoff geht ganz ruhig aus dem Quecksilberkalk in den Schwefel über. Daß sich, in Hrn. Kirwans Versuche, eine geringe Menge fixer Luft entwickelte, kam nur daher, weil der rothe Präcipitat, dessen er sich bediente, an der Luft gelegen hatte: denn es ist bekannt, daß die rothe Quecksilberhalbsäure, so wie die rothe Bleihalbsäure, die Eigenschaft hat, die fixe Luft aus der Atmosphäre einzusaugen. Wenn man das Sauerstoffgas aus dem rothen Präcipitat auffängt, ehe der Präcipitat der Luft ausgesetzt gewesen ist, so erhält man auch nicht die kleinste Partikel von fixer Luft.

Außerdem ist es ganz außerordentlich schwer, irgend einen Körper, welcher Sauerstoff enthält, im Feuer zu behandeln, ohne kohlengefäurtes Gas, oder fixe Luft zu erhalten. Denn wenn sich nur der sechstausendste Theil eines Grans Kohlenstoff daran setzt; so erhält man schon genug fixe Luft um das Kalchwasser zu trüben, wie Hr. Berthollet bewiesen hat. Ubrigens hat auch Hr. Prof. Gren, (welcher doch selbst das Phlogiston vertheidigt) bewiesen, daß sich bei dem Verbrennen des Schwefels keine fixe Luft entwickle. Herrn Grens Versuche sind der Meinung des Hrn. Kirwan gerade zu entgegen, und die Vertheidiger des Phlogistons sind, wie man sieht, unter sich selbst nicht einig.

Zweiter Einwurf. Hr. Kirwan sagt: »folgender Versuch des Herrn Priestley beweist, auf das Überzeugendste, meine Meinung von dem Phlogiston. Herr Priestley brachte Eisen in Berührung mit schwefelsaurem Gas. Das Gas nahm schnell ab, die Seiten des Gefäßes wurden mit einer schwarzen, rußartigen Materie überzogen, und das Eisen wurde brüchig. Von sieben Unzen Gas blieben zuletzt 0,300 Unzen übrig, und diese bestanden aus zwei Drittel fixer Luft, und aus einem Drittel inflammabler Luft. Hier ist offenbar, daß das Schwefelsaure sich mit dem Phlogiston, oder dem Wasserstoffgas des Eisens, verbunden und in Schwefel verwandelt hat, während

»die, mit dem Schwefelsauren verbundene,  
 »fixe Luft frei geworden ist. Folglich enthält  
 »das Eisen Phlogiston, oder Wasserstoffgas,  
 »und die Schwefelsäure besteht aus Schwefel  
 »und aus fixer Luft.«

Antwort. Der Versuch, so wie derselbe von Herrn Priestley beschrieben wird, gelingt nur dann, wann das schwefelsaure Gas etwas Wasser aufgelöst enthält, oder wenn das Eisen feucht ist. Durch die Zersetzung des Wassers ist die geringe Menge von inflammabler Luft entstanden, welche nur 0,100 Unzen beträgt. Die fixe Luft ist entstanden, indem sich der andre Bestandtheil des zerlegten Wassers, der Sauerstoff, mit der Kohle verbunden hat, von welcher, wie bekannt, das Eisen niemals frei ist. Wenn man diesen Versuch behutsam wiederholt, so erhält man weder inflammable noch fixe Luft, sondern das schwefelsaure Gas wird von dem Eisen in sein Bestandtheile zerlegt. Das Eisen säuert sich, und der Schwefel verbindet sich mit der Halbsäure, so daß alles Gas verschwindet, Wärmestoff sich entwickelt, und man eine schwarze, brüchige, geschwefelte Eisenhalbsäure erhält.

### Neunzehntes Kapitel.

Von dem Phosphor und seiner Verbindung mit dem Sauerstoffe.

Der Phosphor verbindet sich mit dem Schwefel, wenn man eine Mischung von beiden, aus einer trocknen Retorte in eine Vorlage, in welcher Wasser ist, überdestillirt. Die Verbindung ist flüchtig, und zerlegt sich im Wasser. Das Wasser wird sauer, und es entsteht geschwefeltes Wasserstoffgas, und gephosphortes Wasserstoffgas, welches im Finstern leuchtet. Das Wasser wird in seine Bestandtheile zerlegt, und man erhält endlich Phosphor und Schwefelsäure.

Der Phosphor verbindet sich mit dem Golde, dem Pla-

tinum, dem Silber, dem Kupfer, dem Eisen, dem Zinn und dem Blei. Er macht mit ihnen gephosphorte Metalle. Den fünf erstgenannten Metallen benimmt er ihre Dehnbarkeit.

Durch die Verbindung des Phosphors mit dem Sauerstoffe entsteht das Phosphorsaure und die Phosphorsäure.

Das beste Mittel reine Phosphorsäure zu erhalten, ist folgendes. Man läßt den Phosphor unter gläsernen Glocken abbrennen, deren innere Seite mit reinem Wasser angefeuchtet worden ist. Der Phosphor nimmt, während des Verbrennens, anderthalb mal sein Gewicht von dem Sauerstoffe auf. Steht die Glocke, unter welcher der Phosphor abgebrannt wird, auf Quecksilber: so erhält man die Säure in fester Gestalt, in Gestalt kleiner Flocken, welche der Atmosphäre das Wasser entziehen, wenn sie mit derselben in Berührung gesetzt werden.

Auch vermittelst der Salpetersäure kann man Phosphor erhalten.

1. Versuch. Man nehme eine tubulirte Retorte, deren Tubulatur, vermittelst eines gläsernen Stöpsels, verschlossen ist. Man fülle die Retorte mit wasserfreier Salpetersäure zur Hälfte an, und setze sie einer etwas höhern Temperatur aus. Dann werfe man kleine Stücken Phosphor, durch die Tubulatur, in die Retorte. Sie lösen sich mit Brausen auf, und es entwickelt sich salpeterhalbsaures Gas, in Gestalt rother Dämpfe. Man werfe solange Phosphor hinein, bis sich derselbe nicht mehr auflöst. Dann erhöhe man die Temperatur, durch Vermehrung des Feuers, um alle Salpetersäure in Gas zu verwandeln. In der Retorte findet man, nach geendigter Operation, Phosphorsäure, zum Theil in fester, und zum Theil in flüssiger Gestalt, weil der Phosphor die Salpetersäure zerlegt, und sich mit dem Sauerstoffe derselben verbunden hat.

Auch dem Kochsalzsauren Gas entzieht der Phosphor den Sauerstoff, bei einer höheren Temperatur.

Das Phosphorsaure enthält weniger Sauerstoff, als die Phosphorsäure. Es zeigt sich beinahe immer in Gasgestalt. Um dasselbe zu erhalten, läßt man den Phosphor

langsam abbrennen, indem man ihn, auf einem Trichter, welcher über einer gläsernen Flasche steht, der Luft aussetzt. Nach einiger Zeit findet man den Phosphor gesäuert. Das phosphorsaure Gas zieht, in diesem Versuche, so wie es allmählig entsteht, auch allmählig die Feuchtigkeit aus der Luft an sich, es verbindet sich mit derselben, und fließt, als flüssiges Phosphorsaures, in die gläserne Flasche. Dieses Phosphorsaure hat eine so große Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe, daß es sich, durch bloßes Aussetzen an die Luft, in Phosphorsäure verwandelt.

Die feste Phosphorsäure schmeckt sauer und scharf. Sie zieht die Feuchtigkeit aus der Luft stark an, und verwandelt sich in eine schwere Flüssigkeit, in die flüssige Phosphorsäure.

2. Versuch. Wenn man Phosphor, über dem Quecksilber-Apparat, unter einer mit Sauerstoffgas angefüllten Glocke verbrennt: so wird, während des Verbrennens, eine beträchtliche Menge Gas eingeschluckt. Der Phosphor verwandelt sich in Phosphorsäure, und nimmt am Gewichte genau um eben soviel zu, als das Sauerstoffgas abnimmt.

3. Versuch. War das Sauerstoffgas unter der Glocke ganz rein: so wird das Gas, welches nach dem Verbrennen übrig bleibt, ebenfalls ganz reines Sauerstoffgas seyn. Und, wenn man die Dünste verdichten läßt, so kann man aufs neue Phosphor darin verbrennen, solange als noch etwas von dem Gas übrig bleibt.

Ein Gran Phosphor braucht, um zu verbrennen, drei Kubikzolle Sauerstoffgas, oder anderthalb Gran Sauerstoff: daher geben 100 Gran Phosphor, 250 bis 254 Gran feste Phosphorsäure.

Der Phosphor hat eine größere Verwandtschaft zum Sauerstoffe als die Metalle: daher entzieht er den metallischen Halbsäuren, z. B. der Kupferhalbsäure, der Bismuthhalbsäure, und der Quecksilberhalbsäure, den Sauerstoff; es entsteht Phosphorsäure, und die Metalle werden hergestellt.

Aus dem Sauerstoffgas entwickeln 92 Gran Phosphor, während des Verbrennens, gerade soviel Wärmestoff, als nöthig ist um ein Pfund Eis zu schmelzen.

4. Versuch. Wenn man das phosphorsaure Wasser, welches man nach dem Deliquesiren des Phosphors an der Luft erhält, aus einer Retorte destillirt, die mit dem Quecksilber-Apparat verbunden ist: so wird das Wasser zerlegt, und man erhält Phosphorsäure und gephosphortes Wasserstoffgas, welches im Finstern leuchtet.

Will man mit dem gephosphorten Wasserstoffgas Versuche anstellen, so kann man nicht genug Vorsicht anwenden. Mein Freund, Hr. Pelletier zu Paris, hätte beinahe über solchen Versuchen seine Augen verloren. Er wollte die Natur dieses Gas genauer untersuchen, und machte folgende Versuche mit demselben.

1. Er füllte eine Glocke damit an, und stellte dieselbe über Wasser. Das Gas verband sich nicht mit dem Wasser.

2. Er vermischte, unter der Glocke, das gephosphorte Wasserstoffgas mit gleichen Theilen atmosphärischer Luft. Die Mischung geschah leicht, und ohne irgend etwas merkwürdiges zu zeigen.

3. Er vermischte dieses Gas mit gleichen Theilen Sauerstoffgas, und bemerkte nichts besonderes auffallendes.

4. Er vermischte das Gas mit gleichen Theilen von salpeterhalbsaurem Gas. Während der Mischung zeigte sich eine dichte weiße Wolke.

5. Er vermischte endlich, wie in dem dritten Versuch, das gephosphorte Wasserstoffgas mit gleichen Theilen Sauerstoffgas. Dann wollte er eben soviel salpeterhalbsaures Gas, unter die Glocke, in die Mischung gehen lassen. Aber in demselben Augenblicke zersprang die Glocke, mit einem heftigen Knalle, in tausend Stücken, von denen einige auf eine Entfernung von mehr als fünf und zwanzig Fuß weggeschleudert wurden. Glasspitter sprangen ihm in beide Augen, und er war lange in Gefahr dieselben zu verlieren.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist leicht. Der Sauerstoff vereinigte sich mit dem Salpeterstoffe und mit dem Wärmestoffe: es entstand Wasser und Salpetersäure; und aus den beiden Gasarten entwickelte sich plötzlich eine große

Menge Wärmestoff, welcher, vermöge seiner Elastizität, die Glocke zerplagen machte.

In dem gephosphorten Wasserstoffgas ist der Phosphor mit dem Wasserstoffgas nicht innig verbunden. Wenn man dieses Gas über Wasser lange aufbewahrt, so fällt der Phosphor zu Boden, und das Wasserstoffgas bleibt rein zurück.

Über das Leuchten des Phosphors hat Hr. Prof. Göttling einige höchst interessante Versuche bekannt gemacht, wodurch sich dieser berühmte Chemiker ein neues Verdienst um die Scheidekunst erworben hat, die ihm schon soviel verdankt. \*) Die vorzüglichsten Versuche sind folgende:

1. Versuch. Ein weißes, acht Unzen haltendes, Glas wurde mit reinem, durch Kalkwasser abgewaschenem, Sauerstoffgas angefüllt. Nachher wurde in demselben ungefähr fünf Gran reinen Phosphors an einem Zwirnsfaden so aufgehängt, daß der Phosphor gerade in die Mitte des Luftraums zu hängen kam. Das Glas ward mit einem Korkstöpsel gut verwahrt, und überdies noch sehr genau mit Siegellack zugeklebt. Nachher wurde das Glas an einen dunkeln Ort getragen, dessen Temperatur dem Gefrierpunkte nahe kam. Der Phosphor leuchtete nicht. Das Glas wurde hierauf in ein mäßig geheiztes Zimmer gebracht, und soweit vom Ofen entfernt, als möglich war; man bemerkte aber kein Leuchten. Endlich wurde das Glas auf den Ofen selbst gesetzt. Hier fing der Phosphor nach einiger Zeit an, sehr stark zu leuchten, er entzündete sich, und das Glas zersprang mit einem Knalle.

Anmerkung. Aus diesem Versuche erhellet, daß bei einer niedrigen Temperatur der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zum Wärmestoffe, als zum Phosphor hat.

2. Versuch. Ein Kolben von Messingblech, der am Halse mit einer passenden Schraube, und am Bauche mit einem Kühlgefäße, nach Art eines Möhrenkopfs, versehen

---

\*) Beitrag zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie, auf Versuche gegründet, von J. A. F. Göttling, Prof. zu Jena.

war, wurde mit atmosphärischer Luft angefüllt. Dann ward ein Stückchen Phosphor hinein gethan; das Gefäß, vermittelst der Schraube, recht gut verwahrt; das Kühlgefäß mit Wasser angefüllt; und der Boden über ein Licht gesetzt, so daß der Phosphor sich entzündete. Nachher wurde das Gefäß unter Wasser geöffnet, wodurch soviel Wassers einstieg, als der Phosphor von der Luft verzehret hatte. Nun füllte man ein Glasgefäß mit Wasser, brachte dasselbe auf die Brücke der pneumatischen Wasserwanne, und leitete die, in dem Kolben noch befindliche, Luft hinein. Die Luft füllte das Gefäß nicht ganz an, und es gingen aus dem Kolben auch einige Dämpfe mit herüber. Man schüttelte daher die Luft solange mit dem Wasser, bis sich die Dämpfe völlig gesetzt hatten. Dabei wurde das Gefäß von Zeit zu Zeit unter Wasser geöffnet. Als die Dämpfe sich gesetzt hatten, wurde ein kleines Glas mit der im Gefäße vorhandenen Luft angefüllt, und ein brennender Holzspan hineingebracht. Dieser verlöschte augenblicklich; zum Beweise, daß der Phosphor das, in der atmosphärischen Luft vorhanden gewesene, Sauerstoffgas ganz eingesogen hatte, und daß die zurück gebliebene Luft untauglich zum Säuren war. Um die Natur der zurückgebliebenen Luft noch genauer zu untersuchen, brachte man etwas davon, vermittelst der pneumatischen Wanne, in einen, mit Wasser angefüllten, langen Zylinder von Glas, und setzte eben soviel salpeterhalbsaures Gas hinzu, da sich denn noch einige rothe Dämpfe von Salpetersäure zeigten, und eine Verminderung des Raums entstand (ein Beweis, daß noch etwas Sauerstoffgas mit dem Salpeterstoffgas vermischt war.) Nun wurde der Kolben noch einmal mit atmosphärischer Luft angefüllt, und in derselben, eben so wie das erste mal, Phosphor verbrannt. Die übriggebliebene Luft wurde in eine Glasflasche gefüllt, die Dämpfe, durch Schütteln im Wasser, davon getrennt, und nun mit dieser und der vorigen Luft der Kolben gefüllt. Der in den Kolben gebrachte Phosphor wurde ziemlich stark erhitzt. Jetzt öffnete man den Kolben unter Wasser, und bemerkte, daß wirklich noch etwas Wasser hineintrat; ein Beweis, daß der Phos-

phor noch etwas Sauerstoff aus derselben hatte aufnehmen können. Die jetzt übergebliebene Luft ward abermals in eine mit Wasser angefüllte Flasche geleitet, und in derselben so lange mit dem Wasser geschüttelt, bis sich die Dämpfe ganz gesetzt hatten. Diese Luft zeigte nunmehr, durch die Prüfung mit salpetersaurem Gas, weder rothe Dämpfe, noch Verminderung des Raums; sie war reines Salpeterstoffgas. Mit diesem Gas wurde ein weißes, acht Unzen haltendes, Glas angefüllt, ein Stück Phosphor an einem Faden hinein gehängt, und nachher die Mündung des Glases, mit einem Stöpsel und mit Siegellack, wohl verwahrt. Von dem Phosphor stiegen Dämpfe auf, und es leuchtete derselbe, sogar in einer niedrigeren Temperatur, weit stärker als in der atmosphärischen Luft. Bei höherer Temperatur war das Leuchten noch lebhafter. Am andern Morgen bemerkte man kein Leuchten mehr, und die Dämpfe hatten sich völlig gesetzt. Der Phosphor war ganz mit einem feuchten Dunste belegt. Er wurde herausgenommen, auf Löschpapier abgerieben, und von der Feuchtigkeit befreit, hernach aber wieder in das Glas gehängt. Es entstanden abermals Dämpfe, und der Phosphor leuchtete wie vorher. Das Papier, an welchem der Phosphor war abgerieben worden, schmeckte sauer.

3. Versuch. Dieser wurde eben so angestellt, wie der zweite. Nur wurde das mit Salpeterstoffgas gefüllte Glas unter Wasser geöffnet, der Phosphor mit dem Stöpsel herausgenommen und abgewaschen. Es stieg etwas Wasser in das Glas, Nach dem Abwaschen wurde der Phosphor unter dem Wasser wieder in das Glas gebracht. Er dampfte wieder und leuchtete. Das Glas wurde abermals unter Wasser geöffnet, der Phosphor abgewaschen, und nachher wieder hinein gebracht. Dieses Öffnen des Glases und Abwaschen des Phosphors wurde einige Wochen fortgesetzt, und während dieser Zeit hatte sich das Gefäß nach und nach über die Hälfte mit Wasser angefüllt, und in dem noch vorhandenen Luftraum leuchtete der abgewaschene Phosphor noch eben so gut, als vorher. Das noch übrige Gas zeigte sich bei der Prüfung als unverändertes Salpeterstoffgas. Das

in das Gefäß hereingestiegene Wasser hatte einen merklich sauren Geschmack, und röthete die blaue Farbe des Lackmus-Papiers.

4. Versuch. Sieben Theile reines Sauerstoffgas, worin der Phosphor nicht geleuchtet hatte, wurden mit einem Theile von dem Salpeterstoffgas vermischt, in welchem der Phosphor so vorzüglich geleuchtet hatte; jetzt zeigten sich Dämpfe und Licht, bei niedrigerer sowohl, als höherer Temperatur.

5. Versuch. Das Glas mit sieben Theilen Sauerstoffgas und Einem Theile Salpeterstoffgas, wurde in einiger Entfernung vom Ofen, auf ein starkes Eisenblech gesetzt, und mit einem Schmelztiigel bedeckt. Neben dasselbe wurde zugleich ein anderes, mit Sauerstoffgas (wovon jene sieben Theile genommen waren) gefülltes Glas mit Phosphor gesetzt. Nach einiger Zeit entzündete sich der Phosphor in dem gemischten Gas, aber in dem Glase mit reinem Sauerstoffgas ging keine Veränderung vor.

Aus diesen Versuchen schloß jetzt Hr. Götting, daß der Phosphor in dem reinen Salpeterstoffgas weit vollkommener, als in dem reinen Sauerstoffgas, leuchte.

6. Versuch. Von reinem Sauerstoffgas wurde ein Theil in einem Glase vier Wochen lang dem Sonnenscheine ausgesetzt, ein anderer Theil aber eben so lange im Keller verwahrt. In dem ersten Gas leuchtete der Phosphor, und entzündete sich; im zweiten geschah keines von beiden.

7. Versuch. In einem Glas-Zylinder, der am Boden ein kleines Loch hatte, wurde ein sehr empfindliches Thermometer befestigt, an dessen Kugel ein Stück Phosphor gebunden war. Darauf wurde der Zylinder mit Salpeterstoffgas angefüllt. Das Thermometer veränderte sich nicht.

Anmerkung. Hr. Götting schließt aus diesem Versuche, daß bei dem Leuchten des Phosphors im Salpeterstoffgas kein Wärmestoff frei werde.

8. Versuch. In dem reinen Kohlensäure Gas (durch Schwefelsäure aus der Kreide entwickelt) dampfte und leuchtete der Phosphor, sowohl in niedriger, als in höherer Temperatur; und nach einiger Zeit stiegen zugleich helle leuch-

tende Wolken auf, welches im Finstern ein artiges Schauspiel gab. Abwechselnd leuchtete der Phosphor, und hörte dann wieder zu leuchten auf, und leuchtete wieder, ungeachtet das Glas immer an demselben Orte stand. Der Phosphor wurde nachher auf Lackmus-Papier gerieben, welches schnell roth ward. Auch das im Glase enthaltene Wasser schmeckte sehr sauer. Was es für eine Säure war, wurde nicht untersucht.

9. Versuch. Sobald der Phosphor in dem kohlensäurten Gas einer höhern Temperatur ausgesetzt wurde, hörte Dampfen sowohl, als Leuchten auf.

10. Versuch. Angezündeter Phosphor in kohlensäurtes Gas gebracht, verlöschte sogleich.

Anmerkung. Hr. Götting fand, durch eine Reihe von Versuchen, daß man kein reines kohlensäurtes Gas erhalten könne, welches nicht entweder mit Salpeterstoffgas, oder mit Sauerstoffgas vermischt sey. Diesem beigemischten Sauerstoffgas möchte wohl das Leuchten zuzuschreiben seyn.

11. Versuch. Im Wasserstoffgas leuchtete der Phosphor, bei jeder Temperatur, vortreflich. Das im Glase gebliebene Wasser wurde sauer, und röthete die Lackmus-Linotur.

12. Versuch. Wurde der Phosphor in dem Wasserstoffgas erhitzt, so entstand eine geringe Verminderung des Volumens, und nun leuchtete der Phosphor nicht mehr darin; doch wurde das Gas wieder fähig zu leuchten, wenn man etwas übersaures Kochsalzgefäurtes Gas mit demselben vermischte.

13. Versuch. In dem salpeterhalbsauren Gas leuchtete der Phosphor weder bei niedriger, noch bei hoher Temperatur.

14. Versuch. In dem Kochsalzgefäurten Gas leuchtete der Phosphor weder bei niedriger, noch bei hoher Temperatur.

15. Versuch. Eben so wenig leuchtete derselbe im Ammoniakgas.

Auf diese Versuche hat Hr. Prof. Götting eine eigene, sehr scharfsinnige, Theorie in der Voraussetzung gebaut,

daß sich diese Versuche nach den Grundsätzen der antiphlogistischen Chemie nicht erklären ließen. Ich werde mich aber bemühen, zu zeigen, daß eine solche Erklärung wirklich statt findet.

Wenn Hr. Götting sagt: »Wäre es ein ausgemachter Grundsatz, daß keine Verbrennung ohne den Zutritt der reinen Luft statt fände,« u. s. w. so bemerke ich dabei, daß dieß kein ausgemachter Grundsatz sei. Es kann vielleicht Körper geben, die in einer andern Art von Gas verbrennen, als in dem Sauerstoffgas, ungeachtet dergleichen Körper bis jetzt noch nicht entdeckt sind; denn es wird zum Verbrennen weiter nichts erfordert, als daß ein solcher Körper eine größere Verwandtschaft zur Grundlage des Gas habe, als die Grundlage des Gas zum Wärmestoffe hat. Dieß im Vorbeigehen; nun zur Erklärung der Versuche.

Alle diese Versuche lassen sich erklären, wenn man auf das, in den verschiedenen Gasarten aufgelöste, Wasser Rücksicht nimmt. Dieses wird von dem Phosphor in seine Bestandtheile zerlegt. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Phosphor, und macht Phosphorsäure, während der Wasserstoff einen Theil des Phosphors auflöst und gephosphorten Wasserstoff bildet. Der frei werdende Wärmestoff unterhält die nöthige Temperatur.

Wenn die Versuche über Quecksilber angestellt, und während derselben alles Wasser sorgfältig entfernt würde; wenn ferner die, zu den Versuchen anzuwendenden, Gasarten vorher sorgfältig getrocknet würden, indem man sie durch Röhren gehen ließe, welche mit frischbereiteter, trockner Pottasche aus Weinstein angefüllt wären; so würde in keinem andern Gas, als in dem Sauerstoffgas, das Leuchten und die Säuerung des Phosphors statt finden.

Das Wasser wird zwar im tropfbaren Zustande von dem Phosphor bei einer niedrigen Temperatur nicht zerlegt, allein es wird zerlegt, sobald es sich im Wärmestoff aufgelöst und im elastischen Zustande befindet. Man lasse Wasser durch eine glühende Röhre gehen, und fülle, im Quecksilberapparat, eine Flasche, in welcher man vorher ein Stückchen Phosphor bese-

stigt hat, mit dem sich entwickelnden Wassergas an, so wird die Zerlegung dieses Gas sogleich statt finden.

Würde der Phosphor wirklich, wie Herr Prof. Götting glaubt, in dem Salpeterstoffgas gesäuert, und das Gas allmählig aufgezehrt, so müßte, bei fortgesetztem Erhitzen des Phosphors in einem abgeschlossenen, mit atmosphärischer Luft angefüllten, Raume endlich diese Luft ganz zerlegt werden. Daß dieß aber nicht geschieht, beweisen die folgenden Versuche der Herren Doktoren Jäger und Scherer.

16. Versuch. In dem Göttingischen Apparat wurde Phosphor in atmosphärischer Luft über eine Stunde lang einer höheren Temperatur ausgesetzt. Die übrig gebliebene, nicht zerlegte, Luft betrug ungefähr  $\frac{2}{3}$  der gebrauchten atmosphärischen. Der Phosphor war in eine ganz durchsichtige, farblose, spröde, sehr saure Masse verwandelt, die an der Luft noch etwas dampfte.

Anmerkung. Hr. Dr. Jäger bemerkte: der Versuch sei immer derselbe gewesen, bei sehr vielen Versuchen, welche in Rücksicht auf die Dauer der Erhitzung, und auf die Natur der Gefäße, mannigfaltig abgeändert wurden. Der Erfolg war derselbe, wenn man auch die Erhitzung nur etwas über fünf Minuten fortsetzte.

17. Versuch. In dem, auf diese Art erhaltenen, Salpeterstoffgas leuchtete der Phosphor bei keiner Temperatur.

Anmerkung. Dieses Salpeterstoffgas zeigte bei der Vermischung mit salpeterhalbsaurem Gas, keine Verminderung. Zuweilen hatte es den Geruch von phosphorstem Wasserstoffgas, weil man das Wasser bei dem Versuche nicht entfernt hatte.

18. Versuch. Das, im 16. Versuch erhaltene, Salpeterstoffgas wurde mit etwas Sauerstoffgas vermischt. Allein auch in dieser Mischung leuchtete der Phosphor bei niedriger Temperatur nicht. Bei höherer Temperatur verbrannte der Phosphor, und die Mischung verminderte sich um den Raum, den das beigemischte Sauerstoffgas eingenommen hatte; und nicht mehr.

19. Versuch. Zu dem, im 16. Versuch erhaltenen, Sal-

peterstoffgas wurde etwas atmosphärische Luft gemischt. Jetzt leuchtete der Phosphor darin, selbst bei niedriger Temperatur. Dabei verminderte sich die Mischung um einen weit geringern Raum, als den die beigemischte atmosphärische Luft einnahm.

20. Versuch. In der, im 19. Versuch zurück gebliebenen, Luft leuchtete der Phosphor bei keiner Temperatur. Sobald aber wieder etwas atmosphärische Luft zugelassen wurde, fing das Leuchten wieder an.

Anmerkung. Diese Versuche wurden im pneumatischen Quecksilber-Apparate angestellt.

21. Versuch. Man wiederholte dieselben Versuche im pneumatischen Wasser-Apparate, und da leuchtete der Phosphor im Salpeterstoffgas bei niedriger Temperatur.

22. Versuch. Wenn man ein Stückchen Phosphor, welches in einem verschlossenen und mit Wasser angefüllten Gefäße sich befindet, erhitzt; so leuchtet der Phosphor, und es entwickeln sich Blasen. Ein Beweis, daß der Phosphor, bei einer höhern Temperatur, sogar das tropfbare Wasser zerlegt.

In Rücksicht auf den sechsten Versuch des Hrn. Prof. Götting, wodurch bewiesen werden sollte, daß schon die bloße Einwirkung des Sonnenlichts vermögend sei, Sauerstoffgas in Salpeterstoffgas zu verwandeln, machte Hr. Dr. Jäger den folgenden Versuch, welcher beweiset, daß eine solche Verwandlung nicht statt findet.

23. Versuch. Zwei Flaschen von weißem Glase, deren jede ungefähr anderthalb Kubikzoll Luft faßte, wurden im pneumatischen Quecksilber-Apparate mit demselben Sauerstoffgas aus Braunstein angefüllt, und mit Quecksilber gesperrt. Eine derselben wurde in ein Fenster gesetzt, welches niemals von der Sonne beschienen wird, übrigens aber dem hellsten Tageslichte ausgesetzt ist. Die andere wurde, in demselben Zimmer, unter einen mit Sand umschütteten Siegel gesetzt. Das Quecksilber in der ersten Flasche stieg und fiel, im Verhältnisse mit dem Thermometer im Zimmer. Nach vier Wochen war es wieder so hoch als anfangs. Damals

wurde das, in beiden Flaschen enthaltene, Gas durch den Eudiometer geprüft, und beides von einerlei Güte befunden. Mit dem Gas, welches am Fenster gestanden hatte, wurde ein Gläschen angefüllt, und Phosphor hinein gebracht. Der Phosphor leuchtete bei einer Temperatur von  $+ 10^{\circ}$  Reaum. nicht. Erst dann leuchtete er, als er einer höheren Temperatur ausgesetzt wurde.

## Zwanzigstes Kapitel.

Von der Verbindung des Kohlenstoffes mit dem

Sauerstoffe.

### 1. Versuch.

Man verbrenne trockne und in einem verschlossenen Tiegel wohl ausgeglühte, Kohlen unter einer, mit Sauerstoffgas angefüllten, und über dem Quecksilber Apparat stehenden Glocke: so wird das Sauerstoffgas sich zum Theil in kohlengefäurtes Gas verwandeln, indem der Sauerstoff sich mit dem Kohlenstoff verbindet.

2. Versuch. Bringt man, durch das Quecksilber, unter die Glocke, auf einer Schaale, eine Lösung von Pottasche in Wasser: so wird das entstandene kohlengefäurte Gas von der Pottasche eingesogen, und das wenige Gas, was noch übrig bleibt, ist reines Sauerstoffgas. Folglich hat die Kohle, während des Verbrennens, nichts verloren, sondern einen Theil des Sauerstoffes aufgenommen. In dem übrig gebliebenen Sauerstoffgas kann man aufs neue Kohlen verbrennen, und dieß so lange fortsetzen, bis alles Sauerstoffgas ganz aufgezehrt ist.

Das kohlengefäurte Gas, oder die sogenannte fixe Luft, besteht demzufolge aus Sauerstoff und aus Kohlenstoff, und beide sind, durch den Wärmestoff, in Gasgestalt verwandelt.

Wenn man Phosphor mit Sauerstoffgas verbindet: so entsteht eine starke Flamme und es entwickelt sich eine große

Menge Wärmestoff, weil die Phosphorsäure in trockner Gestalt erscheint, und folglich wenig Wärmestoff in ihre Mischung aufnimmt. Bei dem Verbrennen der Kohle hingegen entsteht keine Flamme, sondern ein bloßes Glimmen, und es entwickelt sich wenig Wärmestoff: weil die Kohlensäure in Gasgestalt erscheint, und folglich eine große Menge Wärmestoff in ihre Verbindung aufnimmt.

Bei dem Verbrennen der Holzkohle entsteht allemal Wasser, weil die Kohle Wasserstoffgas in ihrer Mischung enthält.

3. Versuch. Wenn man Kohlenstaub mit schwarzer Magnesium-Halbsäure vermischt, und über diese Mischung Kochsalzsäure abzieht: so erhält man übersaure Kochsalzsäure und kohlengefäurtes Gas, indem sich der Sauerstoff der Halbsäure mit dem Kohlenstoffe und mit der Kochsalzsäure verbindet: das Magnesium wird zum Theil hergestellt.

4. Versuch. Wenn man übersaure Kochsalzsäure über ausgeglühten Kohlenstaub digerirt: so erhält man eine Mischung von Kochsalzsäure und Kohlensäure, indem ein Theil des überflüssigen Sauerstoffes der überausen Kochsalzsäure sich mit dem Kohlenstoffe verbindet.

5. Versuch. Wenn man rothe Quecksilber-Halbsäure, mit Kohlenstaub vermischt, dem Feuer aussetzt: so erhält man kohlengefäurtes Gas. Das Quecksilber verliert von seinem Gewichte, und wird hergestellt.

6. Versuch. Wenn man rothe Bleihalbsäure oder sogenannten Mennig, mit Kohlenstaub vermischt, dem Feuer aussetzt: so erhält man kohlengefäurtes Gas, und das Blei wird, mit einem Verlust an seinem Gewichte, hergestellt.

7. Versuch. Wenn man, in verschlossenen Gefäßen, Salpetersäure über Kohlenstaub kochen läßt: so wird die Salpetersäure in ihre Bestandtheile zerlegt. Der Sauerstoff derselben verbindet sich mit dem Kohlenstoffe, und man erhält kohlengefäurtes Gas, Salpeterstoffgas, und salpeterhalbsaures Gas.

8. Versuch. Wenn man Kohlenstaub, welcher einige  
Zeit

Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist, in verschlossenen Gefäßen dem Feuer aussetzt: so erhält man Kohlensäures Gas und Wasserstoffgas, und weiter nichts; man mag die Operation auch noch so lange fortsetzen, und die Temperatur noch so sehr erhöhen. Die Kohle bleibt in der Retorte zurück, und bleibt Kohle, mit allen Eigenschaften welche dieselbe vorher hatte, außer daß sie etwas von ihrem Gewichte verloren hat.

9. Versuch. Setzt man diese gereinigte Kohle einige Zeit der Luft aus: so nimmt sie beinahe ihr voriges Gewicht wiederum an, und giebt, bei einer neuen Kalzination, abermals Kohlensäures Gas und Wasserstoffgas.

Wird dieser Versuch, mit derselben Kohle, oft nach einander wiederholt: so bemerkt man, daß sie bei jedem Versuche etwas von ihrem Gewichte mehr verliert; bis sie zuletzt ganz in Kohlensäures Gas und in Wasserstoffgas verwandelt worden ist.

Das erhaltene Kohlensäure Gas und das erhaltene Wasserstoffgas machen, zusammen genommen, mehr als dreimal das Gewicht der Kohle aus, welche dieselben hervor gebracht hat. Demzufolge hat die Kohle, während sie der Luft ausgesetzt war, etwas aufgenommen. Und was sie aufgenommen hat, ist Wasser, welches nachher, während der Kalzination, in seine Bestandtheile zerlegt wird: daher das Wasserstoffgas, und der, mit dem Kohlenstoffe verbundene, Sauerstoff des Kohlensäuren Gas.

10. Versuch. Setzt man die kalzinirte Kohle einer vollkommen trocknen Luft aus, so erhält man nachher kein Wasserstoffgas mehr, aber dagegen etwas Salpeterstoffgas, welches die Kohle aus der Luft aufgenommen hat.

11. Versuch. Legt man die kalzinirte Kohle in Wasser, so daß sie die Luft gar nicht berühren kann: so erhält man nachher Wasserstoffgas in weit größerer Menge, als wenn die Kohle der Luft ausgesetzt worden ist.

Folglich hat, wie auch schon oben (im 13. Kapitel) bewiesen worden ist, bei einer hohen Temperatur, der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zu der Kohle, als zu dem Wasserstoffe.

Die ganz trockne, und völlig wasserfreie, Kohle gibt weder Wasserstoff noch kohlengeſäuertes Gas, wie folgender Verſuch beweist.

12. Verſuch. Man laſſe Kohlenſtaub, in einem wohl zugedeckten Tiegel, den man eine halbe Stunde lang roth glühend erhält, vollkommen austrocknen. Sobald der Tiegel ſoweit abgekühlt iſt, daß man denſelben öffnen kann, ohne befürchten zu müſſen, daß die Kohle ſich entzünde, bringe man dieſen, noch heißen, Kohlenſtaub in eine Retorte von Porzellan. Man fülle die Retorte, bis an den Hals, ganz damit an, und drücke den Kohlenſtaub, zu wiederholten malen, feſt hinein. Dieſe Retorte lege man in einen Ofen, verbinde den Hals derſelben mit dem Queckſilber-Apparate, und verſtärke das Feuer, ſolange bis die Retorte roth glüht. Man wird weiter nichts erhalten, als etwas atmospäriſche Luft, welche in dem Halse der Retorte zurück geblieben war. Von kohlengeſäuertem Gas und von Waſſerſtoffgas zeigt ſich keine Spur.

Daß die Kohlenſäure aus Kohlenſtoff und aus Sauerſtoff beſtehe, iſt, zuſolge des bisher Geſagten, unwiderleglich bewieſen. Aber nicht nur die Syntheſis der Kohlenſäure, von welcher bis jezt gehandelt worden iſt, beweist dieſen Satz, ſondern auch die Analyſis der Kohlenſäure beſtätigt dieſe chemiſche Wahrheit: denn man erhält Sauerſtoff und Kohlenſtoff, als die beiden Beſtandtheile der Kohlenſäure.

13. Verſuch. In eine Glasröhre, welche an dem einen Ende verſchloſſen und mit einem Beſchlage aus Sand und Leim überzogen iſt, wird erſt etwas Phosphor, und nachher ein wenig ſchwach gebrannte kohlengeſäuerte Kalkerde, oder Kreide, gebracht. Nachher wird die Mündung der Röhre größtentheils, doch nicht ganz, verſchloſſen; damit der Zutritt der atmospäriſchen Luft, die den Phosphor entzünden könnte, verhütet, und doch der erwärmten Luft ein Ausgang geſtattet werde. Nun wird die Röhre einige Minuten lang rothglühend erhalten, und nachher aus dem Feuer genommen. Wenn ſie ganz kalt iſt, ſo wird ſie zerbrochen. Man findet dann in derſelben ein ſchwarzes Pulver, wel-

ches aus Kohlenstoff, phosphorgesäuertter Kalkerde und gephosphortter Kalkerde besteht. Die phosphorgesäuerte Kalkerde kann durch Auflösung in einer Säure, und durch Filtriren geschieden werden, so wie der Phosphor durch Sublimation von der Kalkerde geschieden werden kann.

Anmerkungen. Der Kohlenstoff und der Sauerstoff kommen von der zerlegten Kohlenensäure her, mit welcher die Kalkerde vorher verbunden war.

Der, aus der Kohlenensäure auf diese Art erhaltene, Kohlenstoff unterscheidet sich auf keine Weise von der reinen vegetabilischen Kohle. Läßt man ihn, in verschlossenen Gefäßen, mit Salpeter verpuffen, so erhält man Kohlengesäuertes Gas.

Phosphorgesäuerte Kalkerde läßt sich durch Destillation mit der Kohle nicht zerlegen: denn obgleich der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zum Kohlenstoffe hat, als zum Phosphor: so ist doch, in jener Mischung, die Summe der Verwandtschaften des Phosphors zum Sauerstoffe und der Phosphorsäure zur Kalkerde größer, als die Verwandtschaft des Sauerstoffs zum Kohlenstoffe; und daher findet keine Zerlegung statt.

14. Versuch. Von der reinsten Kohlengesäuerten Soda, aus welcher ungefähr 0,67 ihres Gewichts an Wasser, aber keine Kohlenensäure, war ausgetrieben worden, wurde in eine starke Röhre von weißem Glase, welche fast einen Zoll weit, vierthalb Fuß lang, und bis neun oder zehn Zoll von dem offenen Ende beschlagen war, 200 Gran Phosphor gebracht, und darauf 800 Gran von der entwässerten Soda gedrückt. Die Röhre wurde hierauf so gebogen, daß das offene Ende während des Versuchs bequem in Quecksilber getaucht werden konnte. Der beschlagene Theil der Röhre, welcher die Soda enthielt, wurde, bis auf zwei oder drei Zoll zunächst dem Phosphor, über einem tragbaren Ofen allmählig erhitzt, bis er rothglühend, oder vielmehr biegsam, wurde. Hierauf ward der Theil der Röhre, welcher den Phosphor enthielt, allmählig dem Feuer genähert, und zwanzig Minuten lang im Rothglühen erhalten. Beim Anfange des Versuchs trat

das Quecksilber einige Zolle in die Röhre; und als der beschlagene Theil glühend wurde, sublimirte sich Phosphor in dem obern und kältern Theile. Etwa zwanzig Tropfen Wasser wurden über dem Quecksilber verdichtet; auch ging etwas Salpeterstoffgas mit etwas Sauerstoffgas und etwas wenigem gephosphortem Wasserstoffgas über. Nach dem Erkalten wurde die Röhre zerbrochen. Im untern Theile derselben fand sich eine, schwach zusammenhängende, feste Masse, schwarz wie Kohle, die 428 Gran wog. Diese 428 Gran alkalische Materie wurden in siedender concentrirter Essigsäure aufgelöst. Es entwickelte sich während der Auflösung etwas kohlensäurtes Gas. Die Auflösung wurde durchgeföhret, und der schwarze Rückstand mit kochendem destillirtem Wasser ausgelaugt. Nach dem Trocknen wog dieser Rückstand 32,4 Gran. Es hatte keinen Geschmack und keinen Geruch, und war ein feines, zartes, ganz schwarzes und sehr leichtes Pulver. Das Pulver brannte auf einem glühenden Eisen; es verpuffte mit Salpeter, wobei sich, in verschlossenen Gefäßen, kohlensäurtes Gas entwickelte; es stellte das Blei aus der Bleihalbsäure wieder her; es erzeugte mit der schwefelgesäuerten Pottasche, bei einer höhern Temperatur, geschwefelte Pottasche; mit Phosphorsäure entstand Phosphor. Dieser Rückstand war also reiner Kohlenstoff.

15. 16. 17. Versuch. Wenn man, statt der kohlensäuerten Soda, kohlensäurte Pottasche, oder kohlensäurte Schwererde, oder kohlensäurte Bittererde nimmt; so ist der Erfolg derselbe.

18. 19. 20. Versuch. Wenn man, auf dieselbe Weise, reine Kalkerde, reine Soda, oder reine Pottasche mit Phosphor behandelt; so erhält man keinen Kohlenstoff, weil hier kein kohlensäurtes Gas vorhanden ist.

Die Analysis sowohl, als die Synthesis, beweiset demzufolge, daß das kohlensäurte Gas aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehe.

Noch verdient bemerkt zu werden, daß man ebenfalls keinen Kohlenstoff erhält, wenn man, auf eine ähnliche Weise, Phosphor mit schwefelgesäuertem Soda, mit schwefelgesäuertem

Pottasche, mit Kochsalzgesäurter Soda, oder mit Kochsalzgesäurter Pottasche behandelt.

21. Versuch. Wenn man durch vollkommen reines, über dem Quecksilber-Apparate befindliches, Kohlengesäuertes Gas elektrische Funken gehen läßt: so bemerkt man: 1) daß das Gas am Umfange zunimmt, 2) daß die allmähliche Zunahme des Umfanges noch lange Zeit fort dauert, nachdem man aufgehört hat zu elektrisiren, 3) Daß sie endlich, nach einiger Zeit, ganz aufhört, ungeachtet man fortfährt, elektrische Funken durchgehen zu lassen, und daß alsdann die gänzliche Zunahme des Umfanges ungefähr den vier und zwanzigsten Theil des anfänglichen Umfanges des Kohlengesäuerten Gas beträgt, 4) Daß der, in dem Kohlengesäuerten Gas befindliche Leiter sich säuert, wenn er von Eisen ist, und daß er auf das Quecksilber ein schwärzliches Pulver absetzt, 5) daß nach der Operation nicht mehr reines Kohlengesäuertes Gas unter der Glocke vorhanden ist, sondern Kohlengesäuertes Gas mit Wasserstoffgas vermischt, in dem Verhältnisse von 21,5 : 14,0.

Die Erklärung dieses Versuches ist leicht. Alle Erscheinungen kommen von dem Wasser, welches in dem Kohlengesäuerten Gas aufgelöst ist. Das Wasser wird durch die elektrischen Funken in seine Bestandtheile zerlegt; der Sauerstoff verbindet sich mit dem Eisen, und der Wasserstoff wird in Wasserstoffgas verwandelt, welches man nachher unter der Glocke mit dem Kohlengesäuerten Gas vermischt findet. Zu bemerken ist, daß es gar kein Kohlengesäuertes Gas giebt, welches nicht mehr oder weniger Wasser aufgelöst enthielte.

Vermittelt der reinen ausgeglühten Kohle kann man viele braune und schwarze Substanzen entfärben, und vollkommen weiß machen. Diese Erscheinung erkläre ich so: die ausgeglühte Kohle hat, wie bekannt, eine außerordentlich große Verwandtschaft zum Wasserstoffe; diesen entzieht sie den braunen Körpern; der Kohlenstoff, welcher in dem Wasserstoffgas aufgelöst war, und die braune Farbe hervorbrachte, fällt zu Boden, und kann abgewaschen werden, wodurch der braune Körper weiß wird.

Dem faulen Fleische henimmt das Kohlenpulver seinen

unangenehmen Geruch. Dieser Geruch entsteht von dem geschwefelten und gekohlten Wasserstoffgas, welches sich bei der Fäulniß thierischer Theile entwickelt. Nun verbindet sich der Schwefel und die Kohle mit dem zugelegten Kohlenpulver, welches daher auch am Gewichte zunimmt. Das vollkommen reine Wasserstoffgas hat keinen Geruch.

Auf eben diese Weise kann man verschiedenen andern, unangenehm riechenden oder schmeckenden Körpern, vermittelst des Kohlenpulvers, ihren Geschmack und Geruch benehmen. So verlieren z. B. faules Wasser, Zwiebeln, Knoblauch, Wangen, und andre übelriechende Körper, durch Kohlenpulver ihren Geruch.

Wenn man kohlengesäuertes Wasser mit Kohlenpulver vermischt: so entzieht die Kohle dem Wasser allen Kohlenstoff so vollkommen, daß das Kalkwasser von diesem Wasser nun nicht mehr getrübt wird.

Dem mit geschwefeltem Wasserstoffgas (Schwefelleberluft) geschwängerten Wasser, entzieht das Kohlenpulver allen Schwefel, das Wasserstoffgas geht ohne Geruch in die Luft, und das Wasser bleibt rein zurück.

Das gekohlte Wasserstoffgas, oder die sogenannte schwere brennbare Luft, ist eine Auflösung des Kohlenstoffes in dem Wasserstoffgas. Dieses Gas hat einen besondern und höchst unangenehmen Geruch.

Da der Schwefel und die Kohle eine sehr große Verwandtschaft mit einander haben: so kann man, vermittelst des Schwefels, das gekohlte Wasserstoffgas zerlegen.

22. Versuch. Wenn man in eine, mit gekohltem Wasserstoffgas angefüllte, Retorte zu Pulver gestoßenen Schwefel wirft, und die Retorte einer höheren Temperatur aussetzt; so sublimirt sich Schwefel mit Kohlenstoff vermischt, ein Theil des Schwefels löst sich in dem Wasserstoffgas auf, und man erhält geschwefeltes Wasserstoffgas.

Von allen Säuren die wir kennen, ist vielleicht die Kohlensäure am meisten in der Natur verbreitet. Mit der Kalkerde verbunden findet man sie in der Kreide, in allen Marmorarten, und in den Kalksteinen. Gießt man auf die Krei-

de Schwefelsäure, oder eine andre Säure, welche eine größere Verwandtschaft zu der Kalkerde hat, als die Kohlensäure: so entsteht ein Aufbrausen, und das Kohlensäure Gas entwickelt sich. Bisher hat man noch kein Mittel entdeckt, um das Kohlensäure Gas zu verdichten, und dasselbe in flüssiger Gestalt darzustellen. Es verbindet sich mit dem Wasser nur ungefähr zu gleichen Theilen, und die aus dieser Verbindung entstehende Säure ist sehr schwach. Man erhält auch Kohlensäures Gas bei der Wein-Gährung: dann aber enthält es etwas Alkohol aufgelöst.

Anderer Mittel, das Kohlensäure Gas zu erhalten, sind: daß man Kohle in Sauerstoffgas verbrenne, oder daß man Kohlenstaub mit metallischen Halbsäuren vermische. Der Sauerstoff der Halbsäure verbindet sich mit der Kohle, und macht Kohlensäures Gas, das Metall aber erscheint in metallischer Gestalt.

Eine wohlfeile Methode die Kohlensäure in ihre Bestandtheile zu zerlegen, würde eine sehr wichtige Entdeckung für die Menschheit seyn. Man würde dadurch eine ungeheure Menge von Kohle erhalten, welche jetzt in den verschiedenen Erden und Steinen versteckt liegt. Durch eine einfache Verwandtschaft läßt sich diese Zerlegung nicht mit Vortheil bewirken: denn der zerlegende Körper müßte wenigstens eben so viel Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe haben, das heißt, eben so brennbar seyn, als die Kohle ist; folglich würde man, in diesem Falle, bloß eine brennbare Materie gegen eine andere vertauschen. Wahrscheinlich ist aber eine solche Zerlegung, vermöge einer doppelten oder dreifachen Verwandtschaft, möglich; wenigstens bewirkt die Natur täglich eine solche Zerlegung vor unseren Augen, in der Vegetation der Pflanzen.

Während der Verbindung des Sauerstoffes mit dem Eisen und mit dem Zink, erhält man Kohlensäures Gas, weil diese beiden Metalle Kohlenstoff enthalten. Von dem Eisen läßt sich der Kohlenstoff niemals ganz scheiden.

Noch ist zu bemerken, daß die Kohle in dem Sauerstoffgas, in dem Wasserstoffgas, und sogar in dem Salpeterstoffgas, auflöslich ist.

## Ein und zwanzigstes Kapitel.

## Widerlegung einiger Einwürfe.

Herr Kirwan hält dafür, die Kohle bestehe aus Wasserstoffgas und aus fixer Luft. Er beweist dieses durch einen schönen Versuch des Herrn Hermbstädt. Man fülle eine gebogene, irdene Röhre mit zerriebenem Braunstein, oder schwarzer Magnesium-Halbsäure, an, und mache diese Röhre, mittelst um dieselbe gelegter Kohlen, glühend. An das eine Ende derselben befestige man eine andere Röhre, welche in ein, mit Wasser angefülltes, Gefäß geht. An dem andern Ende der irdenen Röhre befestige man eine mit fixer Luft angefüllte Blase. Diese fixe Luft wird durch den glühenden Braunstein geleitet und unter den pneumatischen Apparat übergetrieben. Nach geendigter Operation findet man mehr Gas als vorher, weil das kohlengefäurte Gas sich mit dem Sauerstoffgas aus dem Braunsteine verbindet, und mit demselben vermischt übergeht.

Bei Wiederholung dieses Versuches, trieb Hr. Hermbstädt erst alles Sauerstoffgas aus dem Braunsteine aus. Dann füllte er eine irdene Röhre mit diesem Braunsteine an, und befestigte an jedes Ende der Röhre eine Blase, wovon die eine leer, die andre aber mit fixer Luft angefüllt war. Nun trieb er die fixe Luft, durch den glühenden Braunstein, wechselseitig aus einer Blase in die andere, und wiederholte dieses acht mal. Nachher fand er den Umfang der Luft vermindert, und ein Licht brannte nunmehr in derselben. Kalkwasser saugte den vierten Theil derselben ein, und der Rückstand war schlechter als gemeine Luft.

Die Erklärung dieses zweiten Versuches ist leicht. Der Braunstein gab, zu Anfange der Operation, noch eine geringe Menge Sauerstoff von sich, und nahm nachher eine beträchtliche Menge kohlengefäurtes Gas auf. Eine Zerlegung der fixen Luft ist hier gar nicht vorgegangen: folglich beweist dieser Versuch für Herrn Kirwans Meinung nichts. Aber

folgender Versuch zeigt unwiderleglich, daß das Kohlensäure Gas nicht aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas bestehe, wie Herr Kirwan annimmt.

**Versuch.** In eine kleine Flasche wurde etwas Eisenseile gethan, und nachher ein wenig mit Wasser verdünnte Schwefelsäure darüber gegossen. Sobald das sogenannte reine Phlogiston, oder das Wasserstoffgas, anfing sich zu entwickeln, wurde die Öffnung der Flasche, durch einen Stöpsel, in welchem eine krumme Glasröhre befestigt war, verschlossen. Das Wasserstoffgas, welches aus der Röhre kam, wurde, entzündet und brennend, unter eine große mit Sauerstoffgas angefüllte, Glocke gelassen, die auf Kalkwasser stand. Das Wasserstoffgas brannte nun unter der Glocke, mit einer größeren und helleren Flamme; das Sauerstoffgas nahm allmählig ab, und das Kalkwasser stieg unter der Glocke in die Höhe. Endlich hörte das Wasserstoffgas auf zu brennen, und die Glocke war beinahe ganz mit Kalkwasser angefüllt: aber das Kalkwasser blieb ganz durchsichtig, und es fiel auch nicht das geringste von der Kalkerde zu Boden. Folglich war, durch die Verbindung der brennbaren Luft mit der Lebensluft, keine fixe Luft entstanden; und folglich besteht die fixe Luft nicht aus brennbarer Luft und aus Lebensluft, wie Hr. Kirwan vormalig behauptete: denn zu seiner Ehre muß ich sagen, daß er, aus philosophischer Wahrheitsliebe, diese Hypothese nunmehr aufgegeben, und die antiphlogistische Theorie angenommen hat.

Hr. Priestley hat eine andere Meinung. Er behauptet: die fixe Luft mache einen Bestandtheil der Atmosphäre aus, und der andre Bestandtheil sei die Lebensluft. Ferner behauptet er: daß so oft man Phlogiston mit der Lebensluft verbinde, so oft entstehe Luftsäure, welche sich niederschlage; und daher nehme die Luft alsdann am Umfange ab. Folgender Versuch beweist unwiderleglich, daß auch diese Meinung un gegründet ist.

**Versuch.** Eine gläserne Glocke wurde mit Kalkwasser angefüllt und über Kalkwasser gesetzt. Nachher ließ man, durch das Kalkwasser, Sauerstoffgas unter die Glocke gehen

solange bis dieselbe ganz angefüllt war. Dann ließ man salpeterhalbsaures Gas, oder sogenannte Salpeterluft, unter die Glocke, welche, nach der Meinung der Phlogistiker, eine mit Phlogiston überladene Salpetersäure ist. Es entstand Salpetersäure und zwar, wie Hr. Priestley annimmt, darum, weil das Phlogiston die Salpetersäure verließ, und sich mit der Lebensluft verband. Aber das Kalkwasser wurde nicht im mindesten getrübt: es entstand keine fixe Luft: und demzufolge besteht die fixe Luft, oder das Kohlensäure Gas, nicht aus Lebensluft und Phlogiston.

## Zwei und zwanzigstes Kapitel.

### Von dem Demant.

**U**nter die einfachen Körper gehört auch der Demant. Er zeigt, in allen bisher angestellten Versuchen, die größte Ähnlichkeit mit dem Kohlenstoffe, er ist vielleicht ganz reiner Kohlenstoff: denn wenn man ihn, in verschlossenen und mit Sauerstoffgas angefüllten, Gefäßen verbrennt; so wird er ganz in Kohlensäures Gas verwandelt. Er verbrennt wirklich, denn er nimmt am Gewichte zu, und das Sauerstoffgas wird eingesogen. Versuche haben gezeigt, daß wenn man den Demant ganz mit Kohlenpulver umgiebt, derselbe alsdann nicht verbrennt. Auch verbrennt er nicht ohne den Beitritt der Luft. Macquet sah, im Jahr 1771, den Demant, in seinem Kapellenofen, mit einer leichten glimmenden Flamme verbrennen. Dieser Versuch ist seither oft wiederholt worden, vorzüglich im Jahre 1775, von Bucquet.

Der Demant bricht das Licht beinahe dreimal so stark, als er, vermöge seiner Dichtigkeit, thun sollte. Diese Eigenschaft kommt bloß den durchsichtigen, verbrennlichen Körpern zu. Daher vermuthete auch schon Newton, a priori, daß der Demant ein verbrennlicher Körper sey, und diese Vermuthung ist nunmehr, durch neuere Versuche, zu einer unwiderleglichen Wahrheit geworden.

Der Diamant ist der härteste und der durchsichtigste Körper in der Natur.

### Drei und zwanzigstes Kapitel.

Allgemeine Betrachtungen über die Säuerung des Schwefels, des Phosphors und der Kohle.

Aus den bisher beschriebenen Versuchen folgt:

Erstens. Daß die sogenannten brennbaren, oder verbrennlichen Körper, während des Verbrennens am Gewichte zunehmen, und daß sie, zu gleicher Zeit, sowohl den Umfang, als das spezifische und absolute Gewicht der Luft, in welcher sie verbrannt werden, vermindern.

Zweitens. Daß die Zunahme des Gewichts des verbrannten Körpers vollkommen gleich ist, dem Verluste, welchen die Luft an ihrem Gewichte erlitten hat.

Drittens. Da es eine unumstößlich erwiesene Wahrheit ist, daß kein Körper am Gewichte zunehmen kann, wenn nicht seine Masse vermehrt wird, und daß das Gewicht keines Körpers abnehmen kann, solange derselbe nicht von seiner Masse verliert: so folgt auch, daß der verbrannte Körper, während des Verbrennens, etwas aufgenommen, und daß hingegen die Luft etwas verloren haben muß.

Viertens folgt aus diesen Versuchen: daß die verbrannten Körper durch das Verbrennen die Eigenschaften von Säuren angenommen haben.

Fünftens. Daß die, durch das Verbrennen entstandenen, Säuren schwerer sind, als die Körper aus denen dieselben entstehen.

Da diese fünf Sätze unmittelbar aus den Versuchen selbst hergeleitet sind; so folgt ferner, wenn man logisch richtig schließt, und sich nicht durch angenommene Vorurtheile die Urtheilskraft selbst verwirrt, daß:

Erstens. Die Stahlische Meinung von dem Verbrennen der Körper den Versuchen widerspricht: denn es ist,

zufolge der erzählten Versuche, schlechterdings unmöglich, daß jene Körper, die, mit dem Phlogiston verbundene, Säure schon vor dem Verbrennen enthalten haben sollten, und es ist diesen Versuchen entgegen, wenn die Etahlianer behaupten, der Körper verliere, während des Verbrennens, einen seiner Bestandtheile, das Phlogiston, da er doch beträchtlich am Gewichte zunimmt. Diese Zunahme des Gewichtes muß nothwendig eine Ursache haben.

Zweitens, daß die Schwefelsäure, die Phosphorsäure und die Kohlensäure, aus zwei verschiedenen Grundstoffen bestehen, wovon der eine, der Sauerstoff, allen gemein ist, und während des Verbrennens sich mit dem verbrannten Körper vereinigt.

Drittens. Daß die Lebensluft ein zusammengesetzter Körper ist, welcher aus Sauerstoff und aus Wärmestoff besteht.

Viertens. Daß der Schwefel, der Phosphor und die reine Kohle, einfache Körper sind, deren Verbrennen darin besteht, daß sie dem Sauerstoffgas den Sauerstoff entziehen, und den Wärmestoff frei machen, welcher sich mit anderen Körpern verbindet; daher dann die Flamme und die Wärme entsteht.

Fünftens. Daß der Schwefel, der Phosphor und die reine Kohle, während des Verbrennens, keinen ihrer Bestandtheile verlieren, sondern daß sich noch ein neuer Bestandtheil, der Sauerstoff, mit ihnen vereinigt.

Sechstens. Daß demzufolge die Lehre von dem Phlogiston eine Hypothese ist, welche der Erfahrung widerspricht.

Siebtens. Daß man, ohne die Hypothese vom Phlogiston anzunehmen, alle Erscheinungen sehr leicht erklären kann, und daß demzufolge diese Hypothese nicht nur ungegründet, sondern auch überflüssig ist.

## Bier und zwanzigstes Kapitel.

### Von der Salpetersäure.

Man erhält die Salpetersäure aus dem Salpeter. Den Salpeter erhält man, durch Auslaugung der Erde alter Gebäude, Keller, Ställe, Scheunen u. s. w. Die Salpetersäure ist in dieser Erde gemeinlich mit Kalkerde, Bittererde, Pottasche, und zuweilen auch mit Maunerde verbunden. Alle diese Mittelsalze, ausgenommen die salpetergesäuerte Pottasche, oder der sogenannte Salpeter, ziehen die Feuchtigkeit aus der Luft an.

Die Erde, welche den Salpeter enthält, wird ausgelaugt. Die Lauge wird mit Pottasche gemischt, mit welcher die Salpetersäure eine größere Verwandtschaft hat, als mit den übrigen, in der Erde enthaltenen, Substanzen, mit denen sie verbunden ist. Daher werden diese niedergeschlagen, und man erhält Salpeter.

Aus dem Salpeter erhält man die Salpetersäure, indem man, aus einer tubulirten Retorte, drei Theile reinen Salpeter mit einem Theile konzentrierter Schwefelsäure destillirt. Mit der Vorlage wird der verbesserte Woulfische Apparat verbunden, um die sich entwickelnden Gasarten aufzufangen. Die Salpetersäure geht in rothen Dämpfen über, weil sie mit salpeterhalb-saurem (mit dem Sauerstoffe nicht gesättigtem) Gas überladen ist. Zugleich entwickelt sich eine große Menge Sauerstoffgas, weil, bei einer höheren Temperatur, der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zu dem Wärme-stoffe hat, als zu der Salpeterstoff-Halbsäure, da hingegen bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre das Gegentheil statt findet. Ein Theil des Sauerstoffs verläßt die Salpetersäure und dadurch wird dieselbe in eine Halbsäure, in salpeterhalb-saures Gas verwandelt. Dieses halb-saure Gas wird wieder Salpetersäure, wenn es allmählig erwärmt wird: aber man versiert alsdann eine große Menge Salpetersäure, und es bleibt weiter nichts als eine, mit vielem Wasser vermischte, Säure zurück.

Eine wasserfreie Salpetersäure, und mit weniger Verluft, erhält man, wenn man eine Mischung aus Salpeter und trockenem, zu Pulver geriebenem, Thon aus einer irdenen Retorte destillirt. Der Thon verbindet sich mit der Pottasche, mit welcher er eine sehr große Verwandtschaft hat, und es geht eine nur wenig rauchende (das heißt, nur mit wenigem halbsauren Gas vermischte) Salpetersäure in die Vorlage über. Dieses wenige halbsaure Gas kann man leicht von der Säure trennen, wenn man sie aus einer Retorte, bei gelindem Feuer, destillirt. Man erhält alsdann das halbsaure Gas in der Vorlage, und die Salpetersäure bleibt in der Retorte zurück.

Das salpeterhalbsaure Gas besteht aus 32 Theilen Salpeterstoff, und aus 68 Theilen Sauerstoff. Die Salpetersäure besteht aus 20,5 Theilen Salpeterstoff und aus 79,5 Theilen Sauerstoff. Zwischen dem salpeterhalbsauren Gas und der Salpetersäure, giebt es sehr viele Zwischengrade von Säure, je nachdem der Salpeterstoff mehr oder weniger mit dem Sauerstoffe gesättigt ist.

Ist der Salpeter, aus welchem man die Salpetersäure destillirt, nicht ganz rein; so ist oft die erhaltene Salpetersäure mit etwas Schwefelsäure vermischet. Um diese davon zu trennen, setzt man der erhaltenen Salpetersäure einige Tropfen von einer Lösung der salpetergesäuerten Schwererde in Wasser zu. Die Schwefelsäure verbindet sich mit der Schwererde, und macht mit derselben ein unauflösliches Mittelsalz, welches zu Boden fällt. Eben so leicht kann man auch die Kochsalzsäure von der Salpetersäure trennen, wenn man derselben einige Tropfen von einer Lösung des salpetergesäuerten Silbers zusetzt. Die mit der Salpetersäure vermischte Kochsalzsäure verbindet sich mit dem Silber, und fällt, als ein unauflösliches Kochsalzgesäuertes Silber, zu Boden. Nachdem diese beiden Niederschlagungen geschehen sind, destillirt man die Salpetersäure, solange bis ungefähr sieben Achtel der Säure in die Vorlage übergegangen sind. Dann ist man gewiß, daß man eine ganz reine Salpetersäure besitzt.

Die Salpetersäure läßt sich sehr leicht zerlegen. Jeder einfache und unzerlegte Körper (der Demant, das Gold, das Silber und das Platinum ausgenommen) raubt ihr einen Theil ihres Sauerstoffes, und einige von diesen Körpern zerlegen sie ganz.

Die spezifische Schwere der Salpetersäure ist = 1,4043, bis 1,530. Sie friert bei  $19\frac{1}{2}^{\circ}$  Fahr. Bei dem Gefrieren sieht sie zuerst auf der Oberfläche weiß aus, dann zieht sich die Säure zusammen, und die Oberfläche sinkt in der Mitte. Die gefrorne Salpetersäure fällt in der flüssigen zu Boden. Die mit Wasser vermischte Salpetersäure friert bei  $-5^{\circ}$  Fahr. Mischt man Schnee mit der Salpetersäure, so wird die Mischung erst gelb, dann grün, dann blau, und wenn sie langsam friert, so ist auch das Eis blau. Wenn man die Salpetersäure mit Schnee vermischt, so entwickelt sich Wärmestoff, solange bis die Mischung bis zu dem Gefrierpunkt der Säure erkaltet ist, dann verursacht mehr zuge-mischter Schnee sogleich Kälte.

Reine Salpetersäure hat eine weiße Farbe, sie wird aber leicht gelb, oder roth, und dampfend. Bei der Wärme verflüchtigt sie sich in rothen Dämpfen. Die rothe Salpetersäure verbindet sich leicht mit dem Wasser; es entsteht Wärme, und die Mischung ist blau oder grün.

Die Salpetersäure verbindet sich mit der Kohlensäure. Auch mit der Kochsalzsäure, und aus dieser letztern Verbindung entsteht die salpetersaure Kochsalzsäure, oder diejenige Säure, welcher man den höchst komischen Namen Königswasser gegeben hat.

Man gieße Salpetersäure auf Kochsalzsäure. Die Mischung wird warm und gefärbt; es entsteht ein Aufbrausen, und es entwickelt sich übersaures Kochsalzgesäuertes Gas. Was zurückbleibt ist übersaure Kochsalzsäure mit dem Salpetersauren verbunden, oder die salpetersaure Kochsalzsäure. Die Salpetersäure wird zerlegt. Ein großer Theil ihres Sauerstoffes verbindet sich mit der Kochsalzsäure, und die Salpetersäure wird in Salpetersaures, vielleicht in Salpeterhalbsaures verwandelt. Darum kann man Kochsalzsäure durch die

Beimischung einer sehr geringen Menge von Salpetersäure, in Königswasser verwandeln. Destillirt man die salpetersaure Kochsalzsäure, so erhält man weiter nichts als Kochsalzsäure: eben dies geschieht auch, wenn man salpetersaures Kochsalzgesäuertes Gold destillirt; denn dieses, in der salpetersauren Kochsalzsäure aufgelöste, Gold ist eigentlich Kochsalzgesäuertes Gold. Die, in der salpetersauren Kochsalzsäure enthaltene, überaus saure Kochsalzsäure wird zerlegt. Der Sauerstoff derselben verbindet sich mit dem Golde, und verwandelt es in eine Halbsäure, welche nachher von der überbleibenden Kochsalzsäure aufgelöst wird.

Die meisten verbrennlichen Körper haben eine größere Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe als der Salpeterstoff: daher zerlegen diese Körper die Salpetersäure, indem sie sich mit ihrem Sauerstoffe verbinden.

Die Salpetersäure besteht aus Sauerstoff und aus Salpeterstoff. Dies beweist sowohl ihre Analysis als ihre Synthesis.

#### Analysis der Salpetersäure.

1. Versuch. Wenn man, in verschlossenen Gefäßen, oder unter Wasser, Salpeter mit Kohlenstaub vermischt, entzündet und verpuffen läßt: so erhält man Kohlensäures Gas, Salpeterstoffgas und Pottasche. Der Sauerstoff der Salpetersäure vereinigt sich mit dem Kohlenstoffe und dem Wärmestoffe zum Kohlensäures Gas; der Salpeterstoff vereinigt sich mit dem Wärmestoffe zum Salpeterstoffgas; die Pottasche, welche frei wird, bleibt zurück in der Retorte.

2. Versuch. Man setze reinen Salpeter in einer Retorte einer höhern Temperatur aus: so wird man Sauerstoffgas und nachher Salpeterstoffgas erhalten, und in der Retorte wird die Pottasche rein zurück bleiben.

3. Versuch. Läßt man die Dämpfe der Salpetersäure, oder salpetergesäuertes Gas, durch eine glühende irdene, oder gläserne Röhre gehen: so erhält man Sauerstoffgas, und salpeterhalbsaures Gas.

4. Versuch. Man löse in einer Retorte, über dem Feuer, Quecksilber in Salpetersäure auf; man verstärke das Feuer;

Feuer, solange, bis alles Flüssige übergegangen ist, und in der Retorte weiter nichts als die rothe Quecksilber-Halbsäure zurück bleibt: so wird man finden: 1) daß das Quecksilber genau soviel am Gewichte zugenommen hat, als es zunimmt wenn es in dem Sauerstoffgas gesäuert wird. 2) Daß salpeterhalbsaures Gas oder eine, ihres Sauerstoffs zum Theil beraubte, Salpetersäure in die Vorlage übergeht. 3) Daß endlich, wenn man die Operation so lange fortsetzt, bis das Quecksilber wiederum hergestellt ist, man aus demselben eben soviel Sauerstoff wieder erhält, als die Salpetersäure verloren hatte.

Das salpeterhalbsaure Gas hat folgende Eigenschaften:

1) Wenn es rein ist: so hat es weder Geruch, noch Geschmack, noch Farbe, und wird auch in der größten Kälte nicht flüssig.

2) Ein Kubikzoll dieses Gas wiegt = 0,5469 Gran. Seine spezifische Schwere verhält sich zu der spezifischen Schwere der atmosphärischen Luft = 1,195 : 1000.

3) Brennende Körper löschen in demselben aus, und die Thiere können darin nicht Athem holen.

4) Es mischt sich nur schwer mit dem Wasser.

5) Wenn es mit dem Sauerstoff in Berührung gebracht wird: so entsteht flüssige Salpetersäure, wobei sich rothe Dämpfe zeigen, und sich sehr viel Wärmestoff entwickelt.

6) Wird es mit Körpern in Berührung gebracht, mit denen der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft hat, als mit dem Salpeterstoffe: so vereinigen sich diese mit dem Sauerstoffe, und es bleibt Salpeterstoffgas zurück.

7) Wasserstoffgas brennt, wenn es mit salpeterhalbsaurem Gas vermischt ist, mit einer grünen Farbe.

8) Es verbindet sich mit dem Alkohol, mit der Schwefelnaphtha, und mit der Kohle.

9) Es verdickt das Baumöhl und das Terpentinöl.

10) Wenn das salpeterhalbsaure Gas, in hermetisch verschlossenen Röhren, einer höheren Temperatur ausgesetzt wird, so bleibt dasselbe unverändert.

11) Mit allen Säuren vereinigt sich dieses Gas. Die Schwefelsäure wird dunkelroth; die Salpetersäure wird schwächer, rauchend, und dunkler an Farbe. Essig wird dunkelroth. Aber die Kochsalzsäure bleibt unverändert.

Es ist zwar oben gesagt worden, daß in dem salpeterhalbsauren Gas brennende Körper auslöschten: indessen giebt es doch einige Körper, die in demselben brennen können, nämlich solche, die eine größere Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben, als der Salpeterstoff. Ein sehr schöner Versuch, um dieses zu beweisen, ist das Verbrennen der geschwefelten Maunerde, oder des Pyrophors, in dem salpeterhalbsauren Gas.

Versuch. Man lege auf ein kleines Porzellan-Schälchen etwas Pyrophor und verbinde die Schale sogleich mit einer etwas feuchten Blase. Diese Schale bringe man unter eine, über Quecksilber stehende, mit salpeterhalbsaurem Gas angefüllte, und oben mit einem Kork, durch welchen ein langer Stift geht, versehene Glocke. Dann durchstoße man mit dem Stifte die Blase: so wird der Pyrophor mit einer lebhaften Flamme verbrennen, und sich ganz in schwefelgesäuerte Maunerde verwandeln, während das salpeterhalbsaure Gas in reines Salpeterstoffgas umgeändert ist.

Durch das Salpetersaure (die rothe, dampfende Salpetersäure) wird Schnee, oder Eis, schnell geschmolzen, und man bemerkt dabei eine beträchtliche Verminderung der Temperatur.

Es gehören 16 Theile atmosphärische Luft, und 4 Theile Sauerstoffgas dazu, um  $7\frac{1}{2}$  Theile salpeterhalbsaures Gas in Salpetersäure zu verwandeln. Die Vereinigung des Sauerstoffes mit dem salpeterhalbsauren Gas ist ein wirkliches Verbrennen: der Sauerstoff verbindet sich mit dem Gas und des Wärmestoff wird frei.

Auf dieser Eigenschaft des salpeterhalbsauren Gas beruht das Eudiometer, oder dasjenige Instrument, durch welches man die Güte der Luft prüft, und untersucht, wie viel Sauerstoff in derselben enthalten sei, folglich in wie fern sie zum Athemholen tauglich.

Indessen hat doch die Anwendung dieses Eudiometers einige Schwierigkeiten, welche seinen Gebrauch weniger allgemein gemacht haben, als er außerdem seyn würde. Man ist daher auf Mittel bedacht gewesen, eine andere Art von Eudiometer zu erfinden, um die Güte der Luft zu prüfen.

Wenn man salpeterhalbsaures Gas mit der durchsichtigen und weißen Salpetersäure vermischt, so wird die Säure roth und dampfend; sie wird in Salpetersaures verwandelt. So hat man denn in diesem Versuche einen neuen Beweis, daß das salpetersaure Gas, oder das rothe und dampfende Salpetersaure, von der durchsichtigen und weißen Salpetersäure nur in so fern verschieden ist, als jenes weniger Sauerstoff enthält. Auch der folgende Versuch beweist diese Wahrheit.

5. Versuch. Man fülle eine gläserne Flasche mit durchsichtiger Salpetersäure an, und setze sie an die Sonne. Mit der Öffnung derselben verbinde man eine krumme, gläserne Röhre, welche unter den Quecksilber Apparat geht. Nach einigen Tagen entwickelt sich eine große Menge Sauerstoffgas und die Säure wird gelblich.

6. Versuch. Setzt man, auf eben diese Weise, die Salpetersäure der Wärme aus, ohne daß das Licht Einfluß auf die Säure haben kann; so erhält man weiter nichts als Dämpfe der, in Gas verwandelten, verflüchtigten Salpetersäure.

7. Versuch. Wenn man auf eben diese Weise, das Salpetersaure, oder die roth gefärbte Salpetersäure einer höhern Temperatur aussetzt; so erhält man salpeterhalbsaures Gas, und ein wenig salpetersaures Gas. In der Flasche bleibt durchsichtige Salpetersäure zurück.

Das Salpetersaure (oder sogenannte rothe Salpetersäure) verliert seine rothe Farbe, wenn man etwas Sauerstoffgas in dasselbe gehen läßt.

Vermitteltst aller Metalle, Gold und Platinum ausgenommen, kann man die Salpetersäure zerlegen. Das Metall raubt der Salpetersäure einen Theil ihres Sauerstoffs, und verbindet sich mit demselben zu einer Halbsäure; daher

entwickelt sich während der Auflösung salpeterhalbsaures Gas. Nachher wird das gesäuerte Metall in der übrigen Säure aufgelöst.

8. Versuch. Man vermische Zinnfeile, in einer Retorte, mit Salpeter, verbinde die Retorte mit dem Quecksilber-Apparat, und setze dieselbe einer höhern Temperatur aus. Der Salpeter verpufft, und das Zinn säuert sich mit einer glänzenden Flamme. Man erhält Salpeterstoffgas, mit etwas Sauerstoffgas vermischt.

Die weiße Zinnhalbsäure und die weiße Spießglanzhalbsäure lösen sich beide in der Salpetersäure nicht auf.

9. Versuch. Man gieße über Eisenfeile etwas Salpetersäure, so wird das Eisen die Säure sowohl, als das, mit derselben vermischte, Wasser zerlegen; das Eisen wird sich mit dem Sauerstoffe verbinden, in eine schwarze Eisenhalbsäure verwandelt werden, und am Gewichte um 0,30 bis 0,35 zunehmen. Während des Versuches erhält man salpeterhalbsaures Gas mit Wasserstoffgas vermischt.

10. Versuch. Wenn man Eisenfeile in Salpetersäure, welche soviel als möglich wasserfrei ist, auflöst, so erhält man kein Wasserstoffgas, sondern bloß salpeterhalbsaures Gas. Die schwarze Eisenhalbsäure, welche in diesem Versuche entsteht, wird von demjenigen Theile der Salpetersäure, der nicht zerlegt worden ist, aufgelöst, und man erhält salpetergesäuertes Eisen.

11. Versuch. Löst man Eisen in wasserfreier Salpetersäure in einer höhern Temperatur auf; so säuert sich das Eisen viel stärker, und wird in eine gelbe Eisenhalbsäure verwandelt. Wenn man eine Lösung von Pottasche in Wasser dieser Auflösung des Eisens zusetzt, so fällt die gelbe Eisenhalbsäure zu Boden, und das Eisen hat um 0,40 bis 0,50 am Gewichte zugenommen.

12. Versuch. Wenn man Eisen in wasserfreier Salpetersäure, bei einer höhern Temperatur auflöst, und alle Säure, durch verstärktes Feuer, gänzlich davon treibt; so wird die Salpetersäure ganz zerlegt. Man erhält Salpeterstoffgas, wie Hr. Milner sehr schön gezeigt hat, und das

Eisen bleibt, in Gestalt einer rothen Eisenhalbsäure, zurück, welche in Säuren nicht auflöslich ist.

13. Versuch. Wenn man, in verschlossenen Gefäßen, Salpetersäure über Schwefel destillirt, so wird die Salpetersäure zerlegt, es geht salpeterhalbsaures Gas, in die Vorlage über, und der Schwefel wird durch seine Verbindung mit dem Sauerstoffe zur Schwefelsäure.

Auch mit dem Phosphor hat, der Sauerstoff, bei einer höhern Temperatur, eine größere Verwandtschaft, als mit dem Salpeterstoffe. Man kann daher die Salpetersäure auch durch Phosphor zerlegen, und man erhält alsdann salpeterhalbsaures Gas und Phosphorsäure.

14. Versuch. Man verbinde eine kleine Retorte auf das allergenaueste mit einem Flintenlaufe, dessen anderes Ende unter den Quecksilberapparat geht. Die Retorte lege man in einen Ofen, und den Flintenlauf erhalte man, durch darum gelegte Kohlen, in einer Länge von zwei Schuhen glühend. In die Retorte werfe man gefeiltes Kupfer, giesse über das Kupfer Salpetersäure, und bringe die Säure zum Kochen. Das Kupfer wird sich säuren, indem es die Salpetersäure zerlegt, und das salpeterhalbsaure Gas wird durch den Flintenlauf durchgehen, und sich größtentheils in Salpeterstoffgas verwandeln: indem sich noch ein Theil seines Sauerstoffs mit dem glühenden Flintenlaufe verbindet.

15. Versuch. Wenn man salpeterhalbsaures Gas durch eine glühend gemachte gläserne Röhre durchgehen läßt: so wird dieses Gas nicht im mindesten verändert.

Man mag also die Salpetersäure zerlegen wie man will; so erhält man jederzeit Salpeterstoff und Sauerstoff. Es ist demzufolge bewiesen, daß die Salpetersäure aus diesen beiden Bestandtheilen besteht. Aber auch die Synthesis beweist dieses: sie zeigt, daß man Salpetersäure erhält, wenn man den Salpeterstoff mit dem Sauerstoffe verbindet.

#### Synthesis der Salpetersäure.

16. Versuch. Unter eine, auf dem Quecksilber- oder Wasser-Apparat stehende, und mit salpeterhalbsaurem Gas angefüllte, Glocke lasse man Sauerstoffgas gehen. In dem

Augenblicke, in welchem die beiden Gasarten sich berühren, entstehen rothe Dämpfe, beide Gasarten verdichten sich und machen zusammen Salpetersäure; dabei wird etwas Wärmestoff frei. Folglich fehlt dem salpeterhalbsäuren Gas weiter nichts, als etwas Sauerstoff, um sich in Salpetersäure zu verwandeln.

17. Versuch. Wenn man eine Mischung von Sauerstoffgas, Wasserstoffgas und Salpeterstoffgas, einer höheren Temperatur aussetzt, so entsteht schwache Salpetersäure, indem sich der Sauerstoff sowohl mit dem Wasserstoffe, als mit dem Salpeterstoffe verbindet, mit dem ersten Wasser, und mit dem zweiten Salpetersäure, folglich eine Mischung von Salpetersäure und Wasser macht.

18. Versuch. Durch eine Mischung von Sauerstoffgas und Salpeterstoffgas lasse man elektrische Funken wiederholt durchgehen; so wird man Salpetersäure erhalten; und wenn eine Lösung von Pottasche in dem Gefäße befindlich ist: so wird man diese in salpetergesäuerte Pottasche verwandelt finden.

Einige Methoden das Salpeterstoffgas rein zu erhalten sind schon oben angegeben worden. Ausserdem erhält man dieses Gas auch: 1) wenn man thierische Theile, bei einer niedrigen Temperatur, in schwacher Salpetersäure auflöst. Der Salpeterstoff geht unter der Gestalt von Salpeterstoffgas unter den pneumatischen Apparat. 2) Erhält man dieses Gas, wenn man Salpeter mit Kohlen verpuffen läßt. In diesem Falle ist aber dasselbe mit kohlensäurem Gas vermischt. Dieses kann man nachher, durch eine Lösung von Pottasche, davon trennen, und auf solche Weise das Salpeterstoffgas rein erhalten. 3) Erhält man das Salpeterstoffgas auch aus der Verbindung des Ammoniaks mit metallischen Halbsäuren. Der Wasserstoff des Ammoniaks verbindet sich mit dem Sauerstoffe der Halbsäure; es entsteht Wasser; das Metall wird hergestellt; und der Salpeterstoff des Ammoniaks wird frei. 4) Endlich erhält man auch das Salpeterstoffgas ziemlich rein, wenn man die Schwimmblase der

Fische, vorzüglich der Karpfen, unter Wasser durchsicht. Diese Blase ist mit beinahe reinem Salpeterstoffgas angefüllt.

Vermischt man Eis mit Salpetersaurem, so wird es geschmolzen, und es entsteht dabei eine außerordentliche Verminderung der Temperatur.

Mit den Ölen bildet das Salpetersaure eine Art von Harz. Bei der Vermischung wird die Temperatur, zuweilen bis zur Entzündung, erhöht.

## Fünf und zwanzigstes Kapitel.

Von dem Knallen und dem Verpuffen der Körper.

Wenn man eine Mischung von trockenem Kohlenpulver und Salpeter einer höhern Temperatur aussetzt, so entzündet sich die Mischung augenblicklich, mit mehr oder weniger Geräusch. Dieses Geräusch entsteht durch das plötzliche Freiwerden einer großen Menge von Wärmestoff. Wird die Mischung angefeuchtet, so entsteht kein Verpuffen, denn der frei gewordene Wärmestoff verbindet sich sogleich mit dem Wasser, und verwandelt dasselbe in Gas.

Das Schießpulver ist der allerverbrennlichste Körper, den es giebt. Es besteht aus einer Mischung von Kohle, Salpeter und Schwefel. Die anziehende Kraft, welche diese Mischung zu dem Sauerstoffe, bei einer höhern Temperatur hat, ist so groß, daß die Säuerung in einem Augenblicke geschieht, wodurch eine große Menge Wärmestoff plötzlich frei wird, welcher die umgebende Luft plötzlich und mit großer Gewalt ausdehnt, und alle widerstehenden Körper gewaltsam auf die Seite wirft.

Wenn man mit Wasser angefeuchtetes Schießpulver in verschlossenen Gefäßen entzündet, so erhält man eine Mischung von kohlengeäuertem Gas, Salpeterstoffgas, und salpeterhalbsaurem Gas. Diese beiden ersten Gasarten entstehen durch die Zerlegung der Salpetersäure vermittelst der Kohlen; das letzte hingegen vermöge des Schwefels, welcher die

Salpetersäure eines Theils ihres Sauerstoffes beraubt, und sich in Schwefelsäure verwandelt hat. Das Knallen des Schießpulvers ist der plötzlichen Entwicklung dieser Gasarten zuzuschreiben. In der Retorte bleibt schwefelgesäuerte Pottasche zurück; nemlich die Pottasche des Salpeters, verbunden mit der neu entstandenen Schwefelsäure.

Man kann auch Schießpulver ohne Schwefel verfertigen, aber es hat alsdann weniger Gewalt: denn indem der Schwefel sich säuert, verbindet sich derselbe zugleich mit der Pottasche, und folglich wird das kohlengesäuerte Gas frei, welches sich sonst mit der Pottasche verbindet, wenn dem Schießpulver kein Schwefel zugemischt wird. Der Schwefel dient also, indem er das Entstehen der Gasarten befördert, da er das salpeterhalbsaure Gas hervorbringt, und die Einsaugung des kohlengesäuerten Gas verhindert. Ueberdies befördert der Schwefel die Entzündung, weil er sich bei einer weit geringeren Temperatur säuert, als die Kohle.

Indem sich der Sauerstoff mit den Körpern verbindet, verbindet sich zugleich auch mehr oder weniger Wärmestoff mit denselben. Aller Wärmestoff des Sauerstoffgas wird nicht frei. In der trocknen Phosphorsäure verbindet sich nur wenig Wärmestoff mit dem Phosphor, wie schon die feste Gestalt dieser Säure beweist. In den flüssigen Säuren ist mehr Wärmestoff enthalten, und in den elastischen Säuren, wie z. B. in dem kohlengesäuerten Gas, ist Wärmestoff in großer Menge. In einigen Körpern scheint der Wärmestoff zusammengepreßt, kondensirt zu seyn, wie z. B. in den salpetergesäuerten, und noch mehr in den übersauren Kochsalzgesäuerten Salzen. Eine geringe Kraft ist hinreichend um dieses Gas loszumachen, und der plötzliche Übergang des Wärmestoffes aus dem gebundenen, in den freien elastischen Zustand, ist die Ursache des Verpuffens und des Knallens.

## Sechs und zwanzigstes Kapitel.

Ob das Salpeterstoffgas Phlogiston enthalte?

Die Stahlaner behaupten, das Salpeterstoffgas enthalte Phlogiston. Da sich aber, wie sie selbst zugeben müssen, die Gegenwart des Phlogistons in diesem Gas durch keinen Versuch beweisen läßt: so schließen sie folgendermaßen: weil das salpetersaure Gas, welches aus Salpeterstoffgas und Sauerstoffgas besteht, stark phlogistisirt ist, und auch die Salpetersäure selbst, wenn man sie mit salpetersaurem Gas verbindet, phlogistisirt wird: so ist klar, daß das Salpeterstoffgas Phlogiston enthalten müsse, wenn das salpetersaure Gas Phlogiston enthält. Nun beweist aber folgender Versuch, daß das salpetersaure Gas Phlogiston enthalte. Wenn man Schwefel in Salpetersäure digerirt; so wird der Schwefel allmählig zerlegt. Die Salpetersäure verbindet sich mit dem Phlogiston, und verwandelt sich in salpetersaures Gas, und der Schwefel wird, durch den Verlust des Phlogistons, in Schwefelsäure verwandelt. Folglich verwandelt sich die Salpetersäure in salpetersaures Gas, wenn sich dieselbe mit dem Phlogiston verbindet: folglich enthält das salpetersaure Gas Phlogiston; und folglich ist klar, daß auch das Salpeterstoffgas Phlogiston enthalten müsse.

Antwort. Man sieht leicht ein, daß hier alles darauf ankommt, erst zu beweisen, daß der Schwefel wirklich Phlogiston enthalte. Aber diesen Beweis führen die Stahlaner nicht: sondern sie behaupten: das salpetersaure Gas enthalte Phlogiston, weil die Salpetersäure den Schwefel seines Phlogistons beraube, und sich dadurch in salpetersaures Gas verwandle. Daß aber der Schwefel Phlogiston enthalte, folge, sagen sie, daraus, weil derselbe salpetersaures Gas bilde, wenn man ihn mit Salpetersäure digerire. Hier ist also ein fehlerhafter Zirkel im Schließen, der so lautet: Das salpetersaure Gas enthält Phlogiston, weil es den Schwefel seines Phlogistons beraubt; der Schwefel enthält Phlogiston, weil er die Salpetersäure in salpetersaures Gas verwandelt.

Die Gerechtigkeit erfordert, daß ich hiebei anmerke, wie dieser Vorwurf eines Zirkels im Schließen die Theorie der Herren Richter und Gren nicht treffe.

Aus der kleinen Menge von kohlengefäurtem Gas, welche sich im Anfange, bei der Zerlegung des Salpeters zeigt, schloß vormals Hr. Kirwan, daß das kohlengefäurte Gas einen Bestandtheil der Salpetersäure ausmache. Dieses kohlengefäurte Gas entsteht aber nur aus fremden, dem Salpeter beigemischten, Theilen; denn wenn man mit der Operation aufhört, sobald sich kein kohlengefäurtes Gas mehr entwickelt, und alsdann den zurück gebliebenen Salpeter im Wasser löset: so erhält man reinen Salpeter, welcher nachher kein kohlengefäurtes Gas weiter liefert.

## Sieben und zwanzigstes Kapitel.

### Von der Kochsalzsäure, und von der übersauren Kochsalzsäure.

Die Kochsalzsäure findet man in dem Mineralreiche sehr häufig. Mit Soda, Kalkerde und Bittererde vereinigt, ist sie im Meerwasser vorhanden; mit der Soda allein im Steinsalze. Bisher waren die Bestandtheile dieser Säure noch unbekannt: und man schloß bloß aus Analogie, daß sie Sauerstoff enthalte: endlich aber ist es mir gelungen, die Richtigkeit dieses Schlusses zu beweisen, und die Kochsalzsäure in ihre Bestandtheile, in Wasserstoff und Sauerstoff, zu zerlegen.

1. Versuch. Wenn man reine, von Wasser befreite, Kochsalzsäure über Zinn kochen läßt, und das Gefäß mit dem pneumatischen Apparate verbindet: so wird das Zinn endlich ganz aufgelöst und die Kochsalzsäure wird zerlegt. Das Zinn säuert sich auf Kosten der Säure; die hiedurch entstandene Zinnhalbssäure verbindet sich mit dem noch unzerlegten Theile der Säure zu Kochsalzgefäurtem Zinn, und der

andere Bestandtheil der Säure, das Wasserstoffgas, geht unter den pneumatischen Apparat.

2. Versuch. Reine wasserfreie Kochsalzsäure löst, bei einer höheren Temperatur, das Wismuth auf, und es entwickelt sich Wasserstoffgas.

3. Versuch. Das Zink löst sich in der reinen Kochsalzsäure mit Erhitzung und Brausen auf, und man erhält Wasserstoffgas.

4. Versuch. Wenn man reine Kochsalzsäure über thierische Theile, z. B. über Wolle, in einer Retorte gießt, die Retorte mit dem pneumatischen Apparate verbindet, und nachher Feuer unter derselben anmacht: so wird die Säure zerlegt. Der Sauerstoff verbindet sich mit der Wolle, säuert dieselbe und färbt sie schwarz. Unter dem pneumatischen Apparate erhält man Wasserstoffgas.

5. Versuch. Wenn man reine Kochsalzsäure auf trockne geschwefelte Pottasche gießt; so erhält man geschwefeltes Wasserstoffgas.

6. Versuch. Wenn man durch einen, mit schwarzer Magnesium-Halbsäure (Braunstein) angefüllten, und glühend erhaltenen Flintenlauf Kochsalzsäure in Dämpfen gehen läßt: so erhält man eine Mischung von kohlengefäurtem Gas und von Wasserstoffgas. Der Kohlenstoff war im Braunstein enthalten.

7. Versuch. Wenn man Kochsalzsäure über schwarzer Magnesium-Halbsäure destillirt, um die übersaure Kochsalzsäure zu bereiten: so erhält man zuweilen einige Tropfen eines riechenden Ols, wie schon die Herren Westrumb und Giobert bemerkt haben. Dieses Öl bildet sich aus dem Wasserstoffe der Kochsalzsäure, und dem, im Braunsteine enthaltenen, Kohlenstoffe.

8. Versuch. Wenn man reine Kochsalzsäure über Kupfer kocht, so wird das Kupfer gesäuert, und es entwickelt sich Wasserstoffgas.

9. Versuch. Wenn man starkes Alkohol über dem übersaurer Kochsalzgefäurten Quecksilber (Eublimat) so lange abbrennen läßt, bis das Salz zerlegt ist: so wird das Me-

tall hergestellt, und man erhält kohlengefäurtes Gas, Wasserstoffgas und Wasser. Der Kohlenstoff des Alkohols verbindet sich mit einem Theile des Sauerstoffes der Kochsalzsäure; daher das kohlengefäurte Gas, und der Wasserstoff des Alkohols, verbunden mit dem Wasserstoffe der Kochsalzsäure, bildet Wasser und Wasserstoffgas.

10. Versuch. In reinem, so viel möglich von Wasser befreitem, kochsalzgefäurtem Gas, wird das Eisen gefäuert, und es entwickelt sich Wasserstoffgas.

11. Versuch. In demselben Gas nimmt der Eisenrost noch mehr Sauerstoff auf, und es entwickelt sich Wasserstoffgas.

12. Versuch. In demselben Gas wird das Olivenöl gefäuert, schwarz und klebrig, und es entwickelt sich Wasserstoffgas.

13. Versuch. Das Terpentinöl wird gefäuert und schwarz, und es entwickelt sich Wasserstoffgas.

14. Versuch. Das Wachs verwandelt dieses Gas in Wasserstoffgas.

15. Versuch. Eben so verhält sich das Alkohol.

16. Versuch. Keine ausgeglühte Kohle, die weder Wasser noch Wasserstoff enthält, zerlegt dieses Gas, und man erhält kohlengefäurtes Gas mit Wasserstoffgas vermischt.

17. Versuch. Der Phosphor raucht und entzündet sich in diesem Gas: er wird in Phosphorsäure verwandelt, und man erhält Wasserstoffgas.

18. Versuch. Auch der Schwefel säuert sich in dem kochsalzgefäurten Gas, und verwandelt dasselbe in Wasserstoffgas.

Nach meinen Versuchen verhält sich also das Wasser zu der Kochsalzsäure, wie die atmosphärische Luft zu der Salpetersäure, und man sieht nunmehr leicht ein, warum sich die Kochsalzsäure in dem Meerwasser in so großer Menge findet.

Man erhält die Kochsalzsäure, indem man eine Mischung, aus einem Theile Schwefelsäure und aus zwei Thei-

ten Kochsalzgefäurter Soda, oder sogenanntem Kochsalze, in dem Wulffischen Apparate destillirt.

Die Kochsalzsäure kann, bei der gewöhnlichen Temperatur und bei dem gewöhnlichen Drucke unserer Atmosphäre, nicht anders als in Gasgestalt existiren. Man verdichtet sie, indem man sie mit Wasser in Berührung bringt, womit sie sich in großer Menge verbindet. Dieß ist die gewöhnliche Kochsalzsäure.

Diese Kochsalzsäure kann sich aber mit noch mehr Sauerstoff verbinden: und es geschieht, wenn man sie über metallische Halbsäuren, vorzüglich über schwarze Magnesiumhalbsäure, über Bleihalbsäure, und über Quecksilberhalbsäure destillirt. Die übersaure Kochsalzsäure welche man hierdurch erhält, kann ebenfalls nur in Gasgestalt existiren, und verbindet sich mit dem Wasser nicht so leicht, als die Kochsalzsäure. Mischt man mehr von dieser übersauren Kochsalzsäure mit dem Wasser, als das Wasser aufnehmen kann, so fällt die Säure in fester Gestalt zu Boden.

Die übersaure Kochsalzsäure verbindet sich mit sehr vielen salzmachenden Grundlagen. Die aus dieser Verbindung entstehenden Salze verpuffen mit dem Kohlenstoffe, und mit den Metallen. Diese Verpuffungen sind um so viel gefährlicher, da der Sauerstoff in der übersauren Kochsalzsäure mit sehr viel Wärmestoff verbunden ist, der nun plötzlich frei wird, und, vermöge seiner Elastizität und plötzlichen Ausdehnung, die allergefährlichsten Explosionen verursacht. Gegen diese Erklärung erinnert Hr. Richter: daß die Verpuffung nicht von dem sich schnell entwickelnden Wärmestoffe herzu-leiten seyn könne, weil, wenn eine Säure mit einem Alkali in Neutralität trete, und ein trocknes Salz darstelle, der Sauerstoff der Säure, oder die Säure selbst, alle den Wärmestoff, welcher ihren Zustand bestimmte, bereits abgesetzt habe. Das Puffen und Knallen kommt, sagt er, von den entwickelten Stoffen her, die sich geschwinde, vermittelst der in der Temperatur vorhandenen Wärme, in Gasgestalt setzen, folglich sich schneller in einem großen Raume ausdehnen. Wo aber

dieses geschieht, da erfolgt ein Geräusch, welches mit der Schnelligkeit der Ausdehnung im Verhältnisse steht.

1. Versuch. Man bringe in eine tubulirte Retorte eine Unze schwarze Magnesium-Halbsäure, oder sogenannten Braunstein. Dann verbinde man diese Retorte mit dem pneumatischen Apparate. Nachher gieße man, durch die Tubulatur, in die Retorte vier Unzen rauchende, oder sechs Unzen gemeine Kochsalzsäure, und verschließe sogleich die Öffnung mit einem Stöpsel. Es entwickelt sich eine große Menge eines gelb gefärbten Gas, welches übersaures Kochsalzgefäurtes Gas ist, sich mit dem Wasser verbindet, und alsdann die übersaure Kochsalzsäure ausmacht. Dieser Versuch muß in einer etwas niedrigen Temperatur angestellt werden.

Wenn man die Flasche, welche das, mit übersaurem Kochsalzgefäurtem Gas geschwängerte, Wasser enthält, in Eis stellt: so setzt sich übersaure Kochsalzsäure in trockner Gestalt, in Gestalt gelber Flocken, zu Boden.

Die übersaure Kochsalzsäure erhält man wohlfeiler, wenn man in einer tubulirten Retorte, über eine Mischung von sechs Theilen schwarzer Magnesiumhalbsäure, und sechszehn Theilen Kochsalzgefäurter Soda, oder Küchensalz, zwölf Unzen verdünnter Schwefelsäure gießt. Dabei ist aber zu bemerken, daß die spezifische Schwere der Schwefelsäure = 1,75 seyn muß.

Bei einer Temperatur von  $+ 50^{\circ}$  Reaum. verhält sich die spezifische Schwere des, mit übersaurem Kochsalzgefäurtem Gas geschwängerten, Wassers, zu der spezifischen Schwere des reinen Wassers = 1003 : 1000.

Dieses übersaure Kochsalzgefäurte Wasser, oder die übersaure Kochsalzsäure, schmeckt herb. Das Gas hat einen eigenen, widrigen Geruch, und ist, wenn es eingeathmet wird, das schrecklichste Gift.

Die übersaure Kochsalzsäure in fester Gestalt nimmt, bei einer nicht sehr erhöhten Temperatur, die Gasgestalt wiederum an.

Das übersaure Kochsalzgefäurte Wasser zerstört die vegetabilischen Farben. Es braust mit der Lösung der kohlenge-

säurten Pottasche in Wasser nicht auf, ob es sich gleich mit dieser Pottasche verbindet.

Hr. Richter erklärt diese merkwürdige Erscheinung sehr scharfsinnig auf folgende Weise. Die übersaure Kochsalzsäure, sagt er, ist im Wasser nicht viel auflöslicher, als das Kohlensäure Gas. Wenn nun ein, mit ersterer Säure angeschwängertes, Wasser auf Kohlensäure Alkalien gegossen wird; so wird zwar das Kohlensäure Gas entbunden, es bleibt aber größtentheils in dem Wasser aufgelöst, in welchem vorher die übersaure Kochsalzsäure aufgelöst war: zumal, da die Masse des ausgetriebenen Kohlensäuren Gas weniger beträgt, als die Masse der austreibenden übersauren Kochsalzsäure. Da ferner die Erfahrung lehrt, daß zwei, in Wasser auflösbare Materien, unter einander gemischt, im Wasser auflösbarer seyn können, als jede für sich; so ergiebt sich, wie sogar derjenige Theil des Kohlensäuren Gas, um welchen es weniger im Wasser auflösbar ist, als das übersaure Kochsalzgesäuerte Gas, dennoch in der Mischung aufgelöst bleiben kann. Daß das Kohlensäure Gas wirklich unuerändert in der Mischung ist, erhellet daraus, weil sich dieses Gas in Menge entwickelt, wenn man die Flüssigkeit einer höhern Temperatur aussetzt.

Die Kohlensäure Kalkerde (Kreide) wird in der übersauren Kochsalzsäure aufgelöst, und aus dieser Auflösung durch die Laugensalze, ja sogar durch das Kalkwasser, niedergeschlagen: denn die Laugensalze sowohl, als die, im Kalkwasser enthaltene, reine Kalkerde verbinden sich mit dem Kohlensäuren Gas, welches in der Mischung vorhanden ist.

Um zu beweisen, daß die übersaure Kochsalzsäure wirklich eine mit Sauerstoff überladene Kochsalzsäure sey, und daß sie diesen Sauerstoff aus der schwarzen Magnesiumhalbsäure aufgenommen habe, mache man folgenden Versuch.

2. Versuch. Man setze, in verschlossenen Gefäßen, schwarze Magnesiumhalbsäure einer hohen Temperatur aus. Die Halbsäure wird den achten Theil ihres Gewichts verlieren, und eine große Menge Sauerstoffgas wird sich aus derselben entwickeln. Wenn man nun über diese zurückblei-

bende Magnesium-Halbsäure Kochsalzsäure destillirt, so erhält man weit weniger übersaure Kochsalzsäure, als aus der nicht Kalzinirten Halbsäure. Folglich hat die Kochsalzsäure diejenigen Eigenschaften, welche sie durch das Destilliren über Magnesium-Halbsäure erhält, dem, während der Destillation mit ihr verbundenen, Sauerstoffe zu verdanken.

3. Versuch. Eisen und Zink werden in der übersauren Kochsalzsäure ohne Brausen aufgelöst. Der überflüssige Sauerstoff dieser Säure verbindet sich mit den Metallen, und säuert sie, und diese gesäuerten Metalle werden alsdann in der zurückbleibenden Kochsalzsäure aufgelöst. Hier entsteht also keine Zerlegung des Wassers, wie bei der Auflösung des Zinks in der gewöhnlichen, mit Wasser verdünnten, Kochsalzsäure, und daher erhält man auch kein Wasserstoffgas.

4. Versuch. Gießt man in die übersaure Kochsalzsäure eine Auflösung von salpetergesäuertem Quecksilber, so erhält man nicht (wie bei der gewöhnlichen Kochsalzsäure) einen sogenannten weißen Präcipitat, oder Kochsalzgesäuertes Quecksilber, sondern, wenn man die Flüssigkeit abrauchen läßt, so erhält man Sublimat, das heißt, ein übersaures Kochsalzgesäuertes Quecksilber.

5. Versuch. Gießt man übersaure Kochsalzsäure auf Quecksilber; so wird die Oberfläche dieses Metalls schwarz gefärbt, und in eine schwarze Quecksilberhalbsäure verwandelt. Die übersaure Kochsalzsäure hat hingegen alle Eigenschaften der Kochsalzsäure angenommen. Folglich hat der überflüssige Sauerstoff sich mit dem Metalle zu einer schwarzen Halbsäure vereinigt, und die übersaure Kochsalzsäure ist nunmehr in gemeine Kochsalzsäure verwandelt: ein deutlicher Beweis, daß die übersaure Kochsalzsäure aus Sauerstoff und aus Kochsalzsäure besteht.

6. Versuch. Läßt man die übersaure Kochsalzsäure länger über dem Quecksilber stehen, so verbindet sich die entstandene schwarze Quecksilberhalbsäure mit der entstandenen Kochsalzsäure; sie wird weiß, und es entsteht ein Kochsalzgesäuertes Quecksilber, welches ungefähr eben die Eigenschaften hat wie das sogenannte siebenmal veräuertes Quecksilber

ber (*Panacea mercurialis*). Die überstehende Flüssigkeit ist blosses Wasser, welches weder Kochsalzsäure, noch aufgelöstes Salz enthält. Gießt man diese Flüssigkeit ab, und statt derselben neue übersaure Kochsalzsäure zu; so entsteht anfänglich versüßtes Quecksilber, dann weißer Präcipitat, und endlich, wenn man die Flüssigkeit noch einmal abgießt, und statt derselben übersaure Kochsalzsäure zugießt, so erhält man Sublimat, oder das übersaure Kochsalzgesäuerte Quecksilber.

Man erhält demzufolge in diesem Versuche die ganze Reihe der Kochsalzgesäuerten Quecksilbersalze, und man bemerkt zugleich, daß dieselben immer ätzender werden, je mehr Sauerstoff mit in die Verbindung übergeht.

7. Versuch. Gießt man übersaure Kochsalzsäure auf eine Lösung der geschwefelten Pottasche in Wasser; so entwickelt sich kein Gas, sondern der überflüssige Sauerstoff verbindet sich mit dem Schwefel zur Schwefelsäure, und man erhält Kochsalzsäure.

8. Versuch. Gießt man in übersaure Kochsalzsäure Wasser, welches mit geschwefeltem Wasserstoffgas geschwängert ist; so erhält man eine Mischung von Schwefelsäure, Kochsalzsäure und Wasser, indem sich der überflüssige Sauerstoff mit dem Schwefel sowohl, als mit dem Wasserstoffgas verbindet, und mit dem ersten Schwefelsäure, mit dem zweiten hingegen Wasser macht; daher entsteht auch kein Niederschlag.

9. Versuch. Gießt man in Wasser, welches mit geschwefeltem Wasserstoffgas geschwängert ist, etwas übersaure Kochsalzsäure; so wird es trübe und es schlägt sich ein wenig Schwefel nieder. Gießt man noch mehr übersaure Kochsalzsäure zu: so wird der Niederschlag wieder aufgelöst, indem sich der Schwefel in Schwefelsäure verwandelt.

10. Versuch. Mischt man vier Maas salpeterhalbsaures Gas mit zwei Maas übersaurem Kochsalzgesäuertem Gas: so entsteht Salpetersäure; es entwickelt sich Wärmestoff; statt sechs Maas Gas, behält man nur 1,4 Maas übrig,

und man erhält salpetersaure Kochsalzsäure, oder Königswasser.

11. Versuch. Legt man ein Stückchen Phosphor in überausaure Kochsalzsäure; so erhält man eine Mischung von Phosphorsäure und von Kochsalzsäure.

12. Versuch. Setzt man überausaure Kochsalzsäure dem Sonnenlichte aus; so entwickelt sich Sauerstoffgas, und es bleibt Kochsalzsäure zurück. Ein Versuch, den die Stahlianer nach ihrem System unmöglich erklären können; denn wo käme hier das Phlogiston, oder die inflammable Luft her? \*)

Aus allen diesen Versuchen erhellt, sowohl synthetisch als analytisch: daß die überausaure Kochsalzsäure aus Kochsalzsäure und aus Sauerstoff besteht. Indem die Kochsalzsäure über die schwarze Magnesium-Halbsäure destillirt wird, verbindet sie sich mit dem Sauerstoffe der Halbsäure und verwandelt sich in überausaure Kochsalzsäure. Die Magnesium-Halbsäure liefert nachher kein Sauerstoffgas mehr, da man doch, wenn man sie für sich allein destillirt, sehr viel Sauerstoff aus derselben erhält.

13. Versuch. Man digerire Kochsalzsäure über frischbereiteter rother Bleihalbsäure, oder sogenanntem Mennig; so wird die Säure übersäuert, und in überausaure Kochsalzsäure verwandelt. Die Bleihalbsäure verliert von ihrem Gewichte, und wird aus einer rothen Bleihalbsäure in eine weiße Bleihalbsäure verwandelt, welches ein Beweis ist, daß sie einen Theil ihres Sauerstoffs verloren hat.

14. Versuch. Eben das geschieht, wenn man Kochsalzsäure über frischbereiteter rother Quecksilber-Halbsäure digerirt. Der Sauerstoff verläßt das Metall, und verbindet sich mit der Kochsalzsäure.

---

\*) Herr von Caussüre hat auf diese Eigenschaft der überausauren Kochsalzsäure ein neues Instrument um die Intensität des Lichts zu messen, den Photometer gebaut: allein die überausaure Kochsalzsäure ist sich selbst nicht immer gleich, und die Wärme entwickelt eben sowohl Sauerstoffgas aus dieser Säure, als das Licht; daher kann sie zum Photometer nicht dienen.

Die übersaure Kochsalzsäure besteht, aus 1,856 Kochsalzsäure, aus 98,103 Theilen Wasser, und aus 0,039 Theilen Sauerstoff.

In der übersauren Kochsalzsäure lösen sich alle Metalle ohne Aufbrausen auf. Das Metall verbindet sich mit dem überflüssigen Sauerstoffe, es säuert sich, und wird nachher in der entstandenen Kochsalzsäure aufgelöst.

15. Versuch. Wenn man einer Lösung von schwefelgesäuertem Eisen in Wasser, eine Lösung von Pottasche zusetzt, so fällt das Eisen in Gestalt einer schwarzen Halbsäure zu Boden, indem sich die Pottasche mit der Schwefelsäure verbindet. Wird diese schwarze Eisenhalbsäure der Luft ausgesetzt, so wird dieselbe erst blau, dann grün, braun, roth, rothgelb, und endlich weiß, indem sie sich immer mehr und mehr mit Sauerstoff verbindet.

16. Versuch. Löst man Eisen in starker übersaurer Kochsalzsäure auf, und schlägt es aus dieser Auflösung durch Pottasche nieder, so ist die niedergeschlagene Halbsäure gelb, folglich ein mit Sauerstoff beinahe gesättigtes Eisen.

17. Versuch. Löst man Eisen in schwächerer übersaurer Kochsalzsäure auf, so hat der, durch die Pottasche verursachte, Niederschlag eine blaue Farbe; und diese wird grün, braun, roth, rothgelb und weiß, so wie man allmählig mehr und mehr übersaure Kochsalzsäure zusetzt. Folglich gehen hier eben die Veränderungen vor, welche mit dem Eisenkalk an der Luft vorgehen; folglich hängen diese Farben von der größeren oder geringeren Menge des mit dem Eisen verbundenen Sauerstoffes ab; und folglich ist die schwarze Eisenhalbsäure nur darin von andern Eisenhalbsäuren verschieden, daß sie weniger Sauerstoff enthält, als die übrigen Eisenhalbsäuren.

18. Versuch. Wird das Kupfer aus seiner Auflösung durch Ammoniak niedergeschlagen, so hat der Niederschlag eine blaue Farbe, welche an der Luft grün wird. Gießt man aber auf diesen blauen Niederschlag übersaure Kochsalzsäure, so nimmt derselbe sogleich eine grüne Farbe an.

19. Versuch. Die rothe, geschwefelte Quecksilberhalb-

säure, oder der sogenannte Zinnober, wird von der übersäuren Kochsalzsäure zerlegt. Die Quecksilberhalbsäure verbindet sich mit der übersäuren Kochsalzsäure, und es entsteht übersäures Kochsalzgefäurtes Quecksilber, oder sogenannter Sublimat: der Schwefel sondert sich ab, und fällt zu Boden.

20. Versuch. Gießt man Ammoniak in übersäure Kochsalzsäure; so entsteht ein starkes Ausbrausen, und das Ammoniak wird zerlegt. Das Wasserstoff desselben verbindet sich mit dem überflüssigen Sauerstoffe der übersäuren Kochsalzsäure zu Wasser, der Salpeterstoff entwickelt sich als Salpeterstoffgas, und es bleibt gemeine Kochsalzsäure zurück. Verbindet man Ammoniakgas mit dem übersäuren Kochsalzgefäurten Gas: so entsteht eine Entzündung und Knall.

21. Versuch. Wenn man Schwefelsäures mit übersäurer Kochsalzsäure verbindet, so erhält man eine Mischung von Schwefelsäure und von Kochsalzsäure, und dabei entwickelt sich sehr viel Wärmestoff.

## Acht und zwanzigstes Kapitel.

### Von den Säuren der Körper in der übersäuren Kochsalzsäure.

In der übersäuren Kochsalzsäure hat der Sauerstoff zu der Kochsalzsäure keine große Verwandtschaft. Bringt man daher andere Körper, vorzüglich solche, die eine sehr große Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe haben, das heißt verbrennlich sind, mit der übersäuren Kochsalzsäure, bei einer höheren Temperatur, in Verbindung: so rauben sie der Säure den überflüssigen Sauerstoff, und säuren sich. Dabei entwickelt sich Wärmestoff in großer Menge, daher entsteht Licht und Wärme. Herr Westrumb hat dieses durch eine Reihe vortrefflicher Versuche bewiesen, denen ich noch einige andere beifügen werde.

1. Versuch. In dem übersäuren Kochsalzgefäurten Gas, brennt ein Wachlicht mit heller Flamme, indem sich der

Sauerstoff mit dem Wachs verbindet, und der Wärmestoff frei wird.

2. Versuch. Wenn man Phosphor in übersaurer Kochsalzsäure an einem finstern Orte einer höheren Temperatur aussetzt; so wird er nicht verändert: an einem hellen Orte verwandelt er sich, unter übtigens gleichen Umständen, vermöge der Einwirkung des Lichts, in Phosphorsäure.

3. Versuch. Läßt man das übersaure Kochsalzgesäuerte Gas durch Wasser gehen, so wird die Flamme noch lebhafter: denn das Wasser verbindet sich mit einem Theile der Kochsalzsäure, die übrige Säure enthält daher ein noch größeres Übermaas von Sauerstoff.

4. Versuch. Der Phosphor säuert sich in dem übersauren Kochsalzgesäuerten Gas mit einer hellen Flamme, und man erhält eine Mischung von Phosphorsäure und Kochsalzsäure. (Man vergleiche den 2. Versuch.)

5. Versuch. Das geschwefelte Spiesglang wird von dem übersauren Kochsalzgesäuerten Gas zerlegt. Der überflüssige Sauerstoff verbindet sich mit dem Schwefel und mit dem Metalle; mit dem ersten zur Schwefelsäure, und mit dem zweiten zur Spiesglanghalbsäure, welche letztere sich nachher mit der übrigen übersauren Kochsalzsäure verbindet, und übersaures, Kochsalzgesäuertes Spiesglang, oder sogenannte Spiesglangbutter, macht.

6. Versuch. Wirft man Zinnober, oder geschwefelte Quecksilberhalbsäure, in übersaures Kochsalzgesäuertes Gas; so säuert sich der Schwefel, und die Quecksilberhalbsäure verbindet sich mit der übersauren Kochsalzsäure zu einem übersauren Kochsalzgesäuerten Quecksilber oder zu Sublimat. Aller, in dem Gas enthaltene, Wärmestoff wird frei: daher wird die gläserne Flasche, in welcher man die Operation vornimmt, rothglühend, und springt, wegen der plötzlichen Ausdehnung des Wärmestoffs, welcher seine Elastizität wieder erhält. Den mit Schwefelsäure vermischten Sublimat findet man, nach geendigter Operation, auf dem Boden des Gefäßes, in trockner Gestalt.

7. Versuch. Wiederholt man diesen Prozeß, so, daß man Holzspäne mit dem Zinnober mischt, so verbindet sich

der Wasserstoff des Holzes zum Theil mit dem Sauerstoffe zu Wasser, und man findet daher die Oberfläche des Holzes zu Kohle verbrannt.

8. Versuch. Der Schwefel säuert sich in dem übersauren Kochsalzgefäurten Gas, und vermischt sich mit demselben als schwefelsaures Gas. Es entwickelt sich wenig Wärmestoff, weil beide Körper in Gasgestalt bleiben.

9. Versuch. Der Kamphor säuert sich in diesem Gas, und verwandelt sich in eine Flüssigkeit, in ein Öl. Es entwickelt sich etwas Wärmestoff, weil ein Theil desselben, der mit dem Sauerstoffe verbunden war, frei wird.

10. Versuch. Nelkenöl säuert sich, es entwickelt sich Wärmestoff, und es entsteht Kochsalzsäure, mit etwas Wasser vermischt. Das gefäurte Öl ist etwas weniger flüssig als das ungefäurte.

11. Versuch. Terpentingöl säuert sich, und wird dadurch dicker und in ein gelbes Harz verwandelt. Es entwickelt sich Wärmestoff, und es entsteht etwas Wasser.

12. Versuch. Alkohol säuert sich und verwandelt sich zum Theil in Harz, dabei entsteht etwas Wasser.

13. Versuch. Das Gold säuert sich, und es entwickelt sich dabei Wärmestoff. Diese Bemerkung hat Hr. D. Scheerer in Jena zuerst gemacht. Ein Medizinglas wurde mit dem übersauren Kochsalzgefäurten Gas angefüllt. Durch den Kork, der die Mündung verschloß, war eine Glasröhre gesteckt. Diese ward, ehe sie in das Glas gebracht wurde, mit ein paar Goldblättchen unwickelt. Kaum war sie so hineingebracht, als außs schleunigste ein schönes purpurrethes Feuer an der Glasröhre herauflies, und das Gold verzehrte.

14. Versuch. Spiessglanz säuert sich, und es entwickelt sich dabei sehr viel Wärmestoff, weil kein Gas zurück bleibt; denn das gefäurte Spiessglanz löst sich in der übersauren Kochsalzsäure auf, und es entsteht übersaures, Kochsalzgefäurtes Spiessglanz, oder sogenannte Spiessglanzbutter, in trockner Gestalt.

15. Versuch. Das Arsenik säuert sich, und während der Säuerung entwickelt sich sehr viel Wärmestoff. Nach ge-

endigter Operation bleibt übersaures Kochsalzgefäurtes Arsenik, oder sogenannte Arsenikbutter zurück.

16. Versuch. Das Wismuth säurt sich ebenfalls, mit Entwicklung des Wärmestoffes, und die dadurch entstandene Wismuthhalbssäure verbindet sich mit der entstandenen Kochsalzssäure zum Kochsalzgefäurten Wismuth.

Eben dieß geschieht auch mit dem Nickel, dem Kobolt, dem Zink, dem Zinn, dem Blei, dem Kupfer und dem Eisen. In allen diesen Versuchen bemerkt man Licht und Wärme.

17. Versuch. Endlich säurt sich in dem übersauren Kochsalzgefäurten Gas auch die Kohle, mit Licht und Wärme. Man erhält Kohlensäure und Kochsalzssäure.

Alle diese Versuche beweisen:

1) Daß das Verbrennen eines Körpers weiter nichts ist, als seine Säuerung, oder seine Verbindung mit dem Sauerstoffe: denn wenn man das übersaure Kochsalzgefäurte Gas dem Lichte aussetzt, und dasselbe seines überflüssigen Sauerstoffes, nach der Methode des Hrn. Berthollet, beraubt; so brennt kein Körper mehr in demselben.

2) Daß das übersaure Kochsalzgefäurte Gas aus Kochsalzssäure und aus Sauerstoff besteht: denn in allen diesen Versuchen werden die Körper gefäurt, und Kochsalzssäure, oder Kochsalzgefäurtes Gas, bleibt zurück, entweder allein oder in einer neuen Verbindung.

## Neun und zwanzigstes Kapitel.

### Beantwortung einiger Einwürfe.

Herr Kirwan machte vormals folgenden Entwurf. Er sagte: weil der Braunstein im Feuer Sauerstoffgas liefert, so folgt daraus nicht, daß er dieses Gas in seiner Mischung enthalte, sondern nur, daß der Braunstein eine Gasart enthält, die fähig ist im Feuer sich in Sauerstoff zu verwandeln. Wahrscheinlich ist aber dieses Gas fixe Luft, denn:

1) Liefert der Braunstein allemal zuerst fixe Luft, und das Sauerstoffgas kommt erst hinterher. 2) Wenn man Braunstein, mit Eisenfeile vermischt, in einem Flintenlaufe dem Feuer aussetzt: so erhält man sehr viel fixe Luft. Hr. Hermbstädt erhielt aus vier Theilen Braunstein mit zwei Theilen Eisen, eine Mischung von fixer Luft und Wasserstoffgas.

Antwort. Der Braunstein liefert im Anfange etwas fixe Luft, theils, weil derselbe jederzeit, mehr oder weniger, mit kohlenensäurter Kalkerde vermischt ist, theils, weil diese Versuche in einem eisernen Flintenlaufe gemacht wurden, und das Eisen, wie bekannt, immer mit etwas Kohlenstoffe gemischt ist.

Hrn. Hermbstädt's Versuch ist leicht zu erklären: die fixe Luft kam von der, mit dem Eisen vermischten, Kohle, und das Wasserstoffgas kam, aus dem, mit der nicht genug getrockneten Mischung verbundenen, Wasser.

Nun aber sei es mir erlaubt, die wichtigen Einwürfe des Hrn. Westrumb, mit Freimüthigkeit und Bescheidenheit, zu widerlegen.

Hr. Westrumb sagt: »Es würde sich nichts gründliches einwenden lassen, wenn die gemeine Salzsäure nie anders, als unter den angegebenen Bedingungen, brennbare Luft hervorbringen könnte. Die gemeine luftförmige Salzsäure giebt, wenn sie mit Eisen, Zink, Phosphor, Schwefel und Kohle, mit Weingeist, Olivenöl, Terpentinöl und Wachs, in Berührung kommt, brennbare Luft. Woher nehmen die Metalle, der Phosphor, der Schwefel und die Kohle, hier das Wasser, um Säurestoff zur Bildung der Kalk- und der Säuren zu erhalten? Und woher kommt die brennbare Luft, da in allen diesen Stoffen kein Wasserstoff seyn soll und seyn darf?

Antwort. Das Wasserstoffgas, welches sich in diesen Versuchen entwickelt, kommt, wie ich oben gezeigt habe, aus der luftförmigen Salzsäure selbst, welche Wasserstoff enthält.

Der reine Braunsteinkalk liefert keine Luftsäure. Er giebt sie nur, in so ferne er luftsaure Erden, Kalk oder

•Schwererde enthält, oder selbst mit luftsaurem Braunstein-  
•kalk verunreinigt ist. . .

Diese Behauptung stimmt mit meiner eigenen Erfahrung vollkommen überein, und bestätigt dasjenige, was ich oben gegen Hrn. Kirwan erinnert habe.

•Phlogistische Luft giebt der Braunstein, wenn man ihn  
•langsam erhitzt.»

Hier sehe ich mich genöthigt zu widersprechen. Ich habe, mit einigen Freunden, Hrn. Westrumb's Versuch wiederholt, und, eben so wie er, gefunden, daß man in diesem Falle etwas Salpeterstoffgas, oder sogenannte phlogistische Luft, erhält. Aber wir fanden auch, bei einer genaueren Untersuchung, daß dieses Gas nicht aus dem Braunstein kommt. Bei einer niedrigen Temperatur zerlegt der Braunstein die atmosphärische Luft, und nimmt aus derselben noch mehr Sauerstoff auf, daher dann der andere Bestandtheil der atmosphärischen Luft, das Salpeterstoffgas, in die Vorklage übergeht. Hört man mit dem Versuche auf, sobald kein Salpeterstoffgas mehr übergeht; so hat der Braunstein an Gewichte nicht abgenommen, sondern zugenommen. Bei einer höheren Temperatur verliert der Braunstein den Sauerstoff wieder, den er bei einer niedrigen Temperatur aufgenommen hatte. Hierin verhält sich der Braunstein völlig so wie das Quecksilber. Folglich fällt der Einwurf des Hrn. Westrumb, wegen der Nichtentstehung der Salpetersäure weg; denn der Braunsteinkalk enthält keinen Salpeterstoff.

•Die dephlogistisirte Halzsäure übertrifft in der Eigen-  
•schaft entzündete Körper brennend zu erhalten die Lebensluft  
•bei weitem. Sie entzündet selbst Körper, welche die Lebens-  
•luft nur dann brennend erhalten kann, wenn man sie ihr  
•entzündet darbietet. Von diesem großem Unterschiede in den  
•Eigenschaften beider Gasarten muß es eine Ursache geben.  
•Diese Ursache kann aber nicht am Sauerstoffe selbst liegen,  
•sondern sie muß ihren Grund in der großen Neigung der  
•Säure zum Brennstoffe haben.»

Dieser scharfsinnige Einwurf, so scheinbar derselbe auch ist, läßt sich dennoch leicht beantworten. Lebensluft besteht

aus Sauerstoff und aus Wärmestoff. Dephlogistisirte Salzsäure, in Gasgestalt, besteht aus Kochsalzsäure, aus Sauerstoff und aus Wärmestoff. Nun hat aber der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zum Wärmestoffe als zu der Kochsalzsäure; er ist also in dem Sauerstoffgas in einer engeren Verbindung als in der dephlogistisirten Salzsäure, und läßt sich daher von dem Sauerstoffgas schwerer trennen, als von der dephlogistisirten Salzsäure. Daß der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zum Wärmestoffe hat, als zu der Kochsalzsäure, erhellt aus dem Versuche des Hrn. Berthollet, welcher dephlogistisirte Salzsäure in gemeine Salzsäure verwandelte, indem er sie gelinde, am Sonnenlichte, erwärmte, wobei der Sauerstoff die Salzsäure verließ, und mit dem Wärmestoffe als Sauerstoffgas wegging. Nun wird man also auch leicht einsehen, warum sich einige Körper in der dephlogistisirten Salzsäure leichter säuren, als in dem Sauerstoffgas.

Indem ich in Hrn. Westrumb's Aufsatz weiter fortlese, bemerke ich, mit großem Vergnügen, daß ich mit einem Gegner streite, dem es lediglich um Wahrheit zu thun ist, und bei welchem sich keine Spur von Rechthaberei zeigt: denn ich stoße hie und da auf Stellen, wo er offenherzig gesteht, daß er sich geirrt habe. Mit einem solchen Gegner zu streiten ist lehrreich; denn der Streit wird nicht lange dauern, sondern Er entweder oder ich, aber gewiß einer von uns beiden, wird zuletzt zu der Meinung des Andern übergehen. Ich bringe indessen der Wahrheit ein Opfer, indem ich gestehe, daß ich in meinem vorigen Streite mit Hrn. Westrumb, über die Auflöslichkeit des Eisens in reinem Wasser, durch seine Versuche vollkommen überzeugt worden bin, daß meine Meinung ungegründet war. Nun fahre ich in dem gelehrten Streite fort.

»Enthielte die dephlogistisirte Salzsäure wirklich dephlogistisirte Luft; so müßte man aus reiner Luft und gemeinem Salzgas, dephlogistisirtes zusammensetzen können. Wie wird man aber so dephlogistisirte Salzsäure bilden, man wähle nun auch eine Proportion beider Stoffe, welche man will.«

Dies geschieht darum nicht, weil, wie ich oben schon erinnert habe, der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zum Wärmestoff hat, als zu der Salzsäure, und daher nicht jenen verläßt, um sich mit dieser zu verbinden. Indessen glaube ich ein Mittel gefunden zu haben, um diese Verbindung zu bewirken. Dieses besteht darin, daß man dem Sauerstoffe einen Theil des Wärmestoffs raubt, mit welchem derselbe verbunden ist: und ich habe wirklich etwas dephlogistisirte Salzsäure in Gasgestalt erhalten, indem ich eine Mischung von Salzgas und Lebensluft in eine kaltmachende Mischung setz. Doch muß ich den Versuch noch wiederholen.

»Würde zur Bildung der dephlogistisirten Salzsäure durchaus Sauerstoff, oder reine Luft, erfordert; so könnte, wie Herr Gren erinnert, und ich aus eigener Erfahrung weiß, der, lange in verschlossenen Gefäßen geglühete, und seiner Lebensluft beraubte Braunstein, keine brennstoffleere Säure mit Salzgeist geben.»

Aber dieses geschieht nicht. Einer meiner Freunde hat den Versuch oft wiederholt, und gefunden, daß man aus dem ausgeglüheten Braunstein zwar noch etwas, aber nur äußerst wenig, dephlogistisirte Salzsäure erhält; weit weniger als aus dem nicht ausgeglüheten. Diese wenige übersaure Kochsalzsäure ist dem zurückbleibenden Sauerstoffe zuzuschreiben; denn im bloßen Feuer, oder vermöge des Wärmestoffs, kann man nicht allen Sauerstoff aus dem Braunsteine austreiben. Auch ist schon oben, als von den Verwandtschaften die Rede war, erinnert worden: daß man sich eine unrichtige Vorstellung von den Verwandtschaften machen würde, wenn man annehmen wollte, in allen Fällen herab der neue Körper den andern des ganzen Bestandtheils, mit welchem der neue Körper sich verbindet. Dies geschieht auch hier nicht. Der Sauerstoff setzt sich zwischen dem Wärmestoffe und dem Braunsteine ins Gleichgewicht. Zieht man nachher über diesem geglüheten Braunstein Kochsalzsäure ab, so wird der zurückgebliebene Sauerstoff mit dem Wärmestoffe Sauerstoffgas bilden, indem sich ein Theil der Kochsalzsäure mit dem Braun-

steine verbindet: folglich geschieht hier eine Zerlegung durch doppelte Verwandtschaft. \*). Die übrigen Einwürfe sind weniger wichtig, und daher übergehe ich sie. \*\*).

### Dreißigstes Kapitel.

#### Ueber die Wirkung des Sauerstoffs auf die Farben der Körper.

Ich habe oben schon durch einige Versuche bewiesen, daß man, mittelst der übersauren Kochsalzsäure, in den Farben der metallischen Halbsäuren eben die Veränderung in kurzer Zeit hervorbringen kann, welche diese Halbsäuren, durch das Aussetzen an die Luft, in einer weit längern Zeit erleiden. Dieselbe Veränderung bringt die übersaure Kochsalzsäure auch in den Farben der Pflanzen hervor. Alle vegetabilische Farben werden durch diese Säure zerstört. Der Sauerstoff verbindet sich mit der vegetabilischen Substanz; diese wird gesäuert; und die übersaure Kochsalzsäure ist in Kochsalzsäure umgeändert.

Grüne Theile der Pflanzen werden von der übersauren Kochsalzsäure bald gelb, bald weiß, bald röthlich. Jeder Theil der Pflanze wird schnell in diejenige Farbe verändert, die derselbe, allmählig und langsam, an der Luft annimmt.

\*) Arrétons - nous un moment, pour remarquer, que ce n'est point par une affinité simple, que l'acide marin enlève l'air vital à la chaux de manganèse. Ce n'est que parcequ'une portion de cet acide dissout la manganèse, et en chasse la partie de l'air vital, qui est superflue à la nouvelle combinaison, que l'autre portion peut s'unir avec cet air vital privé en partie du principe de l'élasticité. Berthollet.

\*\*\*) S. 147. steht: «sonderbare Zusammensetzung! wird man ausrufen, und mich auf die neue Beobachtung, die Bildung der Salpetersäure aus der brennbaren und Lebensluft verweisen.» Hier ist ein kleiner Irrthum. Salpetersäure besteht nicht aus brennbarer und Lebensluft, sondern aus der Grundlage der phlogistisirten Luft, oder dem Salpeterstoffe, und aus der Grundlage der Lebensluft, oder dem Sauerstoffe.

Die Blätter der immergrünen Pflanzen, z. B. die Blätter der Stechpalme, bleiben auch in der übersauren Kochsalzsäure lange Zeit grün; und werden endlich gelblich, wie sie zuletzt auch an der Luft werden.

Die Veränderungen der Farben der Pflanzen an der Luft hängen demzufolge von dem Sauerstoffe ab, welcher sich aus der Atmosphäre mit ihnen verbindet. Aber diese Verbindung geschieht langsam und allmählig, weil der Sauerstoff beinahe eben so große Verwandtschaft zu dem Wärmestoffe hat, als zu den Farbethellen der Pflanzen. In der übersauren Kochsalzsäure geschieht diese Veränderung schnell, weil der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft zu den Farbethellen der Pflanzen hat, als zu der Salzsäure.

Daher kann man sich der übersauren Kochsalzsäure bedienen, um die Farben zu prüfen, und in kurzer Zeit zu erfahren, welche Veränderung dieselben in langer Zeit an der Luft erleiden werden. Die Farbe des Indigs z. B. ist eine sehr beständige Farbe; daher wird auch dieselbe von der übersauren Kochsalzsäure nur äußerst schwer zerstört.

Pflanzen, welche man an einem finstern Orte aufbewahrt, werden weiß und verlieren ihre Farbe. An dem Sonnenlichte erhalten sie Farbe, und dann entwickelt sich aus ihnen Sauerstoffgas, da hingegen an einem finstern Orte der Sauerstoff mit ihnen verbunden bleibt, und die Farbe zerstört. Den Sauerstoff erhalten die Pflanzen indem sie das Wasser zerlegen, wie unten bewiesen werden soll. Darum sind auch die weiß gewordenen Pflanzen weit weniger brennbar, weil sie schon mit Sauerstoff verbunden sind.

Die Farben der thierischen Körper werden von der übersauren Kochsalzsäure nicht ganz zerstört: thierische Theile werden gelb. Weiße Seide und weiße Wolle werden von dieser Säure gelb gefärbt; aber weiße thierische Theile werden auch allmählig an der Luft gelb, wie man an dem Elfenbein sieht, und an der weißen Seide.

Die Bemerkung, daß Verbindung mit dem Sauerstoffe die Pflanzen entfärbt, ist von der größten Wichtigkeit, und erklärt eine Menge der sonderbarsten Erscheinungen in der

Natur. Alle Theile der Pflanzen sind weiß, so lange sie nicht dem Lichte ausgesetzt werden, welches aus ihnen Sauerstoffgas entwickelt, und sie dadurch färbt. Das innere Holz eines Baumstammes, wohin das Licht nicht dringt, ist weiß. Schimmel, welcher an einem finstern Orte wächst, ist weiß, und färbt sich wenn er an das Licht kommt. Die Blätter sind, wenn dieselben zuerst ausbrechen, bleich, und werden nachher dunkler. Die im Kelche noch eingewickelten Blumen sind weiß, ehe sie an das Licht kommen. Das Tuch ist, wenn es aus der Indigoküpe kommt, grün, und wird erst an der Luft blau. Vegetabilische Aufgüsse und Dekokte nehmen an der Luft eine dunklere Farbe an. Die Ölfarben der Gemälde sind weit heller, solange sie frisch sind, und werden dunkler, wenn man sie der Luft aussetzt.

Alle diese Erscheinungen hängen von dem Sauerstoffe der Atmosphäre ab. Körper, mit denen der Sauerstoff eine größere Verwandtschaft hat, als mit dem Wärmestoffe, nehmen Sauerstoff auf, und werden heller von Farbe. Körper, mit denen der Sauerstoff eine geringere Verwandtschaft hat, als mit dem Wärmestoffe, verlieren den Sauerstoff, mit welchem sie verbunden sind, und werden dunkler an Farbe.

1. Versuch. Wenn das Tuch aus der Indigoküpe kommt, so ist es grün, und wird an der Luft blau, indem es Sauerstoff verliert. Mit verdünnter übersaurer Kochsalzsäure wird es wieder grün. Setzt man es der Luft aus, so wird es abermals blau. Gießt man stärkere, unverdünnte, übersaure Kochsalzsäure auf, und verbindet man folglich sehr viel Sauerstoff mit der Indigfarbe; so wird sie gelb, und läßt sich nachher nicht wieder blau machen.

2. Versuch. Wenn man Weilchentinktur (oder Weilchensyrup) in einer wohl verstopften Flasche an einem finstern Orte verwahrt, so verliert sie ganz ihre Farbe. Setzt man sie aber nachher, unter einer Glocke, in Berührung mit dem Sauerstoffgas, so erhält sie ihre violette Farbe augenblicklich wieder. Andere Gasarten bringen diese Wirkung nicht hervor. Läßt man die Tinktur lange in dem Sauerstoffgas, so

verbindet sich zuviel Sauerstoff mit derselben, und sie wird gelb.

Dekokte von gelben oder rothen Pflanzentinden, werden an der Luft trüb, sauer, und bedecken sich mit einer Haut, welche erst schwarzbraun, dann purpurbraun, nachher braunroth, dann orangefarb, und endlich gelb wird. Hat sie diese Farbe erlangt, dann geht keine Veränderung mehr vor. Diese Veränderung der Farbe kommt von der Menge von Sauerstoff, welcher sich mit dem Dekokte verbindet, und immerfort, bis zur Sättigung, zunimmt. Man erhält sehr gute Farben, wenn man das gesäuerte Dekokt, auf welchem Grade der Säuerung man will, einkocht und trocknet.

3. Versuch. Man bereite ein starkes Chinadekokt, und setze dasselbe der Luft aus: so kann man aus demselben eine sehr gute braune, eine Kastanienbraune, eine rothe, und eine purpurrothe Farbe erhalten, je nachdem man es mehr oder weniger sich säuren läßt.

4. Versuch. Man koehe das Chinadekokt ein, sobald dasselbe bereitet ist, und man wird die braune Farbe erhalten. Gießt man auf dieselbe, allmählig, verdünnte übersaure Kochsalzsäure; so kann man alle Nüancen der Farbe hervorbringen, welche die Luft hervorbringt, und endlich erhält man eine sehr schöne und solide gelbe Farbe. Ein deutlicher Beweis, daß diese Nüancen von der Verbindung des Sauerstoffs abhängen. \*)

22. Versuch. Die rothe und die braunrothe Chinatinde ist, im kochenden Wasser sowohl, als im Alkohol, unauflöslich; aber die gelbe Farbe löst sich im Alkohol auf, und hat alle Eigenschaften eines Harzes.

6. Versuch. Man gieße auf den schönsten Karmin über:

---

\*) Zuweilen mißlingt dieser Versuch. Man kan ihn aber auf folgende Weise anstellen, und dann gelingt er immer. Man vermische die Farbe mit kochendem Wasser, fülle mit diesem Wasser eine Flasche, und setze die Flasche unter eine, mit übersaurem Kochsalzgesäuertem Was angefüllte, Glocke.

saure Kochsalzsäure: so wird er im Augenblick seine Farbe verlieren, und weiß werden.

Aus diesen Versuchen kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. Wenn sich der Sauerstoff mit den vegetabilischen Substanzen verbindet, so verändert er ihre Farben.

2. Wenn sich die Farbe der vegetabilischen Substanzen verändert, so haben sie Sauerstoff erhalten, oder Sauerstoff verloren.

3. Wenn sie Sauerstoff erhalten, so wird die Farbe gemeinlich heller: wenn sie Sauerstoff verlieren, so wird ihre Farbe gemeinlich dunkler.

4. Die violetten, purpurrothen, braunen und blauen vegetabilischen Farben, sind mit dem Sauerstoffe nicht gesättigt. Wie diese Farben entstehen, soll unten gezeigt werden.

5. Mit dem Sauerstoffe gesättigte, vegetabilische Substanzen sind gelb, oder weiß.

6. Die vegetabilischen Substanzen verändern, durch ihre Verbindung mit dem Sauerstoffe, nicht bloß ihre Farbe, sondern auch ihre Natur. Sie nähern sich mehr der Natur eines Harzes, je mehr sie mit dem Sauerstoffe verbunden worden sind.

7. Vermittelt der übersauren Kochsalzsäure kann man aus den Pflanzen alle die Farben bereiten, welche die Natur aus ihnen bereitet.

Thierische Substanzen, welche weiß sind, nehmen an der Luft Sauerstoff an, und werden gelb. Da aber das Schwefelsäure eine größere Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe hat, als die thierischen Substanzen: so kann man sie wieder weiß machen, wenn man sie mit Schwefelsäure wäscht.

Die grünen Farbestheile der Pflanzen werden weiß von der übersauren Kochsalzsäure: aber wenn man diese Säure damit kocht, so werden sie gelb.

7. Versuch. Mischt man eine Auflösung des Indigs in verdünnter Schwefelsäure, mit übersaurer Kochsalzsäure, so wird ihre Farbe mehr oder weniger dunkelgelb, je nachdem mehr oder weniger Wasser in der Mischung ist. Lasse man die

die

die Feuchtigkeit abrauchen, so erhält man eine dunkelbraune Substanz.

8. Versuch. Läßt man in die Auflösung von Indig sehr viel übersaures Kochsalzgesäuertes Gas gehen, so wird die Farbe ganz zerstört, und der Rückstand ist weiß.

9. Versuch. Läßt man in einen Galläpfel-Aufguß eine große Menge übersaures Kochsalzgesäuertes Gas gehen, so wird die Farbe dunkler, braungelb und es entsteht ein schwarzer Niederschlag, welcher beinahe ganz reiner Kohlenstoff ist.

10. Versuch. Behandelt man einen Aufguß des Sumach auf eben diese Weise, so erhält man einen ähnlichen schwarzen Niederschlag, nur nicht in so großer Menge.

Die übersaure Kochsalzsäure bringt, zufolge dieser Versuche, auf die Farbethteile der Pflanzen nicht immer gleiche Wirkung hervor. In einigen Verbindungen zerstört der Sauerstoff die Farbe gänzlich, und die vegetabilische Substanz wird weiß. Aber diese weiße Farbe wird wieder gelb, und zuweilen schwarz, wenn man die Substanz einer höhern Temperatur aussetzt.

Diese Erscheinungen lassen sich erklären, wenn man annimmt, daß die dunkle Farbe, sie mag gelb, braun oder schwarz seyn, jederzeit von dem Kohlenstoffe herkomme, und daß diese Farbe sich jederzeit zeige, so oft der Kohlenstoff frei wird und in keiner Verbindung ist. Da nun die vegetabilischen Substanzen Kohlenstoff mit Wasserstoff verbunden enthalten, so wird der Kohlenstoff jederzeit frei werden, wenn entweder der Substanz Sauerstoff zugesetzt wird, wodurch Wasser entsteht, oder wenn der Substanz der Wasserstoff entzogen wird. In beiden Fällen wird der Kohlenstoff frei, und der Körper nimmt eine schwarze Farbe an.

Um dieses zu erläutern, will ich von jedem Falle ein Beispiel anführen.

11. Versuch. Man löse Zucker in Wasser auf; lasse in diese Auflösung übersaures Kochsalzgesäuertes Gas gehen, und dampfe nachher die Flüssigkeit bis zur Trockne ab, so erhält man einen schwarzen Bodensatz, welcher sich in allen Versuchen als verbrannten Zucker zeigt, das heißt, als

Zucker der seinen Wärmestoff verlohren hat, und von dem nur der Kohlenstoff zurück geblieben ist. In diesem Versuche hat sich also der Sauerstoff der übersauren Kochsalzsäure mit dem Wasserstoffe des Zuckers zu Wasser verbunden, und die Kohle ist frei geworden: daher die braunschwarze Farbe.

12. Versuch. Hr. Lavoisier hat bewiesen, daß Öl aus Wasserstoff und aus Kohlenstoff besteht. Setzt man aber das Öl einer höhern Temperatur aus, so entwickelt sich eine beträchtliche Menge Wasserstoffgas, und das Öl wird braun, weil es den Wasserstoff verloren hat, mit welchem die Kohle verbunden war, daher nun die Kohle frei geworden ist, und dem Öl eine dunkle Farbe gibt. Jedes Öl wird braun, und sogar schwarz, durch das Kochen, und es entwickelt sich aus demselben Wasserstoffgas.

Man mag also aus einer organischen Substanz den Wasserstoff entfernen auf welche Weise man will; so nimmt die Substanz jederzeit eine schwarze, braune oder gelbe Farbe an: je nachdem man sie mehr oder weniger des Wasserstoffs beraubt.

Wenn man die Substanz einer höhern Temperatur so lange aussetzt, bis aller Wasserstoff sich entfernt hat, so bleibt zuletzt die reine Kohle zurück, und der Rückstand ist schwarz.

Verbindet man übersaure Kochsalzsäure mit vegetabilischen Substanzen: so vereinigt sich der Sauerstoff mit dem Wasserstoffe zu Wasser, die Kohle wird frei, und der Körper nimmt daher eine schwarze Farbe an.

Eben so, wie die übersaure Kochsalzsäure, wirkt auch die Salpetersäure. Substanzen, welche mit derselben in Berührung gebracht werden, nehmen eine gelbe, braune oder schwarze Farbe an. Die Salpetersäure wird zum Theil zerlegt, der Sauerstoff verbindet sich mit dem Wasserstoffe der Substanzen zu Wasser, und der Kohlenstoff wird frei: daher die dunkle Farbe. Auf diese Weise verwandelt die Salpetersäure Indig in eine braune Substanz, und Guajaköl in eine Kohle.

Wenn eine vegetabilische Substanz, durch Verbindung mit dem Sauerstoffe, alles ihres Wasserstoffs beraubt und

braun geworden ist; so kann sie alsdann, durch neue Verbindung mit dem Sauerstoffe, abermals farbenlos werden. Denn nun verbindet sich der Sauerstoff mit der Kohle zum Kohlensäuren Gas, und die Substanz wird abermals weiß, weil sie die Kohle verliert, die ihr die Farbe gab. Dies geschieht z. B. wenn man Zucker mit Salpetersäure behandelt. Der Zucker wird anfänglich braun, indem sich der Sauerstoff der Salpetersäure mit dem Wasserstoffe des Zuckers verbindet, wodurch der Kohlenstoff frei wird. Setzt man aber die Operation fort, so entwickelt sich Kohlensäures Gas, und die Auflösung des Zuckers ist abermals ohne Farbe. Eben das geschieht mit dem Indig, wenn man denselben, durch die übersaure Kochsalzsäure, dunkelbraun gefärbt hat. Er verliert auch diese Farbe, wenn noch mehr von der Säure zugegossen wird.

Durch Verbindung mit der übersauren Kochsalzsäure werden die riechenden Öle dick, nehmen die Natur eines Harzes an; und werden spezifisch schwerer. Dieses geschieht, indem ihnen der Sauerstoff einen Theil ihres Wasserstoffes raubt. Darum werden sie, durch diese Operation, braun und zuweilen schwarz.

Läßt man elektrische Funken durch Öl gehen, so entwickelt sich Wasserstoffgas, und etwas Kohlenstoff setzt sich zu Boden. Durch den elektrischen Funken verwandelt sich der, in ihnen enthaltene, Wasserstoff in Wasserstoffgas.

## Ein und dreißigstes Kapitel.

### Theorie des Bleichens.

Da die übersaure Kochsalzsäure, wie oben bemerkt worden ist, alle vegetabilischen Farben in kurzer Zeit eben so vermindert, wie die Luft in einer längern Zeit thut; so bleicht sie auch die Leinwand in kurzer Zeit, indem der Sauerstoff derselben sich mit den färbenden Theilen der Leinwand und der Baumwolle verbindet, und dieselben säuert und farbenlos

macht, welches an der Luft erst nach einer langen Zeit geschieht. Hr. Berthollet suchte diesen Grundsatz im Großen anzuwenden, und machte die Entdeckung, daß man, vermittelst der übersauren Kochsalzsäure, in kurzer Zeit, leinene und baumwollene Tücher und Zeuge schön weiß bleichen könne. Diese Entdeckung ist von der größten Wichtigkeit. Sie erspart Zeit und Handarbeit, und der Apparat zum Bleichen nimmt weniger Raum ein, als der bisher gewöhnliche. Auch sind schon solche Bleichen in Schottland, in England, in Frankreich und in der Schweiz, angelegt worden, welche den besten Fortgang haben: denn Hr. Berthollet hat seine Entdeckung nicht geheim gehalten, sondern die Beschreibung des Verfahrens, mit einer edlen Uneigennützigkeit, öffentlich bekannt gemacht; ob er gleich, wie ich zuverlässig weiß, eine große Summe hätte gewinnen können, wenn er anders hätte verfahren wollen. Zugleich hat Hr. Berthollet mit dieser Entdeckung noch eine andere verbunden, nemlich: daß man alle gefärbte Leinwand und Kattun, durch die übersaure Kochsalzsäure, entfärben kann, so daß dieselben wieder eben so weiß werden, als sie waren ehe sie gefärbt wurden.

Wenn man durch die übersaure Kochsalzsäure Glasch färbt, es sey nun unter der Gestalt von Zwirn, oder von Leinwand, so verliert die Säure ihren überflüssigen Sauerstoff, und diejenigen Theile, welche ihr den Sauerstoff geraubt haben, sind nun fähig sich mit den Alkalien zu verbinden. Wenn man daher, oft nach einander, die Leinwand mit der übersauren Kochsalzsäure verbindet, und nachher in einer alkalischen Lauge auswäscht, so werden alle Farbethteile allmählig aufgelöst, und der Glasch wird weiß.

Das Bleichen besteht demzufolge darin: daß man, vermittelst des Sauerstoffs, die mit dem Glasch verbundenen Farbethteile in dem Alkali der Waschlauge auflöslich mache. Nun thut aber die übersaure Kochsalzsäure, in kürzerer Zeit, was das Aussetzen an die Luft auf der Wiese in längerer Zeit thut.

Kocht man ungebleichten Zwirn mit einer Auflösung von reiner oder kaustischer Portasche, so erhält die Lauge eine

gelbliche Farbe und verliert ihren ägenden Geschmack. Kocht man den nehmlichen Zwirn in einer zweiten Lauge, so bemerkt man die nehmlichen Erscheinungen, aber in geringerem Grade. Oft ist noch eine dritte Lauge nöthig, um alle, in der Pottasche auflösllichen, Theile, welche der Zwirn enthält, von demselben zu trennen. Sobald aber der Zwirn erschöpft ist, so wird die in Wasser gelöste Pottasche weiter nicht mehr von demselben verändert, und die Pottasche verändert auch die Farbe des Zwirns nicht weiter.

Man seuchte nachher diesen Zwirn mit übersaurer Kochsalzsäure an, so wird er anfangen weiß zu werden. Nachher kochte man ihn abermals mit kaustischer Lauge, so wird das Alkali abermals seine Kaustizität verlieren, und die Lauge wird eine dunkle Farbe annehmen, wie die ersten Laugen.

Nunmehr hat man zwei alkalische Auflösungen: eine, welche mit den färbenden Theilen des Zwirns gesättigt worden ist, ehe derselbe noch mit der übersauren Kochsalzsäure verbunden worden war, und die andere nachher.

Gießt man eine Säure in diese alkalischen Auflösungen, so werden sie trüb, das Alkali verbindet sich mit der Säure, und die aufgelösten Fartheile setzen sich, in Gestalt eines braungelben Niederschlags, zu Boden. Sondert man durch Filtriren, diesen Bodensatz ab, und trocknet denselben, so erhält man ein schwarzes Pulver. Diejenigen Fartheile welche das Alkali für sich aufgelöst hatte, sind etwas weniger schwarz als die anderen: doch scheint dieses von einigen beigemischten fremden Theilen her zu kommen; denn in allen Versuchen zeigen sich beide Niederschläge als eine und dieselbe Substanz.

Folglich enthält der Zwirn Fartheile, welche man ihm durch das bloße Waschen mit Lauge sogleich rauben kann, und andere, die erst mit Sauerstoff verbunden werden müssen, um die Natur der ersten anzunehmen.

Nachdem die zweiten Fartheile mit Sauerstoff verbunden worden sind, so verhalten sie sich, in allen Versuchen, vollkommen so wie die ersten. Beide können daher unter dem

gemeinschaftlichen Namen der Farbethteile des Flachses begriffen werden.

Die Farbethteile des Flachses röthen blaue Pflanzensäfte nicht. In dem Wasser lösen sie sich nur äußerst schwer; aber mit einer Lösung von reiner Pottasche in Wasser verbinden sie sich leicht; mit der kohlensäurten Pottasche etwas schwerer. 50 Gran kohlensäurte Pottasche lösen 75 Gran Farbethteile auf; wenn man aber diese 50 Gran kauftisch macht, und die Kohlensäure über dem Feuer her austreibt, so lösen sie 100 Gran Farbethteile auf. Daher thut die reine Lauge bei dem Bleichen so gute Dienste.

Setzt man zu einer alkalischen Auflösung der Farbethteile Kalkwasser: so entsteht ein Niederschlag, welcher aus Kalkerde und Farbethteilen besteht. Die Farbethteile des Flachses haben demzufolge eine größere Verwandtschaft zu der Kalkerde, als zu der Pottasche; und daher darf man der Lauge, welcher man sich zum Bleichen bedient, keinen Kalk zusetzen, damit nicht die aufgelösten Farbethteile auf die Leinwand niedergeschlagen werden.

Verbindet man die gesättigte alkalische Auflösung der Farbethteile mit metallischen Auflösungen; so fällt die metallische Halbsäure, vereinigt mit den Farbethteilen, zu Boden.

Die Farbethteile des Hanfs haben dieselben Eigenschaften wie die Farbethteile des Flachses. Hanf sowohl als Flachs verlieren, während des Bleichens, den vierten, zuweilen sogar den dritten Theil ihres Gewichts.

Die Farbethteile der Baumwolle haben andere Eigenschaften. Sie lösen sich leichter in dem Alkali auf, und sind nicht schwarz, sondern hellgelb.

Gießt man übersaure Kochsalzsäure in eine gesättigte, alkalische Auflösung der Farbethteile; so verliert die Auflösung ihre dunkle Farbe, und nach dem Abräuchen erhält man einen gelben Rückstand.

Wenn man den Flachs durch das Alkali soviel als möglich von seinen Farbethteilen befreit, und ihn dann mit übersaurer Kochsalzsäure anfeuchtet; so wird er weiß, ob er gleich, wie oben bewiesen worden ist, noch Farbethteile enthält, die

nunmehr in dem Alkali auflöslich geworden sind. Wenn man nicht, durch Kochen mit alkalischer Lauge, auch diese Farbethteile noch von dem Flachse trennt, so wird derselbe nach und nach wie der gelb, vorzüglich, wenn er der Wärme ausgesetzt wird.

Die färbenden Theile sind in allen Pflanzen mit den Fasern verbunden. Wenn man Holzspäne mit Wasser kocht, so erhält man ein Dekokt von mehr oder weniger dunkler Farbe. Ein Dekokt der Rinde ist viel dunkler von Farbe, und enthält weit mehr Farbethteile, welche mit den Farbethteilen des Flachses große Aehnlichkeit haben. Wenn man alle Farbethteile von der Rinde absondert, so bleiben nur noch ungefärbte Fasern zurück, welche ungefähr zwei Drittheile von dem Gewichte der ganzen Rinde ausmachen. Die Rinde hat eine dunklere Farbe, als das Holz, weil sie mehr Kohlenstoff enthält, indem sie der Luft ausgesetzt ist, so daß sich der Wasserstoff mit dem Sauerstoffe der Luft zu Wasser verbinden kann, wodurch die Kohle frei wird.

Aus Allem dem bisher Gesagten erhellt:

1. Daß das Bleichen darin besteht, daß man den Flachse, oder den Hanf, seiner Farbethteile beraubt, welche ungefähr den vierten Theil seines Gewichtes ausmachen.

2. Daß nur ein Theil dieser Farbethteile in den Alkalien auflösbar ist.

3. Daß aber auch die übrigen auflösbar werden, wenn man sie mit Sauerstoff verbindet. Daher setzt man die zu bleichende Leinwand dem Regen und dem Thau aus, und begießt dieselbe von Zeit zu Zeit mit Wasser, oder man befeuchtet sie mit übersaurer Kochsalzsäure. Darum wechselt man auch mit der Lauge und mit dem Aussetzen an die Luft ab, um durch die Lauge die auflösbar gemachten Farbethteile von der Leinwand abzusondern.

Die übersaure Kochsalzsäure wirkt auf die Farbethteile, indem sie sich mit ihnen bloß verbindet; dann werden sie weiß; oder indem sie einen Theil des mit den Farbethteilen verbundenen Wasserstoffs in Wasser verwandelt; dann wird ihre Farbe dunkler; oder auch auf beide Weise zu gleicher

Zeit; und da hängt dann die Farbe davon ab, welche von den beiden Wirkungen stärker ist.

Wenn durch die übersaure Kochsalzsäure eine gelbe oder braune Farbe entsteht; so kommt dieß daher, weil, durch Verbindung des Sauerstoffes der Säure mit dem Wasserstoffe, die Kohle frei wird, und es geschieht dann eben das, was geschieht, wenn man einen organischen Körper einer starken Hitze aussetzt, so daß der Wärmestoff sich mit dem Wasserstoffe verbindet, und diesen, in Gestalt des Wasserstoffgas, von dem Körper trennen kann: wodurch die Kohle ebenfalls frei, und der Körper braun wird. Die Salpetersäure und die Schwefelsäure bringen ähnliche Wirkungen hervor, indem sich ein Theil ihres Sauerstoffes mit dem Wasserstoffe der Körper verbindet. Auch wirken die stark gesäuerten, oder ähnden, metallischen Halbsäuren auf eben diese Weise auf thierische Substanzen.

Aber nicht nur zu dem Bleichen des Glases, des Hanfs und der Baumwolle, kann man sich der übersauren Kochsalzsäure bedienen. Sie läßt sich noch außerdem zu einer Menge nützlicher Anwendungen gebrauchen, von denen ich einige anführen will.

Man kann, für die Papiermühlen, Lumpen von grober und schlechter Leinwand, aus denen das Löschpapier verfertigt wird, in derselben bleichen, und dann geben diese Lumpen ein sehr schönes und weißes Papier.

Gelb gewordene Kupferstiche werden in dieser Säure gebleicht, und sind dann schöner weiß, als sie neu waren; zugleich verschwinden alle Dintenflecke.

Alte gedruckte Bücher, welche durch die Zeit gelb geworden sind, können so gebleicht werden, daß das Papier weißer wird, als dasselbe jemals vorher gewesen war.

Auch ist die übersaure Kochsalzsäure das beste Mittel, um angestechte Sachen, oder Örter, von der Ansteckung zu reinigen, und sie unschädlich zu machen. Vier Unzen zu Pulver gestoßene schwarze Magnesium-Halbsäure wird, mit Einem Pfunde Kochsalz vermischt, an dem angestechten Orte, in einem offenen Topfe über das Feuer gesetzt. Nachher

wird ein halb Pfund reine Schwefelsäure, mit einem halben Pfunde Wasser vermischt, in den Topf gegossen: so verbreitet sich das reinigende Gas von selbst an dem angestrichen Orte.

## Zwei und dreißigstes Kapitel.

### Theorie der Färbekunst. \*)

Die sogenannten harten Wasser, das heißt, diejenigen Wasser, welche erdige Mittelsalze enthalten, taugen nicht zum Färben, weil sich diese Salze der Auflösung der Farbestheilchen widersetzen, indem sie diese Theile, welche sich mit der Erde verbinden, niederschlagen. Überdies werden die kohlensäure Kalkerde und die kohlensäure Bittererde durch das Kochen niederschlagen (indem die Kohlensäure, welche sie aufgelöst enthielt, verfliehet): so daß sich diese Erden auf die Stoffe absetzen, und die färbenden Theile verhindern, in dieselben einzudringen.

Hartes Wasser erkennt man daran, daß es die Seife nicht auflöst. Die erdigen Mittelsalze, die das Wasser enthält, zerlegen die Seife: indem sich die Erde mit dem Öle, und die Säure mit dem Laugensalze verbindet. Die hieraus entstehende erdige Seife ist unauflösbar im Wasser; und fällt zu Boden.

Hartes Wasser macht man weiß, und zum Färben tauglich, indem man es mit Kleien kocht und nachher stehen läßt. Es entsteht eine saure Gährung, und die daraus entstehende Säure zerlegt das, im Wasser enthaltene, erdige Mittelsalz,

Das Licht zerstört die Farben, indem es die Verbindung des Sauerstoffes mit denselben befördert, wodurch der Kohlenstoff frei und die Farbe dunkler wird. Es geht ein wahres Verbrennen vor sich. Gefärbte Stoffe, die dem Licht

\*) Berthollet art de la teinture.

te beständig ausgefetzt sind, z. B. Fenster-Gardinen, werden daher in kurzer Zeit ihre Farbe verändern. «Ein seidner Fenster-Vorhang,» sagt Dufay, \*) «von unächter Karmesin-farbe, der lange hinter einem Fenster ausgespannt geblieben war, fand sich, an allen den Theilen, die den Fensterschei- ben gegen über standen, ganz entfärbt, während diejenigen Theile, die hinter dem Holze standen, viel weniger entfärbt waren: ja an den entfärbten Theilen war sogar die Seide zum Theil zerstört, und riß viel leichter, als an den andern Theilen.»

Die mit Wasser verdünnte Salpetersäure giebt der weißen Seide eine gelbe Farbe, die mehr oder weniger dunkel ist, je nachdem die Säure mehr oder weniger Wasser enthält, nachdem die Temperatur höher oder geringer ist, und nachdem man die Seide der Wirkung der Salpetersäure eine längere oder kürzere Zeit aussetzt. Die gelbe Farbe ist ein anfangendes Verbrennen. Reine konzentrierte Salpetersäure zerstört die Seide, macht sie schwarz, und verbrennt sie.

Salpetergefäurte Kalkerde und salpetergefäurte Bittererde färben die Seide nicht: aber salpetergefäurte Allauerde und alle salpetergefäurten Metalle färben die Seide gelb.

Auch die übersaure Kochsalzsäure färbt die Seide gelb, aber nicht so dauerhaft, als die Salpetersäure.

Die zusammenziehende (adstringirende) Eigenschaft der Galläpfel, liegt nicht in der Galläpfelsäure, welche sie enthalten: diese Säure ist nur wenig zusammenziehend. Das Gum.m.ch ist sehr zusammenziehend und färbt das Eisen schwarz, enthält aber keine Galläpfelsäure, eben so wenig als die Nußschalen. Die adstringirende oder zusammenziehende Eigenschaft einiger Pflanzen, vermöge welcher sie das Eisen schwarz färben, besteht bloß darin, daß sie der Eisensalzsäure einen Theil ihres Sauerstoffes rauben, und sie in schwarze Eisen-Halbsäure verwandeln. Andere Körper, die eine große Verwandtschaft zum Sauerstoffe haben, z. B. das

\*) Mémoires de l'académie des sciences de Paris 1737.

salpeterhalbsaure Gas, schlagen ebenfalls die Eisen-Auflösungen schwarz nieder. Auch das Ammoniak schlägt das Eisen schwarz nieder, indem sein Wasserstoff der Eisen-Halbsäure einen Theil ihres Sauerstoffes entzieht, und damit Wasser bildet. Dem Golde und Silber entziehen die Galläpfel allen Sauerstoff, und schlagen diese Metalle aus ihren Auflösungen in metallischer Gestalt nieder. Ein zusammenziehendes Wesen der Pflanzen, in dem Sinne, wie dasselbe bisher von den Chemikern ist angenommen worden, giebt es also eigentlich nicht. Die Dinte sowohl, als die schwarzgefärbten Stoffe, werden an der Luft schwärzer, weil das Eisen noch mehr Sauerstoff verliert: dagegen nimmt die Dinte, wenn das Eisen mit dem zusammenziehenden Pflanzenstoffe nicht gesättiget ist, an der Luft noch mehr Sauerstoff auf, und wird gelb, verwandelt sich in eine gelbe Eisen-Halbsäure.

Wenn der zusammenziehende Pflanzenstoff mit den thierischen Theilen verbindet, so entzieht er ihnen einen Theil des Sauerstoffes, und bewahrt sie vor der Fäulniß, indem er ihre Fasern näher an einander bringt: hierauf beruht die Theorie des Gerbens.

Der zusammenziehende Grundstoff der Pflanzen enthält sehr viel Kohlenstoff, wie die Versuche des Hrn. Berthollet beweisen. Dieser Kohlenstoff, welcher sich, während des Gerbens, zwischen die thierischen Theile setzt, und denselben den Sauerstoff entzieht, bewirkt ein leichtes Verbrennen, wodurch das faserige Gewebe dichter wird. Die Zellenhaut des Leders wird vorher von allem thierischen Fett sorgfältig gereinigt.

Alle färbenden Körper, die sich mit den metallischen Halbsäuren verbinden können, wirken auf diese Halbsäuren so, wie der zusammenziehende Grundstoff. Die Halbsäuren werden durch diese Verbindung mehr oder weniger ihres Sauerstoffes beraubt: daher lassen sich die Veränderungen erklären, welche die Auflösungen der färbenden Körper erleiden, wenn man sie mit metallischen Auflösungen vermischt. Die gegenseitige Wirkung geschieht meistens nicht auf Ein mal, sondern allmählig.

Die Farbetheilchen der Pflanzen haben chemische Eigenschaften, durch welche sie sich von allen andern Körpern unterscheiden: sie haben ganz eigene Verwandtschaften mit den Säuren, den Saugensalzen, den Erden, den metallischen Halbsäuren, dem Sauerstoffe, der Wolle, der Seide, der Baumwolle und dem Flachs.

Vermöge der Verwandtschaft, welche die Farbetheilchen mit der Wolle, der Seide, der Baumwolle und dem Flachs haben, verbinden sie sich leichter oder schwerer, inniger oder weniger innig, mit diesen Körpern.

Vermöge der Verwandtschaft, welche die Farbetheilchen mit der Alaunerde und den metallischen Halbsäuren haben, verbinden sie sich mit diesen Körpern; und durch diese Verbindung wird ihre Farbe mehr oder weniger verändert, aber dauerhafter, und weniger der Einwirkung äußerer Gegenstände ausgesetzt. Auch geht die Verbindung dieser Körper mit den Farbetheilchen leicht in neue Verbindung mit der zu färbenden Substanz über: daher der Nutzen des Gründens der Farbe. Der Grund macht, daß die Farbe anklebt, angreift, sich festsetzt.

Wenn man z. B. rothe Farbe auf Leinwand bringen will; so wird, in den Manufakturen, ein Grund bereitet und auf die Leinwand gebracht, der darin besteht, daß man drei Pfund Alaun und ein Pfund essigsaures Blei (Bleizucker) in acht Pfund warmen Wassers auflöst, und nachher zwei Unzen gepulverte Kreide zusetzt. Die Bleihalbsäure verbindet sich mit der Schwefelsäure, woraus ein unauflösbares Salz entsteht, welches sich niederschlägt; die Alaunerde verbindet sich mit dem Essigsauren; die Kreide und die Pottasche sättigen die überflüssige Säure. Der Nutzen dieses Grundes besteht darin:

1) Die essigsaure Alaunerde ist leichter zu trennen, als die schwefelgesäuerte Alaunerde; die Alaunerde verläßt leichter das Essigsaure, als die Schwefelsäure, um sich mit der Leinwand und den Farbetheilchen zu verbinden.

2) Das Essigsaure, welches alsdann frei wird, hat eine

weit geringere Wirkung auf die Farbe, als die Schwefelsäure haben würde.

3) Da die essigsaure Alaunerde nicht die Eigenschaft hat zu kristallisiren; so krümelt sich der Grund nicht so sehr, als er thun würde, wenn er mit Alaun vermischt wäre, welcher kristallisirt.

Mit den thierischen Theilen hat die Alaunerde eine große Verwandtschaft. Wenn man eine Lösung von Tischlerleim in Wasser mit einer Lösung von Alaun in Wasser vermischt, und beide vermischte Lösungen mit einem Laugensalze niederschlägt: so fällt der Leim mit der Alaunerde verbunden zu Boden, und bildet eine halb durchsichtige Gallerte.

Eben so groß ist die Verwandtschaft der Alaunerde zu den Farbetheilchen.

Unter den zu färbenden Stoffen gehören die Seide und die Wolle zu den thierischen, die Baumwolle, der Flach und der Hanf, zu den vegetabilischen Theilen. Die thierischen Theile unterscheiden sich von den Theilen der Pflanzen dadurch, daß sie Salpeterstoff enthalten, welcher den Pflanzen fehlt, und daß sie Wasserstoff in weit größerer Menge enthalten, als die Pflanzen. Die Laugensalze zerstören die thierischen Theile, und lösen dieselben auf, schaden aber den Pflanzen nicht.

Soll die Wolle gefärbt werden, so muß sie erst von dem ihr eigenen Fette gereinigt werden. Man kocht sie, zu diesem Ende, mit Urein und Wasser, und sie verliert bei dieser Operation zuweilen den fünften Theil ihres Gewichts. Das Ammoniak, welches sich in dem faulenden Urein bildet, verbindet sich mit dem Fett, bildet eine Seife, und macht das Fett im Wasser lösbar.

Die Seide ist mit einer Art von Gummi überzogen und enthält zugleich eine gelbe Farbe. Von beiden muß sie befreit werden, ehe sie gefärbt werden kann: zu diesem Ende wird die Seide mit Seife gekocht. Die Seide verliert ungefähr den vierten Theil ihres Gewichts bei dieser Operation.

Die Baumwolle wird, um sie zum Färben geschickt

zu machen, in einer alkalischen Lauge gekocht, und nachher in frischem Wasser gewaschen.

Baumwolle und Flachs müssen allemal, ehe sie gefärbt werden, mit Maun und Galläpfeln behandelt werden.

Hanf und Flachs haben, in Rücksicht auf das Färben, einerlei Eigenschaften.

Bei dem Rosten des Flachses geht ein leimiger Saft, welcher den grünen färbenden Theil der Pflanze ausmacht, und sich zwischen ihrer Rinde und ihrem Holze befindet, in Fäulniß über. Während des Rostens entwickelt sich kohlensäurtes Gas und Wasserstoffgas. Die Luft wird in solchen Gegenden, wo Flachs im Wasser liegt, so verdorben, daß zuweilen tödliche Krankheiten entstehen.

Eine Farbe ist ächt, wenn sie Luft, Sonne und Thau, nicht verändern. Weit leichter und schneller kann man die Ächtheit einer Farbe durch die übersaure Kochsalzsäure untersuchen; denn diese wirkt eben so, wie die Luft. Man setzt also ein Stückchen gefärbtes Zeug der Wirkung einer verdünnten übersauren Kochsalzsäure aus, wenn man erfahren will, was für eine Veränderung die Luft in der Farbe hervorbringen werde.

Das Schwefelsaure benimmt den färbenden Theilen, wenn es mit ihnen verbunden wird, ihre Farbe: daher das Schwefeln der Seide und Wolle, wodurch sie weiß gefärbt werden. Das Schwefelsaure verbindet sich alsdann mit diesen Substanzen; man darf nur Schwefelsäure auf diese, mit Schwefelsaurem behandelten, Substanzen gießen, so werden sich sogleich die Dämpfe des Schwefelsauren entwickeln.

Der Indig enthält Sauerstoff; so lange er dieses Sauerstoffes nicht beraubt ist, kann er sich mit den Laugensalzen und mit der Kalkerde nicht verbinden; diejenigen Körper aber, welche den Indig seines Sauerstoffes berauben, machen ihn auflösbar in den Laugensalzen und in der Kalkerde. Doch wird diese Auflösung zerlegt, und der Indig kehret in seinen natürlichen Zustand zurück, sobald er mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommt, und den verlohrenen Sauerstoff wieder anziehen kann. Dieß geschieht, wenn man einen Körper in der Indigoküpe färbt: der Körper nimmt eine

grüne Farbe an, sobald er aber an die Luft kommt, wird es grün, weil sich der Indig mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre verbindet, und in seinen natürlichen Zustand zurückkehrt, wodurch die Kalkerde und das Laugensalz frei werden, und sich abwaschen lassen, während der Indig mit dem gefärbten Körper verbunden bleibt.

### Drei und dreißigstes Kapitel.

#### Von der salpetersauren Kochsalzsäure.

Wenn man rauchende Kochsalzsäure mit halb so viel am Gewichte von wasserfreier Salpetersäure vermischt, so entsteht ein Aufbrausen; es entwickelt sich übersaures Kochsalzgesäuertes Gas: die Flüssigkeit wird warm, und nimmt eine dunkelrothe Farbe an. Diese Flüssigkeit ist die salpetersaure Kochsalzsäure, welche aus Salpetersaurem und aus übersaurer Kochsalzsäure besteht, und, in der barbarischen Sprache der Alchemisten, Königswasser genannt worden ist, weil sie die Eigenschaft hat, das Gold, den sogenannten König der Metalle, aufzulösen.

Während der Mischung der Salpetersäure mit der Kochsalzsäure verbindet sich ein Theil des Sauerstoffes der Salpetersäure mit der Kochsalzsäure, und geht zum Theil, in Gestalt von übersaurem Kochsalzgesäuertem Gas, hinweg. Die Salpetersäure wird dadurch, daß sie ihren Sauerstoff zum Theil verliert, in salpeterhalbsaures Gas verwandelt, und bleibt mit einem Theile der übersauren Kochsalzsäure, mit dem Theile der Salpetersäure die ihren Sauerstoff nicht verloren hat, und mit dem Theile der Kochsalzsäure der nicht übersäuert worden ist, verbunden zurück, und macht das Königswasser aus.

Das salpeterhalbsaure Gas löst sich leicht und in großer Menge, in der salpetersauren Kochsalzsäure auf, noch leichter als in der Salpetersäure, mit welcher verbunden es die rauchende Salpetersäure, oder das Salpetersaure ausmacht.

Die salpetersaure Kochsalzsäure hat den Geruch der über-  
sauren Kochsalzsäure und eine orangengelbe Farbe. An der  
Sonne entwickelt sich aus ihr Sauerstoffgas, und bei einer  
höhern Temperatur übersaure Kochsalzsäure. Wenn man sie  
mit Wasser mischt, so entwickelt sich Wärmestoff.

Die salpetersaure Kochsalzsäure verbindet sich mit den  
Erden und den Laugensalzen, und macht mit denselben Mit-  
telsalze.

Bei chemischen Versuchen mit der salpetersauren Kochsalz-  
säure, muß nothwendig angegeben werden, wieviel Salpeter-  
säure und wieviel Kochsalzsäure zu der Mischung genommen  
worden sei, und welche spezifische Schwere beide Säuren ge-  
habt haben.

Die salpetersaure Kochsalzsäure kann man auch bereiten,  
indem man einen Theil Calmiak, oder Kochsalz, mit vier  
Theilen Salpetersäure vermischt: nur ist sie in diesem Falle  
nicht rein.

Die salpetersaure Kochsalzsäure, oder das Königs-  
wasser besteht aus vier Stücken: aus Salpeterhalbsäure, über-  
saurer Kochsalzsäure, Salpetersäure, und Kochsalzsäure. So  
wie die Temperatur erhöht wird, zerlegen sich die letztern  
beiden Stücke immer mehr, und die Masse der beiden erstern  
nimmt in eben dem Verhältnisse zu. Daher kann auch, bei  
gehörigem Verhältnisse der Mischung der Salpetersäure mit  
Kochsalzsäure, durch höhere Temperatur, die ganze Mischung  
in Salpeterhalbsäure und übersaure Kochsalzsäure zerlegt  
werden. \*)

1. Versuch. Gießt man wasserfreie Kochsalzsäure auf  
das Salpetersaure, so hören die rothen Dämpfe des Salpe-  
tersauren sogleich auf, sich zu zeigen, es entsteht ein Auf-  
brausen, und es entwickelt sich übersaures Kochsalzgesäu-  
rtes Gas.

2. Versuch. Gießt man wasserfreie rauchende Kochsalz-  
säure

---

\*) Richters Kritik S. 136.

säure, auf weiße, und von allem salpeterhalbsauren Gas befreite, Salpetersäure: so entsteht das übersaure Kochsalzgesäuerte Gas in viel größerer Menge. Denn da die salpetersaure Kochsalzsäure nur eine gewisse, bestimmte Menge salpeterhalbsaures Gas aufgelöst enthalten kann; so folgt, daß eine größere Menge von diesem Gas entstehen wird, wenn die Salpetersäure keines aufgelöst enthielt, als wenn schon einiges in der Salpetersäure enthalten war. Nun ist aber das übersaure Kochsalzgesäuerte Gas, welches sich entwickelt, jederzeit im Verhältnisse mit dem salpeterhalbsauren Gas, welches sich in der Flüssigkeit bildet; folglich muß man, in diesem zweiten Versuche, übersaures Kochsalzgesäuertes Gas in größerer Menge erhalten, als in dem ersten.

3. Versuch. Wartet man so lange, bis sich kein übersaures Kochsalzgesäuertes Gas mehr entwickelt, und sättigt dann die zurückbleibende, rothgefärbte salpetersaure Kochsalzsäure, mit kohlengeäuertem Pottasche: so entwickelt sich, zugleich mit dem kohlengeäuerten Gas, salpeterhalbsaures Gas.

4. Versuch. Wenn man Wasser mit der salpeterhalbsauren Kochsalzsäure mischt, oder wenn dieselbe Wasser aus der Luft aufnimmt: so verliert sie ihre Farbe, ob sie gleich noch eben so viel salpeterhalbsaures Gas enthält, als vorher, wie man erfahren kann, wenn man sie mit dem Alkali sättigt.

Die salpetersaure Kochsalzsäure entsteht vermöge einer doppelten Verwandtschaft. Während der Verbindung der Salpetersäure mit der Kochsalzsäure entwickelt sich Wärmestoff, weil diese Verbindung, wie beinahe alle Verbindungen, nicht so viel Wärmestoff aufnehmen kann, als die verbundenen Körper einzeln aufnehmen. Dieser frei gewordene Wärmestoff verbindet sich mit einem Theile des Sauerstoffes der Salpetersäure, und das entstandene Sauerstoffgas geht, mit einem Theile der Kochsalzsäure verbunden, als übersaures Kochsalzgesäuertes Gas, hinweg. In der zurückbleibenden Mischung von Salpetersäure und Kochsalzsäure bleibt das entstandene salpeterhalbsaure Gas aufgelöst: ein anderer Theil des Sauerstoffes verbindet sich mit einem Theile der Koch-

salzsäure, und bleibt, als übersaure Kochsalzsäure, ebenfalls aufgelöst.

5. Versuch. Gießt man Quecksilber in salpetersaure Kochsalzsäure, so zerlegt es die Salpetersäure, indem es sich mit dem Sauerstoffe derselben verbindet. Dadurch entsteht neues salpeterhalbsaures Gas, welches nun nicht länger aufgelöst bleiben kann, da die Säure schon damit gesättigt ist. Daher entwickelt sich salpeterhalbsaures Gas während der Auflösung, und es entsteht übersaure Kochsalzsäure, welche aber nicht in Gasgestalt weggeht, sondern sich mit dem gesäuerten Quecksilber zum übersauren Kochsalzgesäuerten Quecksilber, oder zu dem sogenannten Sublimat, verbindet.

Die salpetersaure Kochsalzsäure löst beinahe alle Metalle auf, und es entwickelt sich, während der Auflösung, salpeterhalbsaures Gas. Folglich werden die Metalle in dieser Säure auf Kosten der Salpetersäure gesäuert, und sind nicht fähig den Sauerstoff von der Kochsalzsäure zu trennen.

Doch ist zu bemerken, daß die Säuerung nicht bei allen Metallen unmittelbar, sondern zuweilen nur mittelbar, von der Salpetersäure, obgleich immer auf Kosten dieser Säure, geschieht. Metalle, die in reiner Salpetersäure auflösbar sind, oder auch nur durch dieselbe gesäuert werden, können auch in der salpetersauren Kochsalzsäure unmittelbar von der, in derselben enthaltenen, noch unzerlegten Salpetersäure gesäuert werden. So verhält es sich aber nicht mit den Metallen, die in reiner Salpetersäure nicht gesäuert werden können, z. B. mit dem Golde und dem Platinum. Diese werden nur mittelbar, nämlich durch die Kochsalzsäure, von der Salpetersäure gesäuert. Die Kochsalzsäure wird von der Salpetersäure übersäuert, und die Metalle werden hinwieder von dieser übersauren Kochsalzsäure gesäuert, welche dadurch in gewöhnliche Kochsalzsäure verwandelt wird. \*)

---

\*) Richters Kritik, Seite 141.

## Bier und dreißigstes Kapitel.

### Von dem Ammoniak.

Man erhält das Ammoniak, oder das sogenannte flüchtige Alkali, vorzüglich durch Destillation der thierischen Substanzen. Der Salpeterstoff, den dieselben enthalten, verbindet sich mit dem Wasserstoffe, und aus dieser Verbindung entsteht das Ammoniak. Man erhält dasselbe, bei der Destillation thierischer Substanzen, mit Wasser und Öl vermischt, und mit Kohlensäure verbunden. Um es von allen diesen fremden Körpern zu reinigen, verbindet man es anfänglich mit Kochsalzsäure, und trennt es nachher von dieser Säure, indem man Kalkerde, oder Pottasche zusetzt. Im allerreinsten Zustande kann das Ammoniak nicht anders, als in Gestalt eines Gas, existiren. Dieses Gas hat einen beifenden Geruch. Kaltes Wasser verbindet sich mit demselben leicht. Diese Mischung von Wasser und Ammoniakgas nannten die alten Chemisten und Alchemisten, flüchtigen Salmiakgeist: denn sie gaben allen Körpern den Namen von Geist, welche sie mit ihren Händen nicht fassen konnten.

Lehrsatz: Das Ammoniak ist eine Verbindung des Wasserstoffes mit dem Salpeterstoffe.

Die Analysis sowohl als die Synthesis, die Zerlegung sowohl als die Zusammensetzung des Ammoniaks, beweist: daß das Ammoniak aus Salpeterstoff und aus Wasserstoff besteht.

1. Versuch. Man fülle eine Glocke mit Ammoniakgas an, und setze dieselbe über den Quecksilber-Apparat. Dann lasse man elektrische Funken wiederholt durch das Gas gehen, so wird das Gas zerlegt werden, es wird mehr als die Hälfte am Umfange zunehmen, der Wasserstoff wird sich mit dem Sauerstoffe der Quecksilberhalbsäure verbinden, mit welcher das Quecksilber jederzeit bedeckt ist. Aus dieser Verbindung entsteht Wasser; unter der Glocke bleibt Salpeterstoffgas rein zurück, und dieses nimmt einen zweimal größern

Umfang ein, als der Umfang war, den das Ammoniakgas einnahm. Überhaupt ist es eine Regel, beinahe ohne Ausnahme, daß ein zusammengesetzter Körper jederzeit eine geringere Fähigkeit hat Wärmestoff aufzunehmen, und folglich einen kleinern Umfang, unter gleichen Umständen, einnimmt, als ein einfacher Körper, der mit dem Wärmestoffe verbunden ist.

2. Versuch. Man bringt in eine kleine gläserne Retorte wohl getrocknetes salpetergesäuertes Ammoniak. Man verbindet den Hals der Retorte, mittelst einer Röhre, mit einer Flasche, welche mit Eis umgeben wird, und diese Flasche wird mit dem pneumatischen Apparate verbunden. Nach geendigter Destillation findet man das salpetergesäuerte Ammoniak zum Theil zerlegt, und man erhält salpeterhalbsaures Gas, und sehr viel Wasser; weit mehr Wasser, als das Kristallisations-Eis des salpetergesäuerten Ammoniaks. Demzufolge ist in diesem Versuche Wasser entstanden, und folglich enthält das salpetergesäuerte Ammoniak Wasserstoff. Aber das salpetergesäuerte Ammoniak besteht aus Salpetersäure und aus Ammoniak. Da nun die Salpetersäure keinen Wasserstoff enthält, so muß der Wasserstoff in dem Ammoniak enthalten seyn.

3. Versuch. Gießt man übersaure Kochsalzsäure auf reines Ammoniak: so entsteht ein Aufbrausen, und es entwickelt sich reines Salpeterstoffgas. Der überflüssige Sauerstoff der Kochsalzsäure verbindet sich mit dem Wasserstoffe, als dem andern Bestandtheile des Ammoniaks, und es entsteht Wasser. Die, ihres überflüssigen Sauerstoffs beraubte, Kochsalzsäure verbindet sich mit dem Ammoniak, welches noch unzerlegt geblieben ist, und man erhält Kochsalzgesäuertes Ammoniak.

4. Versuch. Gießt man übersaure Kochsalzsäure auf kohlengesäuertes Ammoniak; so sind die Erscheinungen dieselben, ausgenommen daß sich, mit dem Salpeterstoffgas vermischt, kohlengesäuertes Gas entwickelt.

5. Versuch. Man nehme eine ganz kleine Retorte, man fülle dieselbe mit trockenem Quecksilber an, und lasse nachher

Ammoniakgas durch das Quecksilber gehen, so daß die Retorte bis an den Hals, welcher unterwärts gekrümmt und mit dem Quecksilber-Apparate verbunden ist, angefüllt wird. Dann bringe man, unter dem Quecksilber, ein Stück weißen Bleikalk in die Retorte, so daß die Bleihalbsäure an den Boden der Retorte, in das Gas fällt, und das Quecksilber nicht berührt. Bringt man nachher die Flamme eines Wachslichts unter die Stelle wo die Bleihalbsäure liegt, und erwärmt dieselbe, so sieht man, daß die Bleihalbsäure in ein Bleikorn sich verwandelt, wobei zugleich einige Tropfen Wasser entstehen, und statt des Ammoniakgas weiter nichts als Salpeterstoffgas zurückbleibt, welches einen größern Umfang hat, als das Ammoniakgas, aus welchem es entstanden ist, und daher das Quecksilber aus dem Halse der Retorte heraustrreibt. In diesem Versuche hat man eine vollständige Zerlegung des Ammoniaks. Der eine Bestandtheil desselben, der Wasserstoff, verbindet sich mit dem Sauerstoffe der Bleihalbsäure, und aus der Verbindung entsteht Wasser: der andere Bestandtheil, der Salpeterstoff, bleibt in Gasgestalt zurück. Folglich besteht das Ammoniak aus Salpeterstoff und aus Wasserstoff. Vor dem Versuche muß das Ammoniakgas, von allem Wasser, welches dasselbe aufgelöst enthalten könnte, durch trockne Pottasche wohl gereinigt werden.

6. Versuch. Man lasse unter eine, auf trockenem Quecksilber stehende, und mit übersaurem Kochsalzgefäurtem Gas angefüllte, Glocke wohl getrocknetes Ammoniakgas gehen, so entsteht im Augenblick eine kleine weiße Flamme. Der überflüssige Sauerstoff verbindet sich mit dem Wasserstoffe des Ammoniaks, und Wassertropfen zeigen sich in Menge an der innern Seite der Glocke. Dieser schöne Versuch zeigt, gleichsam in einem Augenblicke, die Zerlegung des Ammoniaks sowohl, als die Zusammensetzung des Wassers.

7. Versuch. Hr. van Marum hat, durch die Elektrizität, aus dem Ammoniakgas Wasserstoffgas erhalten. \*)

\*) Description d'une grande machine électrique, p. 122.

8. Versuch. Wenn man Ammoniak mit schwarzer Magnesium Halbsäure digerirt, so wird das Ammoniak zerlegt, und man erhält Wasser und Salpeterstoffgas, wie schon Scheele bemerkt hat.

9. Versuch. Man löse Kupferhalbsäure in Ammoniak auf, und man trockne das erhaltene Ammoniak-Kupfer sorgfältig. Dann nehme man eine gläserne Röhre, welche an dem Einen Ende verschlossen, und an dem andern gekrümmt ist, so daß sie mit dem pneumatischen Apparate verbunden werden kann. In diese Röhre bringe man das Ammoniak-Kupfer, und erwärme dasselbe. Es entstehen Wassertropfen, man erhält Salpeterstoffgas, und das Kupfer wird hergestellt, wie Hr. Berthollet gezeigt hat.

Das sogenannte Knallgold ist eine Verbindung der Goldhalbsäure mit dem Ammoniak. Wird es erwärmt: so verbindet sich der Wasserstoff des Ammoniaks mit dem Sauerstoffe der Goldhalbsäure; es entsteht Wasser; das Gold ist hergestellt; und es entwickelt sich plötzlich eine große Menge Salpeterstoffgas: daher das Knallen. Es entwickelt sich dabei so viel Wärmestoff, daß das entstandene Wasser in Dämpfen weggeht.

Die Auflösungen einiger metallischen Halbsäuren in den Säuren, werden durch das Ammoniak in metallischer Gestalt niedergeschlagen. Das Ammoniak wird zerlegt; der Wasserstoff verbindet sich mit dem Sauerstoffe der metallischen Halbsäuren; es entsteht Wasser; das Metall wird hergestellt; und der Salpeterstoff geht in Gasgestalt weg, so daß man ihn unter dem pneumatischen Apparate auffangen kann. Dieses geschieht vorzüglich mit den Auflösungen der Halbsäuren des Quecksilbers.

Wenn man die Quecksilberhalbsäuren aus ihren Auflösungen in Säuren durch Pottasche niederschlägt, und die niedergeschlagene Halbsäure nachher mit Ammoniak behandelt, so wird das Metall hergestellt, indem das Ammoniak zerlegt wird, und man erhält Wasser und Salpeterstoffgas. Aber bemerkenswerth scheint, mit zu sehn, daß sich in diesen Versuchen nur wenig Salpeterstoffgas entwickelt; bei weitem

nicht soviel als in dem Ammoniak enthalten ist, weil ein Theil des Salpeterstoffs sich mit dem Sauerstoffe vereinigt, wodurch Salpetersäure entsteht, wie folgender Versuch beweist.

10. Versuch. Man gieße auf schwefelgesäuertes Quecksilber reines Ammoniak. Man hört ein Geräusch, wie wenn ein glühendes Eisen in Wasser getaucht wird. Das schwefelgesäuerte Quecksilber wird schwarz. Es entwickelt sich Salpeterstoff, aber nur in geringer Menge. Wird nun der Niederschlag durch Filtriren abgesondert und gewaschen, so bleibt laufendes Quecksilber zurück. Das Wasser, dessen man sich zum Waschen bediente, wird abgeraucht, und man erhält ein weißes Pulver, welches salpetergesäuertes Ammoniak enthält, und welches man, vermittelst des kalten Wassers, absondern kann. Auch erhält man etwas salpetergesäuertes Quecksilber. Man darf auf diese salpetergesäuerten Salze nur einen Tropfen Schwefelsäure gießen, so riecht man die Dämpfe der Salpetersäure. In diesem Versuche ist Salpetersäure entstanden, indem das Ammoniak zerlegt wurde. Über die Bestandtheile des Ammoniaks und der Salpetersäure kann demzufolge kein Zweifel mehr übrig bleiben. Aber es giebt noch wichtigere Versuche, welche die Wahrheit dieser Theorie beweisen.

11. Versuch. Man löse übersaures Kochsalzgesäuertes Quecksilber, oder sogenannten Sublimat, in Wasser, und schlage aus dieser Lösung die Quecksilber-Halbsäure, vermittelst einer Lösung von reiner, oder sogenannter kaustischer, Pottasche in Wasser nieder. Die niedergeschlagene Halbsäure sondere man ab und wasche sie. Dann gieße man reines Ammoniak auf dieselbe. Es entsteht ein kleines Geräusch und Entwicklung von Salpeterstoffgas; die rothe Quecksilberhalbsäure verwandelt sich in schwarze Halbsäure, und zum Theil in laufendes Quecksilber. In der Flüssigkeit bleibt ein dreifaches Salz, nämlich ein salpetergesäuertes Ammoniak-Quecksilber, zurück. Folglich hat ein Theil des Wasserstoffes des Ammoniaks mit dem Sauerstoffe der Halbsäure sich zum Wasser verbunden; aber der größere Theil des Wasserstoffes des Ammoniaks hat sich mit dem übrigen Sauerstoffe der

Halbsäure zur Salpetersäure vereinigt, und diese neu entstandene Salpetersäure hat dasjenige, was von dem Ammoniak und von der Quecksilberhalbsäure noch unzerlegt zurückgeblieben ist, aufgelöst; daher das dreifache salpetergesäuerte Salz.

Zufolge dieser, und einiger anderer Versuche, welche unten erzählt werden sollen, ist also die Entdeckung gemacht, Ammoniak zu bereiten, indem man die Salpetersäure durch Körper zerlegt, welche eine große Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe haben: und Salpetersäure zu bereiten, indem man das Ammoniak durch gesäuerte Körper zerlegt.

Daß sich aus dem Knallgolde, während des Knallens, wirklich Salpeterstoffgas entwickelt, beweist folgender Versuch:

12. Versuch. Man fülle eine kleine Retorte mit reinem, und durch Kochen von aller Luft befreitem, Wasser an, und bringe in dieselbe etwas Knallgold. Den Hals der Retorte verbinde man mit einer Vorlage, und die Vorlage mit dem pneumatischen Apparate. Man destillire das Wasser über, und wenn die Retorte trocken ist, so wird das Knallgold verknallen, ohne daß die Retorte zerbricht. Man öfne die Retorte unter Wasser, um das, in derselben enthaltene, Gas aufzufangen, und man wird finden, daß dieses Gas Salpeterstoffgas ist.

13. Versuch. Wenn man Knallgold einer sehr gelinden Wärme langsam aussetzt; so entwickelt sich daraus das Ammoniakgas, und es bleibt eine Goldhalbsäure zurück, welche ihre Eigenschaft zu knallen verloren hat.

14. Versuch. Wenn man in einer verschlossenen gläsernen Röhre, Ammoniakgas elektrisirt; so nimmt das Gas an Umfang zu, und beide Bestandtheile trennen sich. Man findet, durch diesen Versuch, daß sich im Ammoniak das Gewicht des Salpeterstoffs zu dem Gewichte des Wasserstoffs verhält = 121 : 29: oder hundert Theile Ammoniak bestehen aus 80,66 Theilen Salpeterstoff, und aus 19,34 Theilen Wasserstoff.

15. Versuch. Destillirt man wasserfreie Salpetersäure über reines Kochsalzgesäuertes Ammoniak, oder sogenann-

ten Salmiak, so wird das Ammoniak ganz, und die Salpetersäure zum Theil zerlegt, und man erhält salpeterhalbsaures Gas, Salpetersäure, und Salpeterstoffgas. Von dem Ammoniak ist keine Spur mehr übrig.

16. Versuch. Man verbinde eine Retorte, in welcher Ammoniak enthalten ist, mit einem Flintenlaufe, der mit gestoßener schwarzer Magnesiumhalbsäure angefüllt wird, und den Flintenlauf verbinde man mit dem Luft-Apparate. Man mache den Flintenlauf glühend, und erwärme nachher die Retorte, welche das Ammoniak enthält, mit einem brennenden Wachslichte. Das Ammoniakgas wird durch die glühende Magnesium-Halbsäure gehen, und unter dem pneumatischen Apparate wird man salpeterhalbsaures Gas erhalten. Durch diese Operation ist das Ammoniak zerlegt und in Salpetersäure verwandelt worden, indem sich der Wasserstoff des Ammoniak's mit dem Sauerstoffe der Halbsäure verbunden hat.

17. Versuch. Bedient man sich zu diesem Versuche, statt des Flintenlaufes, einer Röhre von Porzellan: so erhält man salpetergesäuertes Ammoniak in Gasgestalt, Wasser und Salpeterstoffgas. Welch ein herrlicher Versuch! Er beweist, zu gleicher Zeit, die Bestandtheile des Wassers, die Bestandtheile der Salpetersäure, und die Bestandtheile des Ammoniak's.

18. Versuch. Wenn man schwefelgesäuertes Eisen, oder sogenannten grünen Vitriol, wohl kalzinirt, das heißt, über dem Feuer alles Kristallisations-Wasser und alle Säure davon trennt, den Flintenlauf mit dem kalzinirten Vitriol anfüllt, und das Ammoniakgas durchgehen läßt, so erhält man salpeterhalbsaures Gas, etwas Wasser, und das Eisen wird zum Theil hergestellt.

19. Versuch. Füllt man den Flintenlauf mit schwefelgesäueter Alaunerde an, von welcher man durch das Feuer alles Kristallisationswasser getrennt hat, oder mit sogenanntem kalzinirten Alaun: so wird zwar das Ammoniak in seine Bestandtheile zerlegt, aber es entsteht keine Salpetersäure. Man erhält Wasserstoffgas; geschwefeltes Wasserstoffgas,

weil die Schwefelsäure zerlegt worden ist; wirklichen Schwefel, und Wasser, welches in Dämpfen weggeht.

20. Versuch. Man gieße auf halbverglaste Bleihalbsäure, (Bleiglätte) eine geringe Menge Ammoniak, und digerire die Mischung in einem verschlossenen Gefäße, im Sandbade. Nach einiger Zeit findet man das Ammoniak zerlegt, und man erhält salpetergesäuertes Ammoniak. Es wird nämlich der Sauerstoff der Halbsäure theils mit dem Wasserstoffe theils mit dem Salpeterstoffe verbunden; daher entsteht Salpetersäure, welche das unzerlegt gebliebene Ammoniak auflöst.

Diese Versuche sind hinreichend, um die Zerlegung des Ammoniaks in seine beiden Bestandtheile, in Salpeterstoff und in Wasserstoff, zu beweisen. Ich werde nunmehr von seiner Zusammensetzung aus diesen beiden Bestandtheilen handeln.

21. Versuch. Setzt man eine, mit Wasser verdünnte, Auflösung des Kupfers in Salpetersäure, in einer Retorte dem Feuer aus, und verbindet man den Hals der Retorte mit einem Flintenlaufe, welcher mit kleinen Stücken von Eisen angefüllt ist, und glühend erhalten wird: so erhält man unter dem pneumatischen Apparate, mit welchem das andere Ende des Flintenlaufs verbunden ist, Ammoniakgas. Die Salpetersäure und das Wasser werden beide in ihre Bestandtheile zerlegt, und der Salpeterstoff der Salpetersäure verbindet sich mit dem Wasserstoffe des Wassers.

22. Versuch. Wenn man, unter einer Glocke, über Quecksilber, geschwefeltes Wasserstoffgas mit Salpeterstoffgas vermischt, so erhält man Ammoniakgas, wie Hr. Kirwan bemerkt hat.

23. Versuch. Wenn man Zinn in Salpetersäure in einer Retorte auflöst, welche mit einer, mit Eis umgebenen und mit dem Woulfischen Apparate verbundenen, Vorlage in Verbindung gebracht ist: so bemerkt man, daß, sobald die Retorte erwärmt wird, sich Gas entwickelt, welches aber nicht bis zu dem pneumatischen Apparate gelangt, sondern in eine neue Verbindung übergeht. Es entsteht nämlich Ammoniak, indem sich der Salpeterstoff der Salpetersäure mit dem Was-

ferstoffe des zerlegten Wassers verbindet. In der Retorte findet man salpetergesäuertes Ammoniak mit der Zinnhalbsäure verbunden.

24. Versuch. Wenn man die Zinnhalbsäure, welche sich aus der Auflösung des Zinns in Salpetersäure von selbst niederschlägt, mit Pottasche reibt, so bemerkt man einen Geruch von Ammoniak, zufolge einer Beobachtung des Herrn Higgins.

25. Versuch. Wenn man einen Theil schwefelgesäuertes Eisen in vier Theilen Wassers auflöst, und durch diese Auflösung salpeterhalbsaures Gas gehen läßt: so verbindet sich das Gas mit der Auflösung, und die Auflösung nimmt eine dunkelrothe Farbe an. Es entsteht Ammoniak, aus der Verbindung des Salpeterstoffs der Salpetersäure mit dem Wasserstoffe des Wassers, und die Flüssigkeit enthält salpetergesäuertes Ammoniak.

Daß, bei der Auflösung des Zinns in Salpetersäure, Ammoniak entstehe, ist oben in dem 23. Versuche, schon gezeigt worden: aber weit leichter und auffallender ist der folgende Versuch.

25. Versuch. Man feuchte Zinnseile mit schwacher Salpetersäure an, lasse die Mischung ein paar Minuten stehen, und mische alsdann Pottasche, oder reine Kalscherde damit; so wird man sogleich den Geruch des Ammoniaks bemerken.

27. Versuch. Man vermische gefeiltes Zink mit einer Auflösung von salpetergesäuertem Kupfer, und werfe nach einiger Zeit ein wenig reine Pottasche, oder sogenanntes Weinstein Salz, hinein: so wird man den Geruch des Ammoniaks bemerken.

28. Versuch. Man vermische Salpetersäure mit Eisenfeile, Schwefel und ein wenig Wasser, in einem Gefäße, und verschließe dasselbe. Nach einigen Stunden öffne man die Glasche, so wird man einen starken Geruch von Ammoniak bemerken, und blau gefärbtes Papier wird eine grüne Farbe annehmen.

29. Versuch. Man befestige in einer zylindrischen, glä-

fernen, und oben verschlossenen Röhre, ein Stückchen blau gefärbtes Papier. Dann fülle man die Röhre mit Quecksilber, und stürze sie über Quecksilber um. Hierauf lasse man etwas Salpeterstoffgas unter die Röhre gehen, und bringe nachher mit Wasser befeuchtete Eisenfeile, durch das Quecksilber, unter die Röhre, in das Salpeterstoffgas. Das Wasser wird durch das Eisen zerlegt; es entwickelt sich Wasserstoff; dieser verbindet sich mit dem Salpeterstoffe; es entsteht Ammoniak; und in zwei bis drei Tagen bemerkt man, daß das blaue Papier in der Röhre grün gefärbt ist.

30 Versuch. Man tauche ein blaues Papier in eine Auflösung von salpetergesäuertem Kupfer. Das Papier wird roth werden. Dieses rothgefärbte Papier setze man unter die, mit Salpeterstoffgas angefüllte und über Quecksilber stehende, Röhre, in welcher sich das angefeuchtete Eisen befindet (Vers. 29.) Das Papier wird seine rothe Farbe verlieren, und in einigen Tagen wiederum blau werden.

31. Versuch. Bringt man angefeuchtete Eisenfeile in salpeterhalbsaures Gas: so wird das Wasser sowohl, als das Gas, noch schneller zerlegt, und man erhält Ammoniak in wenigen Stunden. Das salpeterhalbsaure Gas verliert seinen Salpeterstoff, und ist nun mit Sauerstoff so überladen, daß, nach geendigtem Versuche, ein Licht in demselben mit heller Flamme brennt.

Auch gelingt der Versuch, wenn man mit Wasser angefeuchtete Eisenfeile der atmosphärischen Luft aussetzt. Es entsteht ebenfalls, aus dem Salpeterstoffe der Luft und dem Wasserstoffe des Wassers, Ammoniak: aber dieser Versuch erfordert weit längere Zeit.

Hieraus folgt: daß, wenn, an der Luft oder unter der Erde, das Eisen rostig wird, jederzeit Ammoniak entsteht. Darum findet man in der Erde das Ammoniak so häufig, vorzüglich in Kohlenminen und bei Vulkanen. Auch entsteht allemal Ammoniak, wenn Eisen, Wasser und Schwefel, in der atmosphärischen Luft gemischt werden. Darum ist auch, wie A u s t i n bemerkt, das von S c h e e l e empfohlne Eudior

nietes unrichtig: denn es verschwindet ein Theil des Salpeterstoffs, indem er sich in Ammoniak verwandelt.

Daß das Ammoniak aus Salpeterstoff und aus Wasserstoff besteht, ist, zufolge dieser Versuche, eine ausgemachte Wahrheit.

### Fünf und dreißigstes Kapitel.

#### Von dem geschwefelten Wasserstoffgas.

Schon einigemal habe ich des geschwefelten Wasserstoffgas, und einiger seiner vorzüglichsten Eigenschaften erwähnt. Dieses Gas ist aber so merkwürdig, und so allgemein in der Natur verbreitet, daß ich es für nöthig halte, demselben ein eigenes Kapitel zu widmen. Viele Chemisten geben diesem Gas den Namen Leberluft, obgleich weder Leber noch Luft in demselben vorhanden ist. Solche Benennungen, welche sich aus den barbarischen Zeiten der Wissenschaft her schreiben, dienen weiter zu nichts, als die Begriffe zu verwirren. Es würde daher eine unverzeihliche Anhänglichkeit an das Alte und Hergebrachte, und eine unphilosophische Hartnäckigkeit verrathen, wenn man sich nicht sollte geneigt finden lassen, dergleichen unsinnige Benennungen gegen richtigere und bestimmtere zu vertauschen. Die Benennung Geschwefeltes Wasserstoffgas, bezeichnet die Natur dieser Gasart auf einmal: denn es ist Wasserstoffgas, welches geschwefelt, das heißt, mit Schwefel verbunden ist.

Um das geschwefelte Wasserstoffgas zu bereiten, macht man erst geschwefelte Pottasche, oder sogenannte Schwefelleber, durch die Lösung des Schwefels im Feuer, oder durch Schmelzen. Diese geschwefelte Pottasche wird zu einem groben Pulver zerstoßen. Mit diesem Pulver wird eine gläserne Flasche angefüllt, die mit einem Stöpsel verschlossen wird, welcher eine krumme Röhre enthält, die unter den pneumatischen Apparat geht. Die Glocken auf dem Apparate werden mit heißem Wasser angefüllt. Gießt man alsdann eine Säure

re auf die geschwefelte Pottasche, so entwickelt sich das geschwefelte Wasserstoffgas. Das Wasser unter der Glocke muß warm seyn, weil warmes Wasser weniger von diesem Gas aufnimmt, als kaltes, und man daher auf diese Weise weniger Gas verliert. Durch Quecksilber darf man dieses Gas nicht gehen lassen, denn es wird von dem Quecksilber zum Theil zerlegt.

Das geschwefelte Wasserstoffgas entsteht durch Zerlegung des Wassers; und die Säure, welche auf die geschwefelte Pottasche gegossen wird, bringt nur in so fern geschwefeltes Wasserstoffgas hervor, als dieselbe mit Wasser vermischt ist.

1. Versuch. Aus der trocknen geschwefelten Pottasche erhält man kein geschwefeltes Wasserstoffgas, wenn man sie einer höhern Temperatur aussetzt, sondern der reine Schwefel sondert sich, in Gasgestalt, von der Pottasche ab, und sublimirt sich. Wenn man hingegen die geschwefelte Pottasche mit ein wenig Wasser anfeuchtet, und alsdann dieselbe einer höhern Temperatur aussetzt, so erhält man geschwefeltes Wasserstoffgas in großer Menge, weil das Wasser zerlegt wird. In der Retorte bleibt schwefelgesäuerte Pottasche zurück, weil der Sauerstoff des Wassers, durch seine Verbindung mit dem Schwefel, Schwefelsäure bildet, welche sich mit der Pottasche vereinigt. Das entstandene Wasserstoffgas löst einen Theil des Schwefels auf, und geht unter den pneumatischen Apparat, als geschwefeltes Wasserstoffgas.

2. Versuch. Eisenfeile, Schwefel und Wasser, geben, wenn man die Mischung gelinde erwärmt, geschwefeltes Wasserstoffgas.

3. Versuch. Löst man einen künstlichen Schwefelkies, aus drei Theilen Eisen und einem Theile Schwefel, in schwacher Schwefelsäure auf, so erhält man geschwefeltes Wasserstoffgas.

4. Versuch. Wirft man gepulverten Schwefel in eine Auflösung des Eisens in schwacher Schwefelsäure: so löst das Wasserstoffgas, welches sich während der Auflösung entwickelt, Schwefel auf, und man erhält geschwefeltes Wasserstoffgas.

In der Natur wird das geschwefelte Wasserstoffgas auf eben diese Weise, und zwar in großer Menge, hervorgebracht. Wenn in dem Innern der Erde Wasser mit Schwefel und Eisen in Berührung kommt, so wird das Wasser zerlegt, und es entwickelt sich Wärmestoff und geschwefeltes Wasserstoffgas. Daher entstehen die heißen Quellen, die mineralischen Schwefelwasser und die Vulkane. Darum findet man keine Vulkane mitten im Lande, sondern jederzeit in der Nähe des Meers, weil das Wasser nothwendig erfordert wird, um die vulkanischen Explosionen hervorzubringen. Ferner ist nun deutlich, warum der Schwefel und das Ammoniak so häufig unter den vulkanischen Produkten sich finden. Letzteres entsteht aus dem Wasserstoffe des zerlegten Wassers, und dem Salpeterstoffe, welcher im Innern der Erde, in verfaulten thierischen und vegetabilischen Substanzen, häufig sich findet.

Viele Pflanzen enthalten Schwefel, welcher sich aus demselben als geschwefeltes Wasserstoffgas entwickelt, indem, durch die Vegetation, das Wasser in seine Bestandtheile zerlegt wird. Daher kommt der unangenehme Geruch des Knoblauchs, der Zwiebeln, und des Wassers in welchem Kohl gekocht worden ist. Dieses Wasser verhält sich mit den metallischen Auflösungen eben so wie das mit geschwefeltem Wasserstoffgas geschwängerte Wasser.

Auch die Eier enthalten Schwefel, und daher entsteht, während des Kochens der Eier, der Geruch des geschwefelten Wasserstoffgas, indem durch die Wärme ein Theil des Wassers zerlegt wird. Eben so entsteht auch das geschwefelte Wasserstoffgas bei der Fäulniß thierischer Theile. In der Fäulniß wird das Wasser zerlegt, und es entsteht Ammoniak, und Wasserstoffgas, welches letztere sich mit einem Theile des, in den Thieren enthaltenen, Schwefels verbindet.

Das Wasser verbindet sich mit dem geschwefelten Wasserstoffgas, und wenn das Wasser Luft enthält, so wird dieses Gas zum Theil zerlegt, indem sich der Sauerstoff der Luft mit dem Wasserstoffe des Gas verbindet.

Daß das Sauerstoffgas das geschwefelte Wasserstoffgas

zerlegt, hat Bergmann entdeckt. Der Wasserstoff verbindet sich mit dem Sauerstoffe, es entsteht Wasser, und der aufgelöste Schwefel wird niedergeschlagen. Darum findet man Schwefel bei allen schwefelhaltigen Mineralwassern. Auch die atmosphärische Luft wird durch das geschwefelte Wasserstoffgas zerlegt. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Wasserstoffe des Gas, und das Salpeterstoffgas bleibt rein zurück. Scheele bediente sich dieser Methode, um die Güte der Luft zu prüfen, und zu bestimmen, in welchem Verhältnisse das Sauerstoffgas und das Salpeterstoffgas in derselben vorhanden sey. Aber diese Methode ist unrichtig; denn es entsteht zugleich etwas Ammoniak, aus der Verbindung des Salpeterstoffs der Luft mit dem Wasserstoffe des Gas.

Von dem Salpetersauren sowohl, als von der übersauren Kochsalzsäure, wird das geschwefelte Wasserstoffgas zerlegt, indem sich der Sauerstoff mit dem Wasserstoffe verbindet. Das Salpetersaure besteht, wie oben bewiesen worden ist, aus Salpetersäure, welche salpeterhalbsaures Gas aufgelöst enthält. Dieses salpeterhalbsaure Gas wird durch das geschwefelte Wasserstoffgas zerlegt, und man erhält zulezt reines Salpeterstoffgas, und eine mit Wasser und Schwefel vermischte, Salpetersäure.

Auch das Schwefelsaure zerlegt das geschwefelte Wasserstoffgas. Abermals ein Versuch den die Stahlaner nach ihrer Hypothese unmöglich erklären können! Denn wie kann die, mit Phlogiston schon überladene, Säure noch mehr Phlogiston aufnehmen? Eben so wenig können sie erklären, wie es zugehe, daß ein mit Phlogiston überladener Körper, wie das rothe Salpetersaure, und ein von Phlogiston ganz freier Körper, wie die übersaure Kochsalzsäure, gleiche Wirkungen hervorbringen. Nach den Grundsätzen der pneumatischen Chemie ist hingegen die Wirkung des Schwefelsauren auf das geschwefelte Wasserstoffgas leicht zu erklären. Es verbindet sich nämlich ein Theil des Sauerstoffs des Schwefelsauren, mit dem Wasserstoffe des Gas, es entsteht Wasser, und der, in dem Wasserstoffgas aufgelöste, Schwefel fällt zu Boden. Aus allen Versuchen erhellt, daß in dem  
Schwe

Schwefelsauren der Schwefel lange nicht so innig mit dem Sauerstoffe verbunden ist als in der Schwefelsäure; daher zerstört auch die Schwefelsäure die vegetabilischen Farben auf gleiche Weise, wie die übersaure Kochsalzsäure.

Alle geschwefelten Körper verwandeln sich an der Luft in schwefelgesäuerte Körper, und dieses geschieht vermöge des Wassers, welches sie aus der Luft anziehen. Wenn man daher geschwefelte Körper mit etwas Wasser anfeuchtet, so geht dieselbe Veränderung, aber weit schneller, mit ihnen vor. Das Wasser wird zerlegt, und es entwickelt sich geschwefeltes Wasserstoffgas. Auch entwickelt sich allemal zugleich eine größere oder geringere Menge von Wärmestoff.

### Sechs und dreißigstes Kapitel.

Von dem Athemholen der Thiere, und von der thierischen Wärme.

Das Athemholen ist das wichtige Geschäft, durch welches die Natur das Leben der Thiere, und zum Theil auch der Pflanzen, erhält. Unter den verschiedenen Klassen von Thieren findet hierin eine große Verschiedenheit statt. Einige athmen sehr viel Luft ein, andre nur wenig. Allgemein bemerkt man, daß die Werkzeuge der Zirkulation des Blutes mit den Werkzeugen des Athemholens im Verhältnisse stehen. Die Vögel haben die ausgedehntesten Werkzeuge zum Athemholen. Bei ihnen steht eine sehr große Lunge mit verschiedenen Höhlen in Verbindung; und die Luft dringt bis in das Innere der Knochen. Bei ihnen findet man das Herz in zwei Kammern getheilt, von denen jede mit einem Ohr versehen ist, und ihr Blut ist wärmer als das Blut aller übrigen Thiere. Die Lunge der vierfüßigen Säugthiere ist weniger ausgedehnt, als die Lunge der Vögel, und in der Brusthöhle eingeschlossen. Ihr Herz besteht ebenfalls aus zwei Herzkammern und zwei Herzohren, aber ihr Blut ist nicht so warm, als das Blut der Vögel. Die Lungen der

Kriechenden und der eierlegenden vierfüßigen Thiere sind häutig, und bestehen aus kleinen Blasen, welche mit Muskelfasern umgeben sind. Nur ein Theil ihres Bluts geht durch die Lunge; das übrige geht unmittelbar aus einer Herzkammer in die andere. Ihr Blut hat noch weniger Wärme. Die Insekten haben, statt der Lungen, besondere Gefäße in verschiedenen Theilen des Körpers. Ihr Herz ist häutig, und hat eine kaum merkbliche Bewegung. Ihr Blut ist weder roth noch warm. Die Schaalthiere, welche im Wasser sich aufhalten, die Seekrebse und die Fische athmen die im Wasser befindliche Luft ein.

Bei allen Thieren, welche Luft aus der Atmosphäre einathmen, findet man die Werkzeuge des Athemholens in dem Innern des Körpers; bei den Thieren welche Luft aus dem Wasser einathmen, findet man diese Werkzeuge außen am Körper, und in die Augen fallend. Bei einigen eierlegenden vierfüßigen Thieren, welche den ersten Theil ihres Lebens im Wasser zubringen, bemerkt man, daß solange dieser Zeitpunkt dauert, ihre Werkzeuge zum Athemholen äußerlich sind, und daß sie, nachher, wenn sie in der Luft sich aufhalten, diese Werkzeuge verlieren, und Lungen in dem Innern des Körpers haben.

Je vollkommner das Athemholen bei den Thieren ist, um desto mehr sind die Werkzeuge desselben versteckt. Bei den Vögeln ist das Athemholen am allervollkommensten und die Luft geht sogar bis in das Innere der Knochen hinein.

Je vollkommner das Athemholen bei den Thieren ist, desto größer ist ihr Herz. Das Herz eines Vogels ist acht bis neun mal größer, als das Herz eines Fisches von gleichem Gewichte. Das Herz eines Menschen, welcher 150 Pfund wiegt, ist zehn Unzen schwer. Hingegen das Herz einer Karpfe, welche 4920 Gran schwer ist, wiegt nur neun Gran. Demzufolge verhält sich das Gewicht eines Menschenherzens, zu dem Gewichte eines Karpfenherzens = 546 : 247.

Junge Thiere athmen mehr Luft ein, als erwachsene

Thiere. Daher ist das Herz aller jungen Thiere, im Verhältnisse gegen ihren Körper, größer als das Herz der erwachsenen Thiere.

Je größer das Herz der Thiere ist, desto gefräßiger sind sie. Dieses gilt auch von den Fischen. Das Gewicht des Herzens eines Hechts verhält sich zu dem Gewichte des Herzens einer Schleie, wenn alle übrigen Umstände gleich sind, = 6:4.

Bei den Thieren welche Luft aus der Atmosphäre einathmen, geschieht das Ausathmen durch eben die Öffnung durch welche das Einathmen geschieht; hingegen bei denjenigen Thieren, welche Luft aus dem Wasser einathmen, geht das Wasser durch eine andere Öffnung wiederum weg, als durch welche es eingeathmet worden ist.

Thiere welche Wasser einathmen, athmen weit schneller, als die Thiere welche Luft einathmen.

Je vollkommener das Athemholen der Thiere ist, desto größer ist die Menge des Blutes, welches in ihnen zirkulirt.

Während des Athemholens verbindet sich Sauerstoff mit dem Blute, und Wasserstoff nebst Kohlenstoff werden aus dem Blute abgesondert. Bei den Thieren welche Wasser einathmen, wird, vermöge der Organisation ihrer Werkzeuge des Athemholens, der Sauerstoff aus der, im Wasser enthaltenen, Luft abgesondert. Bei denjenigen Thieren, welche Luft einathmen, wird der Sauerstoff aus dem, in der Atmosphäre enthaltenen, Sauerstoffgas abgesondert. Da nun sowohl das Wasser als die Luft nur eine gewisse bestimmte Menge Sauerstoff enthalten: so sterben die Fische in dem Wasser, und die Landthiere in der Luft, sobald das, in dem Wasser oder in der Luft enthaltene, Sauerstoffgas aufgezehret ist: daher muß das Wasser sowohl, als die Luft, von Zeit zu Zeit erneuert werden, wenn beide zum Athemholen thätig seyn sollen.

Von dem Athemholen der Thiere welche Wasser einathmen, werde ich an einem andern Orte sprechen. Hier will ich bloß von dem Athemholen solcher Thiere handeln, welche Luft einathmen.

Das Athemholen geschieht in den Lungen. Die Substanz

der Lungen besteht aus einer außerordentlich dünnen Zellenhaut. Ihre Dicke beträgt kaum den tausendsten Theil eines Solles, wie Hales bewiesen hat. Diese Zellenhaut bildet eine unzählige Menge kleiner Zellen, welche alle mit Luft angefüllt sind. In diese Zellen ergießen die feinsten Enden der Arterien das aus der rechten Kammer des Herzens kommende, Blut, und die feinsten Enden der Venen nehmen das selbe, nachdem es in diesen Zellen der Berührung der Luft ausgesetzt gewesen ist, wiederum auf, und führen es in die linke Kammer des Herzens zurück.

Bei dem Einathmen wird die äußere, den Körper umgebende Luft, in die Lunge eingesogen, und in dem Ausathmen wird eben diese Luft, aber verändert und mit Wasser vermischt, wiederum aus der Lunge ausgehaucht. Bei dem Einathmen wird die ganze Brusthöhle ausgedehnt, vorzüglich gegen beide Seiten und unterwärts. Die beweglichen Rippen heben sich ein wenig auswärts und das Zwergefell senkt sich nieder. Im Ausathmen ziehen sich die Rippen wieder zurück, und das Zwergefell hebt sich wieder in die Höhe.

Nach dem natürlichen Tode, in dem Zustande des völligen Ausathmens, enthalten die Lungen eines erwachsenen Menschen im Durchschnitte, 109 Kubikzolle Luft, zufolge der Versuche des Herrn Goodwin.

Die Menge Luft, welche auf einmal eingeathmet wird, beträgt, zufolge der genauen Versuche des Herrn Menzies, 40 Kubikzolle. Die Lungen enthalten, demzufolge, nach dem Einathmen, 149 Kubikzolle Luft. Folglich verhält sich die Ausdehnung der Lungen nach dem Ausathmen, zu ihrer Ausdehnung nach dem Einathmen = 109 : 149, oder wie 4,7769 : 6,5299. Der Unterschied ist also nur 1,7530, nicht einmal zwei Kubikzolle. Ein unbedeutlicher Unterschied, welcher unmöglich eine so große Veränderung in den Blutgefäßen der Lunge verursachen kann, als Haller annimmt. Folglich ist die Ausdehnung der Lungen nicht der Zweck des Athemholens, wie Haller vermuthete.

Die Menge der ausgeathmeten Luft ist niemals ganz

der Menge der eingeathmeten Luft gleich. Es geht, während des Athemholens,  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{8}$  verloren.

Die atmosphärische Luft, welche eingeathmet wird, besteht aus Kohlensäuregas, aus Salpeterstoffgas, und aus Sauerstoffgas. Durch das Athemholen wird die Menge des Kohlensäuregas vermehrt, die Menge des Sauerstoffs nimmt ab, und die Menge des Salpeterstoffgas bleibt unverändert. Wenn hundert Theile atmosphärische Luft eingeathmet werden, welche bestehen aus 80 Theilen Salpeterstoffgas, aus 18 Theilen Sauerstoffgas, und aus 2 Theilen Kohlensäuregas: so erhält man, nach dem Ausathmen, nur 98 Theile, und diese bestehen nunmehr, aus 80 Theilen Salpeterstoffgas, aus 5 Theilen Sauerstoffgas, und aus 13 Theilen Kohlensäuregas.

Die atmosphärische Luft besteht gemeiniglich, aus 27 Theilen Sauerstoffgas, aus 72 Theilen Salpeterstoffgas, und aus 1 Theil Kohlensäuregas. Nun athmet ein erwachsener Mann, von gewöhnlicher Größe, jedesmal 40 Kubitzolle Luft ein, und er athmet achtzehn mal in jeder Minute; folglich athmet er 720 Kubitzoll Luft in jeder Minute ein. Nun enthalten diese 720 Kubitzolle  $\frac{1}{5}$ , oder 144 Kubitzolle Sauerstoffgas, welches durch das Athemholen verändert wird. Bei jedem Athemzuge werden 0,500 Theile der eingeathmeten atmosphärischen Luft in Kohlensäure verwandelt. Folglich erzeugen sich, in jeder Minute, in den Lungen eines Mannes von gewöhnlicher Größe, 36 Kubitzolle Kohlensäuregas, und in einem Tage erzeugen sich 51840 Kubitzolle, oder 3,9697 Pfund Kohlensäuregas in den Lungen eines jeden Menschen.

Nach wiederholtem Einathmen und Ausathmen derselben Luft, wird die Menge des Sauerstoffgas immer kleiner, hingegen die Menge des Kohlensäuregas immer größer, und zuletzt wird die Luft ganz untüchtig zum Athemholen.

1. Versuch. Unter eine, mit Sauerstoffgas angefüllte, und über dem Quecksilber-Apparat stehende, Glocke setze man ein Meerschweinchen. Im Anfange wird das Thier sehr frei Athem holen, aber nach einiger Zeit wird demselben das

Athemholen schwer werden, endlich wird es, mit großen Bes-  
 ängstigungen, an Konvulsionen sterben. Nimmt man das  
 Thier unter der Glocke hinweg, und bringt man eine Auflö-  
 sung von Pottasche unter dieselbe, so wird die Pottasche sehr  
 viel kohlensäurtes Gas einsaugen, welches durch das Athem-  
 holen des Thieres entstanden ist. Etwas Sauerstoffgas ist  
 noch unter der Glocke zurückgeblieben, und man kann ein an-  
 deres Thier unter dieselbe bringen, welches ebenfalls eine  
 Zeit lang athmet, und dann stirbt. So kann man endlich,  
 durch das Athemholen, alles Sauerstoffgas in kohlensäur-  
 tes Gas verwandeln. Man darf nur, so oft ein Thier ge-  
 storben ist, die Kohlensäure von der Pottasche einsaugen las-  
 sen, und das übergebliebene Sauerstoffgas unter eine kleinere  
 Glocke bringen.

Versuche haben bewiesen, daß nicht die Zunahme des  
 kohlensäurten Gas, sondern die Abnahme des Sauerstoff-  
 gas, die Luft zu dem Athemholen untüchtig macht. Das  
 kohlensäurte Gas ist nur schädlich, in so ferne es, durch  
 seine Schwere, das Eindringen des Sauerstoffgas in die  
 Lunge verhindert.

Das Blut, welches, durch die Lungenarterie aus der  
 rechten Herzkammer in die Lunge kommt, hat eine schwarze  
 Farbe. Dasjenige Blut hingegen, welches, durch die Venen,  
 aus der Lunge in die linke Herzkammer kommt, sieht hochroth  
 aus. Demzufolge wird, durch das Athemholen, die schwarze  
 Farbe des Blutes in eine rothe verändert.

2. Versuch. Wenn man das schwarze, venöse Blut,  
 auch außer dem Körper, der Luft, oder dem Sauerstoffgas  
 aussetzt, so wird es ebenfalls roth.

3. Versuch. Die unmittelbare Berührung der Luft ist  
 nicht einmal nothwendig; sondern eben diese Veränderung in  
 der Farbe des venösen Blutes erfolgt auch, wenn das schwar-  
 ze Blut in einer Blase eingeschlossen der Luft ausgesetzt wird.  
 Hieraus erhelle, wie es möglich ist, daß die Luft die Farbe  
 des Blutes in der Lunge verändern kann, da sie doch nicht  
 unmittelbar, sondern nur durch das Zellengewebe, auf  
 das Blut wirkt.

Das, in der atmosphärischen Luft enthaltene, Sauerstoffgas ist die Ursache dieser Veränderung der Farbe des Blutes, wie die Versuche beweisen. Auf welche Weise aber diese Veränderung der Farbe zu erklären sey, und auf welche Weise das Sauerstoffgas eigentlich bei dem Athemholen wirke, davon wollen wir unten ausführlich sprechen, wenn wir vorher erst die Erscheinungen, welche sich bei dem Athemholen zeigen, ausführlich werden beschrieben haben.

Nur soviel wollen wir hier, im Allgemeinen, bemerken; daß das venöse Blut, welches aus der rechten Herzkammer in die Lunge kommt, in derselben, durch den Beitritt der Luft, eine Veränderung leidet, durch welche es reizend wird, und nun vermögend ist, die linke Herzkammer zum Zusammenziehen zu reizen. Venöses Blut, welches von der Luft nicht berührt worden ist, reizt die linke Herzkammer nicht zum Zusammenziehen, obgleich es fähig ist die rechte Herzkammer zu reizen. Dieß ist die eigentliche Ursache des Todes der Ertrunkenen und Erhängten: daß nemlich schwarzes, venöses, von der Luft nicht berührtes, Blut in die linke Herzkammer kommt, wodurch die Bewegung dieser Herzkammer aufhört, weil dieselbe nicht mehr zum Zusammenziehen gereizt wird.

Sobald das Athemholen nicht gehörig von statten geht, ist das arterielle Blut mehr oder weniger schwarz; und wenn das Athemholen ganz aufhört, so bleibt auch alles Blut schwarz. Diejenigen Stellen, wo das Blut, aus den äußersten Enden der Arterien, in die äußersten Enden der Venen übergeht, liegen, an einigen Theilen des Körpers, so nahe unter Haut, daß man die Farbe des Blutes deutlich durchscheinen sehen kann: z. B. an den Wangen, den Lippen, unter den Nägeln, an der innern Seite des Mundes, und an der Eichel des männlichen Gliedes. Bei Personen, welche eine große Lunge haben und stark Athem holen, so wie auch in einer Luft, welche viel Sauerstoffgas enthält, sind diese Stellen hochroth. Bei Personen, bei denen das Athemholen nicht so gut von statten geht, oder welche in einer schlechten Luft athmen, die wenig Sauerstoffgas enthält, sind

diese Stellen blaß, gelb, blau oder violett. Z. B. im Frost der Wechselfieber: zum Theil auch bei scorbutischen Personen, deren Gesicht gelb, und deren Zahnfleisch blau aussieht. Bei Ertrunkenen, oder Erhängten, bei denen das Athemholen ganz aufgehört hat, findet man das Gesicht, die Lippen, die Haut unter den Nägeln und die Eichel des männlichen Gliedes, violett oder dunkelblau gefärbt. Auch neugeborene Kinder sehen oft so aus, aber sie verlieren diese Farbe nachdem sie einige Tage Athem geholt haben \*). Ein Mädchen lebte lange Zeit beinahe ohne alles Athemholen, weil die Lungenarterie beinahe kein Blut durchließ, und die Zirkulation durch die ovale Öffnung geschah. Sie sah über den ganzen Körper gelb aus. Ihre Lippen und Nägel waren gelb, ja sogar die Konjunktiva des Auges. Sie ging äußerst langsam, und war genöthigt bei jedem dritten Schritte stille zu stehen. Sie hatte ein unaufhörliches Herzklopfen, und eine unbeschreibliche Schwäche in allen Gliedern. Sie konnte nicht ohne große Schwierigkeit schlucken, und war beinahe immer verstopft. Im Winter, und vorzüglich bei dem Nordwinde, nahmen alle diese Zufälle zu, und in einem solchen Anfalle starb sie. Ihre Stämme war leise und gebrochen, und der Puls klein und schnell. Ihr Blut war schwarz \*\*). Auch wenn das Blut, wegen eines Polypen im Herzen, nicht frei zirkulirt, sieht der Kranke gelb aus \*\*\*). Ein neugeborenes Kind, bei welchem die Lungenarterie ganz verwachsen war, und bei welchem nur ein kleiner Theil des Blutes aus der Aorta, durch eine umgekehrte Bewegung des ductus arteriosus, in die Lungenarterie und in die Lunge kam, lebte dreizehn Tage, sah über den ganzen Körper schwarz aus, hatte heftiges Herzklopfen, und starb an Konvulsionen. Hier geschah die Zirkulation durch die ovale Öffnung, aber das

\*) Will. Hunter in med. obs. and inquiries. Vol. 6. p. 283.

\*\*) Tacconi in Comment. Institut. Bononiens. T. 6. p. 64.

\*\*\*) Medical observ. and inquiries. Vol. 6. p. 42.

Kind starb dennoch. \*) In einem andern Falle ließ die Lungenarterie sehr wenig Blut durch, der Kranke lebte dreizehn Jahre und sah ganz schwarz aus. \*\*) Personen, welche in eingeschlossener Luft leben, die wenig Sauerstoffgas enthält, sehen immer bleich aus.

Ein Theil des eingeathmeten Sauerstoffgas wird, während des Athemholens, in Wasser verwandelt, und geht bei dem Ausathmen als Wasser fort. Das Wasser ist sichtbar, sobald die Temperatur unter  $40^{\circ}$  Reaumur ist. In einer verdichteten Luft, bei einem stärkeren Drucke der Atmosphäre, in unterirdischen Höhlen, ist das Wasser auch bei einer Temperatur von  $53^{\circ}$  sichtbar.

Das Athemholen steht mit der Circulation des Blutes in dem allergenauesten Verhältnisse. Daher ist auch zwischen dem Pulse und dem Athemholen die genaueste Uebereinstimmung. Je schneller das Athemholen ist, desto schneller ist der Puls; und umgekehrt. Man zählt zwischen dem Einathmen und dem Ausathmen vier bis fünf Pulsschläge. Bei drei gesunden, sitzenden Personen, von verschiedener Länge, waren des Morgens die Pulsschläge = 65; 72; 116 und das Einathmen = 17; 19; 30. Die mittlere Zahl der Pulsschläge und der Einathmungen, in einer gegebenen Zeit, sind demzufolge mit einander im Verhältnisse. Floyer \*\*\*) zählte nach starker Bewegung des Körpers, 90 Pulsschläge und 30 Einathmungen in einer Minute, und bei eben der Person, nach völliger Ruhe, nur 19 Einathmungen in derselben Zeit. Bei einer Schwangeren zählte er 98 Pulsschläge und 37 Einathmungen. Bei Kindern rechnet er drei Pulsschläge auf eine Einathmung; im Fieber, 4 Pulsschläge auf jede Einathmung; in heftigen Entzündungsfiebern 130 Pulsschläge und 60 Einathmungen; bei asthmatischen Personen auf 16 Pulsschläge nur eine Einathmung. Ein Trompeter, der zwei

\*) Med. obs. and. inqu. Vol. 6. p. 297.

\*\*) Ibid. p. 299.

\*\*\*) Floyer pulse - wath. T. 2. p. 343

Minuten lang anhaltend fortblies, hatte neun bis zehn Puls-  
schläge auf jede Einathmung. \*)

Je mehr Blut aus dem Herzen in die Lunge kommt, desto  
öfteres Athemholen ist nöthig; je weniger, desto langsames.  
Langsames Athemholen, und Seufzen, zeigt eine Anhäufung  
des Blutes in der Lunge an. Es ist gemeinlich mit einem  
schnellen, aber kleinen, Puls verknüpft, weil alsdann wenig  
Blut auf einmal aus dem Herzen kommt. Oft kommt auf  
100 Pulsschläge nur eine Einathmung, und die hundert  
Pulsschläge bringen nur zwei Unzen Blut. \*\*)

Je kleiner die Einathmung, desto schneller ist dieselbe.  
Solche schnelle und unvollkommene Einathmungen finden ge-  
meinlich kurz vor dem Tode statt.

Einige haben geglaubt, daß die Menschen unter dem  
Wasser leben könnten, wenn nur die ovale Öffnung des  
Herzens offen bliebe. Aber diese Meinung ist ungereimt.  
Der Mensch kann nicht leben, wenn nicht sein Blut in Be-  
rührung mit der Luft kommt. Das Blut des Fötus berührt  
die Luft in der Lunge der Mutter, darum kann der Fötus  
auf diese Weise leben; aber nicht so der erwachsene Mensch.  
Die Folgen einer solchen Zirkulation durch die ovale Öffnung,  
außer dem Leibe der Mutter, sind oben gezeigt worden,  
durch Beispiele von Personen, bei denen die Lungenarterie,  
ganz oder doch größtentheils, verwachsen war.

Eine der merkwürdigsten Erscheinungen in der thierischen  
Ökonomie ist das Athemholen des Fötus, oder des Kindes  
in Mutterleibe. Seine Lunge ist außer dem Körper, es ist  
die Plazenta.

Man hat lange vermuthet, daß das Blut der Mutter  
aus den Arterien des Uterus in die Plazenta komme; daß  
diese Arterien mit den Nabelvenen des Fötus anastomosiren;  
daß durch dieselben das arterielle Blut der Mutter dem Fö-  
tus zugeführt werde; und daß dieses Blut, nachdem es in  
dem Fötus zirkulirt, und denselben genährt habe, durch die

\*) Hales haemast. p. 100.

\*\*) De Haen rat. medendi lib. 2. p. 122.

Nabelarterie und durch die Venen des Uterus, der Mutter wiederum zugeführt werde. Aber eine solche Anastomosis der Gefäße findet zwischen der Mutter und dem Fötus nicht statt. Wäre dieß; so müßte: 1) eine jede Veränderung in der Zirkulation des Blutes der Mutter eine ähnliche Veränderung in der Zirkulation des Fötus hervorbringen. Dies geschieht aber nicht. Raubthiere jagen, während ihrer Schwangerschaft, so wie sonst; Stuten laufen wie vorher; und Jagdhunde jagen, ohne daß dieses den Jungen schadet, mit denen sie trächtig sind. So auch bei den Menschen. 2) Gänße eine solche Anastomosis statt: so müßte alles, was in der Zirkulation des Blutes der Mutter eine beträchtliche Veränderung verursacht, eine noch beträchtlichere Veränderung in der Zirkulation des Fötus veranlassen. Wenn die Mutter ein Purgirmittel nimmt, oder sich betrinkt, so müßte der Fötus ein Fieber bekommen. Wenn die Mutter an der Schwindsucht krank ist, so müßte der Fötus ein heftiges Fieber mit auf die Welt bringen. Aber dieß geschieht nicht. 3) Wenn eine Anastomosis der Gefäße statt fände: so müßte, nach Durchschneidung der Nabelschnur, eine tödliche Verblutung der Mutter entstehen. Aber die Verblutung ist sehr gering, und das Blut fließt nur aus demjenigen Theile der Schnur, welcher mit dem Kinde verbunden ist. 4) Folgender Versuch beweist deutlich, daß keine Anastomosis vorhanden ist. Wenn man die Nabelvenen durchschneidet, so blutet sich der Fötus zu Tode. Wollte man hiegegen einwenden: daß in diesem Falle nicht alles Blut von dem Fötus, sondern wenigstens die Hälfte von der Mutter komme, und daß, da der Fötus, im Verhältnisse gegen die Mutter, nur wenig Blut enthält, er auch die Folgen der Verblutung zuerst fühlen müsse: so läßt sich hierauf antworten: wenn diese Erklärung wahr wäre, so müßte, nach Unterbindung der Nabelarterie, die Verblutung fortfahren; aber sie hört auf, sobald die, zwischen der Ligatur in der Arterie und der Öffnung in der Vene enthaltene, Menge von Blut ausgeflossen ist. 5) Nödderers Beobachtung beweist, daß keine Anastomosis der Gefäße zwischen der Mutter und dem Fötus statt findet. Er öffnete

eine Frau, welche, im sechsten Monate der Schwangerschaft, an einer Verblutung starb. Die Blutgefäße des Kindes waren voll, die der Mutter hingegen leer. Büsson ließ eine schwangere Hündin zu Tode bluten, und als er sie nach dem Tode öffnete, waren die Jungen lebendig und munter. Dr. Young zu Edinburgh ließ eine schwangere Hündin zu Tode bluten, und fand, ziemlich lange nachher, bei der Öffnung, die Jungen noch lebendig, obgleich die Gefäße der Mutter beinahe ganz leer waren. Nach ist bekannt, daß der, in den Membranen eingeschlossene, Fötus einige Zeit, obgleich von der Mutter getrennt, leben kann.\*).

Das Blut der Mutter kommt, durch die Arterien des Uterus, in die Plazenta, es ergießt sich in das Zellengerewebe derselben, und kehrt, durch die Venen des Uterus, wiederum in die Mutter zurück. Das Blut des Fötus kommt in die Plazenta durch die Nabelarterie, ergießt sich in andere Zellen des schwammigen Gewebes derselben, welche mit den vorigen Zellen in Verbindung stehen, und kehrt durch die Nabelvenen wiederum in den Fötus zurück.\*\*). Die Plazenta besteht beinahe ganz aus solchen Zellen, welche theils mit der Mutter, theils mit dem Fötus in Verbindung stehen. Bei den Kühen, und andern wiederkäuenden Thieren, anastomosiren die Gefäße der Mutter und des Fötus nicht nur nicht, sondern sie laufen nicht einmal neben einander. Durch die Injektion wird immer nur ein Theil der Plazenta angefüllt; nie geht die feinste Injektion, in der Plazenta einer Kuh, von einem Theile der Plazenta in den andern über: sondern man kann beide Theile von einander trennen. Bei dem Menschen ist es etwas verschieden. Die Gefäße der Mutter laufen in denjenigen Theil der Plazenta, welcher dem Kinde gehört, und die Äste beider Gefäße laufen neben einander. Daher scheint die menschliche Plazenta einfach zu seyn: ob-

\* Harveij de generat. p. 353. Vesal de h. c. fabrica lib. 7. c. 29. p. 569.

\*\* J. Hunter observations on certain parts of the animal oesonomy. p. 134.

gleich dieselbe in der That doppelt ist. Injicirt man die menschliche Plazenta durch die Arterien des Uterus; so schwillt sie an, und die Injektion kommt durch die Venen des Uterus zurück. Injicirt man die Plazenta durch die Venen des Uterus: so kommt die Injektion durch die Arterien des Uterus zurück, welches ein Beweis ist, daß die Venen des Uterus keine Klappen haben. Die Arterien endigen sich in Zellen, wie die Arterien des männlichen Gliedes; und mit diesen Zellen sind die Venen in Verbindung. Aber keine Injektion kann (ohne Zerreißung der Gefäße) bis in die Nabelschnur gebracht werden. Eprüßt man die Plazenta durch die Nabelschnur ein: so schwillt die Plazenta an, und die Einsprüzung kommt durch die Nabelvene zurück; aber es geht nichts davon in die Gefäße der Mutter, oder in den Uterus. Die Nabelarterien und Nabelvenen des Fötus zertheilen sich in der Plazenta in kleine Äste; sie anastomosiren öfters unter einander, und ihre kleinen Äste gehen in die Zellen der mütterlichen Gefäße.

Das Blut der Mutter kommt also in die Plazenta durch die arterias utero-placentales die sich in Zellen ergießen. Aus diesen Zellen wird es von den venis placento-uterinis aufgenommen, und zu der Mutter zurück gebracht. Das Blut des Fötus kommt in die Plazenta durch die Nabelarterien, welche kleine Äste bis in die Zellen der mütterlichen Gefäße verbreiten, und sich in Venen endigen, welche durch die Nabelvene das Blut nach dem Fötus zurück führen.

In dem Fötus ist das Blut der Aorta und der linken Herzkammer arteriell, oder roth; denn: 1) es reizt die linke Herzkammer zum Zusammenziehen, und dieses kann nur durch arterielles Blut geschehen; 2) es ist fähig, die verschiedenen Sekretionen des Körpers zu versehen, welches ebenfalls nur durch arterielles Blut geschehen kann. Woher aber ist dieses Blut arteriell? Nicht von den Lungen des Fötus, denn diese haben keine Verbindung mit der atmosphärischen Luft; sondern von der Plazenta, welche bei dem Fötus die Stelle der Lungen vertritt. Das Blut des Fötus wird aber nur zum Theil gereinigt: denn in jeder Zirkulazion geht nicht alles

Blut des Fötus nach der Plazenta; ein Theil geht, durch die ovale Öffnung des Herzens, aus einer Herzkammer in die andere. Bei einigen Thieren findet, während des ganzen Lebens, eine solche partielle Reinigung statt: z. B. bei den Fröschen, und bei einigen andern Amphibien, deren Herz einfach ist.

Das Blut des Fötus geht also nicht unmittelbar durch die Plazenta nach der Mutter; und das Kind stirbt daher plötzlich, wenn, während der Geburt, die Nabelschnur gedrückt, und die Zirkulation des Blutes des Kindes von der Plazenta und nach derselben unterbrochen wird. Bei Kindern, die, durch eine verhinderte Zirkulation in der Nabelschnur, während der Geburt sterben, findet man: 1) die Substanz der Lungen dicht und roth. 2) Die Herzkammern sowohl, als die Herzohren, enthalten eine beträchtliche Menge schwarzes Blut. 3) Der ductus arteriosus enthält etwas Blut. 4) Das Gehirn sieht natürlich aus. 5) Der ductus venosus ist leer. Demzufolge stirbt der Fötus während der Geburt (wenn durch einen Zufall die Zirkulation mit der Plazenta unterbrochen wird) nicht durch Extravasation, oder durch Anhäufung des Blutes in irgend einem Theile des Körpers; nicht durch einen Druck des Blutes auf das Gehirn; nicht aus Mangel des Blutes im Herzen: sondern aus Mangel von arteriellem Blute aus der Nabelvene.

Man kann hierüber folgenden Versuch anstellen. Während das Kind auf den Knien des Geburtshelfers liegt, werden drei Unterbindungen um die Nabelschnur gemacht, und alle drei zugleich fest zugezogen. Die Nabelschnur wird alsdann, zwischen den beiden Unterbindungen, die zunächst am Nabel sind, durchgeschnitten, und so wird eine gewisse Menge arterielles und venöses Blut zwischen den andern beiden Ligaturen zurück gehalten. Nun wird die gallertartige Substanz der Nabelschnur von den Gefäßen getrennt, die Gefäße werden entblößt, und eine Punktur, mit der Spitze einer Lanzette, wird in die Arterie gemacht, welche das Blut, das im Fötus zirkulirt hat, nach der Plazenta zurück bringt. Eine ähnliche Punktur wird in die vena umbilicalis gemacht,

nahe bei der Punktur in der Arterie; so, daß man das, aus der Vene ausfließende, Blut leicht mit dem Blute, welches aus der Arterie ausfließt, vergleichen kann. Das aus der Arterie fließende Blut ist schwarz, wie venoses Blut; das aus der Vene fließende Blut ist hingegen rothes arterielles Blut.

Aus dem Gesagten folgt: daß das Blut des Fötus in der Plazenta (welche statt der Lunge dient) gereinigt wird. Die Blutgefäße der Mutter ramifiziren sich über die Zellen der Plazenta, wie die Äste der Lungenarterie über den Zellen der Lunge. Das, zu dem Leben taugliche, arterielle Blut der Mutter, kommt in Verührung mit dem untauglichen Blute, welches im Fötus zirkulirt hat. Vermöge einer doppelten Verwandtschaft bekommt das Blut des Fötus einen Theil des Sauerstoffes, welchen das arterielle Blut der Mutter enthält, und das Blut der Mutter nimmt dagegen einen Theil des Kohlenstoffes aus dem Blute des Fötus auf. Das gereinigte, und mit Sauerstoff versehene, Blut des Fötus geht nun wieder zurück, und zirkulirt in dem Fötus, und das Blut der Mutter geht durch die vena cava zum Herzen zurück, und von da in die Lunge, wo dasselbe an der Luft aufs neue gereinigt wird.

Bei dem Athemholen des Fötus habe ich mich vorsätzlich lange aufgehalten: denn dieser Gegenstand ist von der höchsten Wichtigkeit, und ich werde künftig, in meiner Physiologie, sehr viele, bisher noch nicht erklärte, Erscheinungen in der thierischen Ökonomie hieraus erklären.

Ohne Sauerstoffgas kann kein Thier leben. Zu dem Leben der Thiere wird nothwendig erfordert, daß das Blut derselben von Zeit zu Zeit, mittelbar oder unmittelbar, mit dem Sauerstoffgas, oder mit der atmosphärischen Luft, welche Sauerstoffgas enthält, in Verührung komme. Dieses ist ein Gesetz ohne Ausnahme. Die Schale des Eies hat eine unzählige Menge kleiner Öffnungen, durch welche Luft in das Ey eindringt. Daher bemerkt man, daß die Henne, während des Brütens, die Eier öfters umwendet; und daß diejenigen Hennen, welche zu fest aufsitzen, schlechte Brüt-Hennen sind. Wenn man, bei dem künstlichen Ausbrüten der Eier,

dieselben in einen Kasten einschloß, und den Zutritt der Luft verhindert: so kommen keine Hühner aus den Eiern, wie Réaumur gezeigt hat. Auch dürfen die Poren der Eier nicht verstopft werden, wenn das Brüten gelingen soll: das Ei darf nicht mit Fett oder Öl beschmiert werden. Man hat bisher folgende Versuche angestellt: Einige Eier wurden, nachdem dieselben neun Tage unter der Henne gelegen hatten, mit einer Auflösung von Gummi bestreichen, und nachher noch zehn Tage unter die Henne gelegt. Am neunzehnten Tage wurden diese Eier aufgebrochen, und da fand man die jungen Hühner todt, und nicht größer als sie am neunten Tage gewöhnlich zu seyn pflegen. Viele Eier wurden, beinahe zu allen Zeiten des Brütens, aufgebrochen, und da fand man: daß beinahe das ganze Blut des Küchleins in dem Chorion, oder in derjenigen Membran zirkulirt, welche das Weiße nebst dem Gelben umgibt. Dieses Chorion wird durch eine doppelte, äußerst zarte, Membran von der Schale getrennt. Die Nabelgefäße des Küchleins laufen, nachdem sie aus dem Unterleibe gekommen sind, eine ziemliche Strecke ohne Aste zu bilden. Endlich theilen sie sich in drei große Aste. Ein Ast der Arterie, begleitet von einem Aste der Vene, läuft gerade nach der Spitze des Eies, und dort zertheilt sich derselbe, auf eine schöne Weise, in sehr viele kleine Aste. Eine andere große Arterie und Vene gehen nach jeder Seite eben dieser Membran, beinahe in gerader Linie nach der Mitte des Eies. Diese geben Aste nach allen Richtungen, nicht nur vorwärts, zu der erstbeschriebenen Arterie und Vene, die sich nach ihnen zurück beugen: sondern auch rückwärts, nach dem breiten Ende des Eies, so daß diese Membran, oder das sogenannte Chorion, wie ein Netz von Blutgefäßen auslieht. Die Venen sind viel dicker als die Arterien. Man kann die letzteren, durch das sichtbare Pulsiren, leicht unterscheiden; und noch mehr, durch den merkwürdigen Umstand, daß das Blut in den Arterien, vorzüglich an den Stellen wo dasselbe in das Chorion eintritt, dunkelbraun und schwärzlich, in den Venen hingegen schön und roth ist.

An dem breiten Ende des Eies ist Gas enthalten, welches, zufolge einiger Versuche, die ich mit demselben angestellt habe, Wasserstoffgas zu seyn scheint. Zu Anfange des Brütens ist die Blase, welche dieses Gas enthält, sehr klein; nachher aber nimmt dieselbe am Umfange zu. Wenn das Huhn die Schale bricht, so nimmt dieses Gas beinahe den dritten Theil des Eies ein. Die Gefäße im Chorion erscheinen zuerst auf demjenigen Theile welcher mit diesem Gas in Berührung steht, und dort sind sie auch am dicksten.

Malpighi hielt dafür: das Gelbe des Eies sey dem Kücklein was die Plazenta dem Fötus ist. Aber das Gelbe des Eies ist nicht die Plazenta, denn: 1) die Plazenta ist klein, solange der Fötus noch ein Embriou ist, und sie ist am größten, wenn der Fötus ausgewachsen ist: das Gelbe hingegen ist am größten, wenn das Kücklein am kleinsten ist, und am kleinsten, wenn das Kücklein die Schale verlassen will. Außerdem ist das Gelbe mitten im Ei, kommt nicht in Berührung mit der äußeren Luft, und es ist gar keine Zirkulation in demselben: auch kommt im Ei kein Blut der Mutter in Berührung mit dem Blute des Kückleins. 2) Weder das bloße Auge, noch die stärksten Vergrößerungsgläser, zeigen auch nur die geringste Spur von Blutgefäßen in dem Gelben des Eies; obgleich einige Schriftsteller behauptet haben, man sehe eine unendliche Menge von Gefäßen in dem Gelben. Diese Gefäße finden sich bloß in der Membran, welche das Gelbe umgibt.

Auch die Insekten athmen Sauerstoffgas ein. Die Heuschrecken (*Gryllus viridissimus* Linn.) athmen nicht durch den Mund, und haben keine Lunge, sondern sie athmen durch vier und zwanzig besondere Öffnungen (*stigmata*) die an dem Leibe befindlich sind, und deren größte zwischen der Brust und dem Leibe in einer Vertiefung befindlich ist, welche sich zwischen diesen beiden Theilen befindet. Es ist der Eingang zu einem Kanal, welcher in dem Körper des Insekts bis an das äußerste Ende der beiden ersten Füße fortläuft. Eben solche Kanäle befinden sich bei den andern Öffnungen. Einer der größten läuft zum Magen. Einige

dieser Kanäle und Öffnungen dienen zum Einathmen, andere zum Ausathmen. Läßt man die Heuschrecken in Sauerstoffgas so lange athmen, bis sie sterben: so findet man die Luft nicht merklich vermindert, aber mit 0,05 Kohlensäure vermischt. In den Gasarten, welche zur Unterhaltung des Lebens nicht dienen, können auch die Heuschrecken nicht leben.

Die rothen Schnecken (*Limax flavus* Linn.) sterben in der Luft, sobald dieselbe ihres Sauerstoffs beraubt ist. Sauerstoffgas, in welchem sie eine Zeit lang geathmet haben, ist in kohlengesäuertes Gas verwandelt, und zwar so ganz, daß man nicht eine Spur von Sauerstoff mehr in derselben entdeckt. Die Werkzeuge, welche bei diesem Insekte zum Einathmen dienen, sind noch ganz unbekannt; es müßte denn die Öffnung seyn, die man auf der Seite des Insekts, nahe am Kopfe findet. Eine solche Schnecke verzehrte in 48 Stunden 3,36 Kubikzolle Sauerstoffgas.

Eben so verhält sich auch die andere Schnecke (*Helix pomatia* Linn.)

Soviel auch in den neuesten Zeiten zur Erläuterung der Lehre des Athemholens gethan worden ist; so hat dennoch diese wichtige Lehre immet noch einige Schwierigkeiten, und über die Theorie des Athemholens sind die Chemiker noch nicht ganz einig,

Die Herren Lavoisier und Crawford halten dafür: daß bei dem Athemholen sich gekohltes Wasserstoffgas aus dem venösen Blute absondere, und sich mit dem Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft verbinde; daß der Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Sauerstoffgas die Entstehung des kohlengesäuerten Gas zuzuschreiben sei, welches sich bei dem Ausathmen findet; daß ferner aus der Verbindung des Wasserstoffgas mit dem Sauerstoffgas der Atmosphäre die Wasserdämpfe entstünden, welche sich bei dem Ausathmen zeigen; daß endlich die veränderte Farbe des Blutes, aus der schwarzen in die rothe, bloß von dem Verluste des gekohlten Wasserstoffgas herkomme, und daß kein Sauerstoff mit dem venösen Blute in Verbindung übergehe,

Um mich von der Wahrheit dieser Theorie zu überzeugen:

gen, habe ich eine Reihe genauer Versuche angestellt, welche in Noziers Journal de Physique, Aout 1790 beschrieben, und seither von andern Chemikern wiederholt worden sind. \*) Aus diesen Versuchen erhellt: daß der Sauerstoff sich wirklich mit dem venösen Blute verbindet, und daß die rothe Farbe des arteriellen Blutes nicht sowohl von dem Verluste des gekohlten Wasserstoffgas, als vielmehr von der Verbindung mit dem Sauerstoffe herkommt.

Meine Theorie des Athemholens ist kürzlich folgende Während des Athemholens wird das Sauerstoffgas der Atmosphäre zerlegt. Ein Theil des Sauerstoffes verbindet sich mit dem venösen Blute, und verwandelt seine dunkle Farbe in eine hellrothe Farbe. Ein anderer Theil des Sauerstoffes verbindet sich mit dem Kohlenstoffe, welcher aus dem venösen Blute abgetrennt wird, und erzeugt kohlengefäurtes Gas. Ein dritter Theil des Sauerstoffes verbindet sich mit dem Kohlenstoffe des schwärzlichen Schleims, welcher sich in den Ästen der Lunge in großer Menge absondert: dieser erzeugt ebenfalls kohlengefäurtes Gas. Ein vierter Theil des Sauerstoffes verbindet sich mit dem, aus dem venösen Blute abgetrennten, Wasserstoffgas, und erzeugt Wasser, welches sich bei dem Ausathmen zeigt. Der Wärmestoff des zerlegten Sauerstoffgas bleibt zum Theil mit demjenigen Sauerstoffe verbunden, welcher sich mit dem venösen Blute verbindet; darum ist auch die Menge des Wärmestoffes größer in dem arteriellen Blute, als in dem venösen, wie Hr. Crawford bewiesen hat. Ein anderer Theil des Wärmestoffes geht in die Verbindung des kohlengefäurten Gas über. Ein dritter Theil desselben verbindet sich mit den entstandenen Wasserdämpfen.

Demzufolge sind die Wirkungen des Athemholens folgende:

- 1) Das venöse Blut verliert gekohltes Wasserstoffgas

---

\*) Man sehe die Abhandlung, welche Hr. Hassenfranz der königl. Academie zu Paris über meine Versuche vorgelesen hat. *Annales de Chimie*. Aout 1791.

und saugt Sauerstoffgas ein. Dadurch erhält es eine rothe Farbe, so wie die metallischen Halbsäuren, das salpetersaure Gas und einige andere Körper, durch ihre Verbindung mit dem Sauerstoffe eine rothe Farbe erhalten.

2) Die Fähigkeit des Blutes (capacitas) nimmt zu: denn die Fähigkeit aller Körper wird größer, wenn dieselben mit dem Sauerstoffe verbunden werden.

3) Das Sauerstoffgas der Atmosphäre wird zum Theil von dem venösen Blute eingesogen; zum Theil, durch den Kohlenstoff des Blutes und den Kohlenstoff des Schleims der Lunge, in Kohlensäures Gas umgeändert; und zum Theil, durch den Wasserstoff des venösen Blutes, in Wasser verwandelt.

Die Produkte, welche durch das Athemholen entstehen, sind:

- 1) Arteriellcs Blut.
- 2) Kohlensäures Gas.
- 3) Wasser.
- 4) Eine kleine Menge ungebundener Wärmestoff.

Aus dem Gesagten erhellt: daß die Güte der atmosphärischen Luft, oder die Fähigkeit derselben das Athemholen zu unterhalten, von der größeren oder geringeren Menge des Sauerstoffgas abhängt, welches in ihrer Mischung enthalten ist: denn dieses ist der einzige Bestandtheil der Luft, der da fähig ist, das Leben der Thiere zu unterhalten.

Genaue Versuche mit Fontanas Eudiometer haben gelehrt: daß die Menge des, in der Atmosphäre enthaltenen, Sauerstoffgas, kleine Veränderungen abgerechnet, beinahe immer ungefähr gleich ist; daß diese Menge im Winter, und nahe an der See, etwas größer ist, als im Sommer, und an Orten, welche in einiger Entfernung von der See liegen; daß diese Menge in Städten, und an Orten wo viele Menschen beisammen wohnen, oder sich einige Zeit beisammen aufhalten, geringer ist, als auf dem Lande, oder an solchen Orten, wo wenige Menschen sich beisammen aufhalten; daß endlich Winde, welche von ungesunden, oder mörastigen Gegenden herkommen, die Menge des Sauerstoffgas

in der Luft vermindern, und dadurch die Luft ungesund machen.

Bei dem Athemholen eines gesunden Menschen erzeugt sich ungefähr vier Gran Wasser in jeder Minute, 2449 Gran in jeder Stunde, und zwölf Unzen innerhalb 24 Stunden.

Bei dem Athemholen eines gesunden Menschen erzeugen sich in den Lungen 36 Kubikzolle kohlengefäurtes Gas in jeder Minute, und in jedem Tage erzeugen sich 51840 Kubikzolle, oder 3,9697 Pfunde kohlengefäurtes Gas, wie oben ist bewiesen worden.

Die Menge von Wärmestoff, welche in einem Tage, mit dem Sauerstoffe verbunden, in das Blut eines gesunden Menschen übergeht, wäre fähig 74,2789 Pfunde Eis zu schmelzen.

Ein gesunder Mensch braucht zum Athemholen ungefähr fünf Kubikfusse atmosphärische Luft, oder ungefähr 1,23 Kubikfusse Sauerstoffgas, in jeder Stunde.

Da in der atmosphärischen Luft bloß das Sauerstoffgas zum Athemholen dienlich ist: so hat man versucht, das Athemholen kranker, und vorzüglich schwindfüchtiger, Personen zu erleichtern, indem man sie in Zimmern athmen ließ, welche mit reinem und unvermishtem Sauerstoffgas angefüllt waren. Anfänglich versprach man sich viel von diesem Mittel: aber die Erfahrung hat bald bewiesen, daß dasselbe höchst schädlich ist, und daß schwindfüchtige Personen in dem Sauerstoffgas zwar freier athmen, als in der atmosphärischen Luft, daß sie aber auch weit früher sterben; so wie ein Licht in dem Sauerstoffgas mit hellerer Flamme brennt, als in der atmosphärischen Luft, aber sich dagegen weit schneller verzehrt. Die Natur hat uns daher mit großer Weisheit, in der atmosphärischen Luft das Sauerstoffgas nicht rein einzuathmen gegeben.

Versuch. Setzt man ein Thier unter eine mit Sauerstoffgas angefüllte Glocke, so wird das Athemholen schneller, die Brust dehnt sich mehr als gewöhnlich aus, das Herz und die Arterien ziehen sich stärker und schneller zusammen, als in dem natürlichen Zustande. Bald nachher ist das Thier

in einem fieberhaften Zustande. Sein Puls wird schneller, seine Augen werden roth und treten aus dem Kopfe hervor; der Schweiß läuft über seinen ganzen Körper herunter; seine thierische Wärme nimmt beträchtlich zu; und es dauert nicht lange, ehe alle Symptome des heftigsten Entzündungsfiebers sich zeigen, und die Lungen in Brand übergehen, an welchem das Thier stirbt.

Bei der Lungenschwindsucht nimmt das schon vorhandene Fieber beträchtlich zu, wenn die Kranken reines Sauerstoffgas einathmen, und durch dasselbe werden die Kranken in kurzer Zeit aufgerieben. Weit besser ist es, wenn man Kranke, die an der Lungenschwindsucht leiden, eine unreinere Luft einathmen läßt, als die gewöhnliche Luft der Atmosphäre; eine Luft, welche weniger Sauerstoffgas enthält. \*)

Hingegen thut das Einathmen des Sauerstoffgas vorzügliche Dienste gegen die venerische Krankheit, gegen die Skropheln, die Hypochondrie, die Bleichsucht, gegen asthmatische Zufälle, und gegen alle chronische Krankheiten, welche aus Schwäche entstehen, wie ich aus angestellten Versuchen weiß.

Der, während des Athemholens, mit dem venösen Blute verbundene Sauerstoff, verbreitet sich, vermöge der Zirkulation in den Arterien, durch alle Theile des Körpers. Er verbindet sich mit dem Körper, und der Wärmestoff wird frei. Daher entsteht die thierische Wärme, vermöge welcher alle Thiere eine höhere Temperatur haben, als das Medium in welchem sie leben.

Je größer die Lungen eines Thieres sind, desto größer ist seine thierische Wärme. Am größten ist diese Wärme bei den Vögeln, deren Athemholen unter allen Thieren am voll-

---

\*) Diesen Satz schrieb ich, so wie er hier steht, im Jahre 1790, in meiner ersten Auflage nieder, deren Druck im November 1791 geendigt wurde. Seit her hat Herr Prof. Beddoes zu Oxford meine Meinung genauer untersucht, und die Richtigkeit derselben durch Versuche bestätigt, welche er im Jahre 1793 bekannt gemacht hat.

Kommensten ist, indem die Luft sogar bis in das Innere der Knochen dringt.

Bei denjenigen Thieren, welche keine Lungen haben, ist die thierische Wärme sehr gering.

Die thierische Wärme eines jeden Thieres steht im geraden Verhältnisse mit der Menge von Sauerstoffgas, welche dasselbe, in einer bestimmten Zeit, einathmet.

Wenn ein Thier in einem wärmeren Medium Athem holt, so ist der Unterschied zwischen der Farbe seines venösen und seines arteriellen Blutes nicht so groß, als wenn dasselbe in einem kälteren Medium Athem holt.

In einem kalten Medium verbraucht ein Thier zum Athemholen weit mehr Luft, während derselben Zeit, als in einem warmen Medium.

Menschen, deren Brust breit und ausgedehnt ist, haben wärmeres Blut, und sind stärker und gesunder, als andere, weil sie besser Athem holen. Daher sind breitschulterige Menschen allemal gesund und stark: Personen hingegen, deren Brust eng ist, sind allemal schwächlich und kränklich.

Hefige Bewegung des Körpers in freier Luft, und das durch diese Bewegung verursachte, schnellere Athemholen, disponirt den Körper zu Entzündungskrankheiten, indem dadurch die thierische Wärme übermäßig vermehrt wird.

Demzufolge entsteht die thierische Wärme durch die Verbindung des, mit dem Blute verbundenen, Sauerstoffgas.

In dem Fieberfrost ist das Athemholen klein und langsam; in der Hitze des Fiebers ist dasselbe schnell und stark. Entsteht ein Schweiß bei dem Fieber, so verbindet sich ein Theil des entwickelten Wärmestoffes, mit dem, aus der Verbindung des Sauerstoffes, entstandenen, Wasser, und die Fieberhize nimmt ab.

## Sieben und dreißigstes Kapitel.

## Von der Vegetation der Pflanzen.

Die große Menge von Kohlensäure Gas, welche immerfort, durch das Verbrennen des Kohlenstoffes, durch das Athemholen der Thiere, durch die Gährung schleimiger Körper, und durch das Versaulen organisirter Substanzen entsteht, wird größtentheils durch die Vegetation der Pflanzen wiederum zerlegt. Während der Vegetation zerlegen die Pflanzen das Wasser und die Kohlensäure. Sie verbinden sich mit dem Kohlenstoffe und mit dem Wasserstoffe, so wie auch mit einer kleinen Menge Sauerstoff, und der größte Theil des entwickelten Sauerstoffes geht in die Atmosphäre zurück.

Daß die Pflanzen das Vermögen haben, das Kohlensäure Gas in seine Bestandtheile zu zerlegen, davon kann man sich durch einen Versuch überzeugen. Man setze unter einer mit destillirtem Wasser, unter einer mit gemeinem Wasser, und unter einer mit Kohlensäure Wasser angefüllten Glocke, Pflanzen dem Sonnenlichte aus. Diejenigen Pflanzen, welche mit destillirtem Wasser, mit gekochtem Wasser, oder mit gemeinem Wasser bedeckt sind, werden wenig oder gar kein Sauerstoffgas liefern. Diejenigen Pflanzen hingegen, welche mit dem Kohlensäure Wasser bedeckt sind, liefern Sauerstoffgas in großer Menge an dem Sonnenlichte, indem die Kohlensäure zerlegt wird, der Kohlenstoff derselben sich mit der Pflanze verbindet, und das Sauerstoffgas sich entwickelt. Die Menge des Sauerstoffgas, welche sich aus Blättern von einerlei Pflanzen entwickelt, verhält sich unter dem gemeinen Wasser, und unter dem Kohlensäure Wasser = 2 : 528.

Herr. Ingenhouß hat bewiesen: daß die Pflanzen an dem Sonnenlichte Sauerstoffgas, und im Finstern Kohlensäure Gas liefern. Das letztere leugnet Hr. Senebier. Er zeigt: daß aus den Pflanzen kein Kohlensäure Gas

sich entwickle, daß aber die Pflanzen, wenn sie krank sind, Sauerstoffgas in Kohlensäures Gas verwandeln können, weil in diesem Falle sich das Sauerstoffgas mit dem Kohlenstoff verbindet, welchen die kranke Pflanze absetzt. Auch ist alsdann dieses Kohlensäures Gas, welches aus einer Zerlegung der Pflanze entsteht, nicht rein, sondern mit Wasserstoffgas und mit Salpeterstoffgas gemischt.

Sollen die Pflanzen, in der Finsterniß, Kohlensäures Gas hervorbringen: so wird, nach Hrn. Cenebier, unumgänglich erfordert, daß sie mit dem Sauerstoffgas in Berührung seyen: ein deutlicher Beweis, daß nur der Kohlenstoff, und nicht das Kohlensäures Gas, aus der Pflanze kommt. Setzt man Pflanzen in Wasserstoffgas, oder in Salpeterstoffgas, an einen finstern Ort: so entsteht kein Kohlensäures Gas; setzt man aber Pflanzen in Salpeterstoffgas an das Sonnenlicht: so wird das Salpeterstoffgas in atmosphärische Luft verwandelt. Setzt man Pflanzen in Kohlensäuretem Gas dem Sonnenlichte aus, so wird dieses Gas allmählig in Sauerstoffgas verwandelt, solange die Pflanzen gesund bleiben; Kohlenstoff entwickelt sich aus den Pflanzen nur dann, wenn dieselben krank sind.

Die Saamen der Pflanzen keimen nicht, so lange sie nicht mit Wasser befeuchtet, und mit dem Sauerstoffgas in Berührung sind. Während des Keimens und Wachstums der Pflanzen wird das Sauerstoffgas zum Theil in Kohlensäures Gas verwandelt. Im Wasserstoffgas, in Salpeterstoffgas, und im Kohlensäuren Gas, keimen die Saamen gar nicht, wenn diese Gasarten nicht mit Sauerstoffgas vermischt sind. Wasserstoffgas und Salpeterstoffgas zerstören sogar in den Saamen der Pflanzen die Kraft zu keimen gänzlich. Die übersaure Kochsalzsäure befördert dagegen die keimende Kraft der Pflanzen, wie die vortreflichen Versuche der Herren von Humboldt und von Uslar beweisen.

Zu dem Leben und zu dem Wachsthum der Pflanzen ist die Gegenwart des Sauerstoffgas unumgänglich notwendig. In jeder andern Art von Gas sterben die Pflanzen, wenn sie nicht dem Sonnenlichte ausgesetzt sind, welches aus ihnen

Sauerstoffgas entwickelt, wodurch die schädliche Wirkung dieser Gasarten zum Theil aufgehoben wird.

Setzt man Pflanzen in Wasserstoffgas dem Sonnenlichte aus: so bemerkt man weiter keine Veränderung, als daß der Umfang des Wasserstoffgas abnimmt. Dieses geschieht: weil aus der Verbindung des Wasserstoffes, mit dem aus der Pflanze entwickelten Sauerstoffe, Wasser entsteht.

Aus allen Pflanzen entwickelt sich Sauerstoffgas an dem Sonnenlichte, und aus den Versuchen des Herrn Ingenhouß folgt: daß die Entwicklung des Sauerstoffes von folgenden Umständen abhängt: 1) von dem Umfange der Pflanze, im Verhältnisse mit dem Umfange des Gas, in welches dieselbe eingeschlossen ist. 2) Von der Eigenschaft, welche die Pflanze hat, mehr oder weniger Sauerstoffgas zu liefern. 3) Von der Intensität des Lichtes, und von der Länge der Zeit, in welcher dasselbe auf die Pflanzen wirkt.

Die Intensität des Lichtes hat einen großen Einfluß auf die Menge des Sauerstoffgas, welches die Pflanzen in einer gegebenen Zeit hervorbringen. Ist das Licht zu schwach, so entwickelt sich kein Sauerstoffgas; und eben so wenig, wenn das Licht zu stark ist. Diesem Umstande schreibt Hr. Ingenhouß es zu, daß seine Versuche in Italien nicht gelungen sind.

Gegen die Meinung des Hrn. Senebier, hat Herr Ingenhouß bewiesen: daß die Blätter der Pflanzen, nicht nur wenn sie krank sind, sondern zu allen Zeiten, an dem Lichte Sauerstoffgas, und in der Finsterniß kohlengefäurtes Gas liefern. In der Finsterniß saugen die Blätter der Pflanzen das Sauerstoffgas aus der Atmosphäre ein, und geben dasselbe, als kohlengefäurtes Gas, wiederum von sich. Die Vegetation der Pflanzen verursacht also in der Atmosphäre eine beständige Zirkulation. Bei Tage zerlegen sie das kohlengefäurte Gas, welches dieselbe enthält, verbinden sich mit dem Kohlenstoffe desselben, und athmen reines Sauerstoffgas aus. Bei der Nacht athmen sie Sauerstoffgas ein, und athmen kohlengefäurtes Gas aus.

Alle Blumen liefern, zu jeder Zeit, und sogar an dem

Sonnenlichte, Kohlensäurtes Gas. Hierin sind also die Blumen der Pflanzen von den Blättern wesentlich verschieden.

In einer gegebenen Zeit erzeugen die Pflanzen, so wie die Thiere, eine weit größere Menge Kohlensäurtes Gas, in dem Sauerstoffgas, als in der atmosphärischen Luft. Auch leben die Pflanzen, unter übrigens gleichen Umständen, länger in dem Sauerstoffgas, als in der atmosphärischen Luft.

So wie die Thiere den Schlaf vonnöthen haben, um ihre erschöpften Kräfte herzustellen: so haben auch die Pflanzen die Finsterniß vonnöthen, um den Ueberfluß von Kohlenstoff, welcher sich während des Tages mit ihnen verbunden hat, des Nachts wiederum abzusehen.

Aber nicht nur das Kohlensäurte Gas wird durch die Vegetation der Pflanzen zerlegt, sondern auch das Wasser. Die Versuche der Herrn Ingenhouß beweisen: daß der größte Theil des Sauerstoffgas, welches die Pflanzen am Sonnenlichte liefern, von der Zerlegung des Wassers herkommt. Der Wasserstoff verbindet sich mit der Pflanze, und der Sauerstoff wird frei, und geht in Gasgestalt weg.

Aus dieser Verbindung des Wasserstoffes mit dem Kohlenstoffe entsteht die Kohle der Pflanzen, die Öle, und alle übrigen verbrennlichen Theile der Pflanze. Wenn man, in einem pneumatisch-chemischen Apparate, Pflanzentheile, z. B. Holz, destillirt: so erhält man allemal eine Mischung von Kohlensäurtem Gas, und von Wasserstoffgas. Die Menge beider Gasarten ist aber, nach der Pflanze, welche man destillirt, und nach dem Grade des Feuers verschieden, bei welchem man destillirt. Bei sehr vielen Pflanzen findet man das Kohlensäurte Gas und das Wasserstoffgas beständig in demselben Verhältnisse.

Aus Herrn Lavoisiers Versuchen erhellt: daß diejenigen Pflanzen, welche kein Öl enthalten, aus Kohlenstoff und aus Wasser bestehen; daß, während der Destillation, durch den Kohlenstoff das Wasser zerlegt wird; und daß man daher Kohlensäurtes Gas und Wasserstoffgas erhält. Bei den Pflanzen, welche Öl enthalten, ist es anders. Diese Pflanzen bestehen, aus Kohlenstoff, aus Wasser, und aus Öl

(welches letztere eine innige Verbindung des Wasserstoffes mit dem Kohlenstoffe ist). Destillirt man Pflanzen welche Öl enthalten; so erhält man weit mehr Wasserstoff als aus den übrigen: weil hier ein Theil des Wasserstoffes aus dem Öle kommt.

Wenn man, durch Destillation bei einer sehr sehr niedrigen Temperatur, das Wasser von den Pflanzen trennt: so erhält man nachher kein kohlengefäurtes Gas und kein Wasserstoffgas mehr aus denselben. Die Kohle zerlegt das Wasser nur bei einer hohen Temperatur, und nicht bei einer niedrigen. Man kann daher, bei der Destillation der Pflanzen, die Produkte der Destillation nach Gefallen ändern; je nachdem man den Grad der Temperatur abändert.

Ver such. Man setze Holzspäne, in dem pneumatischen Apparate, einer starken Hitze aus; so wird man kohlengefäurtes Gas und Wasserstoffgas in großer Menge erhalten; weil, in diesem Falle, die Temperatur hoch genug ist, um daß die Kohle das, in dem Holze enthaltene, Wasser zerlege.

Ver such. Man setze dieselben Holzspäne in eben dem Apparate, einem äußerst gelinden Grade von Feuer aus, den man allmählig und langsam vermehrt: so geht Wasser in die Vorlage über, und die Späne werden vollkommen trocken. Vermehrt man den Grad der Wärme; so erhält man beinahe gar kein kohlengefäurtes Gas, und nur äußerst wenig Wasserstoffgas.

Demzufolge enthalten die Pflanzen kein kohlengefäurtes Gas und kein Wasserstoffgas in ihrer Mischung: sondern sie enthalten Kohlenstoff und Wasser. Eben so wenig enthalten die vegetabilischen Säuren kohlengefäurtes Gas in ihrer Mischung: sondern sie enthalten Kohlenstoff und Wasser, welches letztere während der Destillation zerlegt wird.

Ohne Wasser und ohne kohlengefäurtes Gas ist gar keine Vegetation möglich. Diese beiden Körper zerlegen sich wechselseitig während der Vegetation. Der Wasserstoff verläßt den Sauerstoff, um sich mit dem Kohlenstoffe zu verbinden, woraus Öle, Harze, u. s. w. entstehen. Zugleich entwickelt sich, in großer Menge, der Sauerstoff des Was-

fers und der Kohlenäure; er verbindet sich mit dem Lichtstoffe, und geht, zufolge der Versuche der Herren Priestley, Ingenhouß und Senebier, als Sauerstoffgas in die Luft.

Zufolge der schönen Versuche des Herren Saccow, liefern die Schwämme an dem Sonnenlichte kein Sauerstoffgas unter dem Wasser, sondern sie zerlegen das Wasser, und geben kohlengeäurtes Gas und Wasserstoffgas. Daß sie das Wasser wirklich zerlegen, erhellt daraus: daß sie kein Wasserstoffgas geben, wenn sie nicht unter Wasser sind, wie folgende Versuche beweisen.

1. Versuch. Man setze unter eine, mit atmosphärischer Luft angefüllte und über Kalkwasser stehende, Glocke einige Schwämme (*Agaricus deliciosus* Linn.) Dann setze man sie dem Brennpunkte eines Brennsiegels so lange aus, bis sie, unter anhaltenden Dämpfen, fast ganz zusammengestumpft sind. Die atmosphärische Luft wird zerlegt. Der Kohlenstoff der Schwämme vereinigt sich mit dem Sauerstoffe der Luft; es erzeugt sich kohlengeäurtes Gas, welches das Kalkwasser trübt, und das Salpeterstoffgas bleibt zurück.

2. Versuch. Man setze eben solche Schwämme unter einer, über dem Wasser stehenden und mit atmosphärischer Luft angefüllten, Glocke dem Sonnenlichte aus. Die Luft wird zerlegt; der Sauerstoff derselben wird in kohlengeäurtes Gas verwandelt; und das Salpeterstoffgas bleibt rein, und ohne alle Beimischung von Wasserstoffgas, unter der Glocke zurück.

Der Graf Morozzo hat bemerkt, daß Pflanzen, welche an den Ufern der Sümpfe wachsen, zuweilen mit einer schwärzlichen Kruste bedeckt sind. Dieses schwarze Pulver ist der Kohlenstoff, den das gekohlte Wasserstoffgas, welches sich aus den Sümpfen entwickelt, auf diese Pflanzen absetzt.

## Acht und dreißigstes Kapitel.

Ueber die Fortpflanzung des Schalls in verschiedenen Arten von Gas.

In dem Sauerstoffgas pflanzt sich der Schall am weitesten fort, und er ist in dieser Art von Gas am hellsten, am stärksten, und hat einen höhern Ton, als in den übrigen Gasarten.

In dem salpeterhalbsauren Gas verhält sich der Schall beinahe eben so, wie in dem Sauerstoffgas, und pflanzt sich eben so weit fort.

In dem Kohlensäuren Gas ist der Schall dunkler, und sein Ton niedriger als in der atmosphärischen Luft; auch pflanzt sich derselbe nicht so weit fort.

In dem Wasserstoffgas ist der Schall sehr dunkel, sein Ton unbestimmt, und er pflanzt sich nur auf eine sehr kleine Entfernung fort.

Wenn die Fortpflanzung des Schalls in der atmosphärischen Luft = 1,000 ist: so ist dieselbe in dem Sauerstoffgas = 113,5; in dem salpeterhalbsauren Gas = 113,0; in dem Kohlensäuren Gas = 82,0; in dem Wasserstoffgas = 23,4.

## Neun und dreißigstes Kapitel.

Ueber die Lusterscheinungen oder über die Meteorologie.

Die neuen Entdeckungen in der antiphlogistischen Chemie verbreiten ein großes Licht über die dunkle Lehre der Meteorologie. Wir sehen täglich, daß Wasser in der Atmosphäre in die Höhe steigt, und als Nebel, Regen, Schnee oder Hagel, wiederum herabfällt. Aber die Erklärung dieser täglich vorkommenden Erscheinung ist nichts desto weniger sehr schwer, und es hat dieselbe eine Menge von ungegründeten Hypothesen veranlaßt.

Das Wasser löst sich in der atmosphärischen Luft auf zweierlei Weise: vermöge des Feuers, und ohne Feuer. Mit

dem Feuer verbunden ist das Wasser in Gestalt gehobener Dämpfe (deren Unterschied von entstehenden Dämpfen ich oben schon erklärt habe) oder in Gestalt von Wassergas, mit der atmosphärischen Luft vermischt. Ausserdem enthalten aber noch die verschiedenen Gasarten, aus denen die atmosphärische Luft besteht, Wasser in flüssiger Gestalt, aufgelöst.

Das Hygrometer, oder dasjenige Instrument, mit welchem man den Grad der Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft abmisst, zeigt nur an, wieviel Wasser in flüssiger Gestalt in der atmosphärischen Luft enthalten ist: aber es zeigt nicht an, wieviel Wasser in der Gestalt von Eis, oder in der Gestalt von Gas, die Luft enthält. Eine Luft kann daher, zufolge der Grade, welche das Hygrometer anzeigt, sehr trocken zu seyn scheinen, und dennoch sehr viel Wasser in Gasgestalt enthalten. Daher kommt es, daß eine sehr trockne Luft, bei starker Erkältung, auf einmal feucht wird; und so entsteht oft, aus einer sehr trocknen Luft ein plötzlicher Regen von viel tausend Zentnern Wasser. Daher kommt es auch, daß in einer trocknen Luft kalte Körper mit Feuchtigkeit bedeckt werden; daß der Rauch sichtbar wird, sobald derselbe an einen kalten Ort gelangt; daß sich auf Flaschen, welche, aus einem kalten Keller, in ein warmes Zimmer gebracht werden, Feuchtigkeit ansetzt; daß, im Winter, die Fenster der warmen Zimmer inwendig mit Feuchtigkeit beschlagen werden; daß hingegen, wenn nach einer langen Kälte, auf einmal warme Witterung eintritt, alsdann die verschlossenen Fenster solcher Zimmer, die nicht geheizt werden, auswendig feucht sind.

Wenn also eine, mit Wassergas angefüllte, durchsichtige, und, zufolge des Hygrometers, trockne Luft, eine Erkältung leidet, so verdichtet sich das Wassergas zu Wasser, zu kleinen Tropfen, und die Luft wird undurchsichtig; denn obgleich diese kleinen Wassertropfen selbst durchsichtig sind, so wird doch das Licht, indem es durch die Luft in die Wassertügelchen, und aus den Wassertügelchen wiederum in die Luft geht, auf mannichfaltige Weise

gebrochen, und daher wird die Luft undurchsichtig, und das Wasser erscheint in derselben, in Gestalt eines Rauchs, oder eines Nebels. Daher scheint das Wasser zu rauchen, wenn dasselbe wärmer ist als die Luft, welche es umgibt; daher erscheint, im Winter, die Luft, welche aus einem warmen Keller kommt, in Gestalt eines Rauchs; daher kann man in der Kälte das Wasser sehen, welches durch das Athemholen der Thiere entsteht; und daher scheinen Thiere im Winter zu tauchen, wenn sie sich durch starke Arbeit erhitzt haben, und in Schweiß gerathen sind. So sehen wir auch, daß in den Thälern, in welchen, durch die Sonne und durch das erwärmte Erdreich, die Luft erwärmt worden ist, am Abend ein Nebel entsteht, sobald, durch die Abwesenheit der Sonne, die Luft wiederum kalt wird. So entsteht auch der Thau, indem das aufgelöste Wasser aus der, zunächst an der Erde liegenden und erwärmten, Schicht von Luft, durch die darüber liegende, kältere Luftschicht, niedergeschlagen wird.

So oft sich Wasser in Dämpfe verwandelt, entsteht Kälte; denn es verbindet sich mit demselben eine beträchtliche Menge Wärmestoff, ohne daß seine Temperatur dadurch erhöht wird. Dieser Wärmestoff wird den benachbarten Körpern entzogen, und daher entsteht die Kälte. Aus dieser Ursache bemerkt man, daß bei einer sehr hellen Luft, wenn die Atmosphäre sehr viel Wasser in Gasgestalt aufnimmt, das Wetter meistens kühl oder kalt ist. Der trockne Nordostwind ist daher allemal zugleich ein sehr kalter Wind. Wenn hingegen die Luft in den obern Regionen kälter wird, und das, in derselben in Gasgestalt enthaltene, Wasser die Form von Wasserbläschen wiederum annimmt; so wird eine große Menge von Wärmestoff frei; nämlich aller der Wärmestoff, welcher erfordert wurde um das Wasser in Gasgestalt zu erhalten. Sobald die Luft undurchsichtig wird, sobald Wolken entstehen, bemerkt man eine drückende Hitze, welche oft beinahe unerträglich ist. Wenn der Regen fällt, so wird die Luft wieder abgekühlt; denn, indem der Regen durch die warme Luft und auf die erwärmte Erde fällt, verdunstet derselbe zum Theil aufs Neue, und daher entsteht abermals Kälte. Auf

Auf eine andere Art entsteht der Regen durch die Verbindung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoffe, vermöge des elektrischen Funkens. Dieses geschieht vorzüglich bei Gewittern, und heinabe alle Gewitterregen entstehen auf diese Weise. Im Großen geht hier genau eben das vor, was in dem Versuche der Herren Troostovk und Deimann im Kleinen vorgeht. Die Gewitter entstehen vorzüglich bei heißer Witterung und im Sommer. Durch die Wärme, welche vor dem Gewitter hergeht, wird sehr viel Wasser zerlegt, dessen Sauerstoff sich zum Theil mit den Pflanzen verbindet, und dessen Wasserstoff größtentheils in die Höhe steigt, und wegen seiner außerordentlichen Leichtigkeit, bis in die höhern Regionen der Atmosphäre gelangt. Dort trifft nun dieser Wasserstoff eine große Menge Sauerstoff an, und durch den elektrischen Funken des Blitzes wird diese Mischung entzündet und in Wasser verwandelt. Daher fällt bei den Gewittern eine so große Menge von Regen auf einmal, und daher fängt es nicht eher an zu regnen, als bis es geblitzt hat. Da nun aber, so oft, aus der Verbindung des Wasserstoffes mit dem Sauerstoffe, Wasser entsteht, allemal eine große Menge Wärmestoff frei wird: so bemerkt man auch, daß ein Gewitterregen allemal warm ist. Wenn das Gewitter vorbei ist, so wird die Luft kühl: weil alsdann ein großer Theil des gefallenen Wassers sich wiederum in Gas verwandelt, folglich eine große Menge Wärmestoff einsaugt. Der Regen hört auf, sobald es aufhört zu blitzen: weil alsdann kein Wasser weiter entsteht.

Wenn die Temperatur der Atmosphäre bis zum Gefrierpunkte abnimmt, so gefriert das in derselben enthaltene Wasser; es verwandelt sich in kleine Kristalle von Eis, und fällt als Schnee herunter. Da aber allemal, so oft sich Wasser in Eis verwandelt, eine große Menge Wärmestoff frei wird, welcher, mit dem Wasser gebunden, dasselbe in flüssiger Gestalt erhielt: so bemerkt man auch allemal, daß die Temperatur der Luft wärmer wird, wenn es anfängt zu schneien, als sie vorher war. Bei sehr kaltem Wetter schneiet es nicht. Um die Entstehung des Schnees zu zeigen, mache man folgenden Versuch:

Versuch. Man löse, in warmem Wasser, soviel Kochsalzgesäuertes Ammoniak, (Salmiak) als dasselbe nur lösen kann. Diese Lösung gieße man in ein tiefes gläsernes Gefäß, welches vorher erwärmt worden ist. Nachher lasse man dieselbe, an einer ruhigen Luft, allmählig erkalten. Bald bilden sich an der Oberfläche kleine Kristalle. Diese kleinen Kristalle sind spezifisch schwerer als die Flüssigkeit, in welcher sie schwimmen, sie fallen daher langsam zu Boden. Aber, indem sie fallen, werden sie merklich größer, und sie gelangen auf den Boden des Gefäßes, in Gestalt zahlreicher und großer Flokken. Und, was sehr merkwürdig ist, diese Kristallisation fährt sehr schnell fort, in einer Flüssigkeit, welche nicht genug übersättiget ist, um sich von selbst zu kristallisiren. Ein entstandener Kristall determinirt sogleich die ganze Flüssigkeit zum Kristallisiren.

Eben dieß geschieht auch in der Luft wenn es schön eilet. Wann erst einige kleine Wassertropfen durch die Kälte kristallisirt worden sind, so hat die Kristallisation ihren Anfang genommen. Wann nachher diese kleinen Eiskristallen, vermöge ihrer spezifischen Schwere, anfangen zu fallen; so fährt die Kristallisation fort, und das übrige, in der Luft enthaltene, Wasser, welches sonst noch nicht würde von selbst kristallisirt seyn, kristallisirt sich nunmehr, weil die Kristallisation einmal angefangen hat. Die Kristallen des Schnees haben jederzeit die Gestalt von regelmäßigen Sechsecken, oder die Gestalt eines sechseckigten Sterns. Diese Gestalt der Kristalle bemerkt man deutlich, wenn der Schnee bei ruhiger Luft fällt, und wenn die Temperatur der Erde nicht hoch genug ist, um die Kristalle, so wie sie fallen, zu schmelzen. Ist aber die Atmosphäre in Bewegung, so stoßen sich diese Kristalle an einander, ihre kleinen Spitzen werden abgebroschen, und man kann ihre eigenthümliche Gestalt nicht länger erkennen.

So wie aber ein kleiner, in einer gesättigten Auflösung entstandener, Kristall die ganze Lösung zum Kristallisiren determinirt; so kann auch ein jeder anderer, kleiner und spitziger Körper, welcher in eine solche gesättigte Lösung gebracht

wird, die Kristallisation determiniren. Aus dieser Ursache bedient man sich, in den Manufakturen, in denen man Mittelsalze kristallisirt, kleiner Stöcke, oder Gäden, welche in die Lösung der Salze gebracht werden, und den Kristallen gleichsam zum Kerne dienen. Eben dieß geschieht auch in der Luft, und man bemerkt daher, daß sich der Reif um die Aeste der Bäume, und um andere spizige Körper ansetzt.

Eine vortreffliche Erklärung dieser Erscheinung verdanken wir Hrn. Richter. \*) Ich glaube, sagt er, daß Schwere ein sehr relativer Begriff sei. Ein Körper ist gegen einen andern schwer, wenn er von dem andern stärker angezogen wird, als von einem dritten. Werden beide wieder von einem dritten stärker angezogen, als von einem vierten; so sind auch beide wieder gegen den dritten schwer. Allein die stärker anziehende Kraft des andern gegen den ersten, das ist die Schwere des ersten gegen den andern, wird hiedurch nicht aufgehoben: daher wird das Pendel, durch einen in der Nachbarschaft befindlichen großen Berg, aus der senkrechten Richtung, nach der Seite des Berges gezogen; das heißt: das Pendel ist nicht nur gegen den Mittelpunkt der Erde, sondern auch gegen den Berg schwer. Auf eben diese Art dienet ein Bindfaden einer sich kristallisirenden Salzauflösung zum Kerne. So heterogen auch der Bindfaden mit dem Salze ist, so kommt doch die Schwere in Betracht. Die sehr kleinen Salztheile, welche im Wasser nicht aufgelöst bleiben können, und in der Nachbarschaft des Bindfadens sind, werden stärker von dem Bindfaden angezogen, als von den anderen Gegenständen (das heißt: sie sind gegen den Bindfaden schwer). Nun wird diese anziehende Kraft, folglich auch die Schwere, immer größer, weil sie durch die angelegten Salztheile vermehrt wird: daher auch das Ansetzen der Kristalle mit vermehrter Geschwindigkeit geschieht. — Wenn eine Salzauflösung in einer Temperatur gesättigt ist, und es wird diese Temperatur vermindert, so sind die Salztheile geneigt, sich

\*) Richters Kritik, Seite 36. 157.

auszuschneiden. Ist nur erst ein kleiner Kristall zu Stande gekommen, oder befindet sich in der Auflösung ein Körper, welcher (die Zwischenräume abgerechnet, und als *quantitas continua* betrachtet) mehr Masse in Einem Raume schließt als das Wasser: so sind die, zunächst an den entstandenen Kristall, oder an den heterogenen Körper zunächst gränzenden, noch im Wasser aufgelösten, Salztheile schwerer gegen den Kristall, oder gegen den heterogenen Körper, als gegen das Wasser: daher die Trennung, welche mit beschleunigter Geschwindigkeit erfolgen muß.

Die Entstehung des Hagels ist nicht so leicht zu erklären. Es finden hier zwei große Schwierigkeiten statt. Erstens, die Entstehung dieser Lusterscheinung an und für sich: und zweitens der Umstand, daß der Hagel niemals im Winter, und niemals bei der Nacht entsteht.

Zu der Entstehung des Hagels scheint die Elektrizität sehr viel beizutragen; denn die Hagelwetter sind allemal zugleich Gewitter, und wenn es bei anhaltendem Regen anfängt zu blißen, so verwandelt sich der Regen sogleich in Hagel. Der Hagel entsteht in den höhern Regionen der Luft; und wahrscheinlich hagelt es deswegen niemals im Winter, weil bloß in einer warmen Jahreszeit die oberen Regionen der Luft eine Temperatur unter 0 Reaum. haben.

Im Frühling und im Herbst fällt der Graupenhagel, welcher aus kleinen, mit Schnee bedeckten, Hagelkörnern besteht, folglich ein Mittelding zwischen Schnee und Hagel ist.

Die Wasserhose besteht aus einer Wolke, welche die Gestalt einer beinahe senkrechten Säule angenommen hat. Oben ist sie gemeinlich trichterförmig, und scheint sich mit dem darüberstehenden Gewölke zu verbinden. Unten endigt sie sich in eine Spitze, welche, mehr oder weniger, der Erde nahe ist. Diese Wolke wirft weit um sich her, oft auf eine große Entfernung, Regen und zuweilen auch Hagel. Die Luft, welche die Wasserhose umgibt, ist in großer Bewegung. Sie reißt Bäume mit den Wurzeln aus, wirft Gebäude um, und zieht alles mit sich, was nicht fähig ist, einen sehr starken Widerstand zu leisten. Entsteht die Wasserhose auf dem

Meere, so erhebt sich das Wasser um viele Füsse, und macht einen Kegel, dessen Ape in der Verlängerung der Ape der Wasserhose liegt.

Da man auf der Oberfläche einer elektrisirten Flüssigkeit etwas ähnliches bemerkt, wenn man aus derselben einen Funken zieht: so hat man auch die Wasserhose für eine elektrische Erscheinung gehalten. Aber, außerdem, daß es unbegreiflich ist, wie eine säulenförmige Wolke einen Funken aus dem Wasser sollte ziehen können; so dauert ein elektrischer Funke nur einen Augenblick, hingegen die Erhebung des Wassers unter der Wasserhose dauert solange die Wasserhose dauert.

Die Wasserhose läßt sich sehr leicht auf folgende Weise, ohne alle Hülfe der Elektrizität, erklären. Man stelle sich zwei Luftzüge in entgegengesetzter Richtung vor. Diese beiden Luftzüge theilen der Luftmasse, durch welche sie getrennt sind, eine schnelle kreisförmige Bewegung um eine beinahe senkrechte Ape mit. Geht nun diese kreisförmige Bewegung sehr schnell vor sich, so erhalten die kleinsten Theile der Luft, welche durch diese Bewegung fortgerissen werden, sehr bald eine beträchtliche Centrifugalkraft, welche, indem sie dieselben von der Ape der Rotation entfernt, den Druck vermindert, den diejenigen Theilchen vorher litten, welche nahe bei der Ape sind. Die erste Wirkung dieses verminderten Drucks ist, daß dadurch die Luft bei der Ape mit Wasser übergesättigt wird, daher läßt dieselbe eine gewisse Menge Wassers fahren, sie verliert ihre Durchsichtigkeit, und erscheint in Gestalt eines säulenförmigen Gewölkes. Die Wassertheilchen erhalten eine größere Centrifugalkraft, als die Lufttheilchen, weil sie größer und schwerer sind, und, indem sie Luft mit sich fortreißen, helfen sie noch überdieß den Druck, welchen die Centraltheile leiden, zu vermindern. Da nun diese dem Drucke der Atmosphäre in der Ape der Rotation nicht länger widerstehen können; so verstaten sie der Luft an den beiden Enden der Ape den Zutritt, wie in einer luftleeren Röhre. Weil aber die eindringende Luft bald eben das Schicksal hat, wie die Luft an deren Stelle sie tritt, so entsteht ein beständiger Luft-

zug. Die Luft, indem sie durch die Aze durchgeht, verliert ihre Durchsichtigkeit, und erhält die Undurchsichtigkeit der säulenförmigen Wolke, und geht in horizontaler Richtung davon. Daraus entsteht der Regen, den die Wasserhose um sich her verbreitet. Die Luft, welche, an den beiden Ende der Aze, zufließt, reißt die Gegenstände, die ihr nicht widerstehen können, mit sich fort. Entsteht die Wasserhose auf dem Meere, so wird sich das Wasser in die Höhe heben, und wie in eine Saugpumpe eingezogen werden \*).

Das Geräusch, welches mit dem Donner verbunden ist, hat man bis jetzt noch nicht genuthuend erklärt. Man weiß, daß der Blitz weiter nichts ist, als ein starker elektrischer Funke. Aber es ist noch nicht ausgemacht, ob dieser Funke jederzeit von der Erde aus der Atmosphäre gelockt wird, oder ob nicht derselbe zuweilen von der Atmosphäre aus der Erde gelockt werde. Das Geräusch des Donners ist nicht der Lärm einer elektrischen Explosion, und das Rollen des Donners ist nicht das Echo dieser Explosion. Die Wolken sind nicht im Stande Widerstand zu thun, und den Schall zurück zu werfen, wie feste Körper zu thun pflegen. Ein Kanonenschuß auf dem Meere, weit vom Ufer, wird nur einmal und ohne Rollen gehört: hingegen rollt der Donner auf dem Meere wie auf dem Lande. Könnten die Wolken den Schall zurück werfen und ein Echo verursachen: so müßte auch auf dem Meere ein Kanonenschuß zurückgeworfen werden. So oft plötzlich eine große Wolke entsteht, so oft entsteht auch Blitz und Donner. Wenn im Sommer, bei trockenem und warmem Wetter, sich der Wind nach Südwest dreht, so hört man einen Donnerschlag, und sogleich ist der vorher reine und heitere, Himmel mit Wolken bedeckt. So wie sich das Gewitter nähert, und die Donnerschläge auf einander folgen, entstehen mehr und mehr neue Wolken, welche vorher nicht da waren, und welche nicht von dem Winde hergebracht worden sind. Bald wird die Luft um den ganzen

\*) Mémoires sur les principaux phénomènes de la Météorologie. Par M. Monge.

Horizont undurchsichtig; es entsteht ein Regen, welcher mit der Anzahl und der Stärke der Donnerschläge im Verhältnisse steht; und die Entstehung der Wolken sowohl, als der Regen, hört nicht eher auf, als bis der Donner aufgehört hat.

Man hat viele Beobachtungen vom Donner bei ganz heiterm und unumwölkttem Himmel. Der Donner ist demzufolge nicht eine Folge des Blitzes; er ist die Folge der Entstehung einer großen Wolke. Indem sich das Wassergas in der Atmosphäre, durch plötzliche Erkältung, in Wasser verwandelt, nimmt es einen neun hundert mal kleinern Raum ein als vorher; es entsteht ein Vacuum; die obern Schichten und die Nebenschichten drängen sich zu und füllen den leeren Raum an; und indem sie auf einander fallen, entsteht das Geräusch. Eben dieß geschieht täglich, im Kleinen, wenn man schnell ein Etui aufmacht, dessen Deckel gut paßt. Indem sich der Deckel über dem Vorstoß hinbewegt, wird die innere Luft ausgedehnt, und sobald das Etui geöffnet ist, dringt die äußere Luft schnell herein, um den leeren Raum auszufüllen, und so entsteht das Geräusch, welches man hört. So knallt auch eine Peitsche; denn der Zwick der Peitsche, welcher platt und löffelförmig ist, wird schnell zurückgezogen; er reißt eine kleine Menge Luft mit sich; es entsteht ein Vacuum; aus der umgebenden Luft schlägt sich etwas Wasser nieder; es entsteht eine kleine Wolke, welche man sieht, wenn der Hintergrund dunkel ist; die umgebende Luft drängt sich zu, um den leeren Raum auszufüllen; daher das Klatsehen. Mit einem ähnlichen Geräusche zerplatzt die Blase auf der Glocke der Luftpumpe.

Die Irerwische entstehen in sumpfigen Gegenden, und sind wahrscheinlich weiter nichts, als gephosphortes Wasserstoffgas, welches sich aus versaulten Thieren und Pflanzen entwickelt.

Eben so sind die Sternschnuppen wahrscheinlich gephosphortes Wasserstoffgas, welches sich in der Luft von selbst entzündet, das heißt, mit dem Sauerstoffe verbindet. Sternschnuppen entstehen nur bei warmer Witterung, weil eine ho-

he Temperatur erfordert wird, um den Phosphor in Gas zu verwandeln.

Aus der Theorie des Regens hat Hr. Deluc einige Einwürfe gegen die antiphlogistische Chemie hergenommen, welche besondere Aufmerksamkeit verdienen, indem er ihnen eine große Wichtigkeit beilegt.

Hr. Deluc behauptet, und Herr Hofr. Lichtenberg stimmt ihm bei, daß Wolken und Regen sich nicht aus dem umgekehrten Prozesse der Ausdünstung erklären lassen. »Allet Regen,« sagt er, »sey zwar von der Erde aufgestiegen, aber »zwischen diesem Aufsteigen und dem nachherigen Herabfallen »habe sich dieses Wasser in einem Zustande befunden, worinn »es kein Gegenstand für das Hygrometer, das heißt kein »Wasser mehr gewesen sey. Da wir nun an den Stellen, wo es »verschwinde, bloß Luft fänden, so müsse es selbst in einen »luftförmigen Zustand übergegangen seyn; und folglich rühre »der Regen daher, daß jene Luft sich wieder zerlese, und in »Wasser verwandle. Herr Deluc beweist diesen Satz durch »die große Trockenheit der Luft, welche kurz vorher, ehe sich »in irgend einer atmosphärischen Schicht Wolken bilden, durch »das Hygrometer wahrgenommen wird, und welche, wie er be- »hauptet, selbst rings um diese Wolken herum statt finde. »Das Wasser an der Basis der Atmosphäre verdünste des »Nachts, wie am Tage, zu jeder Zeit, und erhebe sich unauf- »hörlich in die Atmosphäre, ohne daß die Feuchtigkeit sich »vermehrte. Ganze Monate verfließen oft, bei stillem Wetter, »und, weit entfernt daß die Feuchtigkeit zunehme, nehme sie »vielmehr immer mehr und mehr ab. Der ausgetrocknete »Boden gebe endlich gar keine Dünste mehr, und selbst der »Thau höre überall, außer an den Ufern der Gewässer, auf. »Das Hygrometer empfinde nichts von der ungeheuren Men- »ge Wasser, welche sich nach und nach erhebe; und ehe sich »Wolken bildeten, wären die obern Regionen wenigstens so »trocken, als die untern Schichten der Atmosphäre bei gleicher »Temperatur: ja oft erreichten sie eine Trockenheit, die sich in »der Ebene gar nicht fände. In dieser äußerst trocknen Luft »sechstunden nur plötzlich Wolken, Hagelwetter, Platzregen,

die welschen Stunden anhielten, das Land überschwemmeten, und wenn sie vorüber wären, fände man den Zustand der Luft in Rücksicht auf Feuchtigkeit gar nicht geändert. Dies alles lasse sich schlechterdings nicht aus der gewöhnlichen Ausdünstungstheorie erklären, vermöge welcher die Luft, welche sich Wolken bildet, vorher das Maximum ihrer Feuchtigkeit erreichen, und solche dem Hygrometer offenbaren müßte. Außerdem wisse man ja, aus Cassures Versuchen, daß in einem Kubischfuß Luft höchstens zehn Gran Wasser aufgelöst seyn könnten, mithin das, in einer atmosphärischen Schichte enthaltene Wasser bei weitem nicht hinreichend sei, nur einen Nebel zu bilden. \*) Diese Einwürfe hat Hr. Hofrath Mayer zu Erlangen vortreflich beantwortet. \*\*) Er sagt, es ist es durch Herrn Delàcs Einwürfe noch gar nicht entschieden, daß die gewöhnliche Ausdünstungstheorie zur Erklärung des Regens nicht hinreicht; reicht sie aber hin, so sehen jene Einwürfe dem antiphlogistischen Systeme auch nicht mehr entgegen. Ich behaupte nämlich, daß die, durch das Hygrometer angezeigte, Trockenheit der Luft in den höhern Regionen vor und nach dem Regen, noch nicht beweise, daß das, zur Bildung des Regens erforderliche, Wasser nicht als Wasser in der Atmosphäre enthalten gewesen seyn könne, denn das Hygrometer zeigt nur die größere oder geringere Menge von Wasser an, welche die Luft, nach ihrer Anziehungskraft nicht mehr fassen kann; und man darf sich nur eine richtige Idee von dem Ausdünstungsprozesse machen, um begreifen zu können, warum das Hygrometer, in Ansehung der Quantität des in der Luft enthaltenen Wassers, im geringsten nichts entscheiden kann. Wenn wir uns die Luft als ein von dem Wasser verschiedene Substanz denken, welche aber durch Anziehung sich mit dem Wasser innigst verbinden kann, sobald dasselbe durch den Wärmestoff hinlänglich verfeinert, und in einen Dampf (in Gas) verwandelt worden ist:

\*) Orens Journal der Physik. Fünfter Band S. 372.

\*\*) Ebendasselbst. S. 374.

so haben wir unstreitig den richtigsten Begriff von der Art, wie das Wasser von der Atmosphäre aufgenommen wird, und in ihr, gleichsam wie die Theile eines aufgelösten Körpers in dem Auflösungsmittel, enthalten ist. Hier wirkt die Ziehkraft der Luft auf die Theilchen des Wasserdunstes; und das Wasser folgt dieser Vereinigung, nachdem es durch den Wärmestoff dazu vorbereitet war, und hängt sich an die Lufttheilchen, ohne sonst eine Veränderung seines Zustandes erfahren zu haben. Daß es sich, im Zustande dieser innigen Vereinigung mit der Luft, nicht an die Substanz eines Hygrometers hängen kann, ist klar (Das Wasser hat, in diesem Falle, eine größere Verwandtschaft zu der Luft, als zu der Substanz des Hygrometers). Das Wasser kann nur dann sich mit dem Hygrometer verbinden, wenn die Anziehungskraft (Verwandtschaft) der hygrometrischen Substanz zum Wasser, oder zu den Wassertheilchen in der Luft, stärker ist, als die Kraft, womit die Kraft (Verwandtschaft) womit die Wassertheilchen von der Luft selbst gezogen werden: und so kann die Luft mit Wasser gesättigt seyn (viele tausend Zentner Wasser enthalten) und das Hygrometer dennoch vollkommene Trockenheit zeigen; ein Umstand, der mir so wenig sonderbar scheint, als warum Gold in Königswasser aufgelöst sich nicht an einen Stab Eisen hängen kann, so lange es in jener Verbindung steht. Durch diese Verwandtschaft der Luft zum Wasser kann demnach eine ungeheure Menge Wassers in die Atmosphäre aufgenommen werden, ohne daß uns das Hygrometer von der Gegenwart desselben belehrte. Wächst diese Ziehkraft der Luft, so muß das Hygrometer zur Trockenheit gehen: und nimmt sie ab, so wird es Feuchtigkeit anzeigen, wenn gleich die Temperatur dieselbe geblieben ist. Überhaupt dünkt mir, daß die Änderung der Temperatur am wenigsten zum Niederschlagen des Wassers in der Luft beiträgt. Höchstens können dadurch leichte Nebel, aber keine Plazregen und Wolkenbrüche erklärt werden. Man muß sich nämlich vorstellen, daß, außer den Wasserdünsten, welche die Luft durch ihre Anziehungskraft in sich aufnimmt, auch noch Wassertheilchen, zumal wenn die Ausdünstung

stark ist, mechanisch in die Atmosphäre erhoben werden  
 durch die spezifische Leichtigkeit, die sie durch den, mit ihnen  
 verbundenen, Wärmestoff erhalten. Nur dieses Wasser  
 scheint mir durch eine Änderung der Temperatur aus der Luft  
 niedergeschlagen werden zu können; sobald nämlich die Dunste  
 theilchen jenen Wärmestoff abzusetzen genöthigt sind, folgen  
 sie ihren eigenen Ziehkräften, und vereinigen sich in merkliche  
 Tröpfchen, oder Bläschen; und trüben die Luft; aber wegen  
 ihrer ungleich geringeren Menge scheint dadurch kein Regen  
 entstehen zu können. Auch hat Herr Deluc gezeigt, daß in  
 keinem Falle sich vor einem starken Regen eine so beträchtliche  
 Veränderung der Temperatur in einer Luftschicht ereigne, daß  
 der Regen dadurch erklärt werden könne. Es muß demnach  
 der aus der Luft niederfallende Regen auf eine von der Tem-  
 peratur unabhängige Art erklärt werden; und das wird ge-  
 schehen, wenn wir annehmen, das, zur Bildung eines Re-  
 gens erforderliche, Wasser rühre von der ungleich größern  
 Menge von Wassertheilchen her, welche nicht auf obgedachte  
 mechanische Art, sondern durch wirkliche Verwandtschaft mit der  
 Luft vereinigt waren, durch kein Hygrometer angezeigt wurden,  
 und bloß durch eine Verminderung dieser Verwandtschaft oder  
 Ziehkraft, sich aus der Luft präzipitirten. So kann demnach,  
 bei vermehrter Ziehkraft der Luft, das Wasser, ohne übrigens  
 seine Natur zu ändern (ohne in Sauerstoff und Was-  
 serstoff zerlegt zu werden) an der Basis der Atmosphäre Mo-  
 nate lang verdunsten, und als Wasser sich mit der Luft  
 verbinden, ohne im Zustande dieser innigen Vereinigung ir-  
 gend auf das Hygrometer wirken zu können: und so kann  
 demnach auch das Hygrometer in einer Luftschicht große Trok-  
 kenheit zeigen, und dennoch soviel Wassers in ihr vorhanden  
 seyn, daß wenn die Luft in dieser Schicht schnell ihre Zieh-  
 kraft zum Wasser verliert, Feuchtheit entstehen, Platzregen  
 und Wolkenbrüche sich ergießen können, indem alle angrän-  
 zende Luft in dem Zustande der vollkommensten Trockenheit,  
 nach der Anzeige des Hygrometers, bleiben kann. So lange  
 die Ursache dieser Verminderung der Ziehkraft in jener Schicht  
 fortbauert, wird beständig Wasser abgesetzt, und, an die

Stelle des abgesetzten, von den rings herum befindlichen Schichten immer wieder Luft zugeführet, die in dieser Schicht ihr Wasser absetzt, bis endlich die Ursache jener Verminderung der Ziehkraft aufhört, und alles wieder in den vorigen Zustand kommt. Begreiflich kann dann das Hygrometer auch wieder Trockenheit, wie zuvor, zeigen, und das Wunderbare, das Herr Deluc in den Phänomenen des Regens fand, wird solchergestalt nicht mehr unerklärbar seyn, sich auch sehr wohl mit der Theorie der Ausdünstung vertragen, so bald man alles aus dem wahren Gesichtspunkte betrachtet, und nicht von dem Hygrometer mehr verlangt, als was es nach seiner Natur und Beschaffenheit anzeigen kann. So wenig dieses Werkzeug die Gegenwart des Wassers in dem Wasserdampfe, wenn es 212 Fahrenheitische Grade heiß ist, anzeigen kann, und so gewiß es ist, daß es in diesem Dampfe vollkommene Trockenheit zeigt, ungeachtet die Theilchen des Wassers in diesem Dampfe doch immer als Wasser enthalten sind; eben so gewiß ist es auch, daß das Wasser, ohne seine Natur verändert zu haben, mit der Luft verbunden seyn kann, ohne daß es seine Gegenwart dem Hygrometer offenbarte.

## Zweiter Abschnitt.

### Von den unzerlegten Körpern.

Von den einfachen Körpern unterscheiden sich die unzerlegten Körper dadurch, daß wir die Bestandtheile dieser Körper zwar noch nicht genug kennen, aber doch mit Wahrscheinlichkeit hoffen dürfen, dieselben einst kennen zu lernen: da hingegen die einfachen Körper, aller Wahrscheinlichkeit nach, wirklich einfach sind, und daher niemals weiter werden zerlegt werden können.