
Bemerkungen über die verschiedenen Methoden des chemischen Vortrags, nebst Andeutungen über den Zusammenhang der chemischen Prozesse und über den Gang, welchen die Entwicklung des chemischen Wissens möglicherweise hätte nehmen können, so wie über den Gang, welchen sie wirklich genommen hat.

Das Studium der Chemie wird dem Anfänger dadurch bedeutend erschwert, dass man beim Vortrag dieser Wissenschaft gewisse Kenntnisse von der Natur von Körpern voraussetzen pflegt, mit welchen man ihn noch nicht bekannt gemacht hat.

Man macht gewöhnlich mit der Betrachtung des Sauerstoffs den Anfang, weil dieser Körper die mannigfaltigsten Verbindungen mit andern Körpern eingeht, und einen Bestandtheil der atmosphärischen Luft und des Wassers ausmacht, mit deren Natur man nicht frühe genug bekannt gemacht werden kann, sofern sie bei den meisten chemischen Processen eine sehr wichtige Rolle spielen. Aber der Sauerstoff kommt nicht in reinem Zustande in der Natur vor, und soll derselbe rein dargestellt werden, so muss von den Körpern, aus welchen er ausgeschieden werden kann, die Rede seyn, und der Anfänger fühlt sogleich das Bedürfniss, wenigstens einige Begriffe von der Natur dieser Körper zu erhalten. Stellt man den Sauerstoff z. B. aus der atmosphärischen Luft dar, so muss von dem andern Hauptbestandtheil der Luft, dem Stickgas, die Rede seyn;

es muss die Ursache angegeben werden, warum es nicht möglich ist, das Sauerstoffgas unmittelbar von dem Stickgas zu isoliren; es muss also angeführt werden, dass der Stickstoff als Stickgas keine Neigung hat, mit andern Körpern Verbindungen einzugehen, während das Sauerstoffgas hierzu die grösste Neigung hat, woraus dann weiter sich ergibt, dass es nur dann möglich ist, das Sauerstoffgas isolirt zu erhalten, wenn man dasselbe eine feste oder tropfbar-flüssige Verbindung mit einem andern Körper eingehen lässt, und wenn diese Verbindung so zersetzt werden kann, dass blos der Sauerstoff, nicht aber auch der andere Körper bei der Zersetzung als Gas zum Vorschein kommt. Man wird also weiter darauf aufmerksam machen müssen, dass zwar sehr viele Körper mit dem Sauerstoffgas feste oder flüssige Verbindungen eingehen können, dass aber nur wenige dieser Verbindungen auf die angeführte Weise wieder zersetzt werden können. So wird man denn am Ende beim Quecksilber stehen bleiben, welches mit dem Sauerstoff bei einer gewissen Temperatur eine feste Verbindung eingeht, die dann durch höhere Temperatur wieder zersetzt wird, und zwar in Sauerstoffgas und in Quecksilbergas, welches letztere aber bei der gewöhnlichen Temperatur zu tropfbar-flüssigem Quecksilber sich verdichtet. — Soll Sauerstoffgas aus Wasser dargestellt werden, so muss man die wesentlichsten chemischen Verhältnisse des Wasserstoffs anführen, namentlich muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass auch der Wasserstoff gerade wie der Stickstoff, viel weniger geneigt ist, mit andern Körpern Verbindungen einzugehen, als der Sauerstoff, dass man aus diesem Grunde in der Wahl der Mittel, den Sauerstoff aus dem Wasser isolirt darzustellen, sehr beschränkt ist, weil es so wenige Körper gibt, die mit dem Wasserstoff eine Verbindung einzugehen vermögen, ohne zugleich auch mit dem Sauerstoff sich zu verbinden. Es wird daher, wenn man nicht blos allein

von der Darstellung des Sauerstoffs aus dem Wasser mittelst Einwirkung der voltaschen Säule auf dasselbe sprechen will, eine Bekanntschaft mit dem Chlor vorausgesetzt. — Soll endlich der Sauerstoff aus Superoxyden, Säuren oder Salzen dargestellt werden, so wird auch eine Bekanntschaft mit diesen Körpern vorausgesetzt, deren chemische Verhältnisse zum Theil von einer ziemlich verwickelten Natur sind.

Was von dem Sauerstoff gesagt wurde, gilt für alle übrigen Elemente, denn auch bei diesen wird, wenn die Methoden, mittelst welcher sie dargestellt werden, verständlich seyn sollen, eine Bekanntschaft mit den Eigenschaften anderer Körper vorausgesetzt. Es kommen zwar einige Elemente in isolirtem Zustand in der Natur vor, wie z. B. unter den nicht-metallischen der Schwefel und die Kohle, unter den metallischen das Kupfer, Antimon, Wismuth, Arsenik, Tellur, Quecksilber, Silber, Gold u. s. f.: aber theils sind sie dann doch nicht vollkommen rein, theils kommen sie auch in Verbindungen mit andern Elementen vor, welche gerade vorzugsweise zu ihrer Darstellung benützt werden. So kommen z. B. Schwefel, Kupfer und Quecksilber zwar in isolirtem Zustand vor, aber die grösste Menge des im Handel vorkommenden Schwefels wird aus Zweifach-Schwefeleisen (Schwefelkies), das meiste Kupfer aus einer Verbindung von Schwefeleisen und Schwefelkupfer (Kupferkies), und alles im Handel vorkommende Quecksilber aus Schwefelquecksilber (Zinnober) dargestellt.

Hat man sich einmal mit allen einzelnen Elementen bekannt gemacht, und geht hierauf zu der Darstellung von Verbindungen erster Ordnung über, so sollte man glauben, dass eine Bekanntschaft mit den Eigenschaften von Körpern, von welchen noch nicht die Rede gewesen ist, jetzt nicht mehr vorausgesetzt werden müsse, sofern, wenn einmal die Elemente gegeben sind, die Verbindungen dieser unter

einander grösstentheils unmittelbar hervorgebracht und studirt werden können. Zwar lassen sich mehrere Elemente nicht direct mit einander verbinden; würden aber diejenigen Verbindungen erster Ordnung, welche unmittelbar aus ihren Elementen zusammengesetzt werden können, zuerst betrachtet werden, so würden damit auch diejenigen Kenntnisse erworben, mittelst welcher die Darstellungsmethoden von solchen Verbindungen, die nicht unmittelbar aus ihren Elementen sich zusammensetzen lassen, verständlich werden. — Chlor lässt sich z. B. nicht direct mit Sauerstoff verbinden, und wenn man daher mit der Betrachtung derjenigen Verbindungen erster Ordnung, welche die nicht metallischen Elemente bilden, den Anfang macht, so muss eine Bekanntschaft mit dem Kali und dem Chlorkalium, welche beide Verbindungen bei der Darstellung des Chlors in Betracht kommen, vorausgesetzt werden. Da jedoch die Kenntniss von allen Elementen als bekannt vorausgesetzt wird, und sowohl Chlor als Sauerstoff unmittelbar mit Kalium verbunden werden können, so wird, wenn das Chlorkalium und das Kali vor der Chlorsäure betrachtet werden, die Darstellung der Chlorsäure selbst verständlich, ohne dass eine Bekanntschaft mit den Verhältnissen von Körpern vorausgesetzt werden müsste, von welchen noch nicht die Rede gewesen ist.

Ungeachtet nun aber, wenn die Elemente gegeben sind, das Studium der Verbindungen derselben eine Bekanntschaft mit Körpern, von denen noch nicht die Rede gewesen ist, nicht nothwendig voraussetzt, so pflegt man doch beim Vortrag der Chemie hierauf nicht ängstlich Rücksicht zu nehmen, und setzt sehr häufig, auch bei der Betrachtung der Verbindungen, welche die Elemente mit einander bilden, eine Bekanntschaft mit Körpern voraus, von welchen erst später ausführlicher die Rede ist.

Die chemischen Verhältnisse der Schwefelsäure z. B. könnten, wenn man es vermeiden wollte, eine Bekanntschaft mit noch unbekanntem Körpern voraussetzen, auf folgende Weise studirt werden. Wenn Schwefel in Sauerstoff-

stoffgas verbrannt wird, so entsteht schwefligsaures Gas, und man erhält wässerige schweflige Säure, wenn man das schwefligsaure Gas mit Wasser in Berührung bringt. (Ich setze voraus, dass man Sauerstoffgas mit Wasserstoffgas, z. B. mittelst des elektrischen Funkens, verbunden und gezeigt habe, dass man dabei denselben Körper erhält, welchen man durch Destillation des in der Natur vorkommenden Wassers gewinnt). Bringt man nun die wässerige schweflige Säure mit Sauerstoffgas in Berührung, oder vermischt man sie mit wässerigem Chlor, so erhält man wässerige Schwefelsäure. Im ersteren Fall wird Sauerstoffgas verschluckt, woraus man schliesst, dass die schweflige Säure sich mit mehr Sauerstoff zu Schwefelsäure verbunden habe. Die Richtigkeit dieses Schlusses wird durch folgende That- sachen erwiesen. Wenn man die mit Sauerstoffgas längere Zeit in Berührung gewesene wässerige Säure destillirt, so entwickelt sich kein Sauerstoffgas, sondern blosses Wasser, und es bleibt zuletzt eine saure, schwere Flüssigkeit zurück, welche erst bei bedeutend erhöhter Temperatur überdestil- lirt, und welche, wenn ihre Dämpfe durch eine weissglü- hende Porzellanröhre geleitet werden, in Wasser, *schwef- ligsames Gas* und *Sauerstoffgas* zerfällt, wobei immer 2 Maasse schwefligsaures Gas auf 1 Maass Sauerstoffgas ge- bildet werden, was man daraus findet, dass wenn das er- haltene Gas mit einer in Wasser gelösten Salzbasis geschüt- telt wird, $\frac{2}{3}$ desselben verschluckt werden. — In dem letz- teren Fall, wenn wässeriges Chlor mit wässriger schwefli- ger Säure vermischt wird, entsteht Schwefelsäure dadurch, dass Wasser zersetzt wird, dessen Sauerstoff mit der schwef- ligen Säure sich verbindet, während der Wasserstoff des Wassers das Chlor in Salzsäure verwandelt. Die Richtig- keit dieses Schlusses wird dadurch erwiesen, dass man bei der Destillation der Flüssigkeit zuerst Salzsäure erhält, deren Eigenschaften ganz mit den Eigenschaften derjenigen

Säure übereinkommen, welche man erhält, wenn Chlor direct mit Wasserstoff verbunden und die Verbindung mit Wasser zusammengebracht wird; dass aber zuletzt Schwefelsäure überdestillirt, welche sich in Wasser, schwefligsaures Gas und Sauerstoffgas zersetzen lässt.

Wird die so erhaltene Schwefelsäure mit der gehörigen Menge von Wasser vermischt und metallisches Eisen zugesetzt, so entwickelt sich Wasserstoffgas und beim Abdampfen der Flüssigkeit erhält man eine in grünlich-blauen Krystallen anschliessende Verbindung. Aus der Entwicklung von Wasserstoffgas beim Zusammenbringen von metallischem Eisen mit wässriger Schwefelsäure schliesst man, dass ein Theil Wasser zersetzt werde, dass der Wasserstoff desselben als Wasserstoffgas sich entwickle, der Sauerstoff mit dem Eisen sich verbinde, und die so gebildete Verbindung mit der ihrer ganzen Menge nach unzersetzt gebliebenen Schwefelsäure zu jenem grünlich-blauen Körper sich vereinige. Dieser Schluss wird dadurch bekräftigt, dass wenn metallisches Eisen in Sauerstoffgas erhitzt wird, die so erhaltene Verbindung des Eisens mit Sauerstoff *ohne Wasserstoffgasentwicklung* in wässriger Schwefelsäure sich auflöst, dass man ferner beim Abdampfen dieser Auflösung ebenfalls grünlich-blaue Krystalle erhält, die mit den vorhin erwähnten, durch Auflösen des *metallischen* Eisens in wässriger Schwefelsäure erhaltenen, übereinkommen.

Werden diese grünlich-blauen Krystalle in einer Retorte erhitzt, so entwickelt sich Wasser, und in der Retorte bleibt ein weisses Pulver zurück. Hieraus ergibt sich, dass diese Krystalle, ausser Schwefelsäure und einem Oxyd des Eisens, auch Wasser enthalten. Wird dieses weisse Pulver stärker erhitzt, so entwickelt sich anfangs *schwefligsaures Gas*, *aber kein Sauerstoffgas*. Hieraus folgt (sofern man nicht etwa voraussetzen wollte, dass die Schwefelsäure selbst noch mehr Sauerstoff mit sich zu verbinden vermöge, als

sie bereits enthält), dass das Eisen eine grössere Menge Sauerstoff mit sich zu verbinden vermag, als diejenige ist, welche es aufnimmt, wenn es durch den Sauerstoff des Wassers in Berührung mit wässriger Schwefelsäure oxydirt wird. — Erhitzt man jetzt den Rückstand noch stärker, so entwickelt sich schwefligsaures Gas und Sauerstoffgas in dem zur Bildung von Schwefelsäure erforderlichen Verhältniss, und ausserdem geht ein Theil der Schwefelsäure in Form einer flüchtigen, zu einer weissen Masse condensirbaren Substanz unzersetzt, als wasserfreie Schwefelsäure, über. Dass diese Säure wirklich wasserfreie Schwefelsäure sey, können wir auf folgende Art beweisen. 1) Wird sie mit Wasser in Berührung gebracht, so entwickelt sich kein Gas und es wird gewöhnliche wässrige Schwefelsäure gebildet. — Damit ist jedoch nicht bewiesen, dass sie ganz wasserfrei sey. 2) Da wir alle Elemente als bekannt voraussetzen, so können wir nachweisen, dass durch die Verbindung von metallischem Blei mit Sauerstoffgas Bleioxyd gebildet wird. Bringen wir nun eine abgewogene Menge der Säure zuerst mit Wasser in Verbindung, und digeriren hierauf diese saure Flüssigkeit mit überschüssigem Bleioxyd, dessen Menge gleichfalls mit Sorgfalt bestimmt wurde, so bemerken wir, dass das Bleioxyd eine hellere Farbe annimmt und dass der saure Geschmack der Flüssigkeit allmählig ganz verschwindet. Wird diese Operation in einer Retorte mit Vorlage vorgenommen, und der Inhalt der Retorte zuletzt bis zum Glühen erhitzt, so finden wir, dass Nichts als reines Wasser überdestillirt, und dass der Rückstand in der Retorte genau so viel wiegt, als die Summe der Gewichte des Bleioxyds und der festen Säure, die mit dem Bleioxyd verbunden wurde, beträgt. Hieraus folgt also, dass die feste Säure wasserfrei ist: denn würde sie Wasser enthalten, so würde dieses bei der Verbindung der Säure mit Bleioxyd ausgetrieben werden, und das Gewicht dieser ge-

glühten Verbindung um so viel kleiner seyn, als die Summe der Gewichte der festen Säure und des Bleioxyds, als das Gewicht des in der festen Säure enthaltenen Wassers betragen würde.

Wir haben nun gesehen, wie aus dem Schwefel zunächst schweflige Säure gebildet und diese dann in wässrige Schwefelsäure verwandelt werden kann, wie man ferner dadurch, dass man metallisches Eisen auf diese wässrige Schwefelsäure einwirken lässt, und die erhaltene Verbindung durch Hitze zersetzt, die Schwefelsäure in wasserfreier Form erhält. Zu diesen bereits erlangten Kenntnissen von der Schwefelsäure können wir noch folgende hinzufügen. Wir finden, dass Schwefel in höherer Temperatur mit Eisen unter Feuerentwicklung sich verbindet, und dass sich diese Verbindung, wenn sie an der Luft nicht zu stark erhitzt wird, in schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol) verwandelt, aus welchem auf die bereits angeführte Weise Schwefelsäure erhalten werden kann. Wir bemerken ferner, dass, wenn ein in der Natur in grosser Menge vorkommendes Fossil, der sogenannte Schwefelkies, in einer Retorte erhitzt wird, Schwefelgas sich entwickelt, das sich zu festem Schwefel verdichtet, und dass in der Retorte ein Körper zurückbleibt, welcher seinen Eigenschaften nach mit demjenigen übereinkommt, den man durch unmittelbare Verbindung von Schwefel und Eisen erhält, und welcher namentlich durch Erhitzen an der Luft in schwefelsaures Eisenoxydul sich verwandeln lässt. Auch bemerken wir, dass man nicht einmal nöthig hat, den von überschüssigem Schwefel durch Erhitzen befreiten Schwefelkies an der Luft zu erhitzen, sondern dass er schon bei der gewöhnlichen Temperatur an feuchter Luft, durch Aufnahme von Sauerstoff, in Eisenvitriol sich verwandelt.

Es bedarf jetzt daher der umständlichen Methode nicht mehr, den Schwefel zuerst in schweflige Säure und diese erst in

Schwefelsäure zu verwandeln, oder den Schwefel mit metallischem Eisen zu verbinden u. s. f., sondern wir werden dazu den Schwefelkies benützen, und aus demselben noch ausserdem bei dieser Gelegenheit eine gewisse Menge von Schwefel gewinnen.

Haben wir uns einmal mit der Darstellung und den Eigenschaften der Schwefelsäure bekannt gemacht, so erweitern sich unsere Kenntnisse von den chemischen Verhältnissen der Körper auf eine überraschende Weise. — Wir werden sogleich gewahr, dass diese Säure eine grosse Neigung hat, mit denjenigen Körpern vorzugsweise sich zu vereinigen, welche aus der Verbindung von metallischen Elementen mit Sauerstoff hervorgehen, und dass sie bei dieser Vereinigung ihrer sauren Eigenschaften mehr oder weniger vollständig verlustig wird. Wir finden nun aber (sofern alle Elemente als bekannt vorausgesetzt werden), dass auch aus der Verbindung anderer nicht metallischer Elemente wie Phosphor, Kohle u. s. f. mit Sauerstoffgas, Körper hervorgehen, die im Wasser sich lösen, demselben einen sauren Geschmack mittheilen, und im Allgemeinen, wie die Schwefelsäure, eine Neigung haben, mit denjenigen Körpern sich zu vereinigen, welche aus der Verbindung von Metallen mit Sauerstoff hervorgehen. Lassen wir solche andere Säuren mit Metalloxyden wirklich sich verbinden, so erhalten wir Verbindungen, in denen die sauren Eigenschaften ebenfalls mehr oder weniger vollständig vernichtet erscheinen, und die meistens durch die stärkere Schwefelsäure zersetzt werden, indem diese mit dem Metalloxyd sich verbindet und die schwächere Säure aus der Verbindung austreibt. Eben dadurch wird für uns die Schwefelsäure eine so wichtige Säure, weil sie die meisten andern Säuren aus deren Verbindungen mit Metalloxyden austreibt, was die schwache schweflige Säure nicht vermag. Sie lehrt uns, dass die gebrannten Knochen aus kohlensaurem und phosphorsaurem

Kalk bestehen, denn wenn wir Schwefelsäure damit in Berührung bringen, so entwickelt sich kohlen-saures Gas, es wird Phosphorsäure in Freiheit gesetzt, und schwefelsaurer Kalk gebildet. Wir brauchen jetzt also Phosphorsäure nicht erst aus Phosphor und Sauerstoff zusammensetzen, sondern sie blos aus ihrer Verbindung mit Kalk auszuschneiden, und erhalten damit zugleich ein Mittel, den Phosphor darzustellen. Durch die Schwefelsäure werden wir ferner auf die Darstellung von andern Säuren geführt, welche unmittelbar aus ihren Elementen zusammensetzen wir gewiss sehr lange vergebens uns bemüht haben würden. Da wir nemlich finden, dass die Schwefelsäure, die Phosphorsäure, die Kohlensäure, mit Metalloxyden Verbindungen bilden, die, wenn sie im Wasser unlöslich sind, keinen Geschmack besitzen, dagegen einen Geschmack zeigen, und zwar weder einen rein sauren, noch einen rein laugenhaften, sondern einen Geschmack, den man (wenn er schon sehr verschieden modificirt seyn kann) salzig nennt, so werden wir umgekehrt auf die Vermuthung geführt, dass Körper, die einen salzigen Geschmack zeigen, aus einer Säure und einem Metalloxyd (Basis) bestehen. Nun finden wir in der Natur einen solchen im Wasser löslichen, salzig schmeckenden Körper — den Salpeter — fertig gebildet; bringen wir denselben mit wasserhaltiger Schwefelsäure in Berührung und destilliren, so erhalten wir die durch sehr auffallende Eigenschaften ausgezeichnete Salpetersäure, welche man lange vorher darzustellen und zu verschiedenen Zwecken zu benützen verstand, ehe man noch eine Idee von ihrer eigentlichen Natur hatte. — Dass die Salpetersäure aus Sauerstoff, Stickstoff und Wasser bestehe, wird man nun weiter daraus schliessen, dass sie in der Weissglühhitze, in Sauerstoffgas, Stickgas und Wasser zerfällt; man wird einen Wassergehalt in dieser Säure selbst dann wahrnehmen, wenn zu ihrer Darstellung aus Salpeter möglichst

concentrirte Schwefelsäure gebraucht worden war, und die Menge dieses Wassers wird sich auf die Weise bestimmen lassen, dass man eine abgewogene Menge derselben mit einer gleichfalls abgewogenen Menge von Bleioxyd zusammenbringt und abdampft. Wird auf der andern Seite der Salpeter bis zum Glühen erhitzt, so findet man, dass Sauerstoffgas und Stickgas, aber kein Wasserdampf, entwickelt wird, dass mithin die Salpetersäure in wasserfreier Gestalt im Salpeter enthalten ist. Dass aber das entwickelte Gas ein Gemeng von Sauerstoffgas und Stickgas sey, werden wir z. B. dadurch beweisen können, dass wir Phosphor in demselben erhitzen: es wird Phosphorsäure gebildet werden und Stickgas zurückbleiben. Jetzt erst, nachdem wir die in der Natur fertig gebildete, aber an eine Basis gebundene Salpetersäure isolirt und ihre Zusammensetzung erkannt haben, werden wir es versuchen, sie aus ihren Bestandtheilen künstlich zusammenzusetzen, indem wir z. B. durch ein Gemenge von 1 Maass Stickgas und $2\frac{1}{2}$ Maassen Sauerstoffgas, welches entweder über Wasser oder über wässerigem Kali sich befindet, sehr viele elektrische Funken schlagen lassen; ein Theil des Sauerstoffgases und Stickgases wird zu Salpetersäure zusammentreten, welche im ersteren Fall mit Wasser zu wasserhaltiger Salpetersäure, im letzteren mit Kali zu salpetersaurem Kali sich verbindet, und wir können sogar auf diese Weise die Zusammensetzung der Salpetersäure synthetisch bestimmen, wenn wir untersuchen, in welchem Verhältniss Sauerstoffgas und Stickgas in dem Gasrückstand enthalten sind, denn hieraus ergibt sich, in welchem Verhältniss Sauerstoff und Stickstoff zu Salpetersäure sich verbunden haben.

Die grosse Mehrzahl der sogenannten organischen Verbindungen vermögen wir nicht aus ihren Elementen künstlich zusammenzusetzen, wir können sie vielmehr bloß zersetzen, indem wir sie z. B. in Sauerstoffgas verbrennen oder

mit Kupferoxyd glühen, wobei im Allgemeinen Kohlensäure und Wasser, oder Kohlensäure, Wasser und Stickgas gebildet werden, aus deren Menge und bekannten Zusammensetzung wir die relative Menge der die organische Verbindung constituirenden Elemente finden. Es gibt aber noch eine Menge anderer Arten von Zersetzung, welche wir mit den organischen Verbindungen vornehmen können, und namentlich gibt es solche Zersetzungen, aus welchen binäre, an sich durchaus unorganische, Verbindungen erster Ordnung hervorgehen, die wir theils gar nicht, theils nur mit Schwierigkeit aus ihren Elementen zusammensetzen vermögen. Wir würden z. B., auch wenn wir, wie es hier geschieht, alle Elemente in ihrem isolirten Zustand als gegeben voraussetzen, kaum etwas von dem Ammoniak wissen, wären wir nicht durch die Zersetzung organischer Verbindungen auf dasselbe aufmerksam gemacht worden. Nicht auf synthetischem Wege, d. h. durch Verbindung des Wasserstoffs mit dem Stickstoff, sind wir mit dem Ammoniak bekannt geworden, vielmehr ist es zuerst durch Zersetzung organischer Verbindungen erhalten worden, und man hat lange eine Anwendung davon gemacht, ehe man noch eine Idee von seiner wirklichen Zusammensetzung hatte. Erst nachdem man durch die Analyse des Ammoniaks belehrt worden war, dass es aus Wasserstoff und Stickstoff bestehe, versuchte man es auch aus seinen Elementen zusammensetzen und fand dann, dass es z. B. beim Verbrennen eines Gemenges von Wasserstoffgas, Sauerstoffgas und Stickgas, neben Salpetersäure, gebildet wird. — Ebenso würde man kaum Etwas von den so interessanten Verbindungen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs wissen, wenn nicht unter Mitwirkung der organischen Kräfte Verbindungen hervorgebracht würden, die theils blos aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen (Terpenthinöl u. s. f.), theils ausser diesen Elementen noch andere enthalten, aber in Umstände versetzt werden können,

unter welchen Körper, die auch blos aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, als Zersetzungsproducte aus ihnen hervorgehen. Kohlenstoff und Wasserstoff vermögen durch die blosse Wirkung der Affinität keine Verbindung mit einander einzugehen; nur wenn Kohlenstoff mit Eisen verbunden und diese Verbindung durch Säuren zersetzt wird, nimmt der aus dem Wasser sich entwickelnde Wasserstoff in seinem status nascens etwas Kohlenstoff auf; aber dieser Kohlenwasserstoff ist mit einer Menge freiem Wasserstoffgas gemengt und bietet überhaupt wenig Interesse dar. Dagegen haben wir eine Menge organischer Verbindungen kennen gelernt, aus deren Zersetzung Verbindungen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs hervorgehen. Von diesen erinnere ich hier blos an das aus der Zersetzung des Alkohols hervorgehende ölbildende Gas, welches auch in der Beziehung eine höchst wichtige Verbindung ist, weil es sich mit Chlor verbindet, und aus dieser Verbindung der Chlorkohlenstoff hervorgeht, den man vergebens aus Chlor und Kohlenstoff zusammensetzen versuchen würde. — Auch die Verbindung des Kohlenstoffs und Stickstoffs (Cyan) geht aus der Zersetzung organischer Substanzen hervor, und ungeachtet sie, wie wir gesehen haben (vergl. S. 272.), ohne Beihülfe der organischen Kräfte hervorgebracht werden kann, so würde sie doch schwerlich je auf diesem Wege entdeckt worden seyn. — Es versteht sich von selbst, dass die Natur solcher Verbindungen, welche nicht direct aus den sie constituirenden Elementen zusammengesetzt werden können nur auf analytischem Wege erkannt werden kann.

So sehen wir also, dass wenn alle Elemente als bekannt vorausgesetzt werden dürften, man mit Hülfe der Thatsachen, welche die organischen Verbindungen an die Hand geben, das ganze chemische Lehrgebäude aufrichten

könnte, ohne genöthigt zu seyn, eine Bekanntschaft mit Körpern voraussetzen, welche noch nicht betrachtet worden sind, denn man würde dann die meisten zusammengesetzten Körper erster Ordnung unmittelbar aus ihren bekannten Elementen erzeugen und ihre chemischen Verhältnisse studiren können, und wenn dieses nicht möglich ist, so würde man theils durch Zufall, theils durch Induction, indem man organische Verbindungen unter verschiedenen Umständen zersetzte, auf die Entdeckung der Darstellung von solchen Verbindungen, welche durch unmittelbare Zusammensetzung aus den Elementen nicht erhalten werden können, geführt werden, nur müsste dann die Natur dieser Verbindungen, sofern sie durch Synthese nicht ermittelt werden kann, durch die Analyse erst erwiesen werden. — Die directe Zusammensetzung des Ammoniaks aus Wasserstoff und Stickstoff ist mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden, und man erhält immer nur sehr kleine Mengen auf einmal; überdiess würde das so zu bildende Ammoniak in den meisten Fällen nicht als Ammoniak, sondern in Verbindung mit zu gleicher Zeit sich bildender Salpetersäure zum Vorschein kommen, aus welcher Verbindung dasselbe erst ausgeschieden werden müsste. Man darf daher wenigstens so viel behaupten, dass das Ammoniak, wenn es auf keine andere Weise gebildet werden könnte, auf diesem Wege gewiss sehr spät würde entdeckt worden seyn. Dagegen musste man sehr frühe auf das Salz aufmerksam werden, welches das Ammoniak mit Salzsäure bildet. In Aegypten nemlich bedient man sich des Kameelmistes u. s. f. als eines Brennmaterials, und beim Verbrennen desselben sublimirt sich Salmiak und setzt sich nebst der mechanisch mit fortgerissenen Kohle (Kienruss) ab. Die Analogie des Salmiaks mit andern bekannten Salzen musste bald auf die Vermuthung führen, dass er aus einer Säure und einem Alkali bestehe, und so musste man auf die Entdeckung geführt werden, dass z. B. durch gebrannten Kalk, oder durch Bleioxyd, Ammoniak aus Salmiak entwickelt werde. Da das Ammoniak, und selbst das kohlen-saure Ammoniak durch einen starken Geruch ausgezeichnet ist, so war diese Entdeckung

sehr nahe gelegt, wenn auch jene Analogie nicht beachtet wurde, denn dieser Geruch kommt zum Vorschein, wenn Salmiak durch irgend einen Zufall mit gebranntem Kalk in Berührung kommt. Der Geruch des Ammoniaks, welcher demjenigen ähnlich ist, den faulender Harn und die Producte der trockenen Destillation thierischer Substanzen zeigen, musste dann bald auf die Entdeckung der künstlichen Darstellung des Salmiaks führen. Lange war man aber mit der Darstellung des Salmiaks, des Ammoniaks, und sogar mit den meisten Eigenschaften des Ammoniaks bekannt, ehe man seine Zusammensetzung erkannt hatte; diese wurde vor noch nicht sehr langer Zeit durch die Analyse ausgemittelt; und jetzt erst, nachdem man wusste, dass eine Verbindung von Wasserstoff und Stickstoff wirklich möglich ist, war auch der Versuch nahe gelegt, ob sich das Ammoniak nicht direct aus seinen Bestandtheilen zusammensetzen lasse. — Ein blosser Zufall führte auf die Entdeckung des Berlinerblaus; durch Induction wurde man darauf geführt, das Berlinerblau als eine Verbindung einer Säure mit den Oxyden des Eisens zu betrachten, und entdeckte so die Blausäure. Als man dann ferner fand, dass diese Säure, gerade wie die Salzsäure, keinen Sauerstoff enthält, so schloss man weiter, dass sie aus Wasserstoff und einem aus Kohlenstoff und Stickstoff zusammengesetzten Radical bestehen möchte, und entdeckte so das Cyan. — Durch Zersetzung des Alkohols mittelst Schwefelsäure erhielt man ölbildendes Gas und fand, dass sich dasselbe mit Chlor zu einem Oel verbinde. Da dieses Oel aus Chlor, Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, so lag die Vermuthung nahe, dass vielleicht überschüssiges Chlor, welches so geneigt ist, unter Einwirkung des Sonnenlichts mit dem Wasserstoff sich zu verbinden, dem Oel den Wasserstoff entziehen, und dann eine blosse Verbindung von Chlor und Kohlenstoff zurückbleiben werde. So wurde der Chlorkohlenstoff entdeckt.

Uebrigens lassen sich, da wir alle Elemente als bekannt voraussetzen, bei weitem die meisten binären Verbindungen erster Ordnung direct aus den sie constituirenden Elementen zusammensetzen, und auf die Darstellung mehrerer von denjenigen binären Verbindungen erster Ordnung, welche

durch eine unmittelbare Verbindung nicht erhalten werden können, wird man sehr leicht durch solche Verbindungen, welche direct aus den Elementen erhalten werden, geführt. So können zwar Chlor, Brom, Jod, Silber, Gold u. s. f. direct nicht mit Sauerstoff verbunden werden, aber das Chlor u. s. f. verbindet sich mit dem Sauerstoff des in Wasser gelösten Kalis; Silber wird durch Salpetersäure und Schwefelsäure, Gold durch den Sauerstoff des Kalis oxydirt, wenn man letzteres Metall mit Chlor verbindet, und die Verbindung durch wässeriges Kali zersetzt u. s. f.

Es würde sich daher allerdings, wenn alle Elemente als bekannt vorausgesetzt werden dürften, das chemische Gebäude aufrichten lassen, ohne dass man dann weitere Voraussetzungen zu machen nöthig hätte. Dieser Aufbau würde rasch vor sich gehen, und wenn gleich einige Fächer unausgefüllt bleiben würden, so würde doch das Ganze desswegen fest dastehen können. Die Darstellung derjenigen binären Verbindungen der Elemente namentlich, welche nur allein unter Vermittlung von organischen Verbindungen entstehen können, oder deren Hervorbringung ohne diese Vermittlung jedenfalls höchst schwierig ist, würde gewissermassen dem Zufall überlassen bleiben; so die Darstellung des ölbildenden Gases, des Chlorkohlenstoffs, des Cyans, und in geringerem Grade auch die Darstellung des Ammoniaks, auf dessen Entdeckung man jedoch, wie schon bemerkt wurde, sehr bald geführt werden müsste.

Ja es würde sogar eine Bekanntschaft mit nur wenigen Elementen für die Aufführung des chemischen Gebäudes genügen, denn das Interesse, welches die verschiedenen Elemente in wissenschaftlicher Beziehung darbieten, ist ein verschieden grosses, und die Natur hat sich bei der Hervorbringung der Elemente häufig wiederholt, indem zwei oder mehrere Elemente in ihren wesentlichsten Beziehungen zu andern Elementen oft so sehr mit einander übereinkom-

men, dass die Geschichte des einen auch die der übrigen in sich schliesst, wenn man von Verschiedenheiten, die sich auf Einzelheiten beziehen, abstrahirt.

Die hervorstechendsten Verschiedenheiten finden sich bei den nicht-metallischen Elementen; die Mehrzahl von diesen müsste daher als bekannt vorausgesetzt werden, um das chemische Gebäude errichten zu können. Als solche können folgende genannt werden: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Chlor, Fluor (oder statt dessen eine Fluorverbindung), Phosphor, Silicium. Das Brom und Jod sind dem Chlor in so hohem Grade analog, dass man eigentlich nichts Neues erfährt, wenn man, bereits bekannt mit dem Chlor, auch diese Elemente kennen lernt; dasselbe lässt sich von dem Selen und dem Bor sagen, indem ersteres dem Schwefel, letzteres dem Silicium analog ist, und man könnte daher in der angeführten Reihe, statt des Chlors, das Brom oder Jod, statt des Schwefels das Selen, statt des Siliciums das Bor substituiren, wiewohl das Chlor vor dem Brom und Jod, der Schwefel vor dem Selen, wegen der grösseren Mannigfaltigkeit von Verbindungen, die erstere Körper bilden, und das Silicium vor dem Bor, wegen seiner allgemeineren Verbreitung den Vorzug verdient. Werden nun aber die angeführten Elemente, in welchen die Natur sich bloß wiederholt hat, als überflüssig ausgeschlossen, so erhält man eine Reihe von Elementen, in welcher ein jedes von einem jeden andern in einem solchen Grade verschieden ist, dass man zur Errichtung des chemischen Gebäudes kein einziges füglich entbehren könnte, ungeachtet auch in einer solchen Reihe noch einige Elemente mehr oder weniger bedeutende Analogien unter einander zeigen, wie namentlich das Fluor mit dem Chlor, dem Sauerstoff und Schwefel. In ihrem Verhalten zu der Kieselsäure zeigt sich jedoch die Fluorwasserstoffsäure von der Chlorwasserstoffsäure, in seinem Verhalten zu dem Sauerstoff der Schwefel von dem Chlor,

und in seinem Verhalten zu dem Wasserstoff der Sauerstoff von dem Chlor und Schwefel so sehr verschieden, dass keines dieser Elemente das andere ganz zu ersetzen und für die Aufrichtung des Gebäudes entbehrlich zu machen vermöchte.

Die Verschiedenheiten, welche bei den metallischen Elementen vorkommen, sind dagegen im Allgemeinen von so geringer Bedeutung, dass sehr wenige Metalle, wenn sie gut gewählt werden, Repräsentanten aller übrigen seyn können. Eine Bekanntschaft mit dem Mangan, dessen verschiedene Verbindungen mit Sauerstoff alle Verhältnisse repräsentiren, welche bei den Sauerstoffverbindungen der Metalle vorkommen, sofern es in diesen Verbindungen als Salzbasis, als Superoxyd und als Säure auftritt, dürfte besonders wünschenswerth seyn; fügte man diesem noch einige Alkalimetalle bei, etwa Kalium, Baryum und Calcium, so wie das allgemein verbreitete und in vielen Beziehungen so interessante Eisen; ferner ein Metall, das mit Sauerstoff eine Erde bildet, z. B. Aluminium; ein anderes, das durch den Sauerstoff der Luft oxydirt werden kann, dessen Oxyd aber durch höhere Temperatur zu Metall reducirt wird, z. B. Quecksilber; ferner ein Metall, das durch den Sauerstoff der Luft gar nicht oxydirt werden kann, z. B. Silber; endlich ein Metall, das mit Sauerstoff blos Säuren und gar keine Basen bildet, wie Arsenik, so würden die Metalle in der Reihe der Elemente vollständig genug repräsentirt seyn. Es würde nicht einmal nöthig seyn, alle diese Metalle in ihrem metallischen Zustand zu kennen, vielmehr würde bei einigen (Calcium, Baryum u. s. f.) eine Bekanntschaft mit den Oxyden genügen, sofern man sich, in Ermanglung positiver Beweise, durch die Analogie zu dem Schluss für berechtigt halten dürfte, dass diese Oxyde wirklich Verbindungen von Metallen mit Sauerstoff seyen. — Eine Bekanntschaft schon mit so wenigen Elementen würde zu dem Resultat führen,

dass die nicht-metallischen Elemente mit Sauerstoff blos Säuren, und gar keine eigentliche Basen, die metallischen dagegen vorzugsweise Basen hervorbringen, wodurch sie einen Gegensatz gegen die nicht-metallischen Elemente bilden; dass aber das Metallischseyn eines Elementes die einzige Ursache hiervon nicht seyn kann, sofern das Arsenik blos Säuren bildet; dass ferner, trotz der Verschiedenheit der nicht-metallischen und der metallischen Elemente, dennoch ein nicht-metallisches Element einem metallischen sehr analog seyn kann, wie Phosphor und Arsenik.

Wenn man also nur folgende Elemente: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Chlor, Fluor, Phosphor, Silicium (oder Kieselsäure), Mangan, Kalium, Baryum (oder Baryt), Calcium (oder Kalk), Eisen, Aluminium (oder Alaunerde), Quecksilber, Silber, Arsenik als bekannt voraussetzen dürfte, wenn diese Elemente z. B. an irgend einer Stelle der Erdoberfläche in isolirtem Zustand angetroffen würden, wie man einige derselben, z. B. den Schwefel und das Quecksilber, wirklich in isolirtem Zustand antrifft, und man also nicht nöthig hätte anzugeben, wie sie aus Verbindungen dargestellt werden können, so würden, zumal wenn man noch die organischen Verbindungen beizöge, auf synthetischem Wege so viele binäre Verbindungen erster Ordnung, und aus diesen dann weiter so viele Verbindungen höherer Ordnungen dargestellt werden können, dass durch sie die wesentlichsten chemischen Beziehungen der einfachen und der zusammengesetzten Körper zu einander grösstentheils repräsentirt würden. Namentlich würde man auf synthetischem Wege mit dem Wasser, mit einer Menge von Sauerstoffsäuren, und selbst mit einer Wasserstoffsäure, nemlich der Chlorwasserstoffsäure, mit einigen Superoxyden, mit sehr vielen Salzbasen, folglich auch mit Salzen, und zwar mit einfachen Salzen und mit Doppelsalzen, ferner mit den Chlor-, Fluor- und Schwefelmetallen, mit

Doppelchlorüren und Doppelfluorüren, mit den Verbindungen des Chlors mit nicht-metallischen Elementen, wie Phosphor, mit dem Schwefelkohlenstoff u. s. f. bekannt werden. Man würde finden, dass das Chlor, ungeachtet seiner grossen Neigung, mit Metallen Verbindungen einzugehen, mit dem Sauerstoff unmittelbar nicht verbunden werden kann, dass es aber von wässerigem Kali in Menge verschluckt wird, und dass dabei Chlorkalium gebildet wird, ohne dass der Sauerstoff des Kalis sich entwickelt. Hierdurch würde man auf die Entdeckung der Chlorsäure geführt werden. Würde man Säuren auf verschiedene Schwefelmetalle, auf Fluor- und Chlormetalle einwirken lassen, so müsste man auf die Entdeckung des Schwefelwasserstoffs, der Fluorwasserstoffsäure und einer bequemeren Darstellung der Chlorwasserstoffsäure geführt werden. — Mit Hülfe der organischen Verbindungen würde man früher oder später auf die Entdeckung des Ammoniaks, verschiedener Kohlenwasserstoffe, des Chlorkohlenstoffs, des Cyans u. s. f. geleitet werden. Man würde ferner bald die Entdeckung machen, dass mehrere Verbindungen, die man so aus ihren Elementen zusammengesetzt hat, fertig gebildet in der Natur vorkommen, dass namentlich das Wasser, mehrere Chlor- und Schwefel-Metalle, mehrere Säuren und Salzbasen, und zwar die beiden letzteren in der Regel in Form von Salzen, einige Superoxyde u. s. f. fertig gebildet in der Natur angetroffen werden.

Jetzt würde die Idee von selbst sich aufdringen, zu untersuchen, ob nicht umgekehrt die Elemente und die Verbindungen erster Ordnung aus den in der Natur vorkommenden Verbindungen erster und zweiter Ordnung, durch Zersetzung derselben, isolirt erhalten werden können? Man würde dann finden, dass z. B. das Wasser durch Kalium bei der gewöhnlichen, durch Eisen in der Glühhitze, in Wasserstoffgas und in Sauerstoff zersetzt wird, der sich mit dem Metall verbindet; dass Superoxyde in höherer Temperatur

ratur oder bei der Behandlung mit Säuren, Sauerstoffgas entwickeln; dass die Salzsäure in Berührung mit Superoxyden Chlor liefert; dass organische Substanzen, im Verschluss erhitzt, Kohle liefern; dass phosphorsaurer Kalk (gebrannte Knochen) durch Schwefelsäure in schwefelsauren Kalk und Phosphorsäure zersetzt wird; dass Phosphorsäure durch Glühen mit Kohle Phosphor; gewisse Schwefelmetalle beim Erhitzen Schwefel; kohlen saures Kali beim Glühen mit Kohle Kalium; Eisenoxyde beim Erhitzen mit Kohle oder Wasserstoff metallisches Eisen; Schwefelquecksilber beim Erhitzen mit Eisen, metallisches Quecksilber; ein Gemeng von Alaunerde und Kohle beim Glühen in Chlorgas, Chlor-Aluminium; Chloraluminium beim Erhitzen mit Kalium, Aluminium liefern u. s. f. Man würde nun also nicht mehr nöthig haben, jedes einzelne von den nach unserer Voraussetzung an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche in isolirtem Zustand vorkommenden Elemente herbeizuschaffen, um daraus die Verbindungen zusammenzusetzen, welche sie mit einander einzugehen vermögen, sondern könnte aus den allgemeiner verbreiteten Verbindungen der Elemente, die Elemente selbst isolirt darstellen.

Würden, wie wir vorausgesetzt haben, wirklich mehrere Elemente in isolirtem Zustand in der Natur angetroffen werden, würde man also bei einem Jeden, der sich mit den chemischen Verhältnissen der Körper vertraut machen will, eine Bekanntschaft mit denselben voraussetzen dürfen, wie man z. B. eine Bekanntschaft mit dem Schwefel oder mit dem Quecksilber voraussetzen darf, weil diese beiden Elemente in isolirtem Zustand in der Natur wirklich angetroffen werden, so würden die chemischen Verhältnisse der Körper auf eine solche Weise studirt werden können, dass alle Verbindungen aus den bekannten Elementen unmittelbar hervorgiengen, dass mithin keine Bekanntschaft mit Körpern vorausgesetzt zu werden brauchte, deren Natur man weder auf synthetischem noch

auf analytischem Weg vorher kennen gelernt hat. Bei einem solchen Studium der Chemie würde der Geist gleich von Anfang an vollkommene Befriedigung erhalten, denn aus den gegebenen Elementen würden sich alle chemischen Verhältnisse der Körper auf ähnliche Weise entwickeln, und der Zusammenhang der Thatsachen begreifen lassen, wie dieses bei dem mathematischen Lehrgebäude der Fall ist, welches aus wenigen Urbegriffen entwickelt wird; aus Wasserstoff und Sauerstoff z. B. würde man das geschmacklose, tropfbarflüssige Wasser hervorgehen sehen; aus Kohle und Sauerstoff das kohlen-saure Gas, welches vom Wasser verschluckt wird; aus Kalium und Sauerstoff einen graulich-weißen Körper, das Kali, welches mit Wasser unter Wärmeentwicklung sich verbindet, und welches mit Kohlen-säure ein farbloses Salz bildet u. s. f.

Bei der Art, wie die Chemie gewöhnlich vorgetragen wird, verhält sich dieses, wie bereits angeführt wurde, ganz anders. Da nur sehr wenige Elemente in isolirtem Zustand in der Natur angetroffen werden, so macht man den Schüler mit den Methoden bekannt, mittelst welcher die Elemente aus zusammengesetzten Körpern, die man in der Natur fertig gebildet antrifft, dargestellt werden. Entweder sagt man ihm dabei bloß, dass wenn man mit diesem oder jenem Körper eine gewisse Operation vornehme, dieses oder jenes Element erhalten werde, ohne von dem Körper selbst mehr als den Namen anzuführen; oder man macht ihn zugleich mit der Natur der Körper bekannt, indem man von der Wissenschaft gewonnene Resultate anticipirt. Man sagt ihm z. B. entweder: wenn man einen stahlgrauen Körper, den man Braunstein nennt, oder einen krystallisirten, unter dem Namen Salpeter bekannten Körper erhitzt, so erhält man Sauerstoffgas; man führt hierauf die Eigenschaften dieses Gases an, ohne sich darauf einzulassen, was von dem Braunstein oder Salpeter nach Entwicklung des Sauerstoffgases

zurückbleibe, und von welcher Natur diese Rückstände seyen. Oder aber: man belehrt ihn zugleich über die chemische Natur des Braunsteins und des Salpeters; man sagt ihm, dass der Braunstein aus einem Metall und aus Sauerstoff bestehe, dass beim Erhitzen desselben nur ein Theil des Sauerstoffs gasförmig sich entwickle u. s. f. Auf welche Weise man jedoch verfahren mag, so kann der Geist des Schülers unmöglich volle Befriedigung erhalten, denn bei der ersten Lehrmethode sieht er nicht ein, wie man darauf gekommen ist, gerade diesen oder jenen Körper so oder anders zu behandeln, um dieses oder jenes Element zu erhalten. Bei der zweiten Methode muss er die Resultate der Wissenschaft, mit welchen er im Voraus bekannt gemacht wird, auf Treue und Glauben annehmen.

Die erste Lehrmethode ist in vieler Beziehung sehr empfehlenswerth, zumal wenn man den Schüler nicht sogleich mit *allen* Verfahrensarten bekannt macht, mittelst welcher ein Element dargestellt werden kann, sondern in der Regel nur mit einer einzigen, und zwar einer solchen, die sich durch Einfachheit empfiehlt und bei welcher ein Körper gebraucht wird, der im gemeinen Leben häufig in Anwendung kommt. Man würde sich dann begnügen, von der Darstellung der Elemente nicht mehr, als etwa Folgendes zu sagen:

1) Wenn man Braunstein erhitzt, so erhält man *Sauerstoffgas*. 2) Wenn man menschlichen Harn abdampft und den Rückstand bis zum heftigen Rothglühen, bei abgehaltenem Zutritt der Luft, erhitzt, so geht *Phosphor* über. 3) Wenn man überschüssigen Phosphor in einem bestimmten, durch Wasser abgesperrten Volumen von atmosphärischer Luft brennen lässt, so bleibt *Stickgas* zurück. 4) *Schwefel* findet sich in der Natur, und darf also als bekannt vorausgesetzt werden. Man könnte noch hinzusetzen, dass ein speisgelber, harter, mit dem Stahle Funken gebender, in Pentagondokekaedern und andern Formen krystallisirter

Körper — Schwefelkies — in Menge in der Natur angetroffen wird, aus welchem durch Sublimation Schwefel gewonnen wird. 5) Mehrere Arten von Schwefelkies verwandeln sich an der Luft in Eisenvitriol, aus welchem beim Erhitzen Vitriolöl überdestillirt. Wird dieses mit Kochsalz, Braunstein und Wasser gelinde erwärmt, so erhält man *Chlor*. Ebenso erhält man Chlor, wenn man Kochsalz mit Vitriolöl destillirt, das sich entwickelnde saure Gas in Wasser leitet, und die so erhaltene wässerige Säure auf Braunstein einwirken lässt. 6) Wenn Holz bei beschränktem Zutritt der Luft oder bei gänzlich abgehaltener Luft (in verschlossenen Räumen) bis zum Glühen erhitzt wird, so erhält man *Kohle*. Eine reinere Kohle erhält man, wenn man harzige Substanzen bei beschränktem Zutritt der Luft erhitzt — *Kienruss* —, oder wenn man flüchtige organische Substanzen, z. B. Alkohol, durch eine weisglühende Porzellanröhre hindurchtreibt, oder wenn man gereinigten Zucker in einer Retorte stark erhitzt. Die nach den zuletzt genannten Methoden dargestellte Kohle hinterlässt beim Verbrennen keine Asche. 7) Wenn man Eisenerze (welche die Natur in ungeheurer Menge liefert) mit Kohle in hoher Temperatur behandelt, so erhält man metallisches *Eisen*. 8) Wenn man metallisches Eisen mit Vitriolöl und Wasser zusammenbringt, so entwickelt sich ein brennbares Gas — *Wasserstoffgas*. 9) Wenn Weinstein verkohlt wird, und die erhaltene Kohle in eisernen Gefäßen, welche mit einer natürlichen Naphta enthaltenden, Vorlage verbunden sind, einer sehr hohen Temperatur ausgesetzt wird, so destillirt *Kalium* über und sinkt in der Naphta zu Boden. 10) *Quecksilber* findet sich in der Natur. Ein viel häufigeres Mineral aber ist der Zinnober, aus welchem man durch Destillation mit Eisen, oder indem man denselben an der Luft erhitzt, Quecksilber erhält u. s. f. Von einem jeden dieser Elemente würde man zugleich die ausgezeichneten Eigenschaften angeben, in so weit dieses mög-

lich ist, ohne eine Bekanntschaft mit Körpern voraussetzen, von denen noch nicht die Rede gewesen ist. —

Dass die so dargestellten Körper wirklich Elemente seyen, wird durch folgende Verhältnisse erwiesen oder doch mehr oder weniger wahrscheinlich gemacht. 1) Es lassen sich keine heterogene Körper angeben, die durch ihre Verbindung mit einander einen solchen Körper (der als Element in Anspruch genommen wird) erzeugen. 2) Durch die Wärme werden diese Körper entweder gar nicht oder ganz verflüchtigt. Würde ein Theil des Körpers durch die Wärme verflüchtigt werden, ein anderer nicht, so wäre der verflüchtigte Theil verschieden von dem nicht verflüchtigten, der Körper mithin kein Element. 3) Entweder geht ein solcher Körper mit einem andern keine Verbindung ein, oder er geht eine Verbindung mit demselben ein. Im letzteren Fall verschwindet der Körper als solcher gänzlich, wenn ihm der andere in hinreichender Menge dargeboten wird, und es entsteht eine durchaus gleichartige Verbindung, deren Gewicht genau so viel beträgt, als die Summe der Gewichte der Körper, welche sich mit einander verbunden haben. — Werden z. B. Schwefel und Kohle, jeder Körper für sich, in Sauerstoffgas erhitzt, so verschwinden beide, indem sie sich mit dem Sauerstoff verbinden, gänzlich, wenn das Sauerstoffgas in hinreichender Menge vorhanden war, und die aus der Verbindung hervorgehenden Körper, im einen Fall das schweflige saure, im andern das kohlen saure Gas, sind durchaus gleichartig; wird dagegen Schwefelkohlenstoff in Sauerstoffgas verbrannt, so verschwindet dieser Körper zwar auch als solcher gänzlich, wenn das Sauerstoffgas in hinreichender Menge vorhanden war, aber der durch die Verbrennung gebildete Körper ist nicht gleichartig, indem z. B. ein Theil von Borax verschluckt wird (schweflige saures Gas), ein anderer nicht (kohlen saures Gas). 4) Es gibt Fälle, wo zwar ein solcher Körper (von dem wir beweisen oder vielmehr wahrscheinlich machen wollen, dass er ein Element sey) als solcher ganz ver-

schwindet, wenn man ihn auf einen andern Körper einwirken lässt, wo ferner eine durchaus gleichartige Verbindung erzeugt wird, wo aber noch ein dritter Körper zum Vorschein kommt. Hier entsteht nun die Frage, ob dieser Dritte Körper ein Bestandtheil des ersten oder des andern Körpers sey, d. h. ob der erste oder der andere Körper der einfachere sey. Wenn z. B. Eisen auf Zinnober in der Hitze einwirkt, so erhält man Quecksilber, welches überdestillirt, und einen gelben, metallisch glänzenden Rückstand. Es fragt sich daher, ob das Quecksilber ein Bestandtheil des Eisens oder des Zinnobers sey, und ob der sich bildende gelbe Körper eine Verbindung des andern Bestandtheils des Eisens mit Zinnober, oder aber eine Verbindung des Eisens mit dem andern Bestandtheil des Zinnobers sey? Diese Frage wird sich leicht entscheiden lassen: man wird finden, dass der Zinnober beim blossen Erhitzen an der Luft, so wie beim Erhitzen mit andern Metallen als Eisen, mit Kalk u. s. f., Quecksilber liefert, dass das zum Vorschein kommende Quecksilber mit so viel Schwefel, als das Eisen an Gewicht zugenommen hat, zu Zinnober sich verbindet. Mittelst ähnlicher Schlüsse wird man auch in andern Fällen finden, welcher Körper der einfachere und welcher der zusammengesetztere ist. — Diese Frage wirft sich nicht blos dann, wenn ein Element und ein zusammengesetzter Körper, sondern auch dann auf, wenn zwei zusammengesetzte Körper in Conflict mit einander treten. Wenn z. B. Kieselerde mit kohlen-saurem Kali erhitzt wird, so entwickelt sich kohlen-saures Gas. Man könnte hier auch in Zweifel seyn, ob das Gas ein Bestandtheil der Kieselerde oder des kohlen-sauren Kalis sey? Dieser Zweifel verschwindet aber sogleich, da man findet, dass auch eine Menge anderer Körper, ausser Kieselerde, kohlen-saures Gas aus kohlen-saurem Kali austreiben, dass das kohlen-saure Kali aus Kali und Kohlensäure wirklich gebildet wird u. s. f.

5) Mit der Voraussetzung, dass ein Körper ein Element sey, darf die Analogie wenigstens nicht im Widerspruch stehen.

Man sieht also, dass wenn nach der ersten der S. 2056. erwähnten Methoden das chemische Gebäude errichtet wird, man im Grunde den gleichen Zweck erreicht, den man erreichen würde, wenn wirklich mehrere Elemente in isolirtem Zustand in der Natur angetroffen würden, eine Voraussetzung, welche wir früher gemacht und gezeigt haben, dass dann die chemischen Thatsachen auf eine den Geist des Schülers gleich von Anfang an befriedigende Weise entwickelt werden könnten; denn es ist so ziemlich gleichgültig, ob z. B. das Sauerstoffgas in isolirtem Zustand in der Natur angetroffen wird, oder ob man es aus Braunstein entwickelt werden lässt; ob man den Phosphor, etwa unter Wasser liegend, irgendwo in der Natur antrifft, oder denselben aus abgedampftem menschlichem Harn durch trockene Destillation gewonnen werden lässt u. s. f. : irgend ein Zufall muss in beiden Fällen behülflich seyn.

Soll das chemische Gebäude nach der zweiten der oben S. 2057. angedeuteten Methoden errichtet werden, so würde es für den Schüler höchst peinlich seyn, wenn er nicht nur sogleich mit allen Methoden, mittelst welcher ein Element dargestellt werden kann, bekannt gemacht werden würde, sondern wenn sogar die chemischen Verhältnisse aller der Körper, welche bei der Darstellung des Elements in Betracht kommen, erörtert würden, wenn z. B. bei der Darstellung des Sauerstoffgases gesagt würde, was der Braunstein eigentlich ist, wenn also bei dieser Gelegenheit die Charaktere der Superoxyde angeführt würden, wenn ebenso von den chemischen Verhältnissen der Salpetersäure, des Salpeters, des chloresauren Kalis u. s. f. die Rede seyn würde. Der Kopf des Schülers würde auf diese Weise mit einer Masse von isolirten Thatsachen angefüllt werden, deren Zusammenhang er unmöglich einsehen könnte, und das Studium der Chemie müsste ihm unerträglich werden.

Man vermeidet diesen Uebelstand grossentheils dadurch, dass man die Hauptresultate der Wissenschaft im Zusammenhang voranstellt, dass man namentlich zuerst an einigen zweckmässig gewählten Beispielen zeigt, wie man auf den Begriff von Element gekommen ist, hierauf die Elemente der Reihe nach auführt und vorzeigt, dieselben in Abtheilungen — Metalle und Nichtmetalle —, brennbare und nichtbrennbare Elemente — bringt, dann die wesentlichsten Charaktere der einzelnen Elemente angibt und anschaulich macht, und der Betrachtung eines jeden einzelnen Elements seine allgemeinen chemischen Verhältnisse voranschickt, besonders aber auch einerseits auf die Analogieen, und andererseits auf die wesentlichen Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Elementen aufmerksam macht.

Bei dieser Art, die chemischen Thatsachen zu entwickeln, wird dem Schüler das Studium der Chemie bedeutend erleichtert, wenn gleich nicht zu läugnen ist, dass er auch so keine volle Befriedigung gleich von Anfang an erhält, denn er kann noch nicht einsehen, welche Thatsachen auf die Resultate geführt haben, mit denen er im Voraus bekannt gemacht wird, vielmehr muss er letztere eben auf Treue und Glauben annehmen. Je weiter er aber vorschreitet, desto klarer wird ihm der Zusammenhang der einzelnen Erscheinungen, und wenn er ans Ende gekommen ist, und dann wieder von Vornen anfängt, so wird er in raschem Schritte das Ganze durchlaufen und den Zusammenhang aller Erscheinungen jetzt ohne Schwierigkeit übersehen können. Leider bleiben aber so Viele auf halbem Wege stehen, ohne je ans Ende zu kommen, geschweige dass sie sich dazu entschliessen könnten, noch einmal von Vornen anzufangen. Bei solchen von Natur trägen Menschen würde, wenn sie überhaupt fähig sind, zusammenhängend zu denken und einige Combinationsgabe besitzen, die erste S. 2056. angeführte Methode noch am ehesten geeignet seyn,

einigen Geschmack für das Studium der Chemie anzuregen; man würde in diesem Fall, mit Aufwand von so wenigen Elementen als möglich, das chemische Gebäude aufrichten, so dass jedoch das Material hinreichend gross wäre, um eine klare Uebersicht über die wesentlichsten chemischen Erscheinungen zu gewähren, ohne den Studirenden durch zu viele Einzelheiten zu ermüden. Hätte dieser dann einmal eine Chemie *in nuce* studirt, so würde er sich vielleicht eher entschliessen können, sie in ihrem ganzen Umfange zu studiren.

Wir haben in dem Vorhergehenden gezeigt, wie sich die chemischen Erscheinungen zusammenhängend entwickeln lassen würden, wenn entweder eine bedeutende Anzahl von Elementen in isolirtem Zustand in der Natur angetroffen würde, oder wenn man voraussetzen wollte, dass man durch diesen und jenen Zufall darauf geführt worden sey, aus gewissen in der Natur vorkommenden Körpern einige der wichtigeren Elemente darzustellen.

Es bleibt uns jetzt noch übrig zu zeigen, wie mit Benützung der Körper, wie sie in der Natur wirklich angetroffen werden, die chemischen Verhältnisse derselben auf eine ganz folgerechte Weise entwickelt werden könnten, welchen *rationellen* Gang also die Entwicklungs-Geschichte der Chemie *möglicherweise* hätte nehmen können.

Ich setze zu diesem Ende einen nüchternen, unbefangenen Beobachter voraus, der sich vorgenommen hat, die chemischen Verhältnisse der Körper zu studiren, dem aber hierzu nichts Anderes zu Gebote steht, als was die Natur unmittelbar hervorgebracht hat, und welcher in seinen Untersuchungen durch glückliche Zufälle, die oft schnell zur Entdeckung einer wichtigen chemischen Thatsache führen, nicht gerade besonders begünstigt wird, ohne jedoch *aller*

glücklichen Zufälle zu entbehren; denn dass es für ihn in diesem Fall eine Unmöglichkeit seyn würde, zum Ziele zu gelangen, werden wir bald sehen.

Vor Allem wird die Frage entstehen, durch welche Art von Beobachtungen ein solcher Mensch zur Erkenntniß der Existenz von chemischen Verhältnissen überhaupt, d. h. von Verbindungen heterogener zu homogenen Körpern, oder von Trennungen homogener Körper in heterogene geführt werden möchte? —

Eine der ersten Erscheinungen, die sich ihm in dieser Beziehung darbietet, wird die seyn, dass gewisse Körper — sogenannte Salze —, wenn sie in Berührung mit Wasser gebracht werden, als solche verschwinden, dass z. B. das Kochsalz in Berührung mit Wasser verschwindet, dass das Wasser einen salzigen Geschmack annimmt, dass aber das Kochsalz wieder als solches zum Vorschein kommt, wenn das Wasser, in welchem dasselbe verschwunden zu seyn schien, an die Sonne, oder blos an die Luft gestellt wird, wobei jetzt umgekehrt das Wasser zu verschwinden scheint. Es wird ihm zwar noch nicht vollkommen klar seyn, auf welche Weise die Sonnenwärme oder sogar die gewöhnliche Wärme der Luft dieses bewirkt: da er jedoch bemerken muss, dass überall kleine Wassermassen an der Luft verschwinden, dass durch Regen wieder Wasser der Oberfläche der Erde zugeführt wird, so werden es ihm schon diese rohen Beobachtungen wahrscheinlich machen, dass das Wasser als unsichtbarer Dampf der Luft sich beimege und auf diese Weise zu verschwinden scheine, um nachher wieder als Regen herunterzukommen. Schon durch Beobachtungen dieser Art wird also ein solcher Mensch mit chemischen Verhältnissen bekannt, welche jedoch zu den weniger interessanten gehören, sofern eine schwache Affinität dabei thätig ist, und in den Eigenschaften des aus der Verbindung zweier Körper hervorgehenden Körpers (der

Salzauflösung) sich die Eigenschaften der einzelnen Körper (des Salzes und des Wassers) gewissermassen noch erkennen lassen.

Weit interessanter nun sind diejenigen chemischen Verbindungen, bei welchen eine stärkere Affinität thätig ist, zu deren Hervorbringung im Allgemeinen eine höhere Temperatur erfordert wird, als diejenige ist, welche die Sonnenwärme hervorbringt, wenn diese nicht durch Brenngläser verstärkt wird, und deren Entstehung selbst Licht- und Wärme-Entwicklung im Gefolge hat; es sind dieses die Verbindungen, welche entstehen, wenn Schwefel mit verschiedenen Metallen, z. B. mit Quecksilber, Kupfer, Silber u. s. f. erhitzt wird, besonders aber diejenigen Verbindungen, welche durch die sogenannte *Verbrennung* erzeugt werden, d. h. durch Erhitzung gewisser Körper an der Luft. Wenn der Beobachter z. B. Holz verbrennen sieht, so wird er sich freilich Anfangs keinen richtigen Begriff von dem machen können, was eigentlich dabei vorgeht; er wird bemerken, dass von einer grossen Menge Holz nur ein geringer Rückstand (Asche) übrig bleibt; es wird ihm scheinen, dass das Holz vom Feuer verzehrt werde, dass es im Feuer aufgehe, und er wird nicht sogleich auf den Gedanken kommen, dass hierbei Körper mit einander in Verbindung treten. Bald wird er jedoch den Einfluss der Luft beim Brennen gewahr werden; er wird z. B. finden, dass das brennende Holz erlischt, wenn man dasselbe unmittelbar auf den Boden legt, so dass keine Luft von unten zuströmen kann; dass das erlöschende Feuer durch Anblasen wieder angefacht werden kann u. s. f. Wie aber die Luft beim Brennen ihren Einfluss ausübe, wird er nicht beobachten können, wenn er die Verbrennung nicht in einem abgesperrten Raum von Luft vornehmen und die Veränderungen, welche diese dabei erleidet, untersuchen kann, d. h. wenn er nicht mit durchsichtigen, der Luft undurchdring-

lichen Gefässen — mit gläsernen Geräthschaften — versehen ist. Da nun sowohl zur Hervorbringung von Verbindungen, wie sie durch den Verbrennungsprocess erzeugt werden, als zur Fabrikation gläserner Gefässe Feuer erfordert wird, so entsteht zuerst die Frage, auf welche Weise der Beobachter in den Stand gesetzt werde, Feuer nach Belieben hervorzubringen?

Dass die künstliche Hervorbringung von Feuer den Menschen, längere Zeit wenigstens, grosse Schwierigkeiten verursacht haben müsse, dafür sprechen eine Menge geschichtlicher Ueberlieferungen. Der Blitz, der Bäume u. s. f. anzündete, mag wohl eine der ersten Erscheinungen gewesen seyn, durch welche die Menschen mit den Wirkungen und dem Nutzen des Feuers bekannt gemacht wurden, und es dürfte sich hierauf auch der Mythos beziehen, nach welchem Prometheus das Feuer vom Himmel geraubt und den Menschen zum Geschenk gemacht haben soll. Zündete einmal der Blitz einen Baum an, oder bedeckte eine vulkanische Eruption die Umgegend mit glühender Lava, so musste man dieses Feuer durch Zulegen von Brennmaterial künstlich unterhalten, und es lässt sich wohl denken, dass nicht Alle, die in einer gewissen Nähe beisammen wohnten, dieses zugleich thaten, sondern Einer auf den Andern sich verliess, Einer bei dem Andern seinen erloschenen Heerd wieder anzündete. Die Verlegenheit musste aber nicht gering gewesen seyn, wenn einmal zufällig auf allen Feuer-Heerden zugleich das Feuer ausgieng; und so kamen die Menschen wahrscheinlich auf den Gedanken, gemeinschaftlich ein ewiges Feuer zu unterhalten, mit welchem sie, um sich gegen ein Erlöschen möglichst zu sichern, religiösen Cultus verbanden. Der Dienst der Vestalinnen bei den Römern dürfte sich von einer Zeit her datiren, wo letztere mit dem Feueranmachen noch nicht umzugehen wussten; diese Priesterinnen wurden sehr in Ehren gehalten, und genossen ver-

schiedene Vortheile, wurden aber auch sehr hart gestraft, wenn sie sich eine Nachlässigkeit zu Schulden kommen ließen. Auch die Chaldaer, die Perser, die Juden, die alten Gallier, die Peruaner, die Mexicaner hatten ihr ewiges Feuer. Bald musste man übrigens gewahr werden, dass durch Reiben von Körpern an einander, namentlich von Holz an Holz, Wärme entsteht, und dass diese Wärme bis zur Hervorbringung von Feuer gesteigert werden könne, wussten schon die Römer und Araber; Plinius beschreibt die hierzu tauglichen Holzarten. Die Hervorbringung des Feuers durch Reiben von Hölzern scheint übrigens eine besondere Gewandtheit zu erfordern, und bei civilisirten Nationen nie sehr allgemein im Gebrauch gewesen zu seyn.

Die Anwendung der *natürlichen Brennlüser*, d. h. der durch Rollen in Flüssen gebildeten Kugeln von Bergkrystall, zur Hervorbringung des Feuers scheint ebenfalls sehr alt zu seyn. Auch der Gebrauch *metallener Brennspiegel* zur Anzündung von Feuer war den Alten bekannt. Nach Plutarch zündete man das heilige Feuer der Vesta mit einem solchen ehernen Spiegel wieder an, wenn es durch Zufall ausgegangen war. Die Sonnenjungfern der Incas in Peru bedienten sich zu dem gleichen Zweck kleiner, goldener Hohlspiegel. Die Verfertigung solcher Spiegel setzt zwar Feuer voraus, aber man konnte sich ja hierzu eines ewigen Feuers bedienen, welches dann selbst nach Verfertigung der Spiegel entbehrlich wurde.

Wie alt die jetzt übliche Methode, durch Stahl, einen harten Stein und eine poröse, brennbare Materie (Schwamm, verkohltes Leinen u. s. f.), Feuer hervorzubringen, seyn möge, ist nicht genau bekannt. Sehr alt ist gewiss auch sie, wenn sie gleich vielleicht früher nicht sehr verbreitet war, wenigstens war die Eigenschaft des Stahls, durch Löschen in Wasser hart zu werden, in Aegypten schon mehr als 1000 Jahre vor Christus bekannt. Ungeachtet aber die Ge-

schichte des Eisens und Stahls ins graue Alterthum sich verliert, so stund es doch sehr lange an, bis man dieses Metall gehörig benützte, weil seine Schwerschmelzbarkeit ein grosses Hinderniss der Bearbeitung in den Weg legte, und bekanntlich wurden die Waffen und andere Geräthschaften der Alten aus Kupfer und Zinn gefertigt. Man kannte damals keinen besonderen Stahlbereitungsprocess; bei der unvollkommenen Art, das Eisen aus seinen Erzen auszuschmelzen, hieng es vom Zufall ab, ob das Eisen als Gusseisen, oder als eine Art Rohstahl, oder als Stabeisen zum Vorschein kommen würde, denn war es einmal mit Kohle als Gusseisen niedergeschmolzen, so musste es, wenn das Gebläse auf das glühende Metall noch einige Zeit lang einwirkte, in Rohstahl, und wenn es länger einwirkte, in Stabeisen verwandelt werden. — Dass den Römern die Methode, mit Stahl und Stein Feuer zu schlagen, bekannt gewesen seyn müsse, ersieht man aus einer Stelle des Plinius, wo er erzählt, dass die Spionen in den Lagern und die Hirten das Feuermachen mit Hölzern erfunden haben, *da sie nicht immer Gelegenheit gefunden, hierzu eines Steins sich zu bedienen* (Histor. natur. Lib. XVI. C. 40. S. 77.).

Nehmen wir nun an, dass unser Beobachter durch irgend einen glücklichen Zufall in den Stand gesetzt worden sey, sich nach Belieben Feuer zu verschaffen und untersuchen wir weiter, auf welche Weise er etwa in den Besitz gläserner Geräthschaften kommen möge? — Auch in dieser Beziehung müssen wir einen glücklichen Zufall walten lassen, denn wenn er gleich durch vulkanische Ausbrüche, bei welchen oft halbdurchsichtige, geschmolzene Massen zum Vorschein kommen, auf die Idee geführt werden könnte, dass durch Anwendung von farblosen Massen ein durchsichtiges Glas künstlich möchte hervorgebracht werden können, so würde doch die Auffindung solcher Massen einem Zufall

anheimgestellt werden müssen. — Das Glas wurde lange vorher, ehe sich die Menschen mit chemischen Untersuchungen zu beschäftigen anfingen, entdeckt. — Plinius (Hist. nat. Lib. XXXVI. C. 26. S. 65.) erzählt als Sage, einige Kaufleute seyen mit einer Schiffsladung Natron *) an der Mündung des Flusses Belus in Phönicien vor Anker gegangen, und haben dort zur Bereitung ihrer Mahlzeit auf dem sandigen Boden Feuer angemacht. Als einer Unterlage für ihre Kochgeräthschaften haben sie sich, in Ermanglung von Steinen, grosser Stücke von Natron bedient, und so sey dieses mit dem Sande des Ufers zusammengeschmolzen und das Glas entdeckt worden.

Auf die zwischen metallischen und nicht-metallischen Körpern stattfindende Verschiedenheit wird unser Beobachter sehr bald aufmerksam werden, und man wird bei ihm überhaupt eine Bekanntschaft mit folgenden Körpern voraussetzen dürfen.

1) *Schwefel*. Dieser Körper findet sich in der Natur, namentlich in der-Nähe von Vulkanen, sehr häufig. Dass er beim Erwärmen schmilzt, in noch höherer Temperatur, bei abgehaltener Luft, unverändert sich verflüchtigt, an der Luft, unter Entwicklung eines erstickenden Geruchs, mit blauer Flamme brennt, sind Eigenschaften, die man ohne Mühe an demselben entdecken wird. Auch wird man den Schwefel bald als einen Bestandtheil verschiedener Körper von metallischem Ansehen, wie Schwefelkies, Kupferkies u. s. f. nachweisen.

2) *Kohle*. Mit diesem Körper, ungeachtet sich derselbe

*) Plinius spricht zwar von *Nitrum*, dass aber sein Nitrum nicht Salpeter, sondern unser Natron gewesen sey, erhellt aus Lib. XXXI. C. 10. S. 46.

in der Natur nicht fertig gebildet vorfindet, wird unser Beobachter sogleich bekannt werden, denn man erhält denselben beim Brennen des Holzes, wenn das Feuer unterdrückt wird, nachdem es aufgehört hat, mit Flamme zu brennen; auch erhält man ihn, in Form von *Kienruss*, beim unvollkommenen Verbrennen harziger Substanzen u. s. f. Dass die Kohle unschmelzbar, und, bei abgehaltenem Luftzutritt, nicht verflüchtigbar ist, dass sie aber, an der Luft erhitzt, ohne Flamme und ohne einen Geruch zu entwickeln, gänzlich verbrennt und verschwindet, sind Eigenschaften, mit welchen man leicht bekannt wird. Auch wird sich bald zeigen, dass die Asche, welche die gewöhnliche Kohle beim Verbrennen hinterlässt, als ein fremder, ausserwesentlicher Bestandtheil, als eine blosse Verunreinigung der Kohle zu betrachten ist, sofern ihre Menge sehr variabel ist und z. B. der *Kienruss* gar keine Asche oder nur Spuren von Asche beim Verbrennen hinterlässt.

3) *Quecksilber*. Dieses findet sich in metallischem Zustand in der Natur, und kann wegen seiner auffallenden Eigenschaften der Aufmerksamkeit des Beobachters nicht wohl sich entziehen. Ausserdem wird unser Beobachter bald finden, dass durch Verbindung des Schwefels mit Quecksilber ein mit dem natürlichen Zinnober übereinstimmender Körper erhalten wird, und er wird daher in dem so häufig vorkommenden natürlichen Zinnober eine Quelle entdecken, aus welcher er metallisches Quecksilber in grosser Menge sich verschaffen kann.

4) *Blei*. Dieses Metall kommt zwar nicht metallisch in der Natur vor, aber in Verbindung mit Schwefel, als *Bleiglanz*, in ungeheurer Menge. Da man schon durch blosses Erhitzen des Bleiglanzes an der Luft, wobei der Geruch nach brennendem Schwefel sich entwickelt, metallisches Blei erhält, so wird der Beobachter auch mit diesem Metall sehr bald bekannt werden.

5) Silber, 6) Kupfer, 7) Wismuth, 8) Arsenik, finden sich metallisch in der Natur.

Lassen wir nun unsern, mit Feuer und Gläsern ausgerüsteten, und mit verschiedenen Körpern schon bekannten Beobachter die Verbrennungs-Erscheinungen genauer untersuchen. Bereits hat ihn eine rohe Beobachtung (S. 2065.) mit dem Einfluss bekannt gemacht, den die Luft beim Brennen ausübt: jetzt wird er denselben gründlicher zu würdigen vermögen. Er wird finden, dass eine brennende Wachskerze, die in eine, mit atmosphärischer Luft gefüllte, Glocke geführt wird, welche mit ihrem unten offenen Ende in Wasser oder Quecksilber steht, nur eine Zeit lang in diesem von der übrigen Luft abgesperrten Raum von Luft fortbrennt und dann erlischt; dass eine frisch angezündete Kerze, welche in die Luft geführt wird, in welcher die erste erloschen war, sogleich erlischt; dass auch andere brennbare Körper, wie Holz, Schwefel u. s. f., auf ähnliche Weise sich verhalten; dass die brennbaren Körper als solche verschwinden; was aber aus denselben eigentlich werde, wird er noch nicht gehörig einzusehen vermögen.

Untersucht jetzt unser Beobachter auch das Verhalten verschiedener Metalle, wenn sie in einem abgesperrten Raum von Luft erhitzt werden, so wird er handgreiflichere Auskunft über die Veränderung, welche sowohl die Luft als der in derselben erhitzte Körper erleidet, erhalten. Er wird finden, dass dabei einige Metalle gar keine Veränderung erleiden, und dass dann auch nicht nur die Eigenschaften der Luft unverändert bleiben, sondern auch das Volumen derselben keine daurende, sondern bloß eine vorübergehende, von der Einwirkung der Wärme allein abhängige Veränderung erleidet; dass aber andere Metalle, z. B. Quecksilber, Blei, Wismuth ihr metallisches Ansehen u. s. f. verlieren (in sogenannte Metallkalke verwandelt werden) und an Gewicht zunehmen, während das Volumen der Luft sich daurend ver-

mindert zeigt; dass aber bald ein Zeitpunkt eintritt, wo das Metall keine weitere Veränderung in der zurückbleibenden Luft mehr erleidet, und dass dann auch das Volumen der Luft sich nicht ferner vermindert; dass also eine Luft zurückbleibt, in welcher dieselben Metalle beim Erhitzen keine Veränderung erfahren, und in welcher nun auch andere brennbare Körper, wie namentlich Schwefel, nicht fortbrennen und nicht verändert werden, sondern erlöschen; dass die Grösse der Luftverminderung die gleiche ist, welche Metalle auch in derselben erhitzt werden mögen. Er wird ferner finden, dass das spec. Gewicht dieser zurückbleibenden Luft geringer ist als das der atmosphärischen Luft, und dass die Gewichtszunahme des Metalls ebenso viel beträgt, als der Gewichtsverlust, welchen die Luft erleidet. Er wird hieraus schliessen, dass die atmosphärische Luft aus zweierlei Gasarten besteht, von denen die eine mit Metallen sich zu verbinden vermag, die andere nicht; die letztere dieser Gasarten (Stickgas) wird er unmittelbar erhalten, denn sie ist das Gas, welches zurückbleibt, wenn ein Metall in einem abgesperrten Raum von Luft so lange erhitzt wird, bis die Luft keine Volumensverminderung mehr erleidet. Von den ihm bereits bekannten Metallen sieht er das Blei schon bei der gewöhnlichen Temperatur seinen metallischen Glanz verlieren, d. h. diejenige Veränderung erleiden, welche andere Metalle erst bei Einwirkung einer höheren Temperatur erfahren: er wird daher das Stickgas sehr leicht und rein erhalten, wenn er bei gewöhnlicher Temperatur eine sehr grosse Oberfläche von metallischem Blei auf atmosphärische Luft einwirken lässt, wenn er z. B. ein bestimmtes Volumen von atmosph. Luft mit einem flüssigen Amalgam von Blei und Quecksilber in einer wohlverschlossenen Flasche schüttelt; er wird bemerken, dass wenn nach längerem Schütteln das Gefäss unter Wasser oder Quecksilber geöffnet wird, diese Flüssigkeiten mit einer gewissen Gewalt

durch den Druck der äusseren Luft hineingetrieben werden, um den leeren Raum auszufüllen, der dadurch entstand, dass ein Theil der atmosphärischen Luft mit dem metallischen Blei in Verbindung trat.

Was nun aber die andere Art von Gas (Sauerstoffgas) betrifft, die unser Beobachter als einen Bestandtheil der atmosphärischen Luft zu betrachten genöthigt ist, so erhält er diese zunächst nicht in freiem Zustand als Gas, sondern in einer festen Verbindung mit einem Metall. Dass wirklich der Körper, welcher mit dem Metall in Verbindung getreten ist, ein Gas gewesen sey, wird der Beobachter daraus schliessen, dass das Volumen und das Gewicht der atmosph. Luft abgenommen hat, indess das Metall sich verändert und an Gewicht zugenommen hat, und dass die Gewichtszunahme des Metalls genau der Gewichtsabnahme der Luft entspricht.

Hat sich einmal unser Beobachter überzeugt, dass die Metalle, wenn sie in einem abgesperrten Raum von Luft erhitzt werden, dadurch in Metallkalke (Metalloxyde) sich verwandeln, dass sie sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden, so wird er, Behufs der Darstellung der Metalloxyde, nicht mehr nöthig haben, die Metalle in solchen abgesperrten Räumen, deren geringe Sauerstoffmenge bald verzehrt ist, zu erhitzen, vielmehr wird er dieselben, um ihre Oxyde in grösserer Menge zu erhalten, an freier Luft erhitzen können. Das Quecksilberoxyd namentlich, welches ihm, wie wir bald sehen werden, für seine Forschungen in so hohem Grade förderlich ist, wird er durch Kochen des metallischen Quecksilbers in einer langhalsigen Phiolen, deren Hals zu einer Spitze ausgezogen ist, in grösserer Menge erhalten; auf diese Weise kann sich die Luft erneuern, und das durch die Hitze verflüchtigte Quecksilber verdichtet sich in dem Apparat selbst wieder und fällt auf den Boden der Phiolen zurück.

Nun wirft sich die Frage auf, ob das Gas, welches mit dem Metall sich verbunden und dabei seine Gasform abgelegt hat, als Gas wieder ausgetrieben und das Metall eben dadurch in seinen ursprünglichen metallischen Zustand zurückgeführt werden könne? Unser Beobachter wird finden, dass blosse Hitze dieses in den meisten Fällen nicht vermag, dass namentlich aus den Oxyden des Bleis, Kupfers, Wismuths, welche er durch Erhitzen der Metalle an der Luft dargestellt hatte, durch erhöhte Temperatur kein Gas entwickelt wird, und dass sie dabei auch selbst nicht wieder in den metallischen Zustand zurückgeführt werden. Um so erfreulicher wird für ihn die Wahrnehmung seyn, dass das Oxyd, in welches er das Quecksilber durch Erhitzen an der Luft verwandelt hat, durch eine noch höhere Temperatur wieder auf eine solche Weise zersetzt wird, dass das verschwundene Gas als Gas und das Quecksilber als Metall wieder zum Vorschein kommen. Diese Beobachtung hat für ihn den grössten Werth und erleichtert ihm die weitere Entwicklung der chemischen Erscheinungen ganz ungemein; jetzt kann er auch den andern Bestandtheil der atmosphärischen Luft, der sich mit den Metallen verbindet (Sauerstoffgas), isolirt, als Gas darstellen, indem er das durch Erhitzen des Quecksilbers an der atmosphärischen Luft erhaltene Oxyd in einer Retorte, deren Hals in Wasser oder Quecksilber mündet, stärker erhitzt, und das sich entwickelnde Gas in mit Wasser oder Quecksilber gefüllten Gefässen auffängt, und er wird nun ein mit der atmosphärischen Luft in jeder Beziehung übereinstimmendes Gasgemenge erhalten, wenn er Stickgas und Sauerstoffgas in den gehörigen Verhältnissen mit einander mengt.

Unser Beobachter wird nun auch über das, was beim Verbrennen nicht-metallischer Körper, wie Kohle, Schwefel u. s. f. vor sich geht, gründlichere Aufklärung erhalten, indem er diese Körper in reinem Sauerstoffgas, welches, wie

aus dem Bisherigen sich ergibt, allein beim Brennen der Körper in der Luft thätig ist, verbrennen lässt. Er wird finden, dass wenn Schwefel in einem mit Sauerstoffgas gefüllten, durch Quecksilber gesperrten Glasrohr verbrannt wird, der Schwefel verschwindet, und ein, wie das Sauerstoffgas selbst, unsichtbares Gas erhalten wird, dessen Volumen dem des Sauerstoffgases gleich ist. Dass dieses Gas eine Verbindung von Schwefel und Sauerstoff sey, wird er aus dem Verschwinden des Schwefels schliessen. Wird dieses Gas mit Wasser geschüttelt, so wird es von demselben verschluckt werden, und das Wasser wird einen *sau-
ren Geschmack* annehmen. Es wird zwar, auch wenn so viel Schwefel in Sauerstoffgas erhitzt wird, dass nach dem Erlöschen des Schwefels noch unverbrannter Schwefel übrig bleibt, das erzeugte Gas vom Wasser nicht vollständig verschluckt werden: aber der nicht verschluckte Antheil des Gases wird (sofern das Sauerstoffgas nicht etwa mit atmosphärischer Luft verunreinigt war) sich ganz wie Sauerstoffgas verhalten, und es wird in demselben von Neuem Schwefel entzündet werden können. Dass dieses so erhaltene saure Wasser (schweflige Säure) durch längere Berührung mit Sauerstoffgas oder atmosph. Luft in Schwefelsäure sich verwandelt, ist S. 2039. angeführt worden.

Ein ganz ähnliches Verhalten wird unser Beobachter bei der Kohle wahrnehmen: auch wenn er diese in Sauerstoffgas verbrennt, wird sich das Volumen des Gases nicht ändern; Wasser wird beim Schütteln das gebildete Gas (kohlensaures Gas) verschlucken und einen säuerlichen Geschmack annehmen. Aber weder das schwefligsaure noch das kohlensaure Gas wird durch blosse Hitze wieder in Schwefel oder Kohle und in Sauerstoffgas zersetzt werden können, und er wird sich vor der Hand begnügen müssen, auf synthetischem Wege die Zusammensetzung dieser beiden sauren Gase nachgewiesen zu haben.

Lassen wir nun unsern Beobachter zu den Metallen zurückkehren.— Er hat bereits bemerkt, dass die meisten, durch Erhitzen der Metalle an der Luft gebildeten Metallkalke (Oxyde) durch blosse Hitze nicht wieder zersetzt werden; er wird aber auch sehr bald die Beobachtung machen, dass auch diese Oxyde in Berührung mit Kohle wieder metallisch werden, dass z. B. Blei, welches durch Erhitzen an der Luft in Oxyd verwandelt worden war, wieder metallisch wird, sobald das glühende Oxyd mit Kohle in Berührung kommt. Da nun das Blei dadurch in Oxyd sich verwandelt, dass es sich mit Sauerstoffgas verbindet, da die Kohle mit Sauerstoffgas zu kohlen-saurem Gas sich verbindet, so wird er schliessen, dass die Kohle das Bleioxyd dadurch in metallisches Blei verwandle, dass sie sich mit dem Sauerstoff desselben zu kohlen-saurem Gas verbindet. In der That wird er auch beim Erhitzen eines Gemenges von Bleioxyd und Kohle, kohlen-saures Gas sich entwickeln sehen.

Nachdem unser Beobachter die Wirkung der Kohle auf die Metalloxyde versucht und gefunden hat, dass letztere durch die Kohle wieder in Metalle verwandelt werden, so wird er auch die Wirkung des Schwefels auf dieselben versuchen und dabei finden, dass zwar der Schwefel, gerade wie die Kohle, das Metall von dem beim Verbrennen aufgenommenen Sauerstoff wieder befreit (denn wenn ein Metalloxyd mit Schwefel erhitzt wird, so bildet sich schwefeligsaurer Gas); dass aber dabei das Metall doch nicht als Metall zum Vorschein kommt, sofern es zugleich mit Schwefel sich verbindet. Bei der Kohle ist dieses nicht oder wenigstens nur in einem geringen Grade der Fall, weil die Kohle wenig Neigung hat, mit den Metallen Verbindungen einzugehen, und aus diesem Grunde ist auch die Kohle so anwendbar, die durch Erhitzen der Metalle an der Luft gebildeten Oxyde wieder in den metallischen Zustand zu-

rückzuführen. Und da die unserem Beobachter bis jetzt bekannt gewordenen Metalloxyde durch ein ziemlich beträchtliches specif. Gewicht sich auszeichnen (wenn gleich dieses geringer ist als das specif. Gewicht der Metalle, aus denen sie entstanden), so wird er auf den Gedanken kommen, zunächst zu versuchen, ob nicht aus verschiedenen, in der Natur vorkommenden, zumal auffallend schweren Körpern von nicht-metallischem Ansehen, durch Behandlung mit Kohle Metalle gewonnen werden können, d. h. ob solche schwere Körper nicht Verbindungen von Metallen mit Sauerstoff seyn möchten, denen der Sauerstoff durch Kohle entzogen werden kann? So wird er dann mit einigen sehr wichtigen, ihm zuvor unbekanntem Metallen, namentlich mit dem Eisen, dem Zinn, und auch mit dem Zink (freilich mit letzterem Metall nicht so schnell und leicht, sofern es flüchtig ist und zu seiner Darstellung besonderer Vorrichtungen bedarf) bekannt werden, und andere ihm schon früher bekannt gewordene Metalle in grösserer Menge darzustellen lernen.

Die Schwefelsäure, welche unser Beobachter, allerdings auf eine mühsame Weise, durch Verbrennen von Schwefel sich zu verschaffen wusste, wobei zunächst blos schweflige Säure gebildet wird, die erst durch weitere Absorption von Sauerstoff allmählig in Schwefelsäure sich verwandelt, wird hauptsächlich dazu dienen, den Umfang seiner Erfahrungen auf eine überraschende Weise zu erweitern.

Er wird namentlich finden, dass diese Säure mit den durch Verbrennen der Metalle an der Luft oder in Sauerstoffgas gebildeten Oxyden sich verbindet; dass sie namentlich mit Kupferoxyd eine, in lasurblauen Krystallen zu erhaltende, im Wasser lösliche Verbindung bildet, welche zugleich eine bedeutende Menge von Wasser enthält; dass sie mit Bleioxyd eine im Wasser unlösliche weisse Verbindung bildet, und dass sie, indem sie sich mit den Oxyden

verbindet, ihres sauren Geschmacks verlustig wird. Er wird nun aber ferner finden, dass die Schwefelsäure auf mehrere Metalle, mit deren Oxyden sie sich verbindet, wenigstens bei der gewöhnlichen Temperatur gar keine Einwirkung zeigt; dass sie namentlich auf metallisches Kupfer und Quecksilber in der Kälte gar nicht einwirkt; dass aber allerdings eine sehr lebhaftere Einwirkung in der Wärme statt findet, wobei schwefligsaures Gas entwickelt und *dieselbe Verbindung gebildet wird, welche man erhält, wenn Schwefelsäure mit dem Oxyd des Metalls zusammengebracht wird.* Hieraus wird er also schliessen, dass ein Theil der Schwefelsäure in schwefligsaures Gas und in Sauerstoff zersetzt wird, welcher aber nicht als Sauerstoffgas frei wird, sondern mit dem Metall zu Oxyd sich verbindet, das jetzt mit einem andern Theil unzersetzt gebliebener Schwefelsäure in Verbindung tritt. Auf diese Weise wird er sich überzeugen, dass die aus Schwefel und Sauerstoff bestehende Schwefelsäure nicht mit Metallen, sondern nur mit Metalloxyden Verbindungen einzugehen vermag.

Unser Beobachter wird nun weiter bemerken, dass einige Metalle, namentlich Eisen und Zink, schon bei der gewöhnlichen Temperatur in wässriger Schwefelsäure sich auflösen, dass aber dabei kein schwefligsaures, *sondern vielmehr ein brennbares Gas* sich entwickelt. Da weder schwefligsaures Gas entwickelt noch Schwefel ausgeschieden wird, so kann hierbei keine Schwefelsäure zersetzt werden; und da auf der andern Seite das Metall nur als Oxyd mit der Schwefelsäure sich verbinden kann, da man wirklich bei der Auflösung eines solchen Metalls (z. B. des Zinks) in verdünnter Schwefelsäure dieselbe Verbindung erhält, welche sich beim Zusammenbringen des Metalloxyds (Zinkoxyds) mit Schwefelsäure (wobei keine Gasentwicklung statt findet) bildet, so kann das Metall durch keinen andern Körper, als durch das der Säure beigemengte *Was-*

ser oxydirt werden; das Wasser muss also *Sauerstoff* als Bestandtheil enthalten, und der andere Bestandtheil des Wassers muss das sich entwickelnde brennbare Gas (Wasserstoffgas) seyn. — Die so gefundene Zusammensetzung des Wassers wird durch die Thatsache bestätigt, dass wenn man Wasserdämpfe über glühendes Eisen oder Zink leitet, das Metall, gerade wie durch das Brennen an der Luft, oxydirt und dasselbe brennbare Gas entwickelt wird, welches man beim Auflösen des Metalls in verdünnter Schwefelsäure erhält; ferner durch die Thatsache (welche auf den ersten Blick mit der so eben erwähnten im Widerspruch zu stehen scheint, die aber nach S. 929. ihre Ausgleichung findet), dass wenn Wasserstoffgas über glühendes Eisenoxyd geleitet wird, Wasser gebildet und das Oxyd zu Metall reducirt wird; endlich durch die Thatsache, dass sich aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas Wasser erzeugen lässt.

So ist also unser Beobachter, ausser dem Schwefel und Kohlenstoff, mit einem dritten nicht-metallischen brennbaren Körper — dem Wasserstoff — bekannt geworden, und die zu gleicher Zeit erlangte Kenntniss von der Zusammensetzung des Wassers muss ihm für seine ferneren Forschungen von dem grössten Nutzen seyn, da das Wasser bei den meisten chemischen Processen eine so wichtige Rolle spielt.

Von eigentlichen Säuren hat er bis jetzt blos die schweflige Säure, die Schwefelsäure und die Kohlensäure kennen gelernt und gefunden, dass die Schwefelsäure mit den durch Verbrennen von Metallen an der Luft gebildeten Oxyden Verbindungen eingeht und dabei ihres sauren Geschmacks verlustig wird. Die Kohlensäure vermag sich zwar ebenfalls mit einigen solchen Metalloxyden, z. B. mit Zinkoxyd und Bleioxyd, zu verbinden, die Verbindung geht aber so langsam von statten, dass der Erfolg derselben von dem Beobachter leicht, wenigstens eine Zeitlang, übersehen wer-

den könnte. Wenn derselbe dagegen verdünnte Schwefelsäure mit einem in der Natur in ungeheurer Menge vorkommenden Körper — dem Kalkstein — zusammenbringt, so wird er bemerken, dass sich ein Gas entwickelt, das nicht brennbar ist, in welchem brennende Körper erlöschten, welches vom Wasser verschluckt wird und demselben einen säuerlichen Geschmack ertheilt, welches mit Einem Wort mit dem durch Verbrennen von Kohle in Sauerstoffgas erzeugten kohlen-sauren Gas ganz übereinkommt. Hieraus wird er schliessen, dass das kohlen-saure Gas ein Bestandtheil des Kalksteins ist, und dass dieses Gas dadurch, dass es in dem Kalkstein mit einem andern Körper in Verbindung sich befindet, seine Gasform verloren hat. Da ferner die Schwefelsäure mit diesem andern Bestandtheil des Kalksteins eine Verbindung eingeht, in welcher ihr saurer Geschmack nicht mehr erkennbar ist, welche fast geschmacklos und im Wasser sehr schwerlöslich ist, gerade wie diese Säure z. B. mit Bleioxyd eine im Wasser unlösliche, geschmacklose Verbindung bildet, so wird unser Beobachter auf die Vermuthung geführt werden, dass dieser mit der Schwefelsäure sich verbindende Bestandtheil des Kalksteins (Kalk), gerade wie z. B. das Bleioxyd, aus einem Metall und aus Sauerstoff bestehe. Er wird ferner finden, dass es nicht einmal der Schwefelsäure bedarf, um die Kohlen-säure aus dem Kalkstein als Gas auszutreiben, dass vielmehr schon durch blosse Hitze kohlen-saures Gas aus dem Kalkstein ausgetrieben wird und dass dann ein Körper zurückbleibt, der mit Schwefelsäure, *ohne dass ein Gas entwickelt wird*, dieselbe Verbindung bildet, welche man durch Behandlung des nicht geglühten Kalksteins mit Schwefelsäure, unter Entwicklung von kohlen-saurem Gas, erhält. Er wird jetzt auch in den Stand gesetzt, sich mit den Verhältnissen des Kalks selbst näher bekannt zu machen, da er diesen Körper durch blosses Erhitzen des Kalksteins, wobei dieser

seine Kohlensäure verliert, isolirt erhalten kann, was nicht der Fall ist, wenn er den Kalkstein durch Schwefelsäure zersetzt. Er wird finden, dass der (gebrannte) Kalk mit Wasser unter starker Wärmeentwicklung eine chemische Verbindung eingeht, sofern eine abgewogene Menge von Kalk, wenn sie mit nicht zu viel Wasser in Berührung gebracht wird, *vollkommen trocken* bleibt, und in diesem Zustand dennoch Wasser enthält, was man theils aus dem vermehrten Gewicht des Kalks, theils, und noch bestimmter, daraus erkennt, dass beim Erhitzen eine grosse Menge von Wasser entwickelt wird. Er wird ferner bemerken, dass der so mit Wasser chemisch verbundene Kalk in einer grösseren Menge von Wasser *sich auflöst*, und dass diese Auflösung (Kalkwasser) einen laugenhaften Geschmack besitzt, dass sie kohlenensaures Gas in Menge verschluckt und durch dasselbe getrübt wird, und dass der so gebildete Niederschlag durch Schwefelsäure unter Entwicklung von kohlenensaurem Gas zersetzt wird, wobei dieselbe Verbindung entsteht, welche man bei der Behandlung des Kalksteins mit Schwefelsäure erhält. — Wenn also die Vermuthung, dass der Kalk ein Metalloxyd sey, wirklich gegründet seyn sollte, so würde dieses Metalloxyd durch seine Löslichkeit in Wasser so wie dadurch, dass es Geschmack zeigt, von den bisher unserem Beobachter bekannt gewordenen Metalloxyden sich unterscheiden.

Einen laugenhaften Geschmack wird unser Beobachter längst an der Holzasche wahrgenommen haben; er wird ferner bemerkt haben, dass der aus Wein sich ausscheidende Weinstein durch wiederholtes Auflösen in heissem Wasser als eine weisse krystallisirte Substanz erhalten werden kann; dass dieser (gereinigte) Weinstein einen säuerlichen Geschmack besitzt; dass beim Glühen desselben in verschlossenen Gefässen eine schwarze, laugenartig schmeckende Masse zurückbleibt; dass durch Auslaugen dieser schwarzen Masse mit Wasser eine laugenartig schmeckende Flüssigkeit

erhalten wird, die nach dem Abdampfen eine weisse, in Wasser leichtlösliche, stark laugenartig schmeckende Substanz zurücklässt, während eine geschmacklose Kohle ungelöst bleibt, die in Sauerstoffgas gänzlich verbrennt und kohlen-saures Gas erzeugt. Er wird bemerken, dass Schwefel-säure aus dieser weissen Substanz, gerade wie aus Kalkstein, kohlen-saures Gas entwickelt, mit dem andern Bestandtheil der weissen Substanz sich verbindet, und dabei ebenfalls ihrer sauren Eigenschaften verlustig wird, dass aber die erhaltene Verbindung nicht mehr geschmacklos ist, wie die Verbindung der Schwefelsäure mit Kalk, sondern einen salzigen, bitterlichen Geschmack zeigt und sich im Wasser ziemlich leicht löst. — Aus diesen Thatsachen wird unser Beobachter schliessen, dass jene weisse Substanz aus Kohlen-säure und einem Körper bestehe, welcher die sauren Eigenschaften der Schwefelsäure, gerade wie der Kalk, zu neutralisiren vermag; er wird daher ebenfalls vermuthen, dass dieser die Schwefelsäure neutralisirende Körper (Kali) eine Verbindung eines Metalls mit Sauerstoff seyn möchte. Vor allem aber wird er untersuchen, ob aus jener weissen Substanz (kohlen-saurem Kali) durch Glühen derselben das Kali nicht ebenso isolirt, d. h. frei von Kohlen-säure erhalten werden kann, wie der Kalk aus dem kohlen-sauren Kalk (Kalkstein). Hier wird es sich dann zeigen, dass blosse Hitze die Kohlen-säure aus dem kohlen-sauren Kali nicht auszutreiben vermag, sofern das noch so heftig geglühte Salz in Berührung mit Schwefel-säure kohlen-saures Gas entwickelt. Da jedoch der Kalk im Wasser löslich ist, mit Kohlen-säure aber eine unlösliche Verbindung bildet, so wird es unserem Beobachter sehr nahe gelegt seyn, zu versuchen, ob nicht das kohlen-säure Kali dadurch, dass es in Wasser gelöst und Kalk zugesetzt wird, von seiner Kohlen-säure befreit werden könne? In der That wird er finden; dass Kalkwasser in einer wässerigen Lösung von kohlen-saurem Kali einen Niederschlag von koh-

lensaurem Kalk hervorbringt, worauf das Kali frei von Kohlensäure im Wasser gelöst bleibt, durch Abdampfen in fester Form erhalten werden kann, und nun mit Schwefelsäure sich verbindet, ohne dass diese Verbindung von einer Gasentwicklung begleitet ist. Dieses von Kohlensäure freie Kali wird, wenn es in wenig Wasser gelöst ist, einen wirklich ätzenden Geschmack zeigen, daher der Name *ätzendes, kaustisches Kali*.

Bei dem Schwefel hatte unser Beobachter wahrgenommen, dass sich derselbe mit verschiedenen Mengen von Sauerstoff verbinden kann, und dabei zwei in ihren Eigenschaften wesentlich verschiedene Säuren erzeugt; dass namentlich, wenn Schwefel in Sauerstoffgas verbrannt wird, eine luftförmige, stark riechende Säure (schweflige Säure) sich bildet, die zwar vom Wasser verschluckt wird, aber auch in dieser Verbindung mit Wasser noch Geruch zeigt, und beim Erhitzen des Wassers gasförmig entweicht; dass aber diese wässrige schweflige Säure durch Aufnahme von mehr Sauerstoff in die geruchlose, erst bei bedeutend erhöhter Temperatur siedende Säure (Schwefelsäure) verwandelt wird. — Bei der Kohle wird er sehr bald Gelegenheit erhalten, dieselbe Beobachtung zu machen, dass nemlich auch sie, wie der Schwefel, fähig ist, mit Sauerstoff mehr als eine Verbindung einzugehen. Er hatte bemerkt, dass Metalloxyde durch Glühen mit Kohle in den metallischen Zustand zurückgeführt werden, und dass dabei allerdings in vielen Fällen kohlen saures Gas gebildet wird. Bald wird er aber finden, dass beim Glühen anderer Metalloxyde, z. B. des Zinkoxyds, mit Kohle nicht kohlen saures Gas, sondern ein brennbares Gas, welches, an der Luft entzündet, mit blauer Flamme brennt, erzeugt wird. Diese Beobachtung wird ihn Anfangs befremden, sofern dieses brennbare Gas nothwendig aus Kohle und Sauerstoff bestehen muss, da das Metalloxyd zu Metall reducirt wird und doch

kein Sauerstoffgas sich entwickelt. Er wird dann aber finden, dass dieses brennbare Gas (Kohlenoxydgas) zwar aus Kohle und Sauerstoff besteht, aber weniger Sauerstoff enthält als das kohlen-saure Gas; dass es, wenn es an der Luft verbrennt, die zur Bildung von kohlen-saurem Gas noch fehlende Menge von Sauerstoffgas unter Licht- und Wärme-Entwicklung aufnimmt, wobei 1 Maass Sauerstoffgas mit 2 Maassen Kohlenoxydgas 2 Maasse kohlen-saures Gas erzeugt; dass es auch gebildet wird, wenn man kohlen-saures Gas über glühende Kohle leitet u. s. f.; dass es sich von dem (nicht brennbaren) kohlen-sauren Gas auch dadurch unterscheidet, dass es vom Wasser nicht merkbar verschluckt wird, demselben keinen Geschmack mittheilt, Kalkwasser nicht trübt, überhaupt mit Kalk und Metalloxyden keine Verbindung einzugehen fähig ist.

Unser Beobachter wird ferner bald die Bemerkung zu machen Gelegenheit haben, dass der kohlen-saure Kalk zwar, wenn er an freier Luft erhitzt wird, seine Kohlensäure leicht verliert, dass dieses aber nicht der Fall ist, wenn man denselben bei abgehaltener Luft, z. B. in einer Retorte, glüht. Versucht er nun das in dem Kalk präsumirte Metall durch Glühen eines Gemenges von kohlen-saurem Kalk und Kohle in einer Retorte zu isoliren, so wird er zwar kein Metall erhalten, aber der Kalk wird dadurch leicht von der mit ihm verbundenen Kohlensäure befreit werden, indem diese mit der zugesetzten Kohle zu Kohlenoxydgas in Verbindung tritt und als solches entweicht; der Kalk wird aber dabei weder zu Metall reducirt (denn in dem Rückstand findet man nichts metallisches) noch verflüchtigt werden, vielmehr wird der kohlen-saure Kalk durch Glühen mit Kohle ganz in denselben Zustand versetzt, wie wenn er für sich an der Luft erhitzt wird, sofern der mit Kohle geglühte Kalk, wenn er mit verdünnter Schwefel-

säure übergossen wird, mit der Säure sich verbindet, ohne dass dabei kohlen-saures Gas entwickelt wird.

Wenn jetzt aber unser Beobachter eine gewisse Menge von kohlen-saurem Kali mit Kohle glüht, so wird er bemerken, dass sich gleichfalls Kohlenoxyd-gas entwickelt, und hieraus schliessen, dass aus kohlen-saurem Kali (welches, wie er bereits wahrgenommen hat, durch blosses Glühen seine Kohlensäure nicht verliert) die Kohlensäure als Kohlenoxyd-gas ausgetrieben wird, wenn es mit Kohle gemengt geglüht wird. Wirklich wird auch, wenn ein Gemenge von Kohle und kohlen-saurem Kali einige Zeit lang geglüht wird, durch Auslaugen der rückständigen Masse eine Flüssigkeit erhalten, die mit Schwefelsäure *ohne Aufbrausen* d. h. ohne Kohlensäureentwicklung sich verbindet. Er wird aber zugleich wahrnehmen, dass wenn das Gemenge von Kohle und kohlen-saurem Kali *lange* und *sehr heftig* geglüht wird, die Menge des Kalis in dem Rückstand immer mehr sich vermindert; so dass zuletzt Wasser aus demselben gar kein oder doch nur sehr wenig Kali mehr auszieht. Dieses könnte nun allerdings möglicherweise daher rühren, dass das von Kohlensäure befreite Kali durch höhere Temperatur als solches sich verflüchtigte; das Kali könnte aber auch, unter weiterer Entwicklung von Kohlenoxyd-gas, zu Metall reducirt und als Metall verflüchtigt worden seyn. Dass dieses Letztere wirklich der Fall sey, wird sich aus folgenden Thatsachen ergeben. Wird ein Gemeng von kohlen-saurem Kali und Kohle in einem an einem Ende zugeschweissten, am andern offenen Flintenlauf sehr heftig erhitzt, so entwickelt sich längere Zeit hindurch Kohlenoxyd-gas, welches angezündet mit blauer Flamme brennt; später aber kommen *grüne Dämpfe* zum Vorschein. Da weder das Kohlenoxyd-gas, noch die Kohle, noch das kohlen-saure oder kaustische Kali für sich, diese Erscheinung zeigen, so wird es schon hieraus wahrscheinlich, dass das Kali durch

die Kohle eine Zersetzung erleide und dass die grünen Dämpfe Kaliumdämpfe seyen. Diese Vermuthung wird zur Gewissheit erhoben, da man findet, dass wenn in der Periode, in welcher grüne Dämpfe sich zeigen, kalte eiserne Stäbe kurze Zeit in den Flintenlauf hineingeführt und dann wieder herausgezogen werden, an denselben eine metallische Substanz sich angesetzt hat, welche in Wasser, das mit der Luft in Berührung ist, geworfen, sich entzündet, und, wenn sie in eine in Quecksilber stehende und mit Quecksilber gefüllte Röhre, die in ihrem oberen verschlossenen Ende etwas Wasser enthält, gebracht wird, Wasserstoffgas entwickelt, während das Wasser einen laugenhaften Geschmack annimmt und sich wie wässriges kaustisches Kali verhält. Man wird also hieraus schliessen, dass das durch Reduction mittelst Kohle erhaltene Metall des Kalis (Kalium) das Wasser schon bei der gewöhnlichen Temperatur zersetze, indem es sich mit dem Sauerstoff desselben verbindet und den Wasserstoff in Freiheit setzt, und dass die bei der Verbindung des Metalls mit dem Sauerstoff des Wassers entwickelte Hitze hinreiche, das entwickelte Wasserstoffgas zu entzünden, d. h. zu bewirken, dass sich dasselbe mit dem Sauerstoff der Luft unter Licht- und Wärmeentwicklung verbindet. Da alle unserm Beobachter früher bekannt gewordenen Metalle bei der gewöhnlichen Temperatur nicht vermögen, das Wasser zu zersetzen, so wird er hieraus folgern, dass das Kalium eine ungewöhnlich grosse Neigung habe, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden. Dieses wird ferner daraus sich ergeben, dass das Metall nach kurzer Berührung mit der Luft sein metallisches Ansehen und die Eigenschaft verliert, Wasserstoffgas aus Wasser zu entwickeln, sofern es sich nemlich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kali verbunden hat und als solches im Wasser sich löst.

Wenn nun aber gleich unser Beobachter durch die angeführten Erscheinungen mit der Existenz und den Eigenschaften

schaften dieses interessanten Metalls bekannt wird, so muss ihm doch, um dasselbe in grösserer Menge erhalten und aufbewahren zu können, eine Flüssigkeit zu Gebote stehen, in welcher dasselbe keine Veränderung erleidet, welche es daher, sobald es gebildet ist, gegen den oxydirenden Einfluss der Luft zu schützen vermag. Eine solche Flüssigkeit bietet die Natur in der *natürlichen Naphta* dar. In Ermanglung einer solchen Flüssigkeit müsste er schon bei der Darstellung des Metalls die atmosphärische Luft gänzlich entfernt halten, und das Metall in zugeschmolzenen Glasröhren aufbewahren, um dasselbe dadurch gegen den zerstörenden Einfluss der Luft zu sichern.

So ist nun unser Beobachter bereits mit einer Menge von metallischen und nicht-metallischen Körpern bekannt geworden, welche die Natur selbst nicht in isolirtem Zustand, sondern nur in Verbindung mit andern Körpern liefert. Er hat beobachtet, dass die meisten dieser Körper Verbindungen unter einander einzugehen vermögen, dass aber diese Verbindungen selten bei der gewöhnlichen, sondern meistens erst bei erhöhter Temperatur erfolgen, dann aber gewöhnlich von einer mehr oder weniger lebhaften Wärme-Entwicklung, oder Wärme- und Licht-Entwicklung begleitet sind. Dieses hat er nicht blos bei den Verbindungen nicht-metallischer und metallischer Körper mit Sauerstoff, sondern namentlich auch bei den Verbindungen der Metalle mit Schwefel zu bemerken Gelegenheit gehabt, da z. B. ein Gemeng von Schwefel und Kupfer, wenn es bei abgehaltener Luft, oder in Stickgas (in welchem weder Schwefel noch Kupfer für sich brennen), mässig erhitzt wird, auf einmal in Brand geräth vermöge der die chemische Verbindung zwischen Schwefel und Kupfer begleitenden Feuerentwicklung.

Er hat ferner gefunden, dass die Kraft, welche die chemische Verbindung zwischen den Körpern bewirkt (Affinität), eine verschieden starke ist, indem z. B. die Kohlensäure aus kohlensaurem Kalk, nicht aber aus kohlensaurem Kali durch blosse Hitze ausgetrieben werden kann; dass gewisse Körper gewisse andere Körper aus ihren Verbindungen auszutreiben vermögen, wobei diese letzteren Körper die Stelle der ersteren einnehmen, dass z. B. Schwefelquecksilber durch metallisches Eisen in Schwefeleisen und metallisches Quecksilber, kohlensaurer Kalk durch Schwefelsäure in schwefelsauren Kalk und Kohlensäure zersetzt wird; dass gewisse Verbindungen von Körpern ihre Bestandtheile gegenseitig austauschen, dass z. B. schwefelsaurer Kalk durch kohlensaures Kali in kohlensauren Kalk und schwefelsaures Kali zersetzt wird, aus welchen zuletzt genannten Thatsachen der Begriff von einfacher und von doppelter Wahlverwandtschaft sich entwickeln wird. Er hat ferner bereits bemerkt, dass die Schwefelsäure und die Kohlensäure nicht mit Metallen, wohl aber mit Metalloxyden, dagegen Schwefel nicht mit Metalloxyden, wohl aber mit Metallen sich zu verbinden vermögen, dass also im Allgemeinen einfachere Körper mit einfacheren, zusammengesetztere mit zusammengesetzteren sich vereinigen, und er ist auch jetzt schon mit einer hinreichenden Menge von Körpern bekannt, um sich darüber aussprechen zu können, welche als entschieden zusammengesetzte, und welche mit mehr oder weniger grosser Wahrscheinlichkeit als einfache Körper (Elemente) betrachtet werden dürften. Den Sauerstoff, den Stickstoff, den Schwefel, die Kohle, die einzelnen Metalle wird er als Elemente betrachten, sofern sich keine heterogene Körper angeben lassen, durch deren Verbindung sie hervorgebracht werden können, sofern sie immer als Bestandtheile anderer Körper auftreten, und weil keine verschiedene Analogie für ihre Zusammengesetztheit

spricht. Diese letztere Bestimmung muss hinzugefügt werden, denn unser Beobachter kann z. B. für jetzt auch den Kalk aus andern Körpern nicht zusammensetzen u. s. f., und müsste denselben daher für ein Element erklären, wenn nicht die Analogie dieses Körpers mit den Metalloxyden, namentlich mit dem Kali, entschieden dafür spräche, dass er aus einem Metall und aus Sauerstoff besteht.

Die von unserem Beobachter gemachte Bemerkung, dass ein Körper einen andern aus der Verbindung mit einem dritten austreiben und an der Stelle des andern mit dem dritten sich verbinden kann, wird ihm, bei der bereits bedeutenden Anzahl von Körpern, die ihm für seine Forschungen zu Gebote stehen, schnell noch weiter führen, namentlich wird ihm hierbei die Schwefelsäure ausgezeichnete Dienste leisten. Er wird aber längst die mühsame Methode, diese Säure nach der S. 2039. angeführten Weise darzustellen, gegen die weit bequemere, S. 2042. erwähnte, vertauscht haben. Wirklich war man auch mit der Methode, die Schwefelsäure aus Eisenvitriol darzustellen, schon in den frühesten Zeiten bekannt, und unser Beobachter wird sich auf diese Weise leicht eine hinreichende Menge dieser wichtigen Säure für seine Untersuchungen verschaffen.

Da unser Beobachter bereits (S. 2082.) bemerkt hat, dass die Schwefelsäure aus dem kohlen-sauren Kali die Kohlensäure austreibt und mit dem Kali eine salzig-bitter schmeckende Verbindung (Salz) erzeugt, so ist es ihm sehr nahe gelegt, zu untersuchen, ob wohl nicht auch andere in der Natur vorkommende Körper, die wie das kohlen-saure und schwefelsaure Kali Geschmack zeigen und im Wasser sich lösen, aus einer Säure und einem Metalloxyd bestehen möchten, und ob, falls dieses wirklich der Fall seyn sollte, diese Säure dann nicht ebenso aus ihrer Verbindung mit dem Metalloxyd durch Schwefelsäure ausgetrieben werden

könne, wie die Kohlensäure aus ihrer Verbindung mit Kali durch Schwefelsäure ausgetrieben wird?

Das Salz, welches sich wegen der Allgemeinheit seiner Verbreitung dem Beobachter zuerst darbietet, ist das *Kochsalz*. Er wird finden, dass das Kochsalz durch concentrirte Schwefelsäure zersetzt wird, dass sich ein stark saures, vom kohlensauren durchaus verschiedenes Gas entwickelt, welches vom Wasser unter Wärmeentwicklung verschluckt wird, und in Verbindung mit Wasser *die wässerige Salzsäure* liefert; er wird also mit einer neuen Säure bekannt werden, und sich wegen der Analogie dieser Säure mit der Schwefelsäure und Kohlensäure (sofern sie, wie diese, sauer schmeckt u. s. f.) zu der Annahme für berechtigt halten, dass auch sie aus einem brennbaren Körper und aus Sauerstoff bestehe, wie die Schwefelsäure und Kohlensäure aus Schwefel oder Kohle und Sauerstoff bestehen. Sein Bemühen aber, dieses präsumirte Radical aus der Salzsäure zu isoliren, wird ohne Erfolg bleiben, namentlich wird er finden, dass wenn salzsaures Gas über glühende Kohlen geleitet wird, keine Zersetzung des Gases und keine Bildung von Kohlensäure erfolgt, während doch bei ähnlicher Behandlung des schwefligsauren Gases, Schwefel ausgeschieden und kohlensaures Gas erzeugt wird, und wenigstens auf synthetischem Wege bewiesen werden kann, dass das kohlensaure Gas aus Kohle und Sauerstoff besteht. — Was die mit der Salzsäure in dem Kochsalz verbundene Basis betrifft, so wird unser Beobachter schliessen, dass sie zwar dem Kali ähnlich aber mit demselben nicht identisch sey, sofern das schwefelsaure Salz, welches nach Austreibung der Salzsäure aus dem Kochsalz zurückbleibt, in mehreren Beziehungen vom schwefelsauren Kali verschieden ist.

Ein anderes Salz, welches die Natur unserem Beobachter zur Untersuchung darbietet, ist der *Salpeter*. Wird dieser mit Schwefelsäure destillirt, so geht die durch viele

merkwürdige Eigenschaften (welche ich hier nicht alle erörtern will) ausgezeichnete Salpetersäure über, und es bleibt schwefelsaures Kali zurück. Der Salpeter besteht daher aus Kali und Salpetersäure. Was die Natur dieser Säure betrifft, so wird unser Beobachter fürs erste wahrnehmen, dass sie auch in ihrem concentrirtesten Zustand, d. h. wenn zu ihrer Darstellung eine möglichst concentrirte Schwefelsäure gebraucht wurde, noch Wasser enthält, sofern, wenn eine bestimmte Menge von Salpetersäure zuerst mit einer bestimmten Menge von Wasser vermischt wird, hierauf die so verdünnte Säure in eine Retorte geschüttet wird, in welcher sich eine bestimmte Menge von (überschüssigem) Bleioxyd befindet, und nun alles Flüssige abdestillirt wird, das Gewicht des Rückstandes in der Retorte weniger beträgt als die Summe der Gewichte der Salpetersäure und des Bleioxyds, während das Gewicht des Destillats, *das sich wie reines Wasser verhält*, das Gewicht des zugesetzten reinen Wassers um eben so viel übertrifft, als dem Gewicht jenes Rückstandes fehlt, um der Summe der Gewichte der Salpetersäure und des Bleioxyds gleich zu seyn. — Dass die Bestandtheile der Säure selbst Sauerstoff und Stickstoff sind, ergibt sich aus ihrer beim Durchtreiben durch eine weisssglühende Porzellanröhre erfolgenden Zersetzung in Stickgas und Sauerstoffgas, so wie aus den Zersetzungsproducten, welche der Salpeter selbst in der Glühhitze liefert, wobei Sauerstoffgas und Stickgas entwickelt wird und zuletzt Kali zurückbleibt. Dass das bei der Zersetzung der Salpetersäure sich entwickelnde Gasgemenge wirklich Stickgas und Sauerstoffgas enthalte, wird unser Beobachter mittelst Kalium oder Wasserstoffgas finden können, was ich hier blos anzudeuten brauche; er wird auf diese Weise zugleich die relative Menge beider Gase bestimmen können. — Die Salpetersäure ist für unsern Beobachter eine sehr wichtige Zugabe; er kann mittelst derselben die Metalle leicht

in Oxyde verwandeln, die meisten derselben leicht auflösen u. s. f.

Aber nicht bloß solche im Wasser lösliche Salze, wie Kochsalz, Salpeter u. s. f. wird unser Beobachter in der Absicht, neue Thatsachen zu gewinnen, namentlich neue Säuren zu entdecken, durch Schwefelsäure zu zersetzen versuchen. Er hat bereits gefunden, dass es auch im Wasser unlösliche oder schwerlösliche Körper gibt, z. B. kohlen-sauren Kalk, schwefelsauren Kalk, welche eine Zusammensetzung haben, die der der löslichen Salze analog ist, sofern auch sie aus einer Säure und einem die Säure neutralisirenden Körper bestehen, und er wird daher auch andere im Wasser unlösliche Körper in dieser Beziehung prüfen. Die Knochensubstanz der Thiere bietet sich ihm zunächst dar. Er wird finden, dass aus weiß gebrannten Knochen mittelst Schwefelsäure auf gleiche Weise schwefelsaurer Kalk dargestellt werden kann, wie aus gebranntem Kalkstein und Schwefelsäure: und doch sind die gebrannten Knochen vom gebrannten Kalkstein wesentlich verschieden; erstere erhitzen sich nicht mit Wasser, lösen sich nicht im Wasser auf, ertheilen dem Wasser keinen Geschmack; lässt man sie längere Zeit an der Luft liegen (wobei der gebrannte Kalk sich in kohlen-sauren Kalk verwandelt), so erleiden sie keine wesentliche Veränderung. Eine schwache Entwicklung von Kohlensäure findet dann allerdings statt, wenn sie mit Schwefelsäure übergossen werden, weil die Knochen wirklich etwas kohlen-sauren Kalk enthalten. — Aus diesen Verhältnissen wird unser Beobachter schliessen, dass der Kalk in den Knochen mit einer nicht flüchtigen Säure verbunden sey, sofern weder eine gasförmige Säure (wenn man von der schwachen Kohlensäure-Entwicklung absieht) sich entwickelt, wenn sie mit Schwefelsäure übergossen werden, noch eine von der Schwefelsäure verschiedene Säure bei der Destillation übergeht. Wirklich wird er fin-

den, dass wenn gebrannte Knochen mit der hinreichenden Menge von Schwefelsäure und mit Wasser längere Zeit digerirt werden, die von dem gebildeten schwefelsauren Kalk abgeseihete Flüssigkeit beim Abdampfen einen sauren Syrup gibt, der zu einer durchsichtigen, glasartigen Masse erstarrt, welche an der Luft feucht wird. Er wird also eine von allen bisherigen verschiedene Säure, die *Phosphorsäure* erhalten haben und vermuthen, dass auch sie, wie die Schwefelsäure, die Kohlensäure und die Salpetersäure, aus Sauerstoff und einem brennbaren Radical bestehe; sucht er jetzt durch Behandlung der Säure mit Kohle dieses brennbare Radical zu isoliren, so entdeckt er den *Phosphor*. — Bekanntlich wurde der Phosphor nicht auf diesem oder einem ähnlichen rationellen Wege zuerst entdeckt, sondern durch einen blinden Zufall (1669) gefunden, indem man menschlichen Harn, in welchem man (vielleicht wegen seiner gelben Farbe, die einige Aehnlichkeit mit der Farbe einer Goldauflösung hat) den Stein der Weisen zu entdecken hoffte, abdampfte und den Rückstand so lange destillirte, als noch Etwas übergieng. Erst 100 Jahre später (1769) wurde die chemische Natur der gebrannten Knochen und eine Methode entdeckt, Phosphor aus denselben darzustellen.

Da die Metalle mit Säuren sich nicht verbinden können, ohne vorher mit Sauerstoff verbunden zu seyn, so wird sich die Frage aufwerfen, ob *alle* durch Brennen an der Luft gebildeten Sauerstoffverbindungen der Metalle mit den Säuren Verbindungen einzugehen vermögen? Bei dem Blei bemerkt man, dass es, an der Luft stark erhitzt, ein gelbes Oxyd (Glätte) bildet, welches bei länger fortgesetztem *mäßigen* Erhitzen an der Luft an Gewicht zunimmt und seine gelbe Farbe gegen eine gelbrothe vertauscht. Das gelbe Oxyd verbindet sich geradezu mit Säuren, mit Schwefelsäure so gut wie mit Salpetersäure, Salzsäure u. s. f.; lässt man aber diese Säuren auf das rothe Oxyd (Mennige) einwirken, so entstehen zwar dieselben Verbindungen, wie von Säure und gelbem Oxyd, aber bei verschiedenen Säuren unter ver-

schiedenen Nebenerscheinungen. Das rothe Oxyd kann nemlich als solches mit keiner Säure eine Verbindung eingehen, ohne dabei eine Portion seines Sauerstoffs zu verlieren und in gelbes Oxyd verwandelt zu werden. Wird rothes Oxyd mit Schwefelsäure erhitzt, so entwickelt sich dieser Sauerstoff gasförmig; wird es mit Salpetersäure in Berührung gebracht, so wirft sich der aus einem Theil des rothen Oxyds ausgetriebene Sauerstoff auf eine andere Portion desselben, um diese in eine noch sauerstoffreichere Verbindung (braunes Bleisuperoxyd) zu verwandeln; kommt endlich Salzsäure mit dem rothen Oxyd in Berührung, so wirft sich der aus einem Theil des rothen Oxyds ausgetriebene Sauerstoff auf einen Theil der Säure selbst, und *scheint* sich mit derselben zu einer Säure (Chlor) zu verbinden, die eine grössere Menge Sauerstoff enthält, als die Salzsäure.

So hat also unser Beobachter die Entdeckung des Chlors gemacht; er wird aber Anfangs, sofern er die Salzsäure wegen ihrer Analogie mit der Schwefelsäure u. s. f. für eine Verbindung eines brennbaren Radicals mit Sauerstoff halten muss (vergl. S. 2090.) das Chlor für eine Verbindung von Salzsäure mit Sauerstoff, für *oxydirte Salzsäure* erklären. Wie er dann allmählig zur Ueberzeugung gelangt, dass das Chlor ein einfacher Körper, die Salzsäure aber eine Verbindung von Chlor und Wasserstoff ist, haben wir oben S. 135 — 146. ausführlich erörtert.

Wir haben jetzt unseren Beobachter so weit geführt, dass wir ihn füglich verlassen können, denn er hat sich bereits mit so vielen Thatsachen bekannt gemacht, dass das chemische Gebäude nun ohne Schwierigkeit vollendet werden kann. Wir haben zu zeigen versucht, dass, wenn man von den einfachsten Erscheinungen ausgeht und diese consequent verfolgt, an der Hand einer gesunden Analogie, das chemische Lehrgebäude auf eine für Jeden von

vornherein verständliche, wirklich populäre Weise errichtet werden könnte, so dass keine Kenntnisse, die man noch nicht besitzt, als bekannt vorausgesetzt zu werden brauchten, und dass der Vortrag der Chemie mit der Geschichte dieser Wissenschaft sich identificirte. Zu diesem Ende haben wir einen vorurtheilsfreien Beobachter vorausgesetzt, der blos vom Eifer, das Wahre zu finden, beseelt ist, und gezeigt, wie ein solcher, von dem wir annehmen mussten, dass ihm wenigstens die allgemeiner in der Natur verbreiteten Körper zu Gebote stehen, die chemischen Beziehungen der Körper entdecken und das chemische System construiren könnte. Die Thatsachen würden zwar zunächst zum Theil isolirt entdeckt werden, es würde dann aber ein Leichtes seyn, sie zu ordnen, indem man die verwandten Erscheinungen zusammenstellte. Der Schwefel z. B. steht vornen in der Reihe der Körper, mit welchen der Beobachter bekannt wird; die Natur bietet ihm denselben in isolirtem Zustand in Menge dar, und er lässt sich noch ausserdem mittelst sehr einfacher Operationen aus Verbindungen isoliren; aber anders verhält es sich mit dem dem Schwefel verwandten Phosphor: mit diesem wird der Beobachter viel später bekannt, nachdem er erst durch Hülfe der Schwefelsäure die Phosphorsäure kennen gelernt hat u. s. f.

Bei der gewöhnlichen Methode, die chemischen Erscheinungen zu entwickeln, hat man die von der Wissenschaft bereits gewonnenen Resultate im Auge; man reiht daher von Vornen herein die Körper, welche auf der gleichen Stufe der Zusammengesetztheit stehen, und die überdiess eine analoge Zusammensetzung haben, an einander an; man führt z. B. die nicht-metallischen Elemente, eines nach dem andern, hierauf ebenso die Sauerstoffsäuren, dann die Wasserstoffsäuren, welche sie bilden u. s. f. auf. So wird also z. B. nach dem Schwefel der Phosphor aufgeführt, und da letzterer zunächst aus Phosphorsäure, und diese aus phos-

phorsaurem Kalk dargestellt wird, so muss eine Bekanntschaft mit der Phosphorsäure und dem Kalk vorausgesetzt werden. Auf diese Weise kann es, wie schon oben bemerkt wurde, nicht fehlen, dass der Geist des Schülers einen gewissen Mangel an Befriedigung wenigstens im Anfang empfindet, was nicht der Fall ist, wenn man die chemischen Thatsachen in der natürlichen Ordnung auf einander folgen lässt, in welcher sie aus einander hervorgehen, in welcher sie also wirklich hätten entdeckt werden können, wenn man von Anfang an die Erscheinungen nüchtern beobachtet und vorurtheilsfrei verfolgt hätte. Ich habe den Gang angedeutet, welchen die Geschichte der Chemie in diesem Fall ungefähr genommen haben würde; ich sage *ungefähr*, denn dieser Gang ist einer Menge von Modificationen fähig, je nachdem der Beobachter diese oder jene Erscheinung früher oder später beobachtet und verfolgen würde.

Werfen wir nun aber einen Blick auf die *wirkliche* Geschichte der Chemie, so sehen wir uns in der frühesten Periode derselben vergebens nach einem solchen vorurtheilsfreien Beobachter um, wie wir ihn hier vorausgesetzt haben. Egoismus war in dieser Periode die hauptsächlichste Triebfeder zu chemischen Forschungen; man suchte nach dem *Stein der Weisen*, d. h. nach einem Körper, durch welchen unedle Metalle sollten in Gold verwandelt, das Leben auf unbestimmte Zeit verlängert, das Alter verjüngt, Krankheiten abgewendet werden können. Wenn auch gleich solche eitle Bestrebungen zur Entdeckung vieler wichtiger chemischer Thatsachen geführt haben, so ist es doch keinem Zweifel unterworfen, dass die Entwicklung der Chemie einen weit rascheren Gang genommen haben würde, wenn so ausgezeichnete Männer, wie man deren viele unter den sogenannten Alchemisten antrifft, mit Unbefangenheit beobachtet hätten, zumal da schon ihnen die ganze Rüstkammer von Körpern zu Gebote stand, deren man zur Errichtung

des chemischen Gebäudes bedarf; denn sie kannten den Schwefel, die Kohle, die Schwefelsäure, die Salpetersäure, die Salzsäure, das Quecksilber und eine Menge Quecksilberverbindungen, namentlich das Quecksilberoxyd; das Blei, die Glätte, die Mennige, das Silber, Gold, Eisen, Zink, Kupfer, Zinn, Antimon, Arsenik, eine Menge Salze u. s. f. Aber der herrschende Geist der damaligen Zeit, der Druck, mit welchem das aus Selbstsucht jeder Aufklärung feindselige Pfaffenthum die Geister darnieder hielt, bewirkte, dass von den Zeiten Geber's des Arabers an, der im 8ten Jahrhundert lebte, während mehrerer Jahrhunderte die Chemie verhältnissmässig nur unbedeutende Fortschritte machte. — Diese Periode umfasst den langen Zeitraum vom 8ten bis gegen das 17te Jahrhundert.

Eine wissenschaftliche Richtung nahm das Studium der Chemie zuerst gegen das Ende des 17ten und im Anfang des 18ten Jahrhunderts mit der *Aufstellung der Hypothese von dem Phlogiston*, wodurch die Erscheinungen der Verbrennung der Körper in ein zusammenhängendes System gebracht wurden. Wenn gleich diese Hypothese später als falsch sich erwies, so war sie doch als der erste Versuch, verwandte Erscheinungen zusammenzustellen und aus einem gemeinschaftlichen Princip zu erklären, von grosser Wichtigkeit.

Als man anfieng, die Veränderungen sorgfältiger zu studiren, welche die Luft beim Brennen der Körper erleidet, machte die Lehre von dem Phlogiston der sogenannten *antiphlogistischen Theorie* allmählig Platz; man muss jedoch erstaunen, wie lange Zeit es bedurfte, der neuen Lehre Eingang zu verschaffen, und wie schwer es sonst sehr ausgezeichneten Köpfen fiel, eine Theorie aufzugeben, nach welcher sie einmal gewohnt waren, die Erscheinungen zu erklären. Der grosse Chemiker Scheele, dem wir so viele höchst wichtige Entdeckungen verdanken, der durch

die Entdeckung der Natur des Berliner-Blaus einen ungewöhnlichen Scharfsinn beurkundet hatte, der die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft aus Sauerstoffgas, Stickgas und kohlensaurem Gas erkannt hatte, der gefunden hatte, dass beim Brennen der Körper in atmosphärischer Luft bloß das Sauerstoffgas verschwindet, der sogar mit Hülfe seiner unvollkommenen Apparate gefunden hatte, dass das Sauerstoffgas schwerer, das Stickgas leichter als atmosphärische Luft ist, der sich mithin selbst die Entdeckung so nahe gelegt hatte, dass sich der brennbare Körper, beim Brennen an der Luft, mit dem Sauerstoff verbinde, und dadurch, nicht durch Verlust von Phlogiston, zu einem verbrannten Körper werde, vermochte es dennoch nicht über sich zu gewinnen, die Hypothese von dem Phlogiston fahren zu lassen, sondern nahm vielmehr, als er beobachtet hatte, dass das Sauerstoffgas gänzlich verschwindet, wenn Phosphor darin verbrennt, an, dass das ponderabele Sauerstoffgas mit dem Phlogiston des Phosphors zu *Hitze* sich verbinde, und in dieser Gestalt durch die ponderabelen Körpern undurchdringlichen, Wandungen des gläsernen Gefäßes, in welchem der Versuch angestellt wird, hindurchdringe. Selbst nachdem Lavoisier gezeigt hatte, dass das Gewicht des Phosphors bei seiner Verbrennung zu Phosphorsäure, und auf gleiche Weise das Gewicht der Metalle bei ihrer Oxydation durch den Sauerstoff der Luft, um ebenso viel zunimmt, als das Gewicht des verschwundenen Sauerstoffgases beträgt, dass ferner das Gewicht des Wassers, welches durch Brennen von Wasserstoffgas in Sauerstoffgas gebildet wird, ebenso viel beträgt, als die Summe der Gewichte der verschwundenen Gase, suchte Scheele noch die Theorie vom Phlogiston zu halten, und ungeachtet er nicht, wie einige andere Chemiker, um das nach dem Verbrennen vermehrte Gewicht der Körper zu erklären, zu der absurden Hypothese seine Zuflucht nahm, dass das Phlo-

giston *absolut leicht* sey, d. h. dass Körper durch ihre Verbindung mit Phlogiston an Gewicht verlieren, so stellte er doch eine Theorie auf, welche unmöglich befriedigen konnte, indem sie von der von Lavoisier erwiesenen Thatsache, dass das Gewicht des verbrannten Körpers der Summe der Gewichte des brennbaren Körpers und des von demselben verzehrten Sauerstoffgases genau gleich ist, nicht genügende Rechenschaft gab. Scheele nahm nemlich an, dass das Sauerstoffgas aus einem allgemeinen nicht elastischen *principium salinum*, aus einer geringen Menge Phlogiston und einer gewissen Menge Wasser bestehe. Das Wasser sah er als die Hauptursache der Schwere der Luft, das Phlogiston als die Ursache der Elasticität derselben an, und von dem *principium salinum* und dem Phlogiston setzte er voraus, dass sie nicht viel wägen können. Bei der Verbrennung eines brennbaren Körpers in Sauerstoffgas tritt nach ihm das *principium salinum* dieses letzteren mit dem Phlogiston des ersteren in Verbindung, um Hitze und Licht zu erzeugen, während das Wasser des Sauerstoffgases mit dem seines Phlogistons beraubten brennbaren Körper in Verbindung tritt und dadurch das Gewicht desselben vermehrt, indem dieses Gewicht durch den Verlust von Phlogiston verhältnissmässig nur sehr wenig vermindert wird. Die durch Verbrennung von Phosphor in Sauerstoffgas erzeugte Phosphorsäure z. B. besteht nach ihm aus dem seines Phlogistons beraubten Phosphor und dem Wasser des Sauerstoffgases, welches durch Hitze nicht ausgetrieben werden kann. Ebenso bestehen die durch Brennen der Metalle gebildeten Oxyde aus dem seines Phlogistons beraubten Metall und dem Wasser des Sauerstoffgases; und da beim Brennen der Kohle in Sauerstoffgas kein Wasser sich ausscheidet, so muss auch das kohlen-saure Gas aus der ihres Phlogistons beraubten Kohle und dem Wasser des Sauerstoffgases bestehen. Die Veränderung, welche der brennbare Kör-

per beim Brennen in seiner Zusammensetzung erleidet, besteht also nach Scheele in einem Austausch seines Phlogistons gegen das Wasser des Sauerstoffgases. Von dem Wasserstoffgas nahm Scheele an, dass es aus dem principium salinum und viel Phlogiston bestehe, dass es aber kein Wasser enthalte; wenn daher Wasserstoffgas mit Sauerstoffgas in Entzündung gerathe, so werde das Wasser des Sauerstoffgases als Wasser ausgeschieden, weil es keinen Körper vorfinde, mit dem es in Verbindung treten könnte.

Lavoisier hat das grosse Verdienst, von der Zunahme des Gewichts, welche die brennbaren Körper bei der Verbrennung erfahren, eine vollkommen befriedigende Rechenschaft abgelegt zu haben. Weniger genügend war aber die Erklärung, welche er von der die Verbrennungserscheinungen begleitenden Wärme- und Licht-Entwicklung gab (vergl. S. 616. ff.), und dieses mag zum Theil die Ursache seyn, warum Manche so lange gegen die Annahme der Lavoisier'schen Theorie, selbst so weit diese sich bloß auf die Gewichtsverhältnisse der Körper bezieht, sich sträubten, wenn gleich nicht geläugnet werden kann, dass mitunter auch eine gewisse National-Eifersucht, die hier so gar nicht am Platz war, Theil an dieser Hartnäckigkeit hatte. — Wie man später die Wärme- und Licht-Entwicklung bei der Verbrennung und bei den Verbindungen der Körper überhaupt, aus elektrischen Principien zu erklären versucht habe, wurde S. 913. ff. ausführlich erörtert.

Die *Entdeckung der Contacts-Elektricität und der voltaschen Säule* gab der Entwicklung der Chemie einen weiteren mächtigen Impuls. Sie trug nicht nur sehr wesentlich zur Ausbildung der elektrochemischen Theorie bei, sondern führte auch zur Entdeckung der Alkalimetalle, welche nicht auf dem von uns S. 2085. bezeichneten Weg gemacht wurde; vielmehr versuchte man jenen Weg erst,

nachdem H. Davy diese Metalle mittelst einer starken voltaischen Säule darzustellen bereits gelehrt hatte.

Schon vor der Entdeckung der Contacts-Elektricität war durch die Untersuchungen von Richter der Grund zu der *Lehre von dem Mischungsgewicht* gelegt worden, welche dann durch Dalton, besonders aber durch die ausgedehnten, mit der größten Genauigkeit ausgeführten Untersuchungen von Berzelius ihre volle Entwicklung erhielt.

Als Epoche machend in der Entwicklungsgeschichte der Chemie muss auch die *Entdeckung der wahren Natur des Chlors* aufgeführt werden, auf welche die Versuche von Gay-Lussac und Thénard geführt haben; H. Davy hat das Verdienst, zuerst entschieden für die Ansicht sich erklärt zu haben, dass das Chlor als ein einfacher Körper betrachtet werden müsse. Durch das jetzt als Element betrachtete Chlor und die dem Chlor analogen Elemente, Jod und Brom, womit die Chemie bald nachher bereichert wurde, erhielt sie eine ganz neue Gestalt; die Ansichten über die Natur sehr vieler Verbindungen, namentlich der sogenannten Salze, erlitten dadurch bedeutende Modificationen, auch führte diese Erkenntniss der Natur des Chlors auf mehrere sehr wichtige Entdeckungen, namentlich auf die Erkenntniss der wahren Natur der Blausäure, die Entdeckung des Cyans u. s. f., so wie auf die Isolirung der Metalle der Erden u. s. f.

Die *genaue Bestimmung der Zusammensetzung der sogenannten organischen Verbindungen* bildet die neueste Epoche der Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie, welche, so wie zum Theil auch die Entdeckung der Lehre von dem Mischungsgewichte, durch den Sturz der phlogistischen Theorie vorbereitet worden ist. Diese Theorie wurde nemlich durch die Thatsachen widerlegt, welche die genaue Beachtung der Gewichtsverhältnisse des Sauerstoffs und der mit demselben sich verbindenden brennbaren Körper

an die Hand gab, und diese Thatsachen verdanken wir den eben so nüchternen als scharfsinnigen Forschungen Lavoisier's. Jetzt erst fieng man an, von dem Princip eine allgemeinere Anwendung zu machen, dass die Analyse eines Körpers nur dann befriedigende Aufschlüsse über seine Zusammensetzung gewähren kann, wenn nachgewiesen wird, dass die Summe der Gewichte der aus demselben erhaltenen zusammengesetzten oder einfachen Körper dem Gewicht des zersetzten Körpers gleich ist. Nur durch die Anwendung dieses Principis konnte die Lehre von dem Mischungsgewicht ihre Ausbildung erhalten, und Lavoisier selbst war der erste, welcher dasselbe auch auf die Zersetzungen der organischen Verbindungen anwandte, indem er die Zusammensetzung des gemeinen Zuckers, des Alkohols und der Kohlensäure, so wie die Menge des Alkohols und der Kohlensäure bestimmte, welche eine gegebene Menge Zucker bei der Gährung liefert, und so zu beweisen suchte, dass die Summe der Gewichte des Alkohols und der Kohlensäure dem Gewicht des zersetzten Zuckers, und das Gewicht des in dem Alkohol und der Kohlensäure enthaltenen Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs dem Gewicht des in dem zersetzten Zucker enthaltenen Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs beziehungsweise gleich sey. Wenn nun gleich die Art, wie Lavoisier diese Untersuchungen anstellte, zu keinen genauen Resultaten führen konnte (und wir wissen jetzt, dass der gemeine Zucker so zusammengesetzt ist, dass man ihn nicht als eine Verbindung von Kohlensäure und Alkohol, sondern als eine Verbindung von Kohlensäure, Aether und Wasser, dessen Menge aber nicht hinreicht, um den Aether in Alkohol zu verwandeln, betrachten kann), wenn gleich die von ihm gemachten Analysen des Zuckers und des Alkohols unrichtig sind, so bleibt ihm doch das Verdienst, zuerst den Versuch gemacht zu haben, die elementare Zusammensetzung der organischen Verbindungen zu erforschen, und

von einer der interessantesten Zersetzungen, die bei diesen Substanzen vorkommen, von der Zersetzung des Zuckers bei der Gährung, genaue Rechenschaft abzulegen. Somit muss die Begründung der sogenannten antiphlogistischen Theorie durch Lavoisier als die wichtigste Epoche der Entwicklungsgeschichte der Chemie bezeichnet werden.

Es ist bereits ausführlich gezeigt worden, wie die Methoden der Analyse organischer Verbindungen allmählig einen Grad von Vollkommenheit erreicht haben, der wenig mehr zu wünschen übrig lässt; und wie folgenreich dieses für die Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie bereits gewesen ist, erhellt aus dem, was über die Verhältnisse der organischen Verbindungen angeführt worden ist, von selbst. Die Präcision, welche der Analyse der organischen Verbindungen gegeben wurde, führte auf die Entdeckung höchst wichtiger Thatsachen: man lernte Verbindungen künstlich darstellen, von denen man früher geglaubt hatte, dass sie nur durch Vermittlung des organischen Processes hervorgebracht werden können (Harnstoff, Ameisensäure u. s. f.); man entdeckte zusammengesetzte Radicale, welche sich als Ganze, nach Art der Elemente, mit Elementen verbinden (Benzoyl); man entdeckte die Amide u. s. f.; man lernte bei organischen Verbindungen eine Menge isomerer Verhältnisse kennen, und ungeachtet solche Verhältnisse schon früher bei unorganischen, sowohl einfachen als zusammengesetzten, Körpern nachgewiesen worden waren, so vermochten doch erst die bei den organischen Verbindungen nachgewiesenen isomeren Verhältnisse durch die überraschende Mannigfaltigkeit und Neuheit von Thatsachen, welche sie boten, die volle Aufmerksamkeit der Chemiker auf diesen höchst interessanten Gegenstand zu lenken. Mit Recht dürfen wir daher die Vervollkommnung der analytischen Methoden, durch welche die Zusammensetzung der organischen Verbindungen ausgemittelt wird,

als den Anfang der neuesten Epoche der Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie bezeichnen, welche dereinst auch zu sehr wichtigen physiologischen Entdeckungen führen wird.

Ich kann nicht schliessen, ohne den gegenseitigen Zusammenhang zweier im Grossen vor sich gehender, die Möglichkeit des Lebens der Organismen bedingender chemischer Prozesse erörtert zu haben, welche das Interesse eines Jeden fesseln müssen, der sich mit den auf der Oberfläche der Erde statt findenden chemischen Erscheinungen nur einigermaßen bekannt gemacht hat.

Wir kennen eine Menge Prozesse, welche die atmosphärische Luft eines Theils ihres Sauerstoffs berauben; hieher gehören namentlich die gewöhnlichen Verbrennungsprozesse, bei welchen der Kohlenstoff, zum Theil auch der Wasserstoff der brennbaren Substanz durch den Sauerstoff der Luft in Kohlensäure oder Wasser verwandelt werden; das Athmen der Thiere, die Verwesung organischer Substanzen u. s. f. Da die atmosphärische Luft 23.3 proc. Sauerstoff (dem Gewicht nach) enthält (vergl. S. 221.) und ihr Gewicht dem einer Wassersäule von ungefähr 32 Fuss gleich ist, so beträgt das Gewicht der ganzen in der atmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoffmenge so viel, als das Gewicht einer die Erdkugel umgebenden Wassersäule von 7.456 Fuss Höhe.

Es ist klar, dass durch die angeführten Prozesse nicht nur der Sauerstoff der Luft allmähig verzehrt und diese zur Erhaltung des Lebens der Thiere untauglich gemacht, sondern dass auch alles auf der Erde vorhandene Brennmaterial aufgebraucht werden und damit die Möglichkeit abgeschnitten würde, künstlich Licht und Wärme hervorzubringen, wenn nicht auf irgend eine Weise der verzehrte Sauerstoff der Luft wieder ersetzt würde, und der in Koh-

lensäure und Wasser verwandelte Kohlenstoff und Wasserstoff aus der innigen Verbindung, die sie mit dem Sauerstoff bei ihrem Verbrennen eingegangen haben, wieder ausgeschieden und in einen Zustand versetzt würden, in welchem sie von Neuem fähig sind, durch ihre Verbindung mit dem Sauerstoff Licht und Wärme zu erzeugen. Allerdings würde eine lange Reihe von Jahren dazu gehören, um eine Abnahme in der Menge des Sauerstoffs der Luft, wenn eine solche wirklich durch die erwähnten Prozesse herbeigeführt werden sollte, bemerklich zu machen, und der Zeitraum, innerhalb dessen genaue Untersuchungen über die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft angestellt worden sind, wäre viel zu kurz, um sie bemerken zu können; wir werden jedoch durch andere Betrachtungen zu dem Resultat geführt, dass in der That ein beständiger Ersatz für den verzehrten Sauerstoff statt finden muss, so dass der Sauerstoffgehalt der Luft wahrscheinlich immer, wenigstens sehr nahe, sich gleich bleibt. Wir sehen z. B. in einem Boden, der fast gar keine organische Materien enthält, Bäume aufwachsen, deren Hauptbestandtheil Holz ist. Das Holz aber ist so zusammengesetzt, dass man es als eine Verbindung von Kohle und Wasser betrachten kann, und die Kohle kann es nur aus der Kohlensäure der Luft schöpfen; die Kohlensäure der Luft muss also durch den Vegetationsprocess zersetzt werden, wobei die Kohle derselben ein Bestandtheil der Pflanze wird, und der in Freiheit gesetzte Sauerstoff der Luft als Sauerstoffgas sich beimengt. Wirklich hat man auch durch Versuche nachgewiesen, dass die Blätter der Pflanzen kohlensaures Gas verschlucken und ein gleiches Volumen Sauerstoffgas aushauchen, *jedoch nur unter Einwirkung des Sonnenlichts*, denn bei Abwesenheit des Sonnenlichts findet das Gegentheil statt, indem sie dann umgekehrt Sauerstoffgas absorbiren und kohlensaures Gas aushauchen. Bei Tag also wird die Luft durch die Pflanzen

verbessert, bei Nacht verschlechtert; aber die erstere Wirkung ist über die letztere weit überwiegend, indem die Menge von Sauerstoffgas, welche die Pflanzen in der Nacht absorbiren, viel geringer ist, als die, welche sie bei Tag entwickeln. So wird also das durch Kohlensäurebildung verzehrte Sauerstoffgas der Luft wieder ersetzt, und ebenso die Kohle, welche durch ihre Verwandlung in Kohlensäure ihre Brennbarkeit verloren hatte, von Neuem wieder zum Brennen befähigt.

Was den Wasserstoff betrifft, so werden diejenigen organischen Substanzen, welche, wie z. B. das Holz, so zusammengesetzt sind, dass man sie als Verbindungen von Kohle und Wasser betrachten kann, vermöge ihres Wasserstoffgehalts die Menge des Sauerstoffs der Luft bei ihrer Verbrennung nicht vermindern, sofern man annehmen darf, dass der ganze Sauerstoffgehalt der organischen Substanz dazu verwendet werde, um mit dem Wasserstoff derselben Wasser zu erzeugen, und dass nur die Kohle durch den Sauerstoff der Luft, und zwar durch diesen allein, zu Kohlensäure verbrannt werde. Viele organische Substanzen sind aber so zusammengesetzt, dass man sie als Verbindungen von Kohle, Wasser und Wasserstoff betrachten kann; diese vermindern bei ihrem Verbrennen die Sauerstoffmenge der Luft nicht bloß dadurch, dass ihr ganzer Kohlenstoffgehalt durch den Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure verbrannt wird, sondern zugleich auch dadurch, dass ein Theil ihres Wasserstoffs mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser sich verbindet. Andere organische Substanzen, wie namentlich das Terpenthinöl, bestehen bloß aus Kohlenstoff und Wasserstoff, und verbrennen daher allein auf Kosten des Sauerstoffs der Luft zu Kohlensäure und Wasser. Die Bildung solcher organischer Substanzen, in welchen der Wasserstoff überwiegt, so wie solcher, die bloß aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, beweist auf das Bestimmteste, dass durch

den Vegetationsprocess nicht bloß Kohlensäure, sondern auch Wasser zersetzt werde, sofern solche Substanzen in einem Boden erzeugt werden, der fast keine organische Materien enthält, mithin bloß die Kohlensäure der Luft und das Wasser zur Erzeugung solcher Substanzen das Material liefern. Da jedoch Saussure gefunden hat, dass wenn lebende Pflanzen in eine von Kohlensäure ganz befreite atmosphärische Luft gebracht werden, diese Luft nicht reicher an Sauerstoff wird, so scheint bei dieser durch den Vegetationsprocess bewirkten Wasserzersetzung der Sauerstoff des Wassers nicht als Sauerstoffgas in Freiheit gesetzt zu werden; vielleicht verbindet sich derselbe mit dem aus der Kohlensäure der Luft bei Tage ausgeschiedenen Kohlenstoff, um bei Nacht als kohlen-saures Gas sich zu entwickeln, während der Wasserstoff des zersetzten Wassers ein Bestandtheil der Pflanzensubstanz wird.

Die Thierwelt tritt demnach in einen Gegensatz gegen die Pflanzenwelt, und dieser Gegensatz ist um so merkwürdiger, da auf der andern Seite die erstere mit der letzteren auf eine solche Weise verknüpft ist, dass man nicht einmal einen durchgreifenden Unterschied zwischen Thieren und Pflanzen anzugeben vermag. Die Thierwelt verdirbt die Luft durch Verwandlung des Sauerstoffgases in kohlen-saures Gas; die Pflanzenwelt verbessert die Luft, indem sie die Auswurfsmaterie der Thierwelt, die Kohlensäure, zersetzt, die Kohle derselben aufnimmt und den Sauerstoff wieder als Sauerstoffgas in Freiheit setzt. Die Existenz der Thierwelt ist somit durch die der Pflanzenwelt bedingt; aber die Thierwelt gibt den Raub, welchen sie an der Pflanzenwelt begeht, letzterer immer wieder zurück. Von den Pflanzen nähren sich die Thiere; letztere liefern aber während ihres Lebens theils durch ihre festen und tropfbar-flüssigen, theils durch ihre gasförmigen Auswurfsmaterien Stoff für das Wachstum neuer Pflanzen, und

auch die Leichname sowohl der Thiere als der Pflanzen werden ihrer Materie nach durch Vermittlung der Pflanzenwelt dem Reich der lebenden Organismen wieder zurückgegeben. So folgt also beständig Tod auf Leben, und Leben auf Tod: aber dieser ununterbrochene Kreislauf der Materie ist nur durch das Sonnenlicht möglich gemacht, denn ohne Sonnenlicht würden die Pflanzen ihre Tagfunction — die Zersetzung der Kohlensäure — nicht verrichten können und sehr bald absterben, und der Tod der Pflanzenwelt müsste auch, wie aus dem Bisherigen erhellt, den Untergang der Thierwelt als unausbleibliche Folge nach sich ziehen.
