

Vom Lichtäther und vom Feuerstoff.

Von

G. J A U M A N N.

(Vortrag gehalten am 11. März 1899.)

Man bezeichnet mit dem Namen Weltäther jenen merkwürdigen Stoff, welcher den ganzen ungeheuren Raum zwischen den Sternen erfüllt. Wir wollen die Eigenschaften dieses Stoffes zu ergründensuchen, uns also mit nichts Geringerem als der Frage beschäftigen: wie sieht es im Himmel aus? Um dies zu erfahren, bleibt kein anderer Weg als in den Himmel hinaufzusteigen und sich dort umzusehen. Es wäre auch wünschenswerth, dort eine Flasche mit dem Weltäther zu füllen und sie auf die Erde herabzubringen, damit man ihn hier untersuchen kann. Aber auf welche Weise gelangt man in den Himmel? Denken Sie sich einen hohen Berg z. B. im Himalaya, es ist ein ungeheurer Berg, er ragt fast in den Himmel hinein. Wären wir nur erst da oben, von dort in den Himmel kann es nicht mehr so weit sein.

Also rüsten wir uns, diesen Berg zu besteigen. Je höher wir kommen, desto dünner wird die Luft, der Luftdruck sinkt, die Luft wird trockener und immer kälter. Bald fließt uns das Gletschereis in einem breiten, meilenlangen, unergründlich tiefen Strom entgegen. Wir sind in einem neuen fremden Lande angelangt, andere Wesen wohnen hier, andere Pflanzen und Thiere als im Tiefland. Noch höher hinauf finden wir nichts als Felsen, Eis und Schnee. Der klare Himmel über uns ist finster und zeigt das dunkle Blau einer hellen Mondnacht, obgleich die Sonne heftiger als im Thale strahlt, eben weil sie an diese kalte Luft und diesen finsternen Himmel nur wenig von ihrer ursprünglichen Kraft verloren hat. Ganz neue Strahlenarten sind es, welche wir hier finden können,

die nie ins Thal gelangen, darunter Strahlen, welche unser Auge zu sehen unfähig ist, aber welche es dennoch nicht erträgt und unter deren Einfluss sich die unbeschützte Haut binnen wenigen Minuten entzündet und runzelt. Endlich stehen wir am Gipfel des Berges in heftigem Sturmwind, ermattet durch den Aufenthalt in einem uns allzu fremden Element. Von dort geht es nicht höher und wir wünschen uns auch gar nicht mehr viel höher zu sein, denn wir wissen jetzt, dass wir noch höher, in noch dünnerer Luft, noch grimmigerer Kälte und noch heftigerer Sonnenstrahlung nicht existiren könnten. Und wir haben auch unseren Zweck einigermaßen erreicht: wir wissen nun, dass der Weltäther dünner als die Luft, durchsichtiger als die Luft, furchtbar kalt, von unerträglicher Strahlung durchleuchtet und in rasender Sturmbewegung begriffen sein muss.

Die wissenschaftlichen Expeditionen nach oben hin können also zwar eine annähernde, aber keine vollständige Kenntnis des Weltäthers vermitteln. Die mit Weltäther gefüllte Flasche, von welcher ich vorhin sprach, hat auch niemand aus dem Weltraume herabgebracht, sondern es gelang, den Weltäther im Laboratorium herzustellen. Die dahin gehenden, übrigens zu einem anderen Zweck unternommenen Versuche fallen in die Mitte des 17. Jahrhunderts, wurden von Galilei angeregt und von dessen Schüler Torricelli durchgeführt. Der berühmte magdeburger Bürgermeister Guericke stellte nahezu gleichzeitig den Weltäther im Grossen dar und führte auch die ersten Bergexperimente aus. Der Apparat, mit welchem Torricelli den Weltäther herstellte, ist noch heute unter dem Namen Quecksilberbarometer in Gebrauch. Der Aether befindet sich in dem Barometer in dem Raume oberhalb der oberen Quecksilberkuppe. Dieser Raum enthält jedoch offenbar nichts anderes als reinen unvermischten Quecksilberdampf. Wie kommt man nun zu der Erkenntnis, dass der Quecksilberdampf bei gewöhnlicher Temperatur nahezu genau alle Eigenschaften, des Weltäthers hat? —

Guericke stellte den Aether auf folgende Weise dar: Man kann mit einer gewöhnlichen Brunnenpumpe, wenn sie nur etwas sorgfältiger gearbeitet ist, statt Wasser zu pumpen, die Luft aus einer Glasflasche herauspumpen. Je mehr Luft man herauspumpt, desto dünner wird die Luft in der Flasche, desto kleiner wird ihr Druck, sie wird immer durchsichtiger und kälter. Nun denken Sie, welche eine charakteristische Erscheinung: man kann die Luft und

auch alle anderen Gase ganz beliebig stark ausdehnen und sie dennoch hiedurch nur bis zu einer gewissen Grenze verdünnen, nämlich nur so weit, bis sie nahezu ebenso dicht sind wie der Quecksilberdampf, und dann nehmen alle Gase fast genau alle Eigenschaften des Quecksilberdampfes an. Die Luft wird also auch gegen den Weltraum hin, wo sie immer ausgedehnter wird, sich in ihren Eigenschaften immer mehr jenen des Quecksilberdampfes nähern und der Weltäther wird fast genau alle Eigenschaften haben, welche der gesättigte Quecksilberdampf bei gewöhnlicher Temperatur hat.

Man kann sonach durch starke Ausdehnung oder Auspumpung eines beliebigen Gases einen Stoff herstellen, welcher fast genau alle Eigenschaften des Weltäthers hat. Doch sind diese so aus verschiedenen Gasen hergestellten verschiedenen Sorten Weltäther, obgleich sie sich in ihren Eigenschaften fast gar nicht unterscheiden, doch immer noch durch ihre Herkunft verschieden und sie geben, wenn man sie wieder comprimirt, vielleicht wieder jene Gasarten, aus welchen sie hergestellt wurden. Jedoch ist es auch denkbar, dass man schon durch geringe Wirkungen z. B. äusserst verdünnten Sauerstoff in äusserst verdünnten Stickstoff verwandeln könnte, da doch diese beiden Aetherarten nahezu identische Eigenschaften haben.

Unter dem Namen Weltäther verstehen wir also den gemeinsamen Grenzzustand, welchem sich alle Stoffe bei möglichster Ausdehnung nähern, welchem sie übrigens alle schon im gewöhnlichen Gaszustande beträchtlich nahe stehen. Ein Liter Weltäther wiegt z. B. nur 1·3 Gramm weniger als ein Liter Luft. Der Druck des Weltäthers ist um 1·3 Kilogramm pro Quadratcentimeter kleiner als der Druck unserer Luft.

Ich zeige Ihnen hier eine wohlverschlossene Flasche¹⁾, welche mit möglichst vollkommenem Weltäther gefüllt ist. Sie bemerken, dass derselbe auf den ersten Blick nahezu so aussieht wie Luft, er zeigt jedoch bei näherer Untersuchung gewaltig andere, ganz wunderbare Eigenschaften. Sie kennen ja Alle solche mit Aether gefüllte Flaschen, nämlich die Röntgenröhren. Die Röntgenstrahlen sind nicht die merkwürdigste Erscheinung welche diese Gefässe beobachten lassen. Noch viel interessanter sind die elektrischen und Strahlungserscheinungen, welche im Innern dieser

¹⁾ Eine kleine Glühlampe.

Röhren, also im Aether vor sich gehen und von einem ganz eigenthümlichen mehrfarbigen Leuchten begleitet werden. Das Nordlicht wird gebildet durch ähnliche Strahlungserscheinungen, welche über der Atmosphäre im Weltäther vor sich gehen. Die Kometenschweife dürften ebenfalls von verwandten Strahlen gebildet werden. Eine sonst ganz gleiche aber mit Luft gefüllte Röhre wäre gegen elektrische Wirkungen fast ganz indifferent. Sie sehen also wie wunderbar die Eigenschaften der Gase werden, wenn diese den Aetherzustand erreichen.

Der Aether hat keine Wärmeleitungsfähigkeit, er schützt besser als ein Pelz und man verwendet thatsächlich Mäntel von Weltäther in der Technik zum Schutze von Gefäßen, welche mit flüssiger Luft gefüllt sind. Der Aether verwandelt Bewegung nicht in Wärme, er hemmt die Kometen und Planeten nicht im mindesten in ihrem Laufe.

Der Aether überwiegt durch seine ungeheuerere Verbreitung durch den ganzen Weltraum über alle anderen Stoffe und beherrscht deshalb sämtliche Naturvorgänge. Die absoluten Massangaben in sämtlichen Naturgesetzen beziehen sich aus diesem Grunde ganz wesentlich auf den Zustand des Weltäthers. Die absolute Dichte und der absolute Druck eines Gases bedeutet nichts anderes als den Dichten- bzw. Druck-Unterschied dieses Gases gegen den Weltäther und gegen keinen anderen Stoff. Die absolute Bewegung ist der Bewegungs-Unterschied nicht gegen die Erde sondern gegen die Sterne und den Weltäther. Als absolute Temperatur sollte der Temperatur-Unterschied gegen den Weltäther bezeichnet werden.

Gerade deshalb, weil der Aether der Normalstoff ist, auf welchen sich alle Naturgesetze ausdrücklich beziehen, verhält sich der Aether selbst so merkwürdig, obgleich er doch denselben Naturgesetzen folgt. Alle Gase nähern sich z. B. wenn man sie ausdehnt in ihrer Dichte (nach dem Boyle'schen Gesetz) der Dichte keines anderen Stoffes als des Aethers. Gerade aus demselben Gesetze folgt die vorhin hervorgehobene charakteristische Eigenschaft des Weltäthers, dass er seine Dichte nicht ändert wenn man ihn ausdehnt, was uns in Hinsicht auf alle anderen Stoffe allerdings ungewohnt erscheint, und thatsächlich viele Forscher zu der sonderbaren Vorstellung verleitet hat, dass der Aether ein Stoff ist, der überhaupt keine Dichte hat.

Es ist übrigens ganz natürlich und sachgemäss, dass um einen Stoff, dessen Eigenschaften sich von jenen der gewöhnlichen Stoffe so auffallend unterscheiden, durch die unausgesetzte, theils fruchtbare, theils unfruchtbare Speculation der Physiker zweier Jahrhunderte ein ausgedehnter Hypothesenkreis gesponnen werden musste. Von besonderem Interesse sind die Hypothesen: 1. Vom masselosen Raum, in ihrer älteren Form: vom leeren Raum; 2. von der völligen Durchdringlichkeit aller irdischen Stoffe durch den Aether und 3. vom Lichtäther.

Torricelli nannte den mit Quecksilberdampf gefüllten Barometerraum einen leeren Raum oder ein Vacuum. Er war eben im Kampf gegen eine ganz richtige Meinung der damaligen Philosophen, welche wussten, dass ein wirklich leerer Raum nicht möglich, ja nicht einmal denkbar ist. Er war aber ferner im Kampf gegen die falsche Meinung der Philosophen, dass es die Kraft eines Abscheues der Natur vor dem Entstehen eines leeren Raumes sei, welche die Quecksilbersäule in dem Barometerrohr emporpresst. Die freudige Ueberraschung Torricelli's und Guericke's, nun doch die Natur schwächer gefunden zu haben, als man fürchtete und für ihren Abscheu gegen den leeren Raum eine Grenze gefunden zu haben, wirkt noch heute nach. Man weiss sehr wohl, dass der Aether ein wohldefinirter, keineswegs eigenschaftsloser Stoff ist und dennoch halten ihn fast alle Physiker insofern für einen leeren Raum, als man ihm die Dichte Null und den Druck Null als wesentliche Eigenthümlichkeit zuspricht. Da jedoch hiemit nichts anderes gemeint sein kann, als dass er kein Gewicht und keinen Druck zeigen würde, wenn man ihn inmitten des absoluten Nichts untersucht, so hat diese Vorstellung so lange keinen angebbaren Sinn, als man nicht hoffen kann, doch endlich den absolut leeren, eigenschaftslosen, undurchsichtigen Raum herzustellen.

Die interessanten Hypothesen von der völligen Durchdringlichkeit aller Körper durch den Weltäther und vom Lichtäther wurden von keinem Geringeren aufgestellt als Christianus Huygenius, dem Entdecker der wellenförmigen Natur des Lichtes. Zu Huyghens Zeit und noch 150 Jahre später, bis zum Beginne unseres Jahrhunderts, herrschte die Emissions-Theorie des Lichtes. Man dachte sich die Lichtstrahlen ungefähr wie fortwährende Schrottschüsse aus einem Schnellfeuergeschütz, nur dass man die Schrottkörner zahllos, ungemein klein und ihre Geschwindigkeit entsprechend der Lichtgeschwindigkeit

enorm gross annahm. Das Material dieser Schrottkörner hiess der Licht-Stoff, welchen noch Lavoisier unter seinen chemischen Elementen anführt und welcher nicht mit dem Lichtäther verwechselt werden darf.

Erst Huyghens erkannte die Verwandschaft des Lichtes mit dem Schall und erklärte das Licht für eine ganz der Schallbewegung ähnliche wellenförmige Bewegung. Sogleich stiess er mit dieser Annahme auf eine fast entmuthigende Schwierigkeit. Kurz vorher im Jahre 1676 war es nämlich Olaf Römer gelungen, aus der Beobachtung der vier Monde des Planeten Jupiter die Geschwindigkeit des Lichtes im Weltraume zu messen. Sie ist gerade millionmal grösser als die des Schalles. Wie kann also das Licht eine ähnliche Bewegung sein wie der Schall? Ferner dringt das Licht durch den Weltäther (durch das Vacuum), der Schall aber nicht. Um diesen Einwürfen gerecht zu werden, dachte sich Huyghens die ganze Luft, ja alle durchsichtigen Körper ganz mit einem Aether, dem hypothetischen Lichtäther, durchdrungen und gesättigt und hielt einen Lichtstrahl in Luft nicht für eine wellenförmige Bewegung der Luft sondern für eine wellenförmige Bewegung des in der Luft aufgelösten Lichtäthers. Immerhin bleibt ihm auch hierin das Verdienst, als der Erste wieder mit der Vorstellung des leeren Raumes gebrochen und erkannt zu haben, dass der Barometerraum sowie der Weltraum mit einem eigenthümlichen Stoffe, dem Weltäther erfüllt ist, welcher die Lichtwellen fortpflanzt.

Diese Wellen-Theorie des Lichtes schritt besonders in unserem Jahrhunderte von Erfolg zu Erfolg. Es soll nur erinnert werden an die Interferenz-Erscheinungen, welche zeigen, dass man einen Lichtstrahl dadurch auslöschen kann, dass man geeignetes Licht hinzufügt, welche erlauben, die Länge der Lichtwellen zu messen und von welchen das Farbenspiel der Seifenblasen und das Irisiren der Perlmutter die bekanntesten Erscheinungen sind. Es soll ferner nur erinnert werden an die Polarisation des Lichtes. Ein durch einen Krystall gegangener oder auch nur von einer Fensterscheibe reflectirter Lichtstrahl ist nicht mehr gewöhnliches, sondern polarisirtes Licht. Er hat Eigenschaften, an welchen man die Lage des erwähnten Krystalles erkennen kann, ohne denselben zu sehen, der polarisirte Lichtstrahl hat querggerichtete Eigenschaften: er ist gewissermassen querfaserig wie eine lange Schachtel voll querliegender Zündhölzchen. Diese Polaris-

tion des Lichtes hat Fresnel bis in die complicirtesten geometrischen Feinheiten verfolgt und erkannt, dass das Licht nicht eine longitudinale Welle wie der Schall, sondern eine transversale Wellenbewegung, eine Querverwelle ist. Die Schallbewegung erfolgt ungefähr wie das wellenförmige Kriechen eines Regenwurmes, die Lichtbewegung jedoch ungefähr wie das wellenförmige Winden einer Schlange.

Es ist gegenwärtig bereits zur unzweifelhaften Wahrheit geworden, dass das Licht ein wellenartiger Vorgang ist. Ueber die Hypothese vom Lichtäther schritt jedoch die Zeit hinweg. Die wesentlich neue Auffassung Faraday's von der Natur der elektrischen Erscheinungen, welche überhaupt den Niedergang der mechanistischen oder Bewegungshypothesen einleitet, führte ihn zu der Vermuthung, dass das Licht keine Bewegung sondern ein transversal wellenförmiger elektrischer Vorgang ist. Diese elektromagnetische Theorie des Lichtes wurde dann von Maxwellausgebaut, welcher freilich bald, nachdem er dem Einflusse Faraday's entwachsen war, sich wieder mechanistischen Vorstellungen zuwendete¹⁾. Die Richtigkeit der Faraday-Maxwell'schen Theorie wurde dann in neuerer Zeit durch Hertz erwiesen, welchem es gelang, elektrische Transversalwellen künstlich durch rein elektrische Mittel hervorzurufen und welcher zeigte, dass diese Wellen alle wesentlichen Eigenschaften des Lichtes haben.

Ein wellenartiger Vorgang ist also thatsächlich das Licht, es ist jedoch keine schallartige Bewegung in einem neuen hypothetischen Lichtäther, sondern ein neuer elektrischer Vorgang in den wirklichen durchsichtigen Körpern, seien dieselben nun Luft, Wasser, Glas etc. oder der Weltäther. Der Lichtäther existirt nicht, er durchdringt weder die Luft, noch das Wasser, noch das Glas, noch irgend einen Stoff. Der Weltäther hingegen ist ein reeller Stoff, keineswegs von kleiner Dichte, keineswegs von kleinem Druck, er sättigt jedoch nicht alle irdischen Körper, sondern kommt hier nur im Barometerraum, den Recipienten der Luftpumpen und den Röntgenröhren vor, erfüllt aber ausserdem noch den ganzen Weltraum, so weit dieser nicht von den irdischen Stoffen, der Atmosphäre und den Gestirnen eingenommen wird.

¹⁾ In bewusster und umfassender Weise machte sich erst E. Mach von der mechanistischen Naturauffassung frei, und eilte damit seiner Zeit immer noch mindestens um ein halbes Jahrhundert voraus.

II.

Der Weltäther ist der leichteste Stoff, welchen wir kennen. Doch ist es keineswegs unwahrscheinlich, dass es noch bedeutend leichtere Gase, Gase von geringerem Druck gibt. Freilich werden wir diese Gase niemals nach den gewöhnlichen chemischen Methoden frei entwickeln können, da sie ¹⁾ nicht einmal den Druck des Aethers, geschweige denn jenen der gewöhnlichen Gase überwinden können, um sich Platz zu schaffen. Nichtsdestoweniger können diese leichteren Gase in ihren chemischen Verbindungen erkannt werden, ja eines derselben ist seit 200 Jahren bekannt, nämlich der Feuerstoff oder das Phlogiston, und möglicherweise berufen in der theoretischen Chemie noch eine grosse Rolle zu spielen. Die Entdeckung des Feuerstoffes durch den Jenenser Chemiker Stahl (1700) gehört zu den wissenschaftlichen Thaten ersten Ranges. Sie hat ihrerzeit das grösste Aufsehen gemacht und einen zwar allmählichen, aber mächtigen Umschwung der Wissenschaft bewirkt, ja endlich geradezu die moderne Chemie ins Leben gerufen, deren erstes allerdings sein musste, sich von der Stahl'schen Vorstellungsweise in einem wichtigen Punkte frei zu machen.

Man vermuthet von Alters her, dass die Verbrennung ein chemischer Vorgang ist, d. h. dass die verbrennlichen Körper aus zwei Stoffen zusammengesetzt sind: aus dem Feuerstoff, welcher in der Flamme entweicht und aus ihrer Asche, welche zurückbleibt. Stahl erkannte zunächst, dass sich das Brennen des Holzes nicht eignet zum experimentellen Nachweis des Feuerstoffes, denn das Holz verliert beim Brennen ausser dem Feuerstoff noch andere Gase. Dafür erfasste er den fundamentalen Gedanken, dass das Verrosten und Verkalken der Metalle, obwohl es ohne Flamme vor sich geht, dennoch ein reiner Verbrennungsvorgang ist, insofern dabei der Feuerstoff entweichen dürfte. Der Eisenrost ist die Asche, welche zurückbleibt, wenn das Eisen seinen Gehalt an Feuerstoff abgibt. Das Kupfer hinterlässt eine dunkelbraune Asche, wenn man es an der Luft erwärmt. Das Zinn hinterlässt eine weisse Asche und brennt sogar mit einer deutlichen Flamme. Den beim Veraschen der Metalle entweichenden Feuer-

¹⁾ Selbst bei grösster Ausdehnung, also bei ihrem grössten Druck.

stoff aufzufangen und frei darzustellen gelang natürlich nicht. Die wesentliche Rolle, welche er hiebei spielt, wies jedoch Stahl in folgender Weise nach. Er zeigte, dass man einen verbrannten Körper wieder verbrennlich machen kann, jedoch nicht anders als dadurch, dass man einen anderen Körper verbrennt und umgekehrt. Die Verbrennlichkeit oder der Brennwerth ist sonach eine Eigenschaft, welche man nur von einem Körper auf den anderen übertragen, aber weder vernichten noch aus Nichts erzeugen kann. Erwärmt man z. B. ein Gemenge von dunkelbrauner Kupferasche mit metallischen also brennbarem Zink, so wird die Kupferasche in metallisches Kupfer verwandelt (in den brennbaren metallischen Zustand reducirt), jedoch verbrennt hiebei das Zink zu weisser Zinkasche. Metallaschen tauschen auch mit Kohle sehr leicht den Brennwerth. Sie werden hiebei wieder in brennbare Metalle verwandelt, die Kohle verbrennt jedoch dabei.

Die plötzliche und tiefgehende Veränderung aller specifischen Eigenschaften, welche die Metalle bei ihrer Veraschung erfahren, beweist, dass dieselbe ein echter chemischer Vorgang ist und dass der Feuerstoff also ein reeller chemischer Stoff und keineswegs einer der hypothetischen Stoffe ist, deren Existenz damals die Physiker annahmen, wie etwa der Wärmestoff, der Lichtstoff oder die elektrischen Fluida. Dass gleich nach Stahl diesbezüglich viele Missverständnisse vorkamen und manche nutzlose Theorie ersonnen wurde, ist ja begreiflich. Man soll aber den Feuerstoff nicht etwa z. B. mit dem hypothetischen Wärmestoff verwechseln. Der Feuerstoff macht die braune Kupferasche bei seiner Verbindung mit derselben nicht warm, wie dies der hypothetische Wärmestoff thun soll, sondern roth, glänzend, dehnbar, brennbar, kurz metallischem Kupfer. Der Feuerstoff ist ferner dadurch als reeller chemischer Stoff charakterisirt, dass er nicht unwägbare ist, sondern die Verbrennung und das Wiederbrennbarwerden (die Reduction) sind mit ausgiebigen Gewichtsänderungen verbunden. Wenn ein Stück Metall seinen Feuerstoff verliert, so gewinnt es beträchtlich an Gewicht, wenn die Metallasche den Feuerstoff wieder aufnimmt, so verliert sie wieder an Gewicht. Alle diese Gewichte sind richtiger gesprochen nur Gewichtsunterschiede gegen den Weltäther. Der Feuerstoff ist also leichter als der Weltäther, denn wäre er schwerer, so müssten die Metalle, welche ihn enthalten, schwerer sein als ihre Aschen, während das Umgekehrte der Fall ist. Stahl liess sich durch

diese ihm sogleich als Einwand vorgehaltene Thatsache in seinem Vertrauen auf seine Entdeckung mit Recht nicht erschüttern.

Erst lange nachher führte der berühmte schwedische Apotheker Scheele (1773) seine Untersuchungen über die Natur der Luft aus, weil ihn hauptsächlich die in Luft stattfindenden Verbrennungen interessirten. Der echt empiristische, nur mit den praktischen Begriffen arbeitende Geist dieses Mannes ist es, welcher bis heute in der Chemie sehr zu deren praktischem Vortheile nachwirkt. Er analysirte die Luft so unbefangen, wie man bis dahin nur wenige feste und flüssige Körper zerlegt hatte und erkannte, das die Luft im wesentlichen aus zwei Gasen besteht, welche wir heute Stickstoff und Sauerstoff nennen, und von welchen der Sauerstoff allein die Verbrennungen unterhält und bei denselben aufgezehrt wird. Ein Stück Phosphor oder Eisenfeile in einem geschlossenen Luftraum erwärmt, absorbirt ein Fünftel der Luft, nämlich den Sauerstoff und lässt den Stickstoff zurück. Er stellte auf zwei verschiedene Arten (aus Braunstein und aus Salpeter) den reinen Sauerstoff her und beschrieb die Heftigkeit, mit welcher in diesem Gase die Verbrennungen vor sich gehen. Verbrennt man Phosphor oder (wie dies später Lavoisier zeigte) irgend ein Metall in reinem Sauerstoff, so erhält man die betreffende Asche und statt des Sauerstoffes reinen Weltäther. Es ist dies eine neue (später vielfach von den Chemikern statt der Guericke'schen angewandte) Methode zur Gewinnung von Weltäther. Erhitzt man umgekehrt die rothe Quecksilberasche in Weltäther, so verwandelt sich derselbe in reinen Sauerstoff und erstere in das metallische Quecksilber.

Priestley führte letzteren Versuch ein Jahr später (1774) aus, aber nicht im Weltäther, sondern in Luft. Er hielt deshalb irrthümlich den Sauerstoff für dephlogistirte Luft, d. h. für Luft, welcher ihr Gehalt an Feuerstoff entzogen wurde, während der Sauerstoff, jenes bekannte Gas, welches schwerer ist als der Aether, richtig als dephlogistisirter Aether zu bezeichnen ist.¹⁾ Der Aether kann nach obigem Experiment durch chemische Agentien zerlegt werden und zwar in beliebige Mengen von schwerem Sauerstoff und von leichtem Feuerstoff, im Ganzen natürlich ohne Gewichtsänderung.

¹⁾ In Lavoisier's Zeit galt der Aether für das Vacuum, für das Nichts. Man konnte damals unmöglich die Brennbarkeit des Vacuums annehmen und verliess deshalb die Stahl'sche Theorie.

Erwärmt man rothe Quecksilberasche im Aether, so sättigt sich dieselbe mit Feuerstoff und wird wieder brennbares Quecksilber, dem Aether wird jedoch hiebei sein Brennwerth entzogen, und die entsprechende Menge Sauerstoff bleibt von ihm übrig. Der Sauerstoff ist also das Verbrennungsprodukt des Aethers, d. h. er ist auch nach der Stahl'schen Theorie ein elementares Gas. Erwärmt man umgekehrt einen brennbaren Körper in Sauerstoff, so entzieht dieser ersterem den Feuerstoff und verbindet sich mit demselben wieder zu Aether.

Ganz umgekehrt fasst die heute herrschende Lavoisier'sche Theorie diese Vorgänge auf. Der Aether ist nach derselben ganz indifferent. Die Metallaschen hingegen sind nicht Elemente, sondern Verbindungen zweier in freiem Zustande bekannter Stoffe, nämlich des Metalles und des Sauerstoffes. Erwärmt man also eine Asche im Vacuum, so gibt sie ihren Sauerstoff ab und das Metall bleibt zurück. Erwärmt man ein Metall in Sauerstoff, so verschwindet dieser und lässt ein Vacuum zurück, weil er sich mit dem Metalle zu der Asche verbindet.

Das schönste Beispiel für das Zusammenwirken der Stahl'schen und der Lavoisier'schen Theorie bei der Fundirung der Chemie ist die Geschichte der Entdeckung der chemischen Natur des Wassers.

Abu Abdallah Dschafer, einem arabischen Gelehrten und dessen Schüler Dschabir Ben Hajjan, welchen wir heute Geber nennen, war es zum Erstaunen ihrer Zeitgenossen (700 n. Chr.) gelungen, durch Destillation von Salpeter und Alaun Flüssigkeiten herzustellen, in welchen sich Metalle auflösen, und noch dazu in Salze verwandeln. Man nennt diese Flüssigkeiten, nach ihrer Aehnlichkeit mit dem Essig und den Fruchtsäuren mineralische Säuren. Robert Boyle beobachtete 1650 kleine Luftbläschen, welche jedes Metall freigibt, wenn man es in einer Säure löst. Diese Luft kann entzündet werden, sie ist brennbare Luft. Diese Entdeckung versenkte Boyle's Zeitgenossen in dasselbe freudige Staunen, welches wir empfanden, als uns Röntgen unsere Knochen zeigte. Denken Sie nur: durchsichtiges Holz! Denken Sie nur brennbare Luft! Man hielt damals diese Luftart für den reinen Feuerstoff. Heute nennt man sie Wasserstoff. Dass diese Luftart mindestens einen starken Gehalt an Feuerstoff besitzt, folgt aus ihrer Verbrennlichkeit. Dieser Feuerstoff wird von dem Metall abgegeben, dessen Asche sich mit der Säure zu einem Salz verbindet.

Mit Sauerstoff im richtigen Verhältnis gemischt, gibt dieses brennbare Gas ein explosives Gemenge. Nach der Explosion bleibt aber merkwürdiger Weise keine Asche, kein Rauch, kein Gas, so gut wie Nichts übrig. Volta schreibt hierüber (1779) nach England: „Stellen Sie sich nur dieses wunderbare Zusammenschrumpfen vor. Bei Anstellung dieses Versuches in grösserem Masstabe hoffe ich dasjenige zu entdecken, zu was sich diese zwei Luftarten nach der Explosion verdichten. Ich glaube die brennbare Luft wird sich als ein Säuretropfen, die dephlogistisirte Luft als ein wenig Erde niederschlagen.“

Volta hielt sonach den Wasserstoff weder für reinen Feuerstoff, noch phlogistisirte Luft, sondern für die mit Feuerstoff verbundene Säure.¹⁾

Cavendish entzündet (1781) das Knallgasgemisch innerhalb eines geschlossenen Glasballons und erkannte, dass nach der Explosion der Ballon das Unerwartetste, nämlich nichts anderes enthält, als ein wenig reines Wasser. Sonach hielt Cavendish den Wasserstoff für eine Verbindung des Elementes Wasser mit dem Feuerstoff und traf damit das Richtige. Ein Gramm Wasserstoff besteht aus 9 Gramm Wasser und aus — 8 Gramm Feuerstoff.

Den Sauerstoff hielt Cavendish irrthümlich für dephlogistisirtes Wasser d. h. für verbranntes Wasser, also ungefähr für das, was wir jetzt Wasserstoffsuperoxyd nennen. Erst Lavoisier zeigte, dass der Sauerstoff als ein Element zu betrachten ist.

Lavoisier kehrte übrigens zu der Scheele'schen Theorie zurück, verzichtete auf die Annahme des Feuerstoffes und betrachtete auch den Wasserstoff als ein Element, musste sich jedoch dafür entschliessen, das Wasser, dessen elementare Natur doch klar aus seiner Rolle in der Natur hervorgeht, für eine Verbindung zu halten, und zwar für eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff.

Nun werden Sie mich fragen: Welche dieser beiden Theorien ist die richtige, existirt der Feuerstoff wirklich, oder ist das Wasser wirklich kein Element? Dies lässt sich heute nicht sicher entscheiden. Die Lavoisier'sche Theorie hat den Vorzug,

¹⁾ Und den Sauerstoff für ein Metallsuperoxyd.

dass die von ihr als Elemente angesprochenen Stoffe ausnahmslos schwerer als der Weltäther und deshalb frei darstellbar sind. Die Stahl'sche Theorie nimmt die Existenz des Feuerstoffes an, welcher leichter als der Aether ist und deshalb niemals frei dargestellt werden kann, daher immer nur ein Symbol bleiben wird und kein thatsächlicher Stoff ist. So sehr dieser Einwand für die Praxis entscheiden mag, so wenig fällt er jedoch in der Wissenschaft ins Gewicht. In ihren Verbindungen sind nämlich auch die Lavoisier'schen Elemente nicht wirklich vorhanden, sondern sie führen in denselben auch nur eine symbolische Existenz. Wir stehen hier vielleicht vor einer Frage, welche einige Ähnlichkeit hat mit der allerdings viel erhabeneren Frage, ob die Sonne um die Erde oder die Erde um die Sonne sich dreht. Für praktische irdische und die meisten wissenschaftlichen Zwecke ist es selbstverständlich, dass man sich die Erde ruhend und die Sonne bewegt denkt, die Wissenschaft fand aber ihren Fortschritt gerade durch die Umkehrung dieser Vorstellung.

Gestatten Sie mir deshalb zum Schlusse, einige Worte zu Gunsten der gegenwärtig allzusehr in den Hintergrund gedrängten Theorie des Feuerstoffes zu sprechen.

Die Stahl'sche Theorie, welche negative Zahlenindices in den chemischen Formeln, speciell bei Sauerstoff, zulässt und sonst sämtlichen reellen und hypothetischen Errungenschaften der Chemie sich ohneweiters anpasst, scheint mir viel natürlicher und einfacher als die Lavoisier'sche Theorie zu sein. Nach der Stahl'schen Theorie sind die meisten in der Natur vorkommenden, also beständigen Stoffe, Elemente, während Lavoisier seine positiven Elemente dadurch erkaufte, dass er eine Menge offenbar elementarer Stoffe für Verbindungen erklärt. Nach der Stahl'schen Theorie sind das Wasser, die Alkalien, Kalke und Erden, die Säuren, der Sauerstoff und Stickstoff Elemente. Sämtliche Verbindungen der Stahl'schen Theorie sind weniger beständig, z. B. die Metalle, die Metalloide, die Superoxyde u. s. w. Die organischen Verbindungen bestehen nach der Stahl'schen Theorie aus den Elementen Kohlensäure und Wasser, aus welchen sie die Pflanzen wirklich bilden, enthalten jedoch sämtlich einen grösseren oder geringeren Brennwerth oder Feuerstoffgehalt. Besonders wichtig ist jedoch die Anwendung der Stahl'schen Theorie auf die Theorie der elektrolytischen Ionen.¹⁾ Dieselben sind hienach

¹⁾ Und vielleicht auch der Assimilation.

gesättigte Verbindungen und zwar das Anion ein Oxyd, das Kation eine Verbindung mit Feuerstoff.

Genug an dieser Stelle hievon. Der Feuerstoff ist allerdings nichts als ein Symbol. Hieraus folgt aber nicht, dass dieses Symbol schon heute von der Wissenschaft ohne Ersatz entbehrt werden kann, ihr nie Nutzen bringen, nie in der Vorstellung der Chemiker Realität gewinnen wird. Ich glaube voraussehen zu können, dass die Annahme des Feuerstoffes, welche die Chemiker unseres ganzen Jahrhunderts mit guten Gründen weit von sich gewiesen haben, aus höheren Gründen wieder in die Wissenschaft eingeführt werden wird.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Lotos - Zeitschrift fuer Naturwissenschaften](#)

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [47](#)

Autor(en)/Author(s): Jaumann Gustav

Artikel/Article: [Vom Lichtäther und vom Feuerstoff 113-126](#)