



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie

Stöckhardt, Julius Adolph

Braunschweig, 1881

Chemische Veränderungen und Versuche

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-88906)

Chemische Vorgänge. Maass und Gewicht.

Chemische Veränderungen und Versuche.

1. Chemische Veränderungen. Jedermann weiss, dass ein Stück Eisen sich beim Ausglühen in Hammerschlag, beim Liegen in feuchter Luft oder Erde aber in Rost verwandelt; dass der ausgepresste Saft der Weintrauben nach und nach zu Wein wird und dieser wieder zu Essig; dass Holz in einem Ofen oder Oel in einer Lampe beim Verbrennen verschwindet; dass thierische und Pflanzenstoffe mit der Zeit verderben, zerfallen und endlich gleichfalls verschwinden.

Hammerschlag und Rost sind verändertes Eisen: das Eisen ist hart, zähe, grauweiss und glänzend, in der Glühhitze wird es schwarz, matt und brüchig, in feuchter Luft braungelb und pulverig. Der Wein ist veränderter Most: von dem süssen Geschmack, den der Traubensaft besass, ist an ihm nichts mehr wahrzunehmen, er schmeckt geistig und besitzt eine erwärmende und berauschende Kraft, die in dem Moste nicht vorhanden war. Der Essig ist veränderter Wein: er schmeckt und riecht sauer, statt geistig, und sein Genuss wirkt nicht mehr berauschend, sondern vielmehr kühlend und niederschlagend. Das bei der Verbrennung verschwundene Holz oder Oel müssen wir in der Luft suchen, beide Stoffe verwandeln sich beim Verbrennen in Luftarten; bei dieser Verwandlung wird zugleich Wärme und Licht erzeugt: sie erfolgt unter der Erscheinung von Feuer. Aehnlich

4 Chemische Veränderungen und Versuche.

sind die Veränderungen, welche Pflanzen- und Thierstoffe bei längerer Aufbewahrung erleiden, sie verwandeln sich, während sie verfaulen oder verwesen, nach und nach in Luftarten, die zum Theil einen sehr unangenehmen Geruch besitzen.

Solche Vorgänge, bei welchen, oft unter Erwärmung oder Feuererscheinung, das Gewicht, die Form, die Festigkeit, die Farbe, der Geschmack, der Geruch und die Wirkung der Körper verändert werden, so dass aus ihnen neue Körper mit ganz neuen Eigenschaften entstehen, nennt man chemische Vorgänge oder chemische Processe.

2. Allgemeinheit der chemischen Vorgänge. Wohin wir nur blicken auf unserer Erde, überall gewahren wir chemische Processe, auf dem Festlande, in der Luft, wie in der Tiefe des Meeres. Der starre Basalt, die glasartige Lava, sie werden nach und nach mürbe, ihre dunkle Farbe geht in eine hellere über, sie zerfallen zu kleinen und immer kleineren Brocken, sie werden endlich zu Erde. Eine Kartoffel, in die Erde gelegt, wird weich, ihr zuvor mehliges Geschmacks süß, endlich faulig. Der Keim, der daraus im finsternen Keller zu einem zarten, krankhaft-blassen Schösslinge emportreibt, wächst am Lichte zu einer kräftigen, festen grünen Pflanze heran. Diese saugt aus der feuchten Erde und der Luft ihre Nahrung ein und setzt aus den Bestandtheilen derselben neue Körper zusammen, die vorher weder in der Erde noch in dem Wasser oder der Luft zu finden waren. Ein feines Netzwerk von Zellen und Röhren durchzieht die ganze Pflanze und verleiht ihr Festigkeit, wir nennen sie Pflanzenfaser oder angehendes Holz; in dem Saft, welcher in diesen Zellen auf- und absteigt, finden wir Eiweiß und andere schleimige Stoffe; in den Blättern und dem Stengel einen grünen Farbstoff, das Blattgrün; in den reifen Knollen einen mehliges Körper, die Stärke. Alle diese Stoffe sind unschädlich für die Gesundheit. Wachsen die Kartoffeln dagegen im Dunkeln und ohne Erde, z. B. im Keller, so erzeugt sich in ihren langen, blasen Trieben ein verdächtiger Körper, das Solanin.

Die Knollen der Kartoffelpflanze bilden eins unserer wichtigsten Nahrungsmittel. Das darin enthaltene Stärkemehl lässt sich in Wasser nicht auflösen, im Magen aber erfährt es sehr schnell eine solche Veränderung, dass es aufgelöst oder verdaut und so-

dann als Flüssigkeit dem Blute zugeführt werden kann. Das Blut trifft in den Lungen mit der eingeathmeten Luft zusammen; dabei verändert das Blut seine Farbe, dabei verändert die Luft ihre Beschaffenheit, dabei entwickelt sich die Wärme, die wir in unserem Körper fühlen etc. Wir müssen aus diesen Veränderungen schliessen, dass auch in unserem Körper chemische Processe stattfinden.

3. Lebenskraft und chemische Vorgänge. So lange eine Pflanze oder ein Thier lebt, stehen die chemischen Processe unter der Vormundschaft einer höheren, geheimnissvollen Gewalt, die man Lebenskraft nennt, und werden von dieser gezwungen, die Stoffe zum Bau der Pflanzen- und Thierkörper zu liefern. Die Lebenskraft ist gleichsam der Baumeister, welcher den Riss macht zum Gebäude, und darauf sieht, dass die erforderlichen Materialien durch die chemischen Processe angeschafft und nach seinem Willen verarbeitet werden. Hierbei entstehen zahllose neue Körper, die wir künstlich nachzubilden nicht im Stande sind, z. B. Holz, Zucker, Stärke, Fett, Leim, Fleisch etc. Man nennt sie organische Verbindungen oder Pflanzen- und Thierstoffe, im Gegensatz zu den unorganischen oder Mineralkörpern, welche wir aus ihren Bestandtheilen zusammensetzen, also künstlich nachbilden können. Hört aber das Leben in einer Pflanze oder einem Thiere auf, so erlangen die chemischen Processe die Oberhand, und sie allein sind es, welche, als die Todtengräber der Natur, die alte Wahrheit in Erfüllung gehen lassen: „Was von der Erde ist, soll wieder zur Erde werden.“ Die Blätter der Kartoffelpflanze werden gelb, endlich braun, sie fallen ab und verwandeln sich nach und nach in eine dunkle pulverige Masse (Humus); ja im Laufe der Zeit verschwindet auch diese vollständig, bis auf ein wenig Asche, welche nicht mit flüchtig werden konnte. Was hier in Jahren geschieht, erfolgt in Minuten, wenn wir die trocknen Blätter ins Feuer werfen. Der chemische Vorgang ist in beiden Fällen ein ganz ähnlicher, die Zeit nur ist verschieden, in welcher derselbe vollendet wird: er geht rasch vor sich, als Verbrennung, bei starker Wärme; dagegen langsam, als Verwesung, bei geringer Wärme. Was uns Vernichtung scheint, ist aber nur Verwandlung. Die bei der Verbrennung oder Verwesung nicht vernichteten, sondern nur un-

sichtbar gewordenen Stoffe finden wir, in anderer Form, genau ihrem Gewichte nach in der Luft wieder; aus dieser werden sie durch die in den lebenden Pflanzen vorkommenden chemischen Processe wieder zur Erde herabgezogen.

4. **Wichtigkeit der chemischen Kenntnisse.** Sehen wir hieraus, wie die unergründliche göttliche Allmacht sich die chemischen Processe zu Dienern bestellte, um durch sie den ewigen Wechsel hervorzubringen, den wir tagtäglich um uns her in der Natur gewahren, und um durch sie ununterbrochen aus dem Tode immer wieder neues Leben hervorzurufen: so wird es von selbst einleuchten, wie bildend und belehrend für jeden denkenden Menschen die Wissenschaft sein muss, die ihm diesen Wechsel erklärt und eine genauere Einsicht in die Wunder der Schöpfung gestattet. Diese tiefere Einsicht wird den menschlichen Geist nicht nur zu höherer Ausbildung und Vervollkommenung führen, sondern sie muss ihn zugleich mit grösserer Bewunderung und inniger Verehrung gegen den erfüllen, der in diesen Wundern uns seine unerforschliche Allmacht und Weisheit offenbart.

Das Interesse an dem chemischen Wissen wird aber auch noch von einer anderen Seite her auf eine mächtige Weise angeregt, durch die nützliche Anwendung nämlich, welche wir von demselben im Leben machen können. Die Chemie lehrt dem Apotheker: Arzneimittel darzustellen; sie lehrt dem Arzte: mit diesen Arzneimitteln Krankheiten zu vertreiben; sie zeigt dem Bergmanne nicht nur die in Gesteinen versteckten Metalle, sondern sie hilft sie ihm auch ausschmelzen und verarbeiten. Chemie, im Bunde mit der Physik, ist vorzugsweise der Hebel gewesen, durch welchen so viele Künste und Gewerbe innerhalb der letztverflossenen Jahrzehnte zu einer so ausserordentlichen Ausbildung gebracht wurden; durch sie sind uns zahllose Bequemlichkeiten des Lebens dargeboten worden, die unsere Aeltern noch entbehren mussten. Dass sie der Landwirth auch als eine unentbehrliche Hausfreundin anzusehen hat, ist selbstverständlich; ist sie es doch allein, welche ihm die Bestandtheile seines Ackerlandes anzeigt, welche ihn bekannt macht mit den Nahrungsmitteln der Pflanzen, die er auf diesem Lande erbauen will, und mit den Mitteln, durch welche er die Fruchtbarkeit seiner Felder zu erhöhen vermag.

5. Chemische Kraft oder Verwandtschaft. Glüht man ein Stück Eisen so lange, bis sich eine starke Rinde von Hammerschlag um dasselbe gebildet hat, und wägt es vor- und nachher, so wird man finden, dass es an Gewicht zugenommen hat: es muss also aus der Luft etwas Wägbares zu demselben getreten sein. Dieses Wägbare ist eine Luftart, die man Sauerstoff nennt; durch ihre Vereinigung mit dem Eisen wird sie fest, man ist aber im Stande, ihr durch andere chemische Processe die Luftform wieder zu geben. Lässt man den Hammerschlag an feuchter Luft längere Zeit liegen, so wird er allmähig zu Rost und wiegt nun abermals mehr als vorher: er hat Wasser und noch etwas Sauerstoff aus der Luft angezogen und sich damit verbunden. Der Hammerschlag besteht demnach aus Eisen und Sauerstoff, der Rost aus Eisen, Sauerstoff und Wasser, welche sich aufs Innigste mit einander vereinigt, welche sich chemisch verbunden haben. Als die Ursache dieser Vereinigung, wie aller chemischen Veränderungen überhaupt, sieht man eine eigenthümliche Kraft an, welche man chemische Kraft oder Verwandtschaft, auch Affinität, genannt hat, und man sagt von Körpern, welche die Fähigkeit besitzen, sich mit einander zu vereinigen: sie haben Verwandtschaft zu einander. Eisen hat sonach in der Glühhitze Verwandtschaft zum Sauerstoff der Luft, bei gewöhnlicher Temperatur aber auch noch zum Wasser. Ein Ducaten verändert weder seine Farbe noch sein Gewicht, man mag ihn glühen oder an feuchter Luft liegen lassen; wir schliessen daraus, dass das Gold zum Sauerstoff und zum Wasser keine Verwandtschaft besitzt.

6. Chemische Versuche. Eine Kraft lässt sich nicht sehen oder mit Händen fassen, wir bemerken sie nur an den Wirkungen, welche sie hervorbringt. Wollen wir wissen, ob ein Feuerstahl magnetische Kraft habe, so halten wir eine Nadel an denselben und beobachten, ob dieselbe angezogen wird oder nicht; wir schliessen dann aus diesem Verhalten auf die Anwesenheit oder Abwesenheit von Magnetismus. Genau denselben Weg, den Weg durch Versuche, muss man einschlagen, um die chemischen Kräfte, die Verwandtschaften der Körper zu einander, kennen zu lernen. Jeder Versuch ist eine Frage, die man an einen Körper richtet, die Antwort darauf erhalten wir durch

8 Chemische Veränderungen und Versuche.

eine Erscheinung, d. h. durch eine Veränderung, die wir bald durchs Gesicht oder durch den Geruch, bald durch die übrigen Sinne wahrnehmen. Oben wurde die Frage an das Eisen und Gold gestellt: ob sie Verwandtschaft haben zum Sauerstoff? Das in Hammerschlag verwandelte Eisen gab eine bejahende Antwort auf diese Frage, das unveränderliche Gold eine verneinende. Jede Veränderung, jede neue Eigenschaft, die wir an einem Körper wahrnehmen, ist ein Buchstabe in der chemischen Sprache. Um diese leicht und gründlich zu erlernen, ist es daher vor Allem für den Anfänger erspriesslich, sich im Buchstabiren, d. h. im Anstellen von Versuchen zu üben. Hierzu Anleitung zu geben, ist der Zweck dieses Werkchens, in dem vorzugsweise nur solche Versuche Platz gefunden haben, die einerseits leicht, gefahrlos und ohne grosse Kosten angestellt werden können, andererseits aber geeignet erscheinen, die chemischen Lehren und Gesetze daran zu erkennen und dem Gedächtnisse einzuprägen.

7. Analyse. Synthese. Angewandte und wissenschaftliche Chemie. Vier Hauptfragen sind es besonders, welche der Chemiker an die verschiedenen Naturkörper richtet:

a) Woraus bestehen dieselben? Hier ist ein Stück Knochen. Was wird aus diesem in einem Ofenfeuer? es wird weisser, leichter und lockerer als vorher (Knochenerde); was aber, wenn es in einem bedeckten Topfe erhitzt wird? es wird leichter und schwarz (Knochenkohle). Wie verhält sich der Knochen in kochendem Wasser oder Wasserdampf? er wird leichter und bleibt weiss, im Wasser aber ist Leim aufgelöst; wie in Salzsäure? er wird durchscheinend, die Knochenerde löst sich auf, dagegen bleibt eine knorpelige Masse zurück, die mit Wasser gekocht in Leim übergeht. Wie verhält sich der Leim im Feuer? er verkohlt in einem bedeckten Gefässe, er verbrennt und verschwindet in einem offenen. Diese wenigen Versuche zeigen, dass in den Knochen eine unverbrennliche Erde und verbrennlicher Leim enthalten sind; sie zeigen zugleich, dass es der verkohlte Leim ist, der die Knochenerde im zweiten Versuche schwarz färbt und sie zu Knochenkohle macht, dass sich Leim wohl in Wasser, nicht aber in Salzsäure auflöst u. a. m. Leim und Knochenerde nennt man die näheren Bestandtheile der Knochen; durch fortgesetzte chemische Processe lassen sich aber

diese noch weiter zerlegen, d. h. in noch einfachere Bestandtheile spalten. In der Knochenerde findet man Phosphor, ein Metall (Calcium) und Sauerstoff; im Leim ausser Kohle (Kohlenstoff) noch drei andere Körper (Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff). Diese lassen sich auf keine uns bekannte Weise ferner scheiden oder zerlegen und wir nennen sie aus diesem Grunde einfache Körper oder chemische Elemente. Man kennt ihrer bis jetzt einige sechzig, und fast jedes Jahr bringt neuen Zuwachs, der aber eben von keiner wesentlichen Bedeutung für die chemische Wissenschaft oder ihre Anwendung ist, da er aus Elementen besteht, welche nur selten vorkommen. Dieses Trennen der zusammengesetzten Körper in einfache bezeichnet man mit dem Namen: Analyse.

b) Welche Veränderungen erleiden die Körper, wenn man sie mit anderen zusammenbringt? Der aus den Knochen gewonnene Phosphor leuchtet an der Luft und verwandelt sich nach und nach in eine saure Flüssigkeit; er verbindet sich dabei mit dem Sauerstoff der Luft, was das Eisen erst in der Glühhitze thut. Unter lebhaftem Feuer erfolgt diese Verbindung, wenn man den Phosphor gelind erwärmt; auch hierbei bildet sich ein saurer Körper, der aber von dem vorigen verschieden ist. Bringt man diesen mit Kalk zusammen, so entsteht ein neuer Körper, der die grösste Aehnlichkeit mit der Knochenerde hat; er ist auch wirklich künstliche Knochenerde. Die Zahl der neuen Körper, welche durch die Vereinigung der Elemente mit einander oder mit zusammengesetzten Körpern hervorgebracht werden können, ist unendlich, ja es entstehen oft genug ganz verschiedenartige Stoffe, je nachdem man die Vereinigung in der Kälte oder Hitze, im Wasser oder in der Luft, in grösseren oder geringeren Mengen vor sich gehen lässt. Dies ist die Zusammensetzung oder Synthese.

c) Welche nützlichen Anwendungen lassen sich von den chemischen Lehren und Erfahrungen machen? Was der Chemiker gefunden, sei es ein neuer Körper, oder eine neue Eigenschaft an einem schon bekannten, oder eine neue Methode der Zusammensetzung oder Zersetzung, das theilt er dem Apotheker, dem Arzte, dem Landwirthe, dem Fabrikanten und Gewerbetreibenden mit, damit diese ihrerseits Versuche darüber anstellen, ob sich davon irgend ein Vortheil, eine Erleichterung

oder Verbesserung für die Pharmacie, die Heilkunde, die Technik oder die Landwirthschaft erzielen lasse. Der Phosphor entzündet sich von selbst bei gelinder Erwärmung: man benutzt ihn zu Reibzündhölzchen; er wirkt in den Magen gebracht giftig: er ist gegenwärtig das gebräuchlichste Mittel, um Ratten und Mäuse zu vertilgen. In den Samen der Getreidearten hat man, als nie fehlend, die Bestandtheile der Knochenerde, ebenso die des Leims gefunden; der Chemiker schliesst daraus, dass zerkleinerte Knochen ein vorzügliches Düngemittel für Getreide abgeben müssen; der Landwirth beweist dies durch die Erfahrung im Grossen. An den verkohlten Knochen entdeckte man die Eigenschaft, dass sie viele in Flüssigkeiten aufgelöste Stoffe an sich ziehen und in sich verdichten können: man benutzt sie, dieser Eigenschaft wegen, um faules Wasser wieder trinkbar zu machen; der Zuckersieder macht mit Knochenkohle braunen Syrup farblos; der Destillateur reinigt damit fusligen Branntwein u. s. w. Dies ist die angewandte oder praktische Chemie.

d) Welches sind die Ursachen der chemischen Veränderungen und nach welchen Gesetzen erfolgen dieselben? Stellt man die chemischen Versuche, wie es sein muss, mit der Wage in der Hand an, so wird man bald bemerken, dass, wenn man zwei verschiedene Körper, die sich mit einander verbinden können, zusammenbringt, bald von dem einen, bald von dem anderen etwas unverbunden bleibt. Weitere Versuche werden zeigen, wie viel sich dem Gewichte oder Maasse nach von dem einen Körper mit dem anderen vereinigen kann. Prüft man alle Körper in derselben Weise, so gelangt man endlich zu der Gewissheit, dass alle chemischen Verbindungen nur in fest bestimmten, unveränderlichen Gewichts- resp. Volumengen vor sich gehen, und dass jedem einzelnen Körper ein bestimmtes, hier grösseres, dort kleineres Gewicht oder Volumen vorgeschrieben ist, mit welchem er allemal in irgend eine Verbindung eintritt. Diese Gewissheit nennen wir ein Naturgesetz. Solcher Naturgesetze hat man schon gar viele ermittelt, und sie dienen dem Chemiker als eine sichere Richtschnur bei seinen Arbeiten, da sie sich nicht willkürlich umgehen oder abändern lassen, wie die menschlichen Gesetze. Durch sie allein gelangt man zu einer wissenschaftlichen Einsicht in die chemischen Processe, und zu der Befähigung, durch Ver-

suche richtige Fragen an die Körper zu richten und die Wahrheit der erhaltenen Antworten zu prüfen. Eine auf Naturgesetze gestützte Erklärung der chemischen Processe, die unsern Geist in den Stand setzt, sich eine Vorstellung von dem Vorgange dabei zu machen, heisst eine Theorie. So lange diese noch nicht als vollständig erwiesen und begründet angesehen werden kann, bezeichnet man sie mit dem Namen Hypothese.

Wägen und Messen.

8. Wage. Was für den Schiffer der Compass, das ist für den Chemiker die Wage. Man hat zwar die Meere schon durchschifft, ehe man den Compass kannte, aber einem bestimmten Ziele mit Sicherheit zusteuern und die Richtung nach diesem Ziele wieder auffinden, wenn sie auch noch so oft verloren ging, das konnte der Schiffer erst, seitdem ihm die Magnetnadel in die Hand gegeben wurde. So ist auch in der Chemie erst ein sicheres Vorausbestimmen, ein planmässiges Handeln möglich geworden, seitdem man wägt. Die Wage ist ebenso die Richtschnur als der Prüfstein bei chemischen Versuchen; sie lehrt uns die wahre Zusammensetzung der Körper kennen, und zeigt uns, ob die Fragen, die wir stellen, die Antworten, die wir erhalten, oder die Schlüsse, die wir aus den letzteren ziehen, richtig sind oder falsch; es kann daher dem Anfänger nicht genug angerathen werden, selbst bei einfachen Versuchen die Wage zu Hülfe zu nehmen. Für die in diesem Werke angegebenen Versuche reicht eine einfache Wage (Tarirwage) aus, wie man sie in jeder Apotheke antrifft.

Eine solche Wage besteht aus einem gleicharmigen Hebel (Balken) von Messing, durch dessen Mitte eine stählerne, unten zugespitzte Axe geht, die auf jeder Seite auf einer gehärteten Pfanne (Stützpunkt) ruht, so dass der Balken, an dessen Endpunkten die Schalen angehängt werden, leicht auf und nieder schwingen kann. Wichtig ist es, dass die Axe sich an der richtigen Stelle des Wagebalkens befinde, nämlich ein wenig über dem