



**Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der
Chemie**

Stöckhardt, Julius Adolph

Braunschweig, 1881

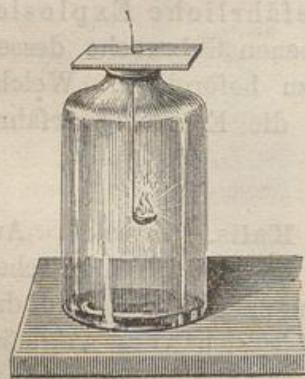
Versuche mit Sauerstoffgas

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](#)

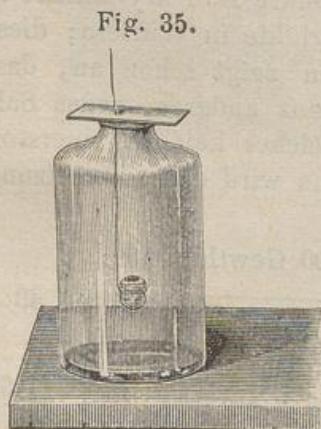
Versuche mit Sauerstoffgas.

65. Kohle und Sauerstoff. *Versuch a.* Man stecke ein Stückchen Holzkohle an einen Draht, halte es in ein Licht, bis es glüht, und tauche es dann in das Glas ein; die Kohle wird sehr lebhaft und mit Flamme verbrennen. Ein Stückchen angefeuchtetes blaues Lackmuspapier (49), nach dem Verbrennen in die Flasche gehalten, wird roth; es hat sich also aus Kohle und Sauerstoff eine saure Luftart gebildet; sie heisst Kohlensäure. Man verstopft die Flasche, schüttelt sie einige Male um und stellt sie bei Seite.

66. Schwefel und Sauerstoff. *Versuch b.* An einem längeren Drahtstücke werden einige Schwefelfäden befestigt, angezündet und in das zweite Glas gehalten: sie verbrennen mit einer schön blauen Flamme. Die Luftart, welche sich aus Schwefel und Sauerstoff bildet, hat einen sehr stechenden Geruch, sie röthet gleichfalls Lackmuspapier, ist also auch saurer Natur; man nennt sie schweflige Säure. Auch dieses Glas wird verstopt und zu weiteren Versuchen aufgehoben.



67. Phosphor und Sauerstoff. *Versuch c.* Ein erbsengrosses Stückchen Phosphor, welches seiner Leichtentzündlichkeit wegen unter Wasser von einer Phosphorstange abgeschnitten wird, legt man, nachdem es zuvor durch aufgedrücktes Löschpapier gut abgetrocknet worden ist, in ein ausgehöhltes Stück Kreide, befestigt um letzteres einen Draht und senkt es in die dritte Flasche von Sauerstoff ein. Den Draht klemmt man oben so in ein Querholz, dass der Kreidelöffel ein wenig unter der Hälfte der Flasche

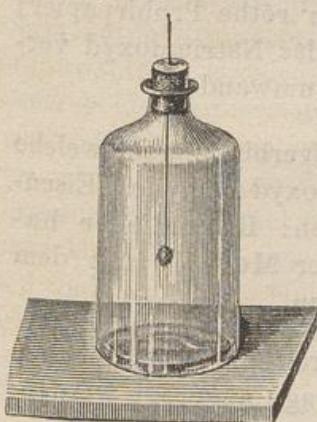


zu hängen kommt. Wird der Phosphor nun mit einem in einer Lichtflamme erhitzten Drahte berührt, so entzündet er sich und verbrennt mit einem ausserordentlichen Lichtglanze, während die Flasche sich mit einem dichten, weissen Rauche anfüllt. Dieser Rauch besteht aus mit Sauerstoff chemisch verbundenem Phosphor; er macht blaues Probirpapier roth, ist also auch eine Säure; sie heisst Phosphorsäure. Lässt man das Glas einige Zeit ruhig stehen, so setzt sich der Rauch zu Boden, d. h. er löst sich in dem im Glase hängen gebliebenen Wasser auf, und dieses erlangt dadurch einen sauren Geschmack.

68. Säuren. Aehnlich wie die geschmacklose Kohle und der geschmacklose Schwefel und Phosphor durch ihre Vereinigung mit dem Sauerstoff saure Eigenschaften erhalten, werden noch viele andere einfache Körper durch den Sauerstoff zu Säuren; dies der Grund, warum man ihm den Namen „Sauerstoff“ gegeben hat. Häufig benennt man ihn auch mit dem griechischen Namen Oxygen (Säureerzeuger). Hiervon sind die zwei so häufig vorkommenden Worte Oxydiren und Oxyd gebildet. Oxydiren heisst: mit Sauerstoff verbinden, verbrennen; Oxyd ist das Product der Verbindung und bedeutet einen verbrannten, d. h. einen mit Sauerstoff verbundenen Körper. Die eben gedachten Säuren können daher auch saure Oxyde genannt werden.

69. Natrium und Sauerstoff. *Versuch d.* Man drücke ein Stück Natriummetall an einem Drahte breit und lasse es, so befestigt, einige Stunden in einem mit Sauerstoff gefüllten Glase hängen:

Fig. 36.



es verwandelt sich in eine weisse Masse, welche leicht im Wasser zergeht. Die entstandene Auflösung schmeckt laugenhaft oder alkalisch, ähnlich wie das Kalkwasser; blaues Probirpapier ändert seine Farbe darin nicht, wohl aber wird rothes Papier dadurch blau; es ist eine Verbindung entstanden, welche man als den Gegensatz von Säure anzusehen hat; sie wird Natriumoxyd genannt. Man bewahrt sie auch zu weiterem Gebrauche auf.

Das Natriummetall hat eine so ausser-

ordentliche Begierde, sich mit Sauerstoff zu verbinden, dass es ihn, wenn es an der Luft liegt, schnell aus der letzteren anzieht; man bewahrt es daher, um es unverändert zu erhalten, in einer Flüssigkeit auf, in welcher sich kein Sauerstoff befindet. Eine solche Flüssigkeit ist das bekannte Steinöl oder Petroleum.

70. Eisen und Sauerstoff. *Versuch e.* Ein dünner Eisendraht wird so um einen Schieferstift oder ein Holzstäbchen gewickelt, dass er nach dem Herausziehen des Stiftes einen hohlen Schraubengang bildet. Das obere Stück dieser Spirale klemmt man, wie bei Versuch c, in ein Querholz, an das untere Ende desselben aber steckt man ein kleines Stückchen Feuerschwamm.

Fig. 37.



Ist der Schwamm angezündet, so taucht man den Draht in den Sauerstoff ein: die durch das Verbrennen des Schwamms entwickelte Hitze macht den Draht glühend und derselbe verbrennt nun

unter lebhaftem Funkensprühen, weil das Eisen in der Glühhitze im Stande ist, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden. Das verbrannte oder oxydierte Eisen (Hammerschlag) schmilzt, und die herabfallenden Kugeln davon sind so heiss, dass sie durch das am Boden des Gefässes befindliche Wasser hindurch noch in das Glas einschmelzen; diese Hitze ist, wie in den vorhergehenden Fällen, eine Folge der eingetretenen chemischen Verbindung. Das Eisenoxyd ist unlöslich in Wasser, und aus diesem Grunde wirkt es weder auf das blaue noch auf das rothe Probirpapier; wäre es auflöslich, so würde es sich wie das Natriumoxyd verhalten, nämlich das rothe Papier in blaues umwandeln.

71. Basen. Man nennt solche Sauerstoffverbindungen, welche nicht sauer sind, sondern mit dem Natriumoxyd oder dem Eisenoxyd in ihren Eigenschaften übereinstimmen: Basen oder basische Oxyde. Von den Verbindungen der Metalle mit dem Sauerstoff gehören die meisten zu den Basen.

72. Quantitative Verhältnisse. Durch die beschriebenen Oxydations-Versuche wird leicht die Frage angeregt werden:

wie viel haben die in jedem Glase befindlichen 8 Decigrm. Sauerstoff von der Kohle, dem Schwefel u. s. w. aufgenommen? Die Antwort darauf ist: sie haben sehr verschiedene Mengen aufgenommen.

Es haben sich nämlich verbunden:

8 Decigr. Sauerstoff mit 3 Decigr. Kohle zu 11 Decigr. Kohlensäure,						
8 "	"	8	"	Schwefel	"	16
8 "	"	6 $\frac{1}{5}$	"	Phosphor	"	14 $\frac{1}{5}$
8 "	"	23	"	Natrium	"	31
8 "	"	21	"	Eisen	"	29

8 Decigr. Sauerstoff sind im Wasser verbunden mit 1 Decigr. Wasserstoff zu 9 Decigr. Wasserstoffoxyd (Wasser).

Man kann sich Kohlensäure auf ganz anderen und sehr verschiedenen Wegen darstellen, immer aber ist sie so zusammengesetzt, dass darin auf 8 Gewichtstheile Sauerstoff 3 Gewichtstheile Kohle kommen, und dieselbe Regelmässigkeit finden wir bei den übrigen genannten, ja bei allen chemischen Verbindungen. Es ist ein Naturgesetz: Die chemischen Verbindungen erfolgen immer nach ganz bestimmtem, unveränderlichem Maass und Gewicht. Die Lehre von dieser Gesetzmässigkeit heisst Stöchiometrie (von *stöchion* — Element, und *metrie* — Messkunst.)

73. Neutralisiren. Versuch. Die Flüssigkeit in dem Gefässe *c* machte blaues Probirpapier roth und schmeckte sauer, die Flüssigkeit im Glase *d* dagegen bläute rothes Papier und schmeckte laugenhaft. Man giesse die letztere nach und nach, zuletzt nur tropfenweise, zur ersteren und probire das Gemisch öfters durch Eintauchen eines Streifens von blauem und rothem Probirpapier: es wird ein Zeitpunkt eintreten, wo die Farben dieser beiden Papiere nicht mehr verändert werden. Kostet man jetzt die Flüssigkeit, so bemerkt man nichts mehr von dem sauren, nichts mehr von dem laugenhaften Geschmacke, sondern das Gemisch schmeckt schwach salzig; man nennt es neutral. Die Phosphorsäure hat sich mit dem Natriumoxyd chemisch verbunden und dabei ist ein neuer Körper entstanden, der mit den Körpern, aus denen er zusammengesetzt wurde, keine Aehnlichkeit mehr hat. Um ihn genauer zu erkennen, braucht man nur die Flasche an einem warmen Orte so lange stehen zu lassen, bis

das Wasser verdampft ist: er bleibt dann in kleinen Krystallen zurück. Man nennt eine solche Verbindung, die aus einer Säure und einer Basis besteht, ein Salz. Das hier erhaltene Salz, phosphorsaures Natriumoxyd, heisst ein lösliches, weil es in hinzugegossenem Wasser wieder zu einer durchsichtigen Flüssigkeit zergeht.

74. Unlösliches Salz. *Versuch.* In das Glas, welches das bei dem Versuche 65 gebildete kohlensaure Gas enthält, giesse man etwas Kalkwasser (47) und schüttle um: die Flüssigkeit wird milchig werden und bei ruhigem Stehen ein weisses Pulver fallen lassen. Der Kalk in dem Kalkwasser ist eine Basis, wie das Natriumoxyd; er verbindet sich mit der Kohlensäure, und zwar ebenfalls unter Neutralisation der sauren und basischen Eigenschaften; das gebildete Salz (kohlensaurer Kalk oder künstliche Kreide) ist aber unlöslich im Wasser und sondert sich daher aus. Dass hierbei die kohlensaure Luft verschwindet und zu einem festen Körper verdichtet wird, zeigt das Angezogenwerden des Fingers, mit dem man die Oeffnung des Glases während des Schüttelns verschliesst, sowie das Einströmen von Luft nach dem Entfernen des Fingers.

75. Schwerlösliches Salz. *Versuch.* Ganz ähnliche Erscheinungen treten auf, wenn man Kalkwasser in die Flasche vom Versuche 66 giesst; der stechende Geruch der darin enthaltenen schwefligen Säure verschwindet, weil die letztere sich mit dem Kalk verbindet. Das gebildete Salz (schwefigsaurer Kalk) ist sehr schwerlöslich in Wasser.

76. Eisensalz. *Versuch.* In das Glas vom Versuche 70 giesse man nach und nach 4 Grm. von der allgemein bekannten Schwefelsäure: sie wird sich unter Erwärmung mit dem Wasser mischen und bei längerem Stehen und öfterem Umschütteln sowohl das an den Wänden hängende braune Eisenoxyd als das am Boden befindliche schwarze Eisenoxydul oxyd auflösen. Auch hierbei entsteht ein Salz, indem sich die Basen (Eisenoxyd und Eisenoxydul) mit der Säure chemisch vereinigen; die gelbliche Flüssigkeit hält Eisensalze aufgelöst.

77. Oxydationsstufen. Der Sauerstoff ist eine Universalspeise für alle Elemente; er wird von allen verzehrt, und zwar, wie schon

erwähnt, in bestimmten Rationen oder Mengen. Der Appetit eines Elementes zum Sauerstoff ist aber oft verschieden nach den Umständen, unter welchen man ihm den letzteren darbietet; in der Hitze z. B. grösser als in der Kälte, grösser bei Ueberfluss an Sauerstoff als wenn sich nur wenig davon vorfindet etc. Viele Elemente verzehren in hoher Temperatur eine grössere Menge von Sauerstoff als bei niedrigen Wärmegraden, und bei reichlich vorhandenem Sauerstoff mehr als bei Mangel daran. Dieses Mehr oder Weniger ist aber keineswegs beliebig, sondern gleichfalls durch bestimmte Gesetze vorgeschrieben. Man nennt diese verschiedenen Verbindungs-Verhältnisse eines Körpers mit dem Sauerstoff seine Oxydationsstufen.

78. Oxydationsstufen der Säuren. Schwefel verbindet sich mit Sauerstoff zu schwefliger Säure, wenn er im Sauerstoffgase oder an der Luft verbrennt, er lässt sich aber auch noch mit $\frac{1}{2}$ mal mehr Sauerstoff verbinden und liefert dann die bekannte Schwefelsäure.

Phosphor bildet mit Sauerstoff Phosphorsäure, wenn er mit Flamme verbrennt; lässt man ihn aber ohne Erwärmung an der Luft liegen, oder bei sehr geringem Zutritt von Luft langsam verbrennen, so bildet sich daraus vorzugsweise phosphorige Säure, welche nur $\frac{3}{5}$ so viel Sauerstoff enthält, als die Phosphorsäure.

Unter Schwefelsäure und Phosphorsäure versteht man sonach Verbindungen mit mehr Sauerstoff, unter schwefliger und phosphoriger Säure dagegen Verbindungen mit weniger Sauerstoff. Giebt ein Element mehr als zwei Säuren mit dem Sauerstoff, so setzt man aus den Namen der Säuren und den Sylben „Ueber“ und „Unter“ neue Namen zusammen, z. B. Ueberchlorsäure, Unterschwefelsäure, unterschweflige Säure etc.

79. Oxydationsstufen der Basen. Ausser dem rothen Quecksilberoxyd (57) giebt es noch eine Verbindung von Quecksilber mit Sauerstoff, welche schwarz aussieht und nur halb so viel Sauerstoff enthält als das Oxyd; sie wird Quecksilberoxydul genannt. Ebenso giebt das Eisen mit Sauerstoff zwei Verbindungen: eine braunrothe mit mehr Sauerstoff (Eisenoxyd), und eine schwarze mit $\frac{2}{3}$ so viel Sauerstoff (Eisenoxydul).

Oxyd nennt man hiernach die Verbindung eines Metalles

mit einer grösseren Menge Sauerstoff, Oxydul die Verbindung mit einer geringeren Menge Sauerstoff. Manche Metalle haben die Fähigkeit, sich in mehr als zwei Verhältnissen mit dem Sauerstoff zu verbinden; man nennt in diesem Falle die Verbindung mit noch weniger Sauerstoff als im Oxydul, Suboxyd, die aber mit noch mehr Sauerstoff als im Oxyd, Super- oder Ueberoxyd. Beide verhalten sich nicht als Basen, d. h. sie können sich nicht direct mit Säuren zu Salzen verbinden; wohl aber ist dies dann möglich, wenn die Suboxyde soviel Sauerstoff aufnehmen, die Superoxyde aber soviel davon abgeben, dass daraus in dem einen wie in dem anderen Falle Oxyde oder Oxydule entstehen. Von einigen Metallen besitzen die höchsten Oxydationsstufen nicht mehr basische, sondern im Gegentheil saure Eigenschaften (Metallsäuren).

80. Sauerstoffmenge in den Oxyden. Vergleicht man die verschiedenen Mengen von Sauerstoff, die ein und derselbe Körper aufnehmen kann, mit einander, so findet man zwischen ihnen immer ein sehr einfaches Verhältniss, z. B.:

bei schwefliger Säure und Schwefelsäure	wie 2 zu 3;
„ phosphoriger Säure und Phosphorsäure	„ 3 zu 5;
„ Quecksilberoxydul und Oxyd	„ 1 zu 2;
„ Eiseinoxidul und Oxyd	„ 2 zu 3.

Eine ähnliche Einfachheit und Gesetzmässigkeit kommt bei allen übrigen chemischen Verbindungen vor.

81. Sauerstoff aus Braunstein. Die Ueberoxyde geben leicht einen Theil ihres Sauerstoffs ab, wenn man sie allein oder mit gewissen Säuren erhitzt, man kann sie daher zur Gewinnung von Sauerstoff benutzen. Das bekannteste und in der Natur häufig vorkommende Ueberoxyd ist der zum Braufärben der Töpferglasur allgemein gebräuchliche Braunstein, eine Verbindung des Metalles Mangan mit Sauerstoff. Aus diesem stellt man sich das Sauerstoffgas gewöhnlich im Grossen dar, indem man ihn in eine eiserne Flasche bringt und bis zum Glühen erhitzt. Glüht man den Braunstein allein, so erhält man $\frac{1}{3}$ des darin enthaltenen Sauerstoffs, und Mangan-Oxydul-Oxyd bleibt zurück; glüht man ihn aber unter Zusatz von Schwefelsäure, so gewinnt man die Hälfte des in ihm gebundenen Sauerstoffs, und

der Rückstand in der Flasche wird zu Manganoxydul, welches sich mit der Schwefelsäure zu einem Salze verbindet.

82. Nomenclatur. Der Sauerstoff ist auch eine Universal-speise für alle lebenden Geschöpfe. Jede Luft, die wir einath-men, muss freien Sauerstoff enthalten; fehlt dieser darin, so tritt Erstickung ein. Die Chemiker, welche ihn vor 90 Jahren ent-deckten und zuerst rein darstellten, gaben ihm aus diesem Grunde den Namen Lebensluft. Späterhin nannte man ihn auch Feuerluft, weil man fand, dass jede im gewöhnlichen Leben vorkommende Verbrennung ein Oxydationsprocess ist, bei dem sich der Sauerstoff der Luft mit den Bestandtheilen des Brennmaterials verbindet. Das Abkürzungszeichen für Sauerstoff ist O, der erste Buchstabe von Oxygen. Man ist nämlich übereingekommen, die einfachen Körper durch Buchstaben aus-zudrücken, und zwar durch den ersten Buchstaben ihrer latei-nischen Namen, dem, wenn es nöthig, noch der nächste charak-teristische Buchstabe beigefügt wird.

83. Ozon. Eine sehr merkwürdige Veränderung erfährt der Sauerstoff, indem sich 3 Vol. desselben zu 2 Vol. verdichten, wenn starke elektrische Ströme oder Funken hindurchgeleitet werden. Er nimmt zunächst einen eigenthümlichen phosphor-ähnlichen Geruch an, denselben, welchen man in der Umg-ebung einer thätigen Elektrisirmaschine wahrnimmt, oder in Räu-men, durch die ein Blitzstrahl geschlagen hat. Weiter aber er-langt er durch diese Behandlung eine solche chemische Stärke, dass er viele Körper bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt, mit denen er sich sonst erst unter Zuhülfenahme von Erhitzung oder gar nicht direct verbindet. So oxydirt er blankes Blei zu brau-nem Superoxyd, so blankes Silber zu schwarzem Superoxyd, so bleicht er, dem Chlor ähnlich, nur langsamer, Pflanzenfarben u. a. m. Seines Geruches wegen hat man demselben den Namen „Ozon“, seiner energischen Wirkung wegen den Namen „acti-ver Sauerstoff“ gegeben. Durch Erhitzung oder Berührung mit Kohle, Jodkalium und manchen anderen oxydirbaren Kör-pern verliert das Ozon seine charakteristischen Eigenschaften und wird wieder zu gewöhnlichem Sauerstoff.

Da man auch bei vielen Oxydationen Ozonbildung wahr-genommen hat, so gewinnt es den Anschein, als ob die oxydir-

baren Körper im Stande wären, durch ihre Berührung mit dem gewöhnlichen inactiven Sauerstoff der Luft diesen in den Zustand des activen zu versetzen, der sich dann zum Theil mit ihnen verbindet, zum Theil aber in der atmosphärischen Luft ausbreitet, welcher letzteren, ausser durch die Gewitter, ferner noch durch die lebenden Pflanzen Ozon zugeführt werden soll. Man schreibt daher auch der atmosphärischen Luft einen wechselnden kleinen Ozongehalt zu und hat sich schon vielfach bemüht, das Schwanken desselben durch fortgesetzte ozonometrische Beobachtungen zu bestimmen. Bei dem durch seine leichte Oxydirbarkeit ausgezeichneten Phosphor ist ein Versuch, ozonhaltige Luft zu erzeugen, angegeben (160).

84. Allotropie. Man nennt die Fähigkeit mancher Elemente, ganz verschiedene Zustände mit ganz veränderten physikalischen Eigenschaften anzunehmen, Allotropie (*allo* — ungleiche, *tropie* — Beschaffenheit). Der Sauerstoff kann in zwei allotropischen Zuständen oder Modificationen auftreten: a) als gewöhnlicher Sauerstoff, b) als Ozon-Sauerstoff. Mit dem Namen Antozon hat man eine dritte Sauerstoff-Modification bezeichnet, deren Existenz jedoch noch nicht zweifellos erwiesen ist.

Wasserstoff oder Hydrogen (H).

(Aeq.-Gew. = 1. — Specif. Gew. = 0,069.)

— 1766 von Cavendish als eigenthümliche Gasart unterschieden. —

85. Wasserzersetzung durch Natrium. *Versuch.* Man kocht Wasser $\frac{1}{4}$ Stunde lang, damit alle darin enthaltene Luft ausgetrieben wird, lässt es kalt werden und füllt dann mit ihm eine Schüssel und ein Probirgläschen an; das letztere wird mit dem Finger verschlossen, umgedreht und erst unter der Oberfläche des Wassers wieder geöffnet. Bringt man jetzt ein linsengrosses Stück Natriummetall, welches man fest an einen Draht angedrückt hat, schnell unter die Oeffnung des Probirgläschens, so löst sich das Metall vom Drahte und steigt, da es leichter ist als Wasser, in dem Gläschen in die Höhe, fährt in kochender Bewegung auf demselben herum und entwickelt dabei aus dem Wasser eine Luftart, welche in wenigen Augenblicken