



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

Stöckhardt, Julius Adolph

Braunschweig, 1881

Verbrennung

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

das Kautschuck, flüssige das Terpentinöl und Steinöl, luftförmige das Sumpfgas und Leuchtgas. Die zwei letzteren bilden hauptsächlich die Flamme unserer Beleuchtungsmittel und sind daher etwas näher zu betrachten.

a. Leichtes Kohlenwasserstoffgas, C_2H_4 (specif. Gewicht = 0,56), ist ein farb- und geruchloses, mit blauer, schwach leuchtender Flamme brennendes Gas, welches auch die Namen Sumpfgas und Grubengas trägt. Ersteren erhielt es, weil es sich immer da erzeugt, wo organische Stoffe unter Wasser faulen; letzteren, weil es aus manchen Steinkohlenlagern ausströmt und die Grubenluft explosiv macht (125).

b. Schweres Kohlenwasserstoffgas, C_4H_4 (specif. Gewicht = 0,97), ist ein farbloses, eigenthümlich riechendes Gas, welches auch die Namen ölbildendes Gas oder Elaylgas (s. d.) führt, weil es mit Chlor zu einer ölförmigen, in Wasser untersinkenden Flüssigkeit zusammengeht. Wegen seines grösseren Gehaltes an Kohlenstoff ist es schwerer als das Grubengas und mit stark leuchtender Flamme brennbar. Unser Kerzen-, Lampen- und Gaslicht verdankt dieser Verbindung seine Leuchtkraft.

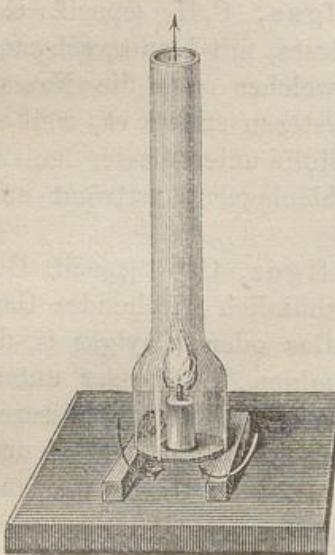
Verbrennung.

— Bis 1780 einem besonderen Brennstoff (Phlogiston) zugeschrieben; von Lavoisier zuerst als ein Oxydationsprozess erkannt. —

121. Bedingungen der Verbrennung. Alle im gewöhnlichen Leben vorkommenden Verbrennungen entstehen durch eine schnelle chemische Verbindung der brennbaren Körper mit dem Sauerstoff der Luft, und können demnach als Oxydationsprozesse betrachtet werden. Die verbrannten oder oxydierten, d. h. mit Sauerstoff verbundenen Brennmaterialien sind meist luftförmig, wir nennen sie Rauch; in ihnen kann eine weitere Verbrennung nicht mehr stattfinden. Es folgt hieraus: dass man, um eine Verbrennung zu unterhalten, zu dem Feuer immer frische Luft hinzuführen, von demselben aber die verbrannten Luftarten, den Rauch, hinwegleiten muss. Dies geschieht durch den Luftzug. Ferner muss der Hitzgrad erreicht und erhalten werden, bei dem der betreffende Körper an- und fortbrennen kann.

122. **Luftzug.** *Versuch.* Ein Stückchen Talglicht wird angezündet und darüber ein gewöhnlicher Lampencylinder gestellt: es verlöscht sehr bald, weil

Fig. 65.



keine frische Luft von unten hinzutreten kann. Ebenso löscht das Licht aus, wenn man den Cylinder oben mit einem Brettchen bedeckt, ob man ihn auch unten so hält, dass Luft einströmen kann: es verlöscht in diesem Falle, weil das Entweichen der verbrannten Luftarten verhindert wird. Stellt man den Cylinder aber unbedeckt auf ein Paar Holzstäbchen, so brennt das Licht ruhig fort und man kann an dem Rauche eines eben ausgeblasenen Wachsstockes, den man in die Nähe der unteren Oeffnung hält, leicht sehen, dass unten die Luft hineinströmt, oben aber wie-

der entweicht, nachdem sie zum Verbrennen gedient hat und dabei heiss und leichter geworden ist.

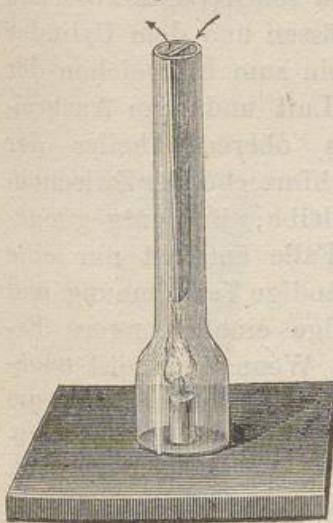
Einer freien Lichtflamme kann man die Hand von oben ziemlich nahe bringen, ohne sie zu verbrennen; ist das Licht aber mit dem Cylinder umgeben, so wird man mit der Hand ein sehr grosses Stück in die Höhe rücken müssen, ehe man die Hitze der Flamme ertragen kann. In dem ersten Falle breitet sich die heisse Luft nach allen Seiten aus, in dem letzteren wird sie durch den Cylinder zusammengehalten. Eine Folge hiervon ist, dass die heisse Luft oben schneller ausströmen und dafür unten schneller kalte hinzutreten muss. Durch diesen vermehrten Luftzug bewirken die Cylinder eine raschere und vollständigere Verbrennung und eine hellere und stärker leuchtende Flamme.

Was die Cylinder für die Lampen sind, das sind die Schornsteine für die Ofen. Es ist bekannt, dass enge, sogenannte russische Essen besser ziehen als weite; aus ersteren entweicht die Luft heisser und schneller, es strömt daher auch durch den Aschenherd eine grössere Menge kalter Luft zu

dem Feuer und verursacht eine grössere Lebhaftigkeit der Verbrennung.

Versuch. Theilt man den oberen Theil des Cylinders durch

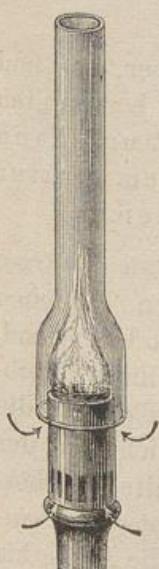
Fig. 66.



einen eingeschobenen Holzspan in zwei Hälften, so brennt das Licht fort, auch wenn von unten nicht Luft zu demselben dringen kann. Der Rauch eines glimmenden Wachsstockes wird auf der einen Seite, wie es die Pfeile andeuten, hereingezogen, auf der anderen herausgetrieben; es entsteht also ein Luftzug von oben nach unten, wodurch das Licht den zum Verbrennen erforderlichen Sauerstoff erhält, wie dies auch an der zitternden Bewegung der Flamme zu sehen ist.

123. Doppelter Luftzug. Bei der gewöhnlichen Lampen- und Kerzenflamme kann die Luft nur von

Fig. 67.

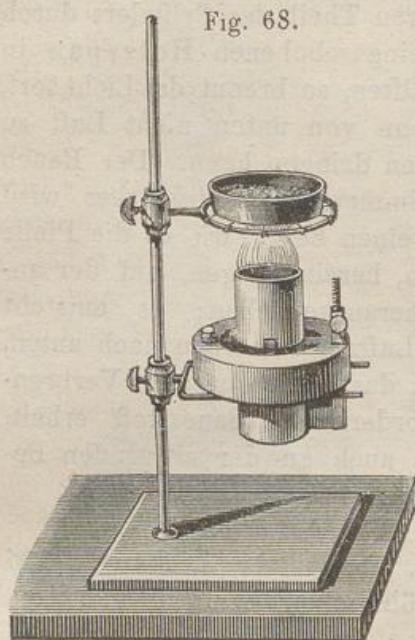


aussen hinzutreten, es findet daher nur in dem äusseren Kreise derselben eine Verbrennung statt, nicht aber zugleich im Innern, wie der dunkle Kern anzeigt. Lässt man aber auch von Innen Luft zu der Flamme treten, so verschwindet dieser dunkle Kern und es entsteht ein blendenderes Licht und eine vollständigere Verbrennung. Am einfachsten geschieht dies durch einen hohlen oder cylindrischen Docht, wodurch ein Flammenkranz gebildet wird, zu welchem sowohl inwendig von unten her, als auch auswendig von der Seite her Luft hinzuströmen kann. Man nennt Lampen solcher Art nach ihrem Erfinder Argand'sche, oder Lampen mit doppeltem Luftzuge. Eine gleiche Einrichtung hat die sogenannte Berzelius'sche Weingeistlampe, die man bei chemischen Arbeiten allgemein anwendet, wenn man höhere

Hitzgrade braucht, als sich durch eine einfache Weingeistlampe hervorbringen lassen. Sie besteht aus Messingblech und ist auf

einem messingenen Stativ befestigt, an dem sich mehre grössere und kleinere Ringe befinden, auf welche man Schalen, Tiegel

Fig. 68.



und andere Kochgeshirre stellen kann. Bei ihrem Gebrauche ist darauf zu sehen, dass zwischen den Gefässen und dem Cylinder immer ein zum Entweichen der heissen Luft und zum Ausbreiten des oberen Theiles der Flamme hinreichender Zwischenraum bleibe; im entgegengesetzten Falle entsteht nur eine unvollständige Verbrennung und demzufolge eine geringere Erhitzung. Wenn Weingeist nachgefüllt werden soll, so muss die Lampe vorher ausgelöscht werden, weil ausserdem der Weingeist während des Eingiessens leicht mit anbrennen oder beim Ueberlaufen der Lampe eine

Feuerüberfluthung veranlassen kann.

124. Entzündungstemperatur. Soll ein Körper an- und fortbrennen, so muss er ferner erst bis auf einen bestimmten

Punkt erwärmt und dann auf dieser Temperatur erhalten werden.

Fig. 69.

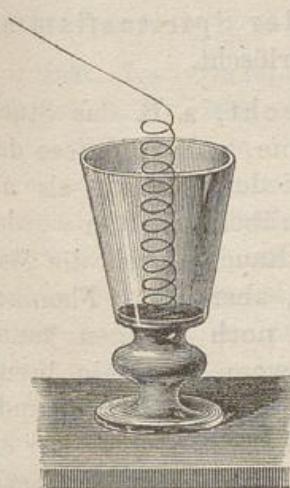


Versuch a. Man erwärme in einem kleinen Töpfchen etwas Asche oder Sand, worauf man einige Reibzündhölzchen gelegt hat: die letzteren, oder richtiger der in ihnen enthaltene Phosphor, werden erst dann anbrennen, wenn die Asche bis auf ungefähr 65° bis 70° C. erwärmt worden ist, was

durch ein in dieselbe gehaltenes Thermometer leicht wahrgenommen werden kann.

Versuch b. Ein dünner Platindraht wird so um einen schwachen Bleistift gewickelt, dass er, von letzterem abgezogen, eine hohle Spirale bildet. Hält

Fig. 70.



man diese, nachdem sie in einer Wein-geistflamme weissglühend geworden, schnell in ein gelind angewärmtes Glas, in welches man einen Theelöffel voll starken Weingeistes gegossen hat, so glüht sie in dem Weingeistdampfe fort, während sie in der Luft bald zu glühen aufhört.

Wiederholt man diesen Versuch mit Aether, statt mit Weingeist, so entzündet sich der Aether und brennt mit Flamme, sobald der Draht weissglühend geworden; glüht der letztere nur roth, so entsteht keine Entflammung. Man sieht, die Temperatur des rothglühenden

Drahtes reicht noch nicht hin zur Entzündung des Aethers; diese tritt erst ein bei noch stärkerer Erhitzung, beim Weissglühen des Drahtes. Der Weingeist wurde hierdurch noch nicht zum Anbrennen gebracht. Wie der Phosphor des Zündhölzchens erst anbrennen konnte, wenn er bis 70°C . erhitzt wurde, der Aether aber erst bei einer noch viel höheren Temperatur, so brauchen alle verbrennlichen Stoffe einen bestimmten Wärme-grad, um lebhaft verbrennen zu können, manche einen höheren, andere einen weniger hohen.

125. Auslöschen durch Abkühlung. Werden brennende Körper bis unter die zum Fortbrennen nöthige Temperatur abgekühlt, so löschen sie aus. Glühendes Eisen brennt in Sauerstoff fort, in gewöhnlicher Luft nicht; bei der lebhaften Verbrennung in Sauerstoff bleibt es heiss genug, um weiter zu brennen, bei der fünfmal langsameren in der Luft aber wird nicht so viel Hitze entwickelt, als zum Fortbrennen nöthig ist. Steinkohlen brauchen zum Fortbrennen eine höhere Temperatur als Holz, sie müssen daher in dem Ofen nahe zusammen und über einander

liegen, sonst kühlen sie sich leicht zu stark ab und löschen aus; Holz kann fortbrennen, auch wenn es zerstreut im Ofen liegt. Eine glühende Kohle löscht viel schneller aus, wenn sie auf Eisen gelegt wird, als auf Holz, denn das Eisen, ein guter Wärmeleiter, entzieht ihr die Wärme viel schneller als das schlechtleitende Holz.

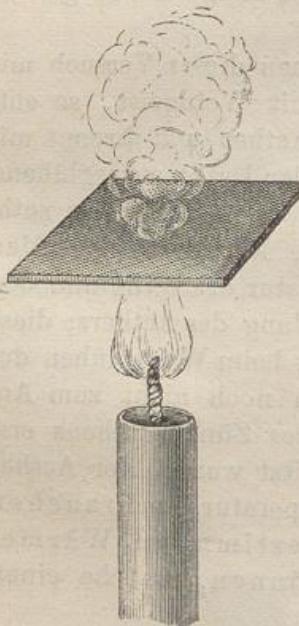
Man kann selbst eine Talglicht- oder Spiritusflamme durch Eisen so stark abkühlen, dass sie verlöscht.

Versuch. Senkt man ein Drahtgeflecht, z. B. das Stück eines feinen Siebbodens, in eine Lichtflamme, so wird diese da-

durch eben so niedergedrückt, als ob ein Stück Blech darüber gehalten würde, und es geht nur Rauch durch die Maschen des Siebes, aber keine Flamme. Dass dieser Rauch noch brennen kann, sieht man leicht, wenn man ein brennendes Papier hineinhält. Der Grund, warum er dennoch nicht brennt, ist: es wird ihm während des Durchgehens durch das Drahtgewebe so viel Wärme weggenommen, dass er oben bis unter die Temperatur abgekühlt austritt, die er zum Fortbrennen braucht; giebt man ihm diese durch einen hineingehaltenen brennenden Körper wieder, so entflammt er sich von Neuem. Dasselbe geschieht auch von selbst, wenn das Drahtnetz weissglühend geworden ist, weil dann natürlich die Abkühlung aufhören muss.

Sicherheitslampe. Der berühmte englische Chemiker Davy hat hiervon eine höchst nützliche Anwendung gemacht, um die so oft in Steinkohlengruben vorkommenden Explosionen zu verhindern. In manchen Bergwerken strömt aus den Spalten der Steinkohlen eine brennbare Luft (Grubengas oder leichtes Kohlenwasserstoffgas) aus, welche, wenn sie sich in der atmosphärischen Luft ausbreitet, mit dieser eine Art Knallgas (schlagende Wetter) bildet, das den Bergmann zerschmettern und verbrennen kann, der mit einem brennenden Lichte in einen mit solcher Luft er-

Fig. 71.



füllten Gang kommt. Umgiebt man das Licht aber ringsum mit einem Drahtnetze, so brennt das Knallgas nur inwendig in der Drahthülle, ohne dass die Flamme durch den Draht hindurch das äussere Gas anzünden kann; der Bergmann hat also Zeit, sich aus dieser Gegend, aus der man nachher durch geeignete Mittel die gefährliche Luftart herausschafft, zu entfernen (Davy'sche Sicherheitslampe).

126. Langsame und rasche Verbrennung. Bei dem Versuch b, Nr. 124, erfahren die Weingeistdämpfe durch die in ihnen fortglühende Platinspirale eine langsame Verbrennung, d. h. sie verbinden sich unter der Verbrennungshitze mit Sauerstoff, und dann immer mit einer geringeren Menge. Die dabei frei werdende Wärme reicht hin, den Draht glühend zu erhalten (Glüh- oder Räucherlämpchen). Riecht man in das Glas, so bemerkt man einen unangenehmen, säuerlichen Geruch; dieser röhrt von den aus Weingeist und Sauerstoff bei der langsamen Verbrennung entstandenen neuen Verbindungen her, welche man als halbverbrannten Weingeist ansehen kann. Zündet man den Weingeist an, so verbrennt er rasch und vollständig und die dabei gebildeten Producte besitzen keinen Geruch; es bilden sich also andere Verbindungen bei der raschen Verbrennung als bei der langsamen.

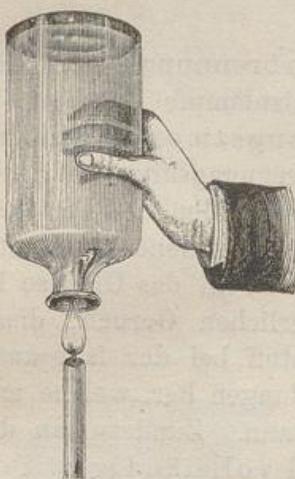
Denselben unangenehmen Geruch nimmt man auch wahr, wenn man den Versuch 125 mit einer Weingeistflamme anstellt und in die durch das Drahtnetz aufsteigenden Dämpfe riecht. Unterhalb des Netzes brennen die Weingeistdämpfe rasch, oberhalb desselben langsam, weil sie durch den die Wärme schnell aufnehmenden Eisendraht bis unter die zur raschen Verbrennung erforderliche Temperatur abgekühlt wurden. Unterliegt Phosphor der langsamen Verbrennung bei niedriger Temperatur, so nimmt 1 Aeq. desselben nur 3 Aeq. Sauerstoff auf, während bei der raschen Verbindung in hoher Temperatur 5 Aeq. Sauerstoff gebunden werden.

127. Vollständige Verbrennung. Beim Verbrennen von Wasserstoff wird Wasser gebildet (93), beim Verbrennen von Kohlenstoff Kohlensäure (65, 118). Diese beiden Producte entstehen auch bei der Verbrennung fast aller anderen im gewöhnlichen Leben vorkommenden Brennstoffe, denn die meisten

Brennmaterialien enthalten Wasserstoff und Kohlenstoff und erlangen eben dadurch die Fähigkeit, zu verbrennen.

Versuch. Man halte eine leere Flasche über ein brennendes Talglicht, so dass die sich bildenden heissen Luftarten in die-

Fig. 72.



selbe steigen: sie wird inwendig beschlagen; der Beschlag besteht aus Wassertröpfchen, die sich aus dem Rauche verdichten, wenn er an die kalten Glaswände trifft. Im Rauche ist also Wasserdampf. Hierdurch wird es erklärlich, warum sich an jedem Gefässen beim Erwärmen durch eine Lampe Wassertropfen an der Aussenseite absetzen, so lange es noch kalt ist. Nun giesse man Kalkwasser in die Flasche und schüttle es darin um: es wird trübe werden, wie Milch, und beim Stehen ein weisses Pulver (kohlensaurer Kalk) fallen lassen. Im

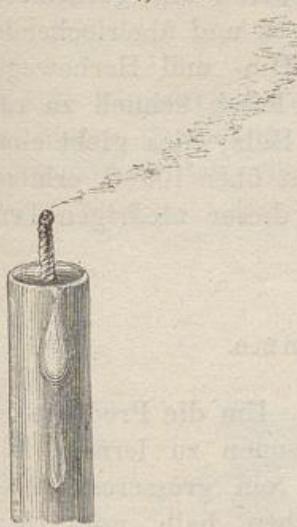
Rauche ist also auch Kohlensäure. Ausserdem muss in dem Rauche natürlich auch noch Stickstoff vorhanden sein aus der atmosphärischen Luft, deren Sauerstoff zur Unterhaltung des Feuers verbraucht wurde.

Dieselben Bestandtheile finden sich auch in dem aus den Schornsteinen unserer Häuser emporsteigenden Rauche, mag dieser nun durch Verbrennung von Holz, Steinkohlen oder Braunkohlen gebildet worden sein; ferner auch in dem obgleich unsichtbaren Luftstrom, der von einer brennenden Weingeist- oder Oellampe in die Höhe steigt. Bei der vollständigen Verbrennung erzeugen sich nur diese zwei Producte; der gesammte Kohlenstoff des Brennmaterials wird zu Kohlensäure, der gesammte Wasserstoff zu Wasserdampf verbrannt.

128. Unvollständige Verbrennung. *Versuch.* Bläst man ein Licht aus, welches eine lange Schnuppe hatte, so kann man den von dem Dochte aufsteigenden Rauch in einiger Entfernung wieder anzünden; dieser Rauch besteht aus den brennbaren Luftarten, in welche der Talg beim Erhitzen verwandelt wird: er ist halbverbrannter Talg und hat einen unangenehmen Ge-

ruch. Nach dem Auslöschen reicht die Hitze nicht mehr hin zu seiner vollständigen Verbrennung; diese tritt aber wieder ein, wenn man den Rauch durch einen brennenden Span erhitzt und anzündet. Vollständig verbrannter, d. h. in Kohlensäure und Wasser verwandelter Talg besitzt keinen Geruch. Der üble Geruch beim Versengen der Haare oder Kleidungsstücke, beim Ueberlaufen von kochender Milch, beim Glimmen von Löschenpapier u. a. m., er ist ebenfalls die Folge einer unvollständigen Verbrennung.

Fig. 73.



Russ. *Versuch.* Umwickelt man die Zuglöcher einer brennenden Astral- oder Argand'schen Lampe (123) mit einem Papierstreifen, so wird die Flamme sogleich düster und roth und stösst einen dicken schwarzen Rauch aus, der sehr unangenehm riecht und eine darüber gehaltene Kerze mit Russ überzieht. Hier entsteht eine unvollständige Verbrennung des Oeles durch Abschliessung der Luft; ein Theil des im Oele enthaltenen Kohlenstoffes bleibt dabei unverbrannt und entweicht als Russ.

Lampenruss. *Versuch.* Dasselbe geschieht durch Abkühlung, z. B. wenn man über die Flamme einer gewöhnlichen

Fig. 74.



Oellampe einen Blechspatula so hält, dass die Flamme zum Theil niedergedrückt wird. Das Eisen kühlt die Flamme nicht nur ab, weil es als guter Wärmeleiter die Wärme schnell fortführt, sondern es hemmt auch den Luftzug; ein

Theil des Kohlenstoffes bleibt deshalb unverbrannt und setzt sich

in dem Löffel als Russ ab. Auf diese Weise bereiten sich die Uhrmacher das Lampenschwarz zum Bemalen der Zifferblätter. Ein Talglicht giebt einen unsichtbaren und geruchlosen Rauch, wenn es ruhig brennt, einen russigen und übelriechenden dagegen, wenn man durch Blasen oder Hin- und Herbewegen des Lichtes die Flamme abkühlt. Um Fleisch schnell zu räuchern, verbrennt man grünes oder nasses Holz; dies giebt einen dicken schwarzen Rauch, weil es sich nicht über 100° C. erhitzen lässt, so lange es Wasser enthält, und bei dieser niedrigen Temperatur nur unvollständig verbrennt.

Leuchtgas und Flamme.

129. Leuchtgas aus Holz. *Versuch.* Um die Producte der unvollständigen Verbrennung näher kennen zu lernen, fülle

Fig. 75.



man ein grösseres Probirgläschen halb mit Holzspänen an und erhitze es, nachdem man die Oeffnung mit einem Korke verschlossen hat, in dem eine Glasmöhre oder ein Stück irdeenes Pfeifenrohr steckt. Die sich bildenden luftförmigen Stoffe müssen durch die Röhre entweichen; sie entzünden sich an einem Lichte und brennen mit leuchtender Flamme. Unangezündet riechen sie sauer, rauchartig und brenzlich, beim Verbrennen dagegen verschwindet dieser Geruch vollkommen. Die Flamme ent-

steht also durch verbrennende Gase oder Luftarten. Körper, welche beim Verbrennen nicht gasförmig werden, können nur glühen, nicht aber mit Flamme brennen. In dem Probirgläschen bleibt zuletzt Holzkohle zurück, welche wegen Mangels an Luft nicht mit verbrennen konnte. Auf ähnliche Weise bereitet