



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie

Stöckhardt, Julius Adolph

Braunschweig, 1881

Kohle und Feuer

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

men mit Unrecht, wie sich schon daraus abnehmen lässt, dass wir es unausgesetzt in der Luft einathmen und wieder ausathmen, ohne irgend einen Nachtheil zu bemerken; es wirkt nur erstickend, wenn es keinen Sauerstoff enthält und weil es keinen enthält. Der menschliche Körper ist so eingerichtet, dass er die zu seinem Gedeihen dienenden Stoffe nicht in der reinsten Gestalt vertragen kann; der starke Weingeist wirkt giftig, belebend dagegen, wenn er mit 6- bis 8mal so viel Wasser verdünnt ist, wie z. B. in dem Wein. Ebenso würde auch der reine Sauerstoff das menschliche Leben bald aufreiben; wir finden ihn daher mit 4mal so viel Stickstoff verdünnt und unserem Bedürfnisse angepasst in der atmosphärischen Luft.

Das Stickstoffgas hat weder Farbe noch Geruch oder Geschmack und ist ein wenig leichter als die atmosphärische Luft. In chemischer Beziehung verhält es sich als ein sehr träger oder indifferenter Stoff, denn es verbindet sich durch directes Zusammenbringen nur mit einigen wenigen Körpern. In den meisten Fällen muss man Umwege einschlagen, um es mit anderen Elementen, z. B. mit Sauerstoff zu Salpetersäure, mit Wasserstoff zu Ammoniak, mit Kohlenstoff zu Cyan u. a. m. zu verbinden. Es ist aber sehr verbreitet in der Natur, besonders im organischen Naturreiche, denn wir finden es in allen Pflanzen und allen Thieren, in den letzteren besonders in überwiegender Menge. Auch in dem Salpeter oder Nitrum ist es enthalten, und dies hat Veranlassung gegeben, ihm den Namen Nitrogen (Salpetererzeuger) und das Zeichen N beizulegen. Früher führte es den Namen Azot.

Kohle und Feuer.

Kohlenstoff oder Carbon (C).

(Aeq. Gew. = 6.)

— Kohlenstoff der organischen Körper lange bekannt; im Graphit 1779, im Diamant 1773 nachgewiesen. —

112. Kohlenstoff der organischen Körper. Ein Stück Holz, auf eine heisse Ofenplatte gelegt, wird braun, endlich schwarz: es verkohlt; ein brennender Span, mit Wasser be-

gossen, löscht aus: er zeigt sich auch verkohlt; ein Stück Leinwand wird zu Zunder, wenn wir es anbrennen und das Feuer nachher wieder ausdrücken. Zunder ist verkohlte Leinwand. Im ersten Falle war die Hitze nicht stark genug, um das Holz ganz zu verbrennen, im zweiten wurde das vollständige Verbrennen durch Abkühlung verhindert, in dem dritten durch Abschluss der Luft. Alle Pflanzen- und Thierstoffe werden, wenn man sie nur unvollständig verbrennen lässt, in Kohle verwandelt. Da die Kohle bei Abschluss der Luft auch in der stärksten Hitze unschmelzbar ist, so ist das Aeusere derselben, je nach der Beschaffenheit und Structur der Substanzen, aus denen sie dargestellt wurde, sehr verschieden; ja diese Verschiedenheit erstreckt sich oft auch auf die inneren Eigenschaften der Kohle (Holzkohle, Russ, Coaks, Knochenkohle etc.). Bei der Verkohlung organischer Körper wird die Kohle nicht erst erzeugt, sondern sie war vorher schon in diesen Körpern, aber in einer chemischen Verbindung mit anderen Stoffen, welche beim Erhitzen grösstentheils fortgehen, was man leicht daran erkennt, dass der verkohlte Körper viel weniger wiegt als er vorher wog. Alle Pflanzen und Thiere bestehen demnach zum Theil aus Kohle, oder, wie man in der Chemie sagt, aus Kohlenstoff oder Carbon (= C).

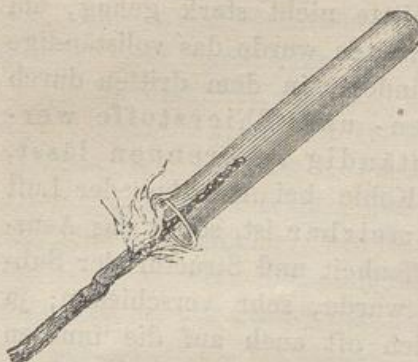
Kohlenstoff im Mineralreiche. Ausserdem finden wir den Kohlenstoff auch im Mineralreiche; so macht er den Hauptbestandtheil der Steinkohlen, Braunkohlen etc. aus, die jedenfalls aus den Pflanzen einer früheren Zeit gebildet worden sind; so findet er sich fast rein im Diamant und Graphit; so ist er, mit Sauerstoff chemisch verbunden, in dem Kalkstein, Marmor, der Kreide und anderen Steinarten enthalten.

Versuche mit Holzkohle.

113. Darstellung der Holzkohle (C mit wechselnden, geringen Mengen von Wasserstoff, Sauerstoff und Asche). *Versuch.* Man bedecke einen brennenden Holzspan nach und nach mit einem Probirgläschen (Fig. 61): er wird nur ausserhalb desselben mit Flamme brennen, im Innern dagegen, weil die Luft abgehalten ist, nur verkohlen. Auf eine ähnliche Weise bereitet man sich im Grossen Holzkohle, indem man Holzstösse (Meiler) errichtet,

diese mit Rasen und nasser Erde bedeckt und nachher durch hinzugeschüttete glühende Kohlen im Innern anbrennt. Diese

Fig. 61.



würden aber aus Mangel an Luft wieder auslöschen, wenn man nicht an verschiedenen Punkten des Meilers mit Holzstangen (Schürbäumen) Löcher durch die Erdecke stiesse, durch welche frische Luft eindringen und die verbrannte Luft entweichen kann. Es darf aber nur so viel Luft hinzugelassen werden, als zur Verkohlung oder halben Verbrennung des Holzes gerade nöthig ist. Ist dieses in der Gegend, wo eine

Oeffnung sich befindet, geschehen, so verschliesst man die letztere und stösst eine neue an einer anderen Stelle ein, wodurch sich das Feuer im Innern des Holzstosses nach diesem Punkte hinzieht. Zuletzt verstopft man alle Oeffnungen sorgfältig, damit das Feuer erstickt. Nach dem Erkalten findet man das Holz durch und durch schwarz und verkohlt, man kann aber das Gefüge und die Jahresringe daran noch deutlich erkennen. 1 Kilogr. Holz giebt ungefähr $\frac{1}{4}$ Kilogr. Holzkohle.

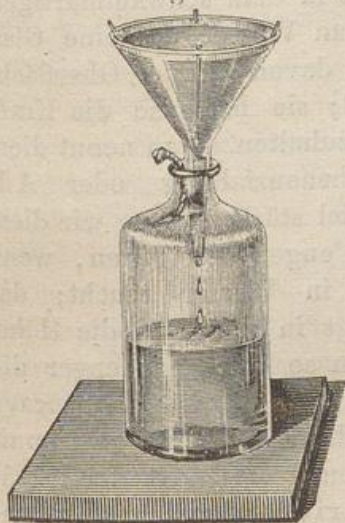
114. Saugkraft der Holzkohle. Die Holzkohle besitzt in hohem Grade die Fähigkeit, Gase und Dämpfe einzusaugen und in sich zu verdichten, wie auch feste Stoffe aus ihren Lösungen anzuziehen und festzuhalten, wie die folgenden Versuche deutlicher darthun werden.

Einsaugung von Gasen und Dämpfen. Versuch a. Man wäge ein Stück frisch ausgeglühter Kohle und lasse es einen Tag an einem feuchten Orte liegen: es wiegt jetzt mehr als vorher, weil die Kohle im Stande ist, Luft und Wasserdunst einzusaugen und in sich zu verdichten. Taucht man die Kohle nun in heisses Wasser, so wird die Luft in unzähligen Bläschen wieder aus der Kohle entweichen; das schwerere Wasser treibt sie aus und dringt an der Stelle der Luft in die kleinen Zwischenräume oder Poren der Kohle ein. Das Platzen und Herumspringen solcher Kohlen, wenn sie ins Feuer geworfen werden, erklärt sich hier-

durch leicht; die schnelle Hitze dehnt die in der vollgesogenen Kohle enthaltenen Luftarten und Wasserdünste so stark aus, dass die letzteren, um entweichen zu können, die Kohle zersprengen. Blanke Stahlwaaren packt man oft in Kohlenpulver ein, damit die Luft im Innern der Packete trocken erhalten und der Stahl vor dem Rosten geschützt werde. Ebenso kann die zerkleinerte Kohle wegen ihrer Saugkraft benutzt werden, um Krankenzimmer und andere mit ungesunden Ausdünstungen und Luftarten angefüllte Räume zu reinigen.

Anziehung von gelösten Stoffen. *Versuch b.* Frisch ge-
glühte Holzkohle wird zu einem groben Pulver zerrieben und
auf ein Papierfiltrum geschüttet. Auf

Fig. 62.



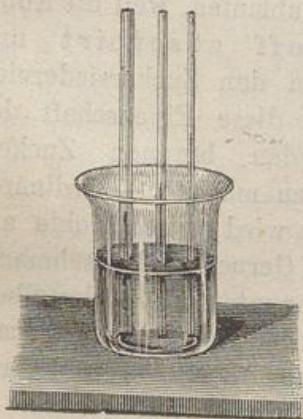
diese Kohle giesse man nun Rothwein, oder Wasser, welches man durch einige Tropfen Tinte schwarz gefärbt hat: die Flüssigkeit wird farblos oder wenigstens viel blasser aus dem Trichter ablaufen, weil die Kohle den Farbstoff absorbiert und zurückhält. In den Zuckersiedereien benutzt man diese Eigenschaft der Kohle, um den braunen Zuckersyrup farblos zu machen. — Ordinärer Branntwein wird durch Kohle angenehmer von Geruch und Geschmack, weil das sogenannte Fuselöl desselben in den Poren der Kohle zurückgehalten wird; Bier verliert durch Kohle seine Bitterkeit, weil ihm seine Hopfenbestandtheile von der letzteren entzogen werden.

Anziehung von fauligen Stoffen. *Versuch c.* Filtrirt man fauliges und schmutziges Wasser durch Kohle, so verliert das Wasser seinen fauligen Geschmack und wird hell und farblos. In grossen Städten, wo Mangel an Trinkwasser ist, pflegt man nicht selten das unappetitlichste Flusswasser durch blosse Filtration durch Kohle wieder trinkbar zu machen. Auf ähnliche Weise lässt sich dumpfig gewordenes Getreide reinigen, wenn man dasselbe mit Kohlenpulver genau vermengt und einige Wochen damit in Berührung lässt. Die Kohle ver-

mag auch das Eintreten der Fäulniss bei Pflanzen- oder Thierstoffen auf längere Zeit zu verhindern; so bleibt Wasser in Fässern, die man inwendig etwas verkohlte, Jahre lang trinkbar; so halten sich die Kartoffeln zur Frühjahrszeit in den Kellern länger ohne zu keimen und zu faulen, wenn man die Zwischenräume mit Kohlenpulver ausfüllt; selbst Fleisch geht langsamer in Fäulniss über, entwickelt wenigstens keinen fauligen Geruch, wenn man es in Kohlenpulver einpackt, da dieses die sich erzeugenden stinkenden Gasarten einsaugt.

115. Porosität der Holzkohle. Adhäsion. Die Ursache dieser merkwürdigen Kraft der Kohle, so verschiedenartige Stoffe an sich zu ziehen und in sich festzuhalten, liegt in dem schwammartigen, porösen Zustande derselben. Giesst man Wasser auf eine Glas-
scheibe, so bleibt eine dünne Schicht davon an der Oberfläche hängen und die Scheibe wird benetzt; sie hat also die Kraft,

Fig. 63.



Wasser festzuhalten. Man nennt diese Kraft Flächenanziehung oder Adhäsion. Viel stärker sehen wir diese Adhäsion in engen Glasröhren, wenn man diese in Wasser taucht; das Wasser steigt in ihnen in die Höhe, und zwar um so höher, je enger die Röhren sind und je mehr die concave Oberfläche der Flüssigkeit gekrümmt ist. Man nennt diese Art der Adhäsion Capillarität oder Haarröhrchenanziehung. Sie ist es, die das Aufsteigen des Oeles in den Lampendochten, wie das des Wassers in dem

Löschpapier, im Zucker, in den Mauern etc. bewirkt. Auf ganz ähnliche Weise ziehen alle festen Körper, welche viele Poren, also auch viele Zwischenwände haben, Flüssigkeiten und Luftarten an. In einem wallnussgrossen Stücke von Holzkohle befinden sich viele Hunderte von Scheidewänden, die, wenn man sie neben einander legen könnte, eine mehr als 1000mal so grosse Fläche bedecken würden, als das Stück Kohle allein bedeckt. Die Anziehungskraft dieser grossen Fläche ist so gewaltig, dass die Kohle von manchen Luftarten 80- bis 90-

mal so viel einsaugen kann, als sie selbst Raum einnimmt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Luftarten bei einer solchen Zusammendrängung in einen 80- bis 90mal kleineren Raum in dem Innern der Kohle fest oder flüssig werden.

Bei dem Platinschwamm (90); einem noch poröseren Körper als die Kohle, entsteht in Folge der Aufsaugung von Sauerstoff und Wasserstoff eine bis zum Glühen des Platins gehende Erhitzung. In geringerem Grade tritt auch bei der Holzkohle Erwärmung ein, wenn sie Gasarten verschluckt, ja diese kann ebenfalls, namentlich bei Aufhäufung grosser Massen von pulverisirter Kohle, bis zum Erglühen, bis zur Selbstentzündung derselben gehen, wie manche, besonders in Pulverfabriken vorgekommene Unglücksfälle gezeigt haben.

Wasserstoffgas und Sauerstoffgas vereinigen sich nicht chemisch mit einander, wenn man sie auch noch so lange zusammenstehen lässt, sie vereinigen sich aber augenblicklich zu Wasser, wenn man Platinschwamm mit dem Gemenge in Berührung (Contact) bringt. Diese Wirkungsweise wird jetzt leicht zu begreifen sein, wenn man sich erinnert, dass die chemische Kraft nur in der grössten Nähe, also bei der innigsten Berührung der Körper, wirkt. Im Platinschwamm, wie in anderen porösen Körpern, können Gasarten bis auf den 80sten, ja in ersterem bis auf den 800sten Theil ihres Volumens verdichtet werden; sie müssen sich also darin 80- bis 800mal näher und inniger berühren.

116. Andere Arten von Kohle. Ausser der Holzkohle finden vorzugsweise noch folgende Arten von Kohle mannigfache Anwendung:

Russ oder Kienruss (C mit anhängenden brenzlichen Stoffen) ist höchst feiner Kohlenstaub, der sich aus gasförmigen Kohlenstoffverbindungen, gewöhnlich aus Leuchtgas, z. B. aus der Flamme von Steinkohle, Holz, Oel, Harz etc., dann absetzt, wenn während des Verbrennens nicht genug Luft hinzutreten kann. Eine besonders feine Sorte davon heisst Lampenschwarz (128). Von den beigemengten brenzlichen Stoffen befreit man den Russ entweder durch Ausglühen in gut bedeckten Gefässen

oder durch Ausziehen desselben mit starkem Weingeist. Der Russ ist bekanntlich unsere wichtigste schwarze Farbe (Tusche, Druckerschwärze).

Coaks oder verkohlte Steinkohlen (C mit wechselnden, oft bedeutenden Mengen von Asche oder Schlacke) sind grau, mehr oder weniger porös, sehr hart und metallisch glänzend; sie verbrennen ohne Russ und geben dabei eine sehr starke Hitze und werden daher als ein treffliches Brennmaterial, z. B. beim Eisen-schmelzen und bei Dampfwagen, benutzt. Bei der Bereitung von Leuchtgas aus Steinkohlen gewinnt man sie als Neben-product (130).

Knochenkohle (C innig gemengt mit Knochenerde, meist auch etwas Stickstoff enthaltend) wird durch Erhitzung der Knochen in verschlossenen Gefässen gewonnen. Ihr Gehalt an Kohle beträgt zwar nur ungefähr $\frac{1}{10}$ (die übrigen $\frac{9}{10}$ sind Knochen-erde), dessenungeachtet aber ist ihre entfärbende Kraft so stark, dass sie allen anderen Kohlenarten als Entfärbungsmittel von braunem Zuckersyrup oder anderen dunklen Flüssigkeiten vor-gezogen wird.

Ganz abweichende, merkwürdige Eigenschaften zeigen zwei im Mineralreiche vorkommende Arten von Kohlenstoff: der Graphit und der Diamant.

Graphit oder Wasserblei (krystallisirter schwarzer Kohlenstoff), eine graue, metallisch glänzende Masse, ist so abfärbend, dass wir unsere Bleistifte daraus darstellen und eisernen Gegenständen damit einen metallisch glänzenden Anstrich geben (Eisen-schwärze); er ist so weich und schlüpfrig, dass wir ihn zur Verhinderung der Reibung der Wagenschmiere, Maschinenschmiere etc. zusetzen; er ist endlich so äusserst schwer verbrennlich im Feuer, dass man Schmelztiegel daraus macht, welche die stärkste Hitze aushalten, ohne zu verbrennen (Passauer Schmelztiegel).

Diamant (krystallisirter farbloser Kohlenstoff) ist der härteste aller Körper. Er hat zwar äusserlich nicht die entfernteste Aehnlichkeit mit der gewöhnlichen Kohle, man kann ihn aber in Sauerstoffgas vollständig verbrennen und erhält dabei

nur Kohlensäure, und zwar genau so viel, als ob man ein eben so schweres Stück reiner Holzkohle oder Coaks verbrannt hätte. Soll ein Körper krystallisiren, so muss er vorher flüssig oder luftförmig gemacht werden; dies geschieht entweder durch Schmelzung oder Auflösung. Wir können weder das eine noch das andere mit der Kohle; sie schmilzt in der stärksten Hitze nicht, noch weniger verdampft sie, sie löst sich ferner in keiner uns bis jetzt bekannten Flüssigkeit auf. Sollte es einst gelingen, ein Mittel aufzufinden, um sie flüssig oder gasförmig zu machen, so würden sich die Diamanten unfehlbar auch künstlich nachbilden lassen.

117. Dimorphie und Polymorphie. Der Kohlenstoff zeigt auf eine recht anschauliche Weise, wie ein und derselbe Körper in ganz verschiedenen allotropischen Zuständen (84) und mit ganz verschiedenen Eigenschaften auftreten kann. In der Holzkohle, dem Russ, Coak und der Thierkohle ist er schwarz ohne eine bestimmte Gestalt (amorph), und leicht verbrennlich; im Graphit ist er schwarz, blätterig krystallisirt und äusserst schwer verbrennlich; im Diamant farblos, wie eine vierseitige Doppelpyramide krystallisirt und ebenfalls schwer zu verbrennen. Kann ein Körper zwei oder noch mehr verschiedene Gestalten annehmen, so heisst er im ersteren Falle dimorph (zweigestaltig), im letzteren polymorph (vielgestaltig).

Die Ursache dieser Verschiedenheit liegt jedenfalls in der Art und Weise, wie die kleinsten Theilchen oder die Molecule des Kohlenstoffs mit einander verbunden sind. Dieselben Fasern der Baumwolle, welche nach dem Kämmen parallel neben einander liegen, geben verworren durch einander geschlungen Papier oder Pappe, locker verschlungen Watte, gewunden Garn, regelmässig gekreuzt Kattun, bei veränderter Verkettung Strumpfwaaaren, Sammet, Velpel u. s. w. Was der Mensch hier künstlich vermag, das vermag auch die Natur durch physikalische und chemische Kräfte, nur auf eine ungleich feinere, künstlichere und mannigfaltigere Weise. Wir sehen die Zusammenfügung der Molecule zwar nicht mit unseren Augen, auch nicht durch das stärkste Vergrösserungsglas, wissen daher auch nicht genau, ob diese Vorstellungsweise richtig ist; wir halten die letztere aber doch für gerechtfertigt und für sehr nützlich, weil wir

durch sie in den Stand gesetzt werden, uns die gedachten Verschiedenheiten auf eine einfache und ungezwungene Art zu erklären.

Verbindungen des Kohlenstoffs.

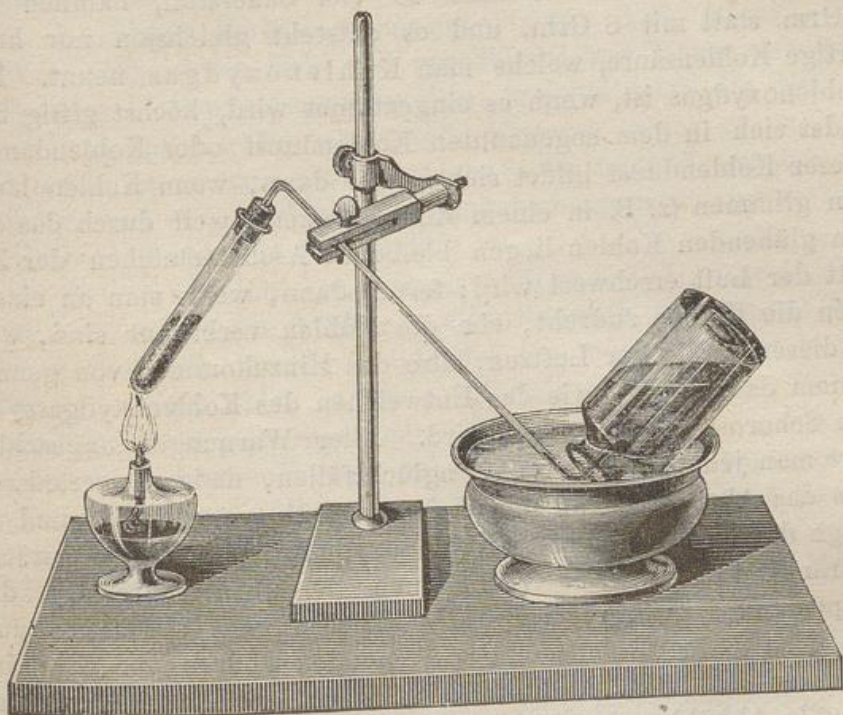
118. Kohlenstoff und Sauerstoff als Kohlensäure, CO_2 .
Lässt man Kohle an der Luft oder in der Erde liegen, so verändert sie sich nicht: sie ist unverweslich und unzerstörbar bei gewöhnlicher Temperatur, d. h. sie geht keine Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft oder des Wassers ein. Dies geschieht aber sehr leicht und schnell, wenn man sie bis zum Glühen erhitzt, wie allgemein bekannt ist; sie verbrennt und verschwindet darin bis auf einen unbedeutenden Rückstand von Asche. Die Hitze, welche dabei entwickelt wird, ist eine Folge ihrer chemischen Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft. Die dadurch gebildete Luftart heisst Kohlensäure; sie giebt mit Kalkwasser einen weissen Niederschlag (kohlensauren Kalk), wie dies schon mehrmals erwähnt worden ist. Die Kohlensäure besteht aus 1 Aeq. Kohlenstoff und 2 Aeq. Sauerstoff, hat also die Formel $= \text{CO}_2$. Man erhält sie auch auf folgende Weise:

Versuch. 5,4 Grm. Quecksilberoxyd werden mit 0,2 Grm. Kohle gemengt und in einem Probirgläschen erhitzt (Fig. 64). In dem hierbei gewonnenen Gase löscht ein brennender Holzspan aus, es ist also kein Sauerstoff (57). Schüttelt man Kalkwasser mit demselben, so entsteht eine Trübung und der Finger wird beim Umschütteln des Gefässes angezogen oder vielmehr durch die atmosphärische Luft in den Glashals gedrückt, ein Beweis, dass die Luftart vom Kalkwasser verschluckt wurde und ein luftleerer Raum im Innern des Glases entstand. Wurde nach 57. Quecksilberoxyd für sich erhitzt, so zerfiel es in Quecksilber und Sauerstoff; dies geschieht auch hier, allein der Sauerstoff entweicht nicht als solcher, sondern verbindet sich zuvor mit einem Theile der vorhandenen Kohle, das entweichende Gas ist demnach Kohlensäure. Das Quecksilber findet sich als ein Metallspiegel an dem oberen, kälteren Theile des Probirgläschens.

Nach Beendigung des Versuches findet man noch etwas Kohle am Boden, denn es haben sich nur 0,15 Grm. Kohlenstoff mit

den im Quecksilberoxyd enthaltenen 0,4 Grm. Sauerstoff, oder duplirt 3 Decigr. des ersten mit 8 Decigr. des letzteren verbun-

Fig. 64.



den, also genau so viel als bei der Verbrennung der Kohle in reinem Sauerstoff (65. 72). Man sieht: 3 Gewichtstheile Kohlenstoff können ebenso viel Sauerstoff festhalten als 100 Gewichtstheile Quecksilber, oder (nach 72) ebenso viel als 8 Gewichtstheile Schwefel, $6\frac{1}{5}$ Gewichtstheile Phosphor, 23 Gewichtstheile Natrium oder 21 Gewichtstheile Eisen. Man nennt diese Zahlen Aequivalente; sie geben uns an, dass 3 Gewichtstheile Kohle chemisch so viel werth sind, so viel leisten, als 100 Gewichtstheile Quecksilber, oder als 8 Gewichtstheile Schwefel etc. Wir sagen in demselben Sinne, wenn wir sehen, dass eine Dampfmaschine in einem Tage dieselbe Arbeit verrichtet, wozu 4 Pferde oder statt derselben 24 Menschen nothwendig sein würden: die Kraft der Dampfmaschine ist äquivalent (gleich stark) der Kraft von 4 Pferden oder von 24 Menschen (Weiteres über die Kohlen-säure s. 196 ff.).

119. Kohlenstoff und Sauerstoff als Kohlenoxydgas, CO. Bei jeder Verbrennung, wo die Kohle genug Luft antrifft, entsteht Kohlensäure; fehlt es aber an Luft, so verbinden sich 3 Grm. Kohle nur mit halb so viel Sauerstoff, nämlich mit 4 Grm. statt mit 8 Grm. und es entsteht gleichsam nur halbfertige Kohlensäure, welche man Kohlenoxydgas nennt. Das Kohlenoxydgas ist, wenn es eingeathmet wird, höchst giftig und findet sich in dem sogenannten Kohlendunst oder Kohlendampf. Dieser Kohlendunst bildet sich immer dann, wenn Kohlen langsam glimmen (z. B. in einem Kohlenbecken), weil durch das auf den glühenden Kohlen liegenden bleibende Aschenhäutchen der Zutritt der Luft erschwert wird; ferner dann, wenn man an einem Ofen die Klappe zudreht, ehe die Kohlen verbrannt sind, weil in diesem Falle der Luftzug, also das Hinzukommen von genügendem Sauerstoff, sowie das Entweichen des Kohlenoxydgases in den Schornstein verhindert wird. Aller Warnungen ungeachtet hört man jeden Winter von Unglücksfällen, dadurch veranlasst, dass das Abzugsrohr an den Oefen zu früh verschlossen und in Folge davon das gebildete Kohlenoxydgas in die Stube zurückgedrängt wurde. Zur Vermeidung derselben sollte man die Klappen in dem Abzugsrohre des Rauches ganz abschaffen und den Ofen dafür mit luftdicht schliessenden Thüren vor der Einfeuerung und dem Aschenfalle versehen, welche ebenfalls das schnelle Abkühlen des Ofens und Zimmers verhindern.

Das Kohlenoxydgas brennt beim Anzünden mit blauer Flamme und nimmt dabei noch die Menge von Sauerstoff auf, die es bei seiner Entstehung wegen Mangels an Luft nicht erlangen konnte, nämlich noch einmal so viel als es schon besitzt; es geht dabei in Kohlensäure über: aus CO wird CO₂. Die blaue Flamme, die man immer bemerkt, wenn frische Kohlen bei einem Feuer aufgeschüttet werden, oder wenn grosse Mengen glühender Kohlen über einander liegen, ist brennendes Kohlenoxydgas.

120. Kohlenstoff und Wasserstoff. Der Kohlenstoff verbindet sich zwar auf directem Wege nicht mit dem Wasserstoff, dennoch aber giebt es sehr viele Verbindungen dieser beiden Elemente, welche theils in den lebenden Pflanzen natürlich gebildet, theils durch Veränderung der Pflanzen- und Thierstoffe künstlich erzeugt werden. Feste Kohlenwasserstoffe sind z. B.

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 unter sinkenden 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.

V e r b r e n n u n g.

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

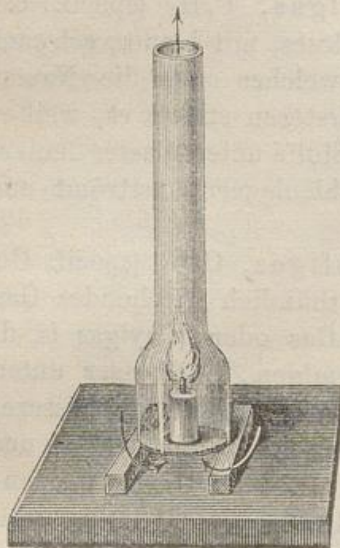
121. Bedingungen der Verbrennung. Alle im gewöhnlichen Leben vorkommenden Verbrennungen entstehen durch eine schnelle chemische Verbindung der brennbaren Körper mit dem Sauerstoff der Luft, und können demnach als Oxydationsprocesse betrachtet werden. Die verbrannten oder oxydirten, d. h. mit Sauerstoff 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.

Stöckhardt, die Schule der Chemie.

8

122. Luftzug. *Versuch.* Ein Stückchen Talglicht wird angezündet und darüber ein gewöhnlicher Lampencylinder ge-

Fig. 65.



stellt: es verlöscht sehr bald, weil 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 Oefen. 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 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.

Fig. 66.

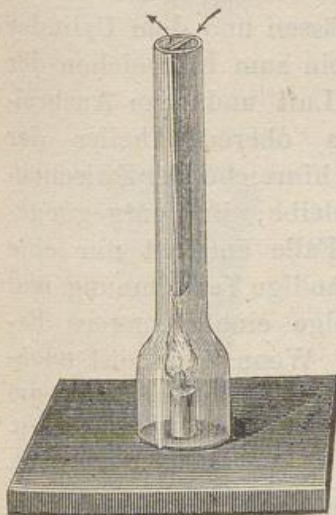
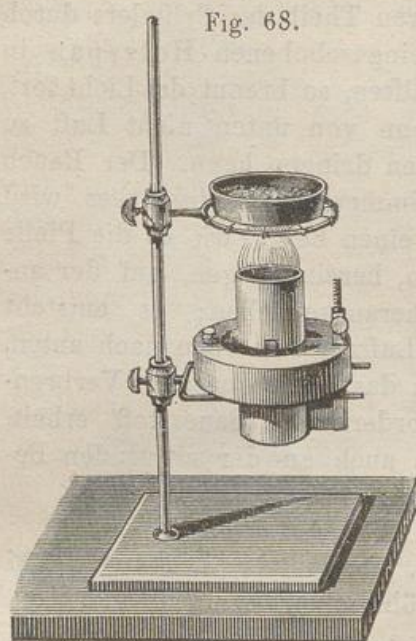


Fig. 67.



123. Doppelter Luftzug. Bei der gewöhnlichen Lampen- und Kerzenflamme kann die Luft nur von 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 mehrere grössere und kleinere Ringe befinden, auf welche man Schalen, Tiegel



und andere Kochgeschirre 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.

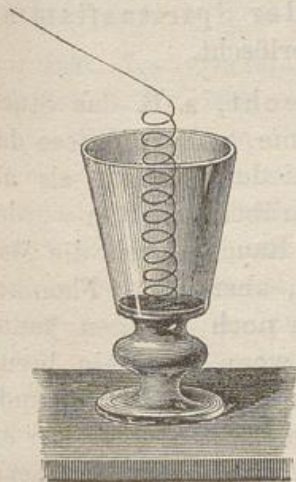


Versuch a. Man erwärme in einem kleinen Töpfchen etwas Asche oder Sand, worauf man einige Reibzündhölzchen gelegt hat: die letzteren, oder richtiger der in ihnen enthaltene Phosphor, werden erst dann anbrennen, wenn die Asche bis auf ungefähr 65° bis 70° C. erwärmt worden ist, was

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.

Fig. 70.



Hält man diese, nachdem sie in einer Weingeistflamme 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 Zündhölchens 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.

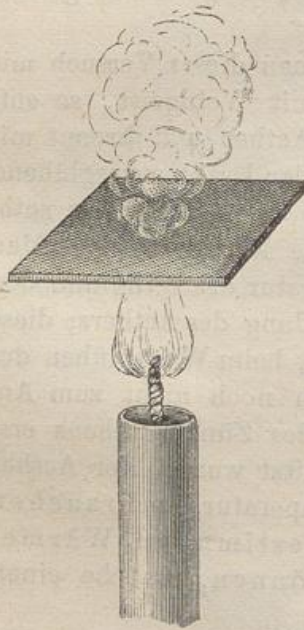
125. Auslöschen durch Abkühlung. Werden brennende Körper bis unter die zum Fortbrennen nöthige Temperatur abgekühlt, so löschen sie aus. Glühendes Eisen brennt in Sauerstoff fort, in gewöhnlicher Luft nicht; bei der lebhaften Verbrennung in Sauerstoff bleibt es heiss genug, um weiter zu brennen, bei 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 dadurch 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.

Fig. 71.



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-

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 rührt 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.

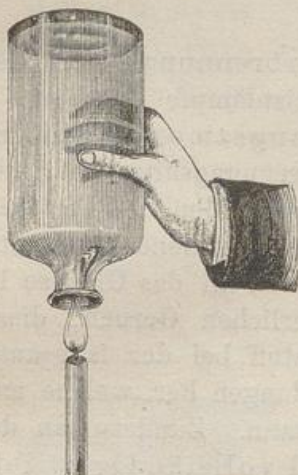
Denselben unangenehmen Geruch nimmt man auch wahr, wenn man den Versuch 125 mit einer Weingeistflamme anstellt und in die durch das Drahtnetz aufsteigenden Dämpfe riecht. Unterhalb des Netzes brennen die Weingeistdämpfe rasch, oberhalb desselben langsam, weil sie durch den die Wärme schnell aufnehmenden 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 Gefässe beim Erwärmen durch eine Lampe Wassertropfen an der Aussenseite absetzen, so lange es noch kalt ist. Nun giesse man Kalkwasser in die Flasche und schüttele es darin um: es wird trübe werden, wie Milch, und beim Stehen ein weisses Pulver (kohlensauren Kalk) fallen lassen. Im

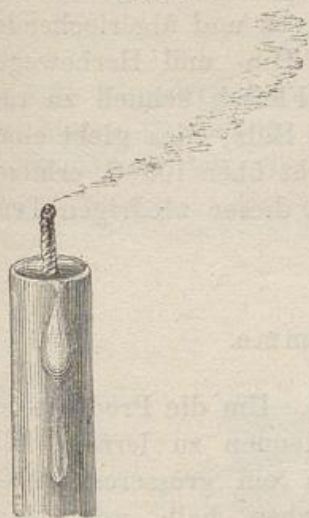
Rauche ist also auch Kohlensäure. Ausserdem muss in dem Rauche natürlich auch noch Stickstoff vorhanden sein aus der atmosphärischen Luft, deren Sauerstoff zur Unterhaltung des Feuers verbraucht wurde.

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 Luftstrome, 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

Fig. 73.



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 Löschpapier u. a. m., er ist ebenfalls die Folge einer unvollständigen Verbrennung.

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 Blechlöffel 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.



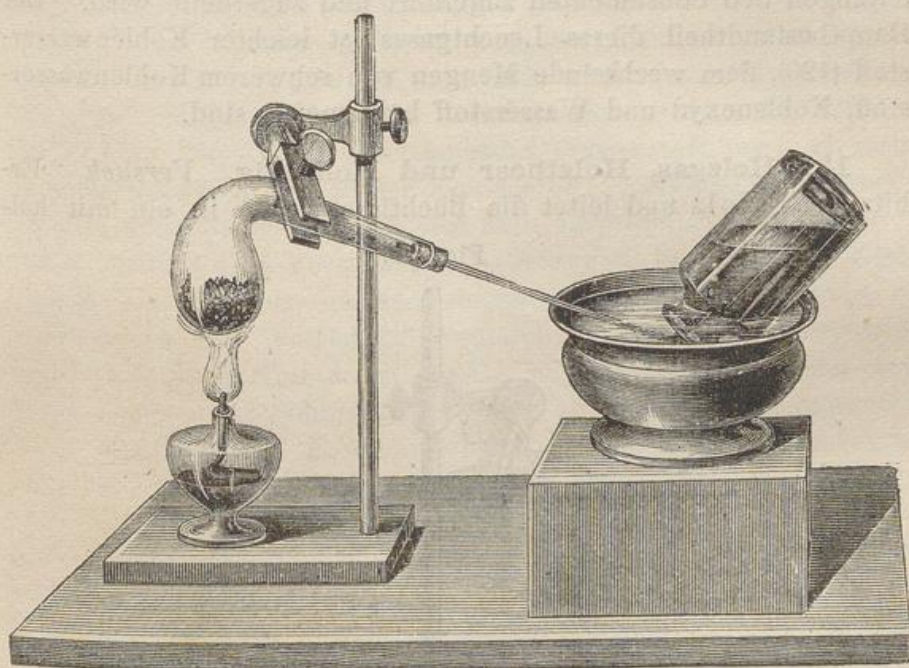
man ein grösseres Probirgläschen halb mit Holzspänen an und erhitze es, nachdem man die Oeffnung mit einem Kork verschlossen hat, in dem eine Glasröhre oder ein Stück irdenes Pfeifenrohr steckt. Die sich bildenden luftförmigen Stoffe müssen durch die Röhre entweichen; sie entzünden sich an einem Lichte 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

man sich im Grossen das Leuchtgas durch Erhitzen von Holz, Steinkohlen, Harz u. s. w. in verschlossenen eisernen Cylindern oder Gasretorten. Jedes Talglicht, jede Oellampe ist ein Gasbereitungsapparat im Kleinen.

130. Leuchtgas aus Steinkohlen. *Versuch.* Man wiederhole diesen Versuch in einer kleinen Retorte mit zerkleinerten Steinkohlen, leite das Gas aber durch eine gebogene Glasröhre in eine pneumatische Wanne, und fange es auf die bekannte

Fig. 76.

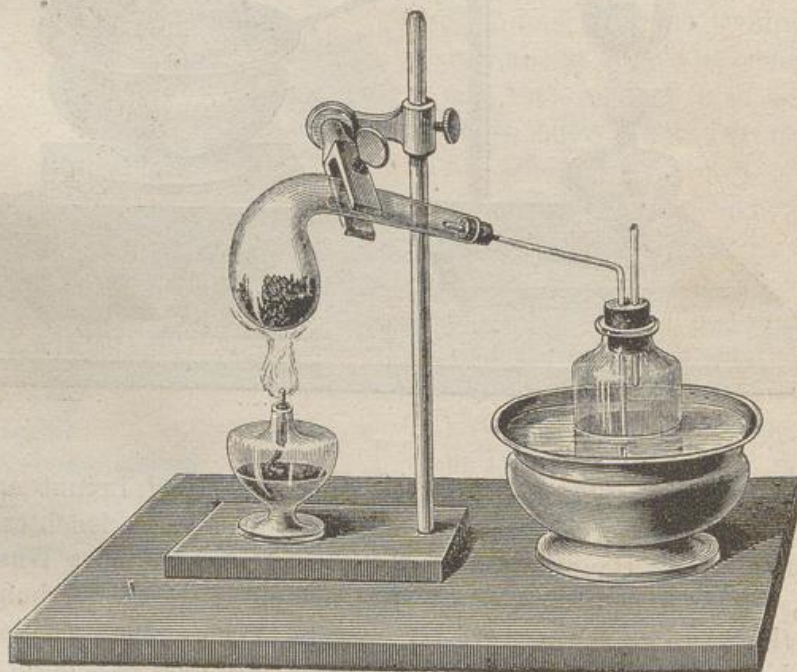


Weise in Flaschen auf. Das Gas ist farblos und brennt angezündet wie Wasserstoffgas, nur mit einer viel heller leuchtenden Flamme. Sein Hauptbestandtheil ist auch in der That Wasserstoff, mit dem sich aber noch Kohlenstoff chemisch verbunden hat (Kohlenwasserstoffgas). Beim Verbrennen verbinden sich beide Bestandtheile des Leuchtgases mit dem Sauerstoff der Luft und wandeln sich dabei in Kohlensäure und Wasser um. In der Retorte bleibt Kohlenstoff in der Form von Coak zurück.

Das im Grossen aus Steinkohlen gewonnene Leuchtgas muss erst einer Reinigungsoperation unterworfen werden, ehe es zum Brennen tauglich ist. Die Steinkohlen enthalten Sauerstoff, Stickstoff und Schwefelkies, woraus sich Kohlensäure, Ammoniak und Schwefelwasserstoff erzeugen, welche sich, da sie flüchtig sind, dem Leuchtgase beigemengen. Man leitet das rohe Gas daher nach einander durch Wasser, Kalkmilch, Eisenlösung, oder durch ein trocknes Gemenge von Aetzkalk und Eisensalz, wobei eine Bindung dieser Nebenproducte eintritt. Das gereinigte Gas gelangt dann in den Gasbehälter (Gasometer), aus dem es durch Röhrenleitungen den Consumenten zugeführt und zugetheilt wird. Der Hauptbestandtheil dieses Leuchtgases ist leichter Kohlenwasserstoff (120), dem wechselnde Mengen von schwerem Kohlenwasserstoff, Kohlenoxyd und Wasserstoff beigemengt sind.

131. Holzgas, Holztheer und Holzessig. *Versuch.* Erhitzt man Holz und leitet die flüchtigen Stoffe in ein mit kal-

Fig. 77.



tem Wasser umgebenes Gläschen, welches in dem doppelt durchbohrten Korke eine kleine unten und oben offene Glasröhre ent-

hält, durch welche das Gas entweichen kann, so verdichten sich, während das Leuchtgas oben entweicht, am Boden zwei dunkelbraune, rauchähnlich und brenzlich riechende Flüssigkeiten: eine sehr dickflüssige, klebrige zu unterst, und darüber eine wässerige, dünnere. Die erstere heisst Holztheer; sie ist harzartig, d. h. sie löst sich in Wasser nicht auf. Die andere wird Holzessig genannt; ihr Geschmack und ihre Wirkung (Reaction) auf blaues Probirpapier lassen sie leicht als eine Säure erkennen. Leuchtgas, Holztheer und Holzessig waren aber vorher nicht im Holze enthalten, sondern sind erst aus seinen Bestandtheilen (Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff) während des Erhitzens gebildet worden. Man nennt solche neu gebildete Stoffe: Producte, und zwar in dem vorliegenden Falle Producte der unvollständigen Verbrennung (trocknen Destillation) des Holzes. Im Leuchtgase herrscht Wasserstoff vor, im Holzessig Sauerstoff, im Holztheer Kohlenstoff; alle drei sind wegen Luftmangels gleichsam nur erst halb verbrannt, sie lassen sich daher an der Luft noch weiter verbrennen und werden dabei, gerade wie das Holz, aus dem sie entstanden sind, vollständig zu Kohlensäure und Wasser umgewandelt. In unseren Oefen wird immer ein Theil Holz unvollständig verbrannt, darum setzt sich in den Zügen und Schornsteinen Russ ab; den zugleich mitgebildeten Holztheer und Essig finden wir in dem sogenannten Glanzruss, der die unteren Essenwände im Innern überzieht.

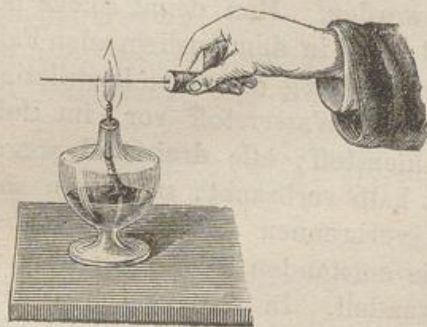
Trockne Destillation. Eine Operation, bei welcher, wie hier, aus einem festen Körper durch Erhitzung und Wiederverdichtung flüssige Producte gebildet werden, heisst eine trockne Destillation: die hierbei gebildeten Flüssigkeiten haben meistens eine braune Farbe und einen eigenthümlichen, unangenehmen, brenzlichen (emphyreumatischen) Geruch und Geschmack.

132. Reihenfolge beim Verbrennen. Aus dem Vorhergehenden ist bekannt, dass der Wasserstoff sehr leicht und mit Flamme verbrennt, der Kohlenstoff aber schwerer und ohne Flamme; hieraus erklärt sich auf eine einfache Weise, warum unsere Brennmaterialien nur im Anfange der Verbrennung eine Flamme geben, zuletzt dagegen nur glühen: der Wasserstoff ist es, welcher zuerst und zwar flammend verbrennt, nach ihm erst erfolgt die glühende Verbrennung des Kohlenstoffes. Diese

Reihenfolge kommt bei allen Brennmaterialien vor, welche gemeinschaftlich Wasserstoff und Kohlenstoff enthalten. Jeder brennende Holzspan zeigt dies aufs Ueberzeugendste.

133. Weingeistflamme. Die Flamme von Weingeist besteht aus zwei Theilen: der innere dunkle Kern ist Weingeistdampf; der brennende Mantel rund herum ist Weingeistdampf, welcher sich eben mit dem Sauerstoff der Luft chemisch verbindet. Die spitzige Form der Flamme entsteht durch das Aufsteigen der heissen Luftarten und durch das Zuströmen von kalter Luft von unten. Der

Fig. 78.



Weingeist wird aus dem Gefässe durch die Capillarität des Dochtes (115) in die Höhe gezogen; er brennt nur blass, seine Flamme leuchtet aber sogleich stark, wenn man ein gewundenes Stückchen Draht hineinhält oder irgend einen anderen festen Körper darin zum Glühen bringt. Legt man

einen dünnen Draht quer durch die Flamme, so bemerkt man, dass er in dem Kerne dunkel bleibt und nur an den beiden Stellen glüht, wo er durch den Mantel geht; die Flamme ist also äusserlich viel heisser als in der Mitte. Die stärkste Hitze findet sich ungefähr in der auf der Zeichnung durch den Draht angedeuteten Höhe; tiefer in die Flamme hinein dürfen Gefässe beim Gebrauche einer Weingeistlampe nie gestellt werden. Auf eine recht augenscheinliche Weise kann man sich noch hiervon überzeugen, wenn man ein Zündhölzchen in die Flamme hält; es entzündet sich sogleich am Rande, in der Mitte dagegen nicht, oder doch erst viel später.

134. Talg- oder Oelflamme. Bei einer Talg- oder Oelflamme (Fig. 79) lassen sich drei Theile unterscheiden: in der Mitte (a) der dunkle Kern von Leuchtgas (zersetzter Talg), um diesen (b) der hellleuchtende Lichtkegel, bestehend aus verbrennendem Wasserstoff, welcher innig mit weissglühender Kohle gemengt ist, und zu äusserst (c) eine dünne, kaum bemerkliche

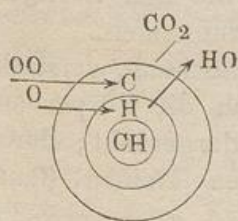
Hülle, in welcher die Kohle verbrennt. Denkt man sich die Flamme in der Mitte abgeschnitten (Fig. 80), so lässt sich der darin stattfindende Vorgang ungefähr auf beistehende Weise bildlich darstellen.

Fig. 79.



Der mittelste Kreis ist Kohlenwasserstoff oder Leuchtgas; von diesem verbrennt der Wasserstoff zuerst, und die dabei entstehende Hitze macht den Kohlenstoff glühend (dies wird durch den zweiten Kreis angedeutet); in dem äusseren Kreise endlich verbrennt der Kohlenstoff. Der in dem zweiten Ringe glühende Kohlenstoff ertheilt der Flamme die Fähigkeit zu leuchten, gerade wie der glühende Draht die Weingeistflamme leuchtend machte. Hält man ein kaltes Messer ins Licht, so wird ein Theil des glühenden Kohlenstoffes soweit abgekühlt, dass er nicht verbrennen kann, und das Messer wird berusst. Ein quer durch die Flamme gehaltener Draht glüht am Rande am stärksten, ohne berusst zu werden, während er in der Mitte nicht zum Glühen kommt, wohl aber mit Russ überzogen wird.

Fig. 80.



Das Leuchten einer Flamme rührt, wie die vorstehenden Versuche zeigen, von einem festen Körper, gewöhnlich von Russ her, der in der Flamme glüht; glüht dieser nur roth, so hat die Flamme ein trübes, röthliches Licht, ein blendendes, weisses dagegen, wenn der Russ durch eine vollständigere Verbrennung bis zur Weissglühhitze gebracht wird.

Durch Zusatz gewisser, in der Glühhitze flüchtiger Substanzen kann man der Flamme eine verschiedene Färbung ertheilen.

Die vier bisher abgehandelten einfachen Stoffe bilden die Hauptbestandtheile aller Pflanzen und Thiere, sie können aus diesem Grunde Organogene (Erzeuger der organischen Körper) genannt werden.