



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

**Stöckhardt, Julius Adolph**

**Braunschweig, 1881**

Zweite Gruppe der Nichtmetalle: Pyrogene

---

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

aus letzteren bildet man die chemischen Formeln, welche uns die Bestandtheile der zusammengesetzten Körper auf eine übersichtliche Weise angeben.

### Zweite Gruppe der Nichtmetalle: Pyogene.

#### Schwefel, Sulphur (S).

(Aeq.-Gew. = 16. — Specif. Gew. = 2,0.)

— Seit den ältesten Zeiten bekannt. —

**135. Schmecken und Riechen.** Der allbekannte gelbe Schwefel, den wir, seiner leichten Brennbarkeit wegen, als das gewöhnlichste Mittel zum Anzünden von Feuer benutzen, hat weder Geschmack noch Geruch. Er hat keinen Geschmack, weil er im Wasser nicht auflöslich ist. Werfen wir etwas Schwefelpulver in kaltes oder auch heißes Wasser, es zergeht nicht darin, es löst sich nicht auf. Wir bemerken immer nur an solchen Körpern Geschmack, welche im Stande sind, sich im Wasser, sonach auch in dem wässrigen Speichel des Mundes aufzulösen, z. B. an Kochsalz und Zucker, nicht aber an unlöslichen Körpern, wie an den Steinen, der Kohle, Stärke etc. Der Schwefel riecht nicht, weil er bei gewöhnlicher Temperatur nicht verdampft. Wir können nur Geruch an einem Körper wahrnehmen, wenn flüchtige, also gas- oder dampfförmige Theilchen von ihm ausgehen und bis ins Innere unserer Nase gelangen.

**136. Schwefel schmilzt durch Wärme. Versuch.** Man erhitzt in einem kleinen Töpfchen von braunem Steingut 50 bis 60 Grm. Schwefelpulver durch eine Weinsteinkocherlampe: es zergeht, wenn es ein wenig heißer geworden ist als kochendes Wasser (bei 111° C.) zu einer bräunlichen, dünnen Flüssigkeit. Giesst man etwas davon in kaltes Wasser, so erhält man wieder festen Schwefel. Dieser sinkt, wenn er nach vorherigem Abtrocknen in das Töpfchen zurückgegeben wird, in der flüssigen Masse unter; fester Schwefel ist also schwerer als geschmolzener, und ebenso verhalten sich fast alle anderen Körper. Eis bildet in dieser Beziehung eine Ausnahme, es schwimmt auf dem Wasser.

**137. Krystallisiren geschmolzener Körper.** *Versuch.* Der Schwefel ist krystallisirbar. Man lasse das Gefäss mit dem geschmolzenen Schwefel so lange stehen, bis auf der Oberfläche

Fig. 81. eine Rinde entstanden ist; diese durchstosse man schnell und kehre dann das Gefäss um, damit der in der Mitte noch vorhandene flüssige Schwefel herauslaufe. Nach dem Zerschlagen des erkalteten Töpfchens findet man den mittleren hohlen Raum ganz mit langen, säulenförmigen Krystallen durchzogen, welche die beistehende Gestalt haben und schiefe rhombische Säulen heissen. Dies ist die zweite Methode, um Körper krystallisiert zu erhalten; sie unterscheidet sich von der Krystallisation des Salpeters oder Kochsalzes (51, 53) dadurch, dass in dem einen Falle der Körper durch ein Auflösungsmittel, in dem anderen durch Hitze flüssig gemacht wurde.

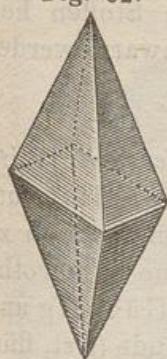
**Krystallinisches Gefüge.** Lässt man den Schwefel ruhig erkalten, ohne von ihm, wenn er halb erstarrt ist, den noch flüssigen Theil abzugießen, so wird dieser auch noch fest, und es bilden sich so viele Krystalle, und so dicht an einander, dass zwischen ihnen kein Platz leer bleibt. Die zerschlagene dichte Schwefelmasse hat dann ein schimmerndes Ansehen, weil das Licht da, wo es auf die Flächen der kleinen Krystalle trifft, mehr zurückgeworfen wird als an den anderen Stellen, wodurch diese Flächen einen stärkeren Glanz erhalten. Man sagt von solchen Körpern, sie sind krystallinisch oder sie haben ein krystallinisches Gefüge.

**138. Dimorphie des Schwefels.** *Versuch.* In ein Kochfläschchen bringe man 1 Thl. Schwefelblumen mit 4 Thln. Schwefelkohlenstoff (152) und lasse die Mischung verstopft unter bisweiligem Umschütteln einen Tag lang stehen. Hat sich die Flüssigkeit durch Absetzen geklärt, so giesse man dieselbe langsam in ein Schälchen ab und überlass sie der freiwilligen Verdunstung; es scheiden sich hierbei kleine Schwefelkrystalle von hellerer Farbe und anderer Krystallform ab als die durch Schmelzung dargestellten. Dieselben sehen aus wie zwei spitze, vierseitige, an einander gefügte Pyramiden; man nennt eine solche Form ein spitzes (rhombisches) Octaëder. Im Innern der Erde, beson-



ders in Gegenden, wo Vulcane sind oder in der Vorzeit waren

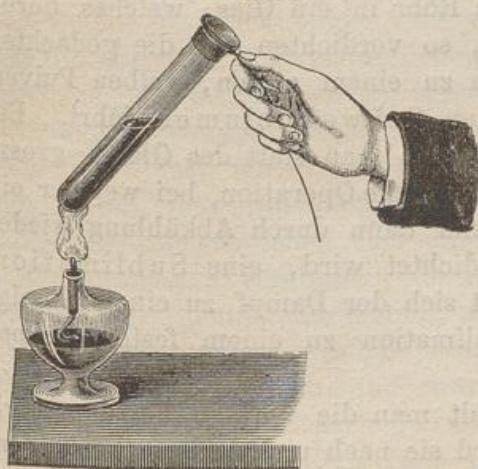
Fig. 82.



(Sicilien u. a.), finden sich zuweilen grosse Lager von Schwefel (natürlicher Schwefel) und darin Spalten und Höhlungen, überzogen mit den schönsten Krystallen, die die Natur in geheimnissvoller Tiefe vielleicht im Laufe von Jahrtausenden bildete. Diese natürlichen Schwefelkrystalle haben immer auch dieselbe (octaëdrische) Gestalt wie die aus einer Lösung gewonnenen. Der Schwefel kann also, ähnlich wie die Kohle im Diamant und Graphit, zweierlei Gestalt annehmen: er ist dimorph.

**139. Amorpher Schwefel. Versuch.** Wir können sogar die Mannigfaltigkeit, mit welcher die göttliche Kraft, deren Wirken in der Natur wir gewöhnlich selbst mit dem Namen Natur bezeichnen, manche Körper begabt hat, beim Schwefel noch weiter verfolgen. Man fülle ein Probergläschen, das man mittelst eines umgelegten Drahtes über einer Weingeistlampe befestigt

Fig. 83.



hat, voll Schwefelpulver; dieses sinkt beim Schmelzen so zusammen, dass das Gläschen nur noch halb voll bleibt. Der Schwefel schmilzt erst dünn, wie Wasser, bei weiterem Erhitzen aber wird er braun und so dick und zähe, dass er beim Umkehren des Gefäßes kaum noch aus demselben herausfliesst. Giesst man jetzt etwas davon in kaltes Wasser, so erhält man eine durchsichtige, weiche, elastische

Masse, welche sich erst nach einigen Tagen wieder in festen Schwefel umwandelt. Man nennt diesen, dem geschmolzenen Glase ähnlichen Schwefel, wie alle anderen glasartigen Körper überhaupt, amorph oder gestaltlos, weil sich an ihnen irgend eine bestimmte Gestalt nicht unterscheiden lässt. Gummi, Pech, Leim etc. sind glasartig-amorphe Substanzen.

Die graue, grünliche oder röthliche Farbe, welche der umgeschmolzene Schwefel häufig zeigt, röhrt von Spuren von Fett, Staub, Fingerschweiss oder anderen organischen Stoffen her, durch welche er selbst dunkelroth, ja ganz schwarz werden kann.

**140. Schwefelgas und Schwefelblumen.** *Versuch.* Wird der Schwefel in dem Probirgläschen noch stärker erhitzt, ungefähr  $4\frac{1}{2}$  mal stärker als kochendes Wasser, so fängt er an zu sieden (bei  $440^{\circ}\text{C}.$ ) und verwandelt sich dabei in eine braunrothe Luftart, in Schwefelgas (Schwefeldampf); er ist also flüchtig und kann, gerade wie das Wasser, alle drei Aggregatzustände (fest, flüssig und luftförmig) annehmen. Der feste Schwefel ist noch einmal so schwer als Wasser, das Schwefelgas  $6\frac{1}{2}$  mal schwerer als gewöhnliche Luft. Im Innern des Gläschens ist das Schwefelgas durchsichtig und braunroth, ausserhalb desselben dagegen erscheint es als ein gelblicher Dampf oder Rauch, weil es sich in der kalten Luft wieder zu Stäubchen von festem Schwefel verdichtet. Leitet man den Schwefeldampf durch ein auf das Probirgläschen aufgesetztes weites und kurzes Rohr in ein Glas, welches durch kaltes Wasser abgekühlt wird, so verdichten sich die gedachten Stäubchen von Schwefel darin zu einem zarten, gelben Pulver, welches im Handel den Namen Schwefelblumen führt. Bei der Darstellung im Grossen wendet man statt des Glases grosse Kammern an. Man nennt eine solche Operation, bei welcher ein flüchtiger Körper verdampft und dann durch Abkühlung wieder zu einem festen Körper verdichtet wird, eine Sublimation. Bei der Destillation verdichtet sich der Dampf zu einer Flüssigkeit (Destillat), bei der Sublimation zu einem festen Körper (Sublimat).

**Stangenschwefel.** Kühlt man die Vorlage bei dem vorigen Versuche nicht ab, so wird sie nach und nach so heiss, dass der Schwefel als Flüssigkeit übergeht (destillirt). Dies ist der Weg, auf welchem man im Grossen den natürlichen Schwefel reinigt; die beigemengten erdigen Theile sind nicht flüchtig, sie bleiben daher zurück, während aller Schwefel verdampft und wieder verdichtet wird. Man giesst den geschmolzenen Schwefel gewöhnlich in nasse Holzformen und nennt ihn dann Stangenschwefel.



**141. Präcipitirter Schwefel.** *Versuch.* Man fülle ein eisernes Schälchen halb voll Natronlösung (Seifensiederlauge), setze eine

Fig. 84.



Messerspitze Schwefelblumen hinzu und kochte das Gemisch unter Umrühren einige Zeit: ein Theil des Schwefels löst sich auf und färbt die Flüssigkeit braungelb. Die Flüssigkeit wird nun klar abgegossen, mit Wasser verdünnt und mit Essig vermischt: sie wird sofort ein milchähnliches Ansehen bekommen, weil der Schwefel sich in Gestalt

eines überaus feinen Pulvers aus der Lösung ausscheidet, welches so leicht ist, dass es sich einige Zeit in der Flüssigkeit schwabend erhält und erst nach längerem Stehen zu Boden setzt. Man bringt es auf ein Filtrum, wäscht es mit Wasser aus und trocknet es in gelinder Wärme. Es heisst Schwefelmilch oder präcipitirter Schwefel und ist Schwefel in der feinsten Zerkleinerung oder Zertheilung, zu welcher er dadurch gelangte, dass die einzelnen Schwefeltheilchen durch die vielen dazwischen liegenden Wassertheilchen bei ihrer Trennung von den letzteren auseinander gehalten wurden. Der Schwefel hat in diesem Zustande eine fast weisse Farbe, er wird aber wieder deutlich gelb, wenn man ihn schmilzt, weil beim Schmelzen die einzelnen Schwefelstäubchen sich einander wieder nähern und zu grösseren Massen vereinigen können. Man benutzt diese Methode in der Chemie sehr häufig, um feste Körper in das feinste Pulver zu verwandeln. Solche staubartige Körper werden nicht selten ebenfalls amorph, und zwar zur Unterscheidung von den glasartig-amorphen Körpern pulverig-amorph genannt.

Die Auflösung des Schwefels in Lauge geht keineswegs so einfach vor sich, wie etwa die des Zuckers oder eines Salzes in Wasser, es bilden sich vielmehr unter Zuhilfenahme der Bestandtheile des Wassers, verschiedene eigenthümliche Schwefelverbindungen; die eine davon, Schwefelwasserstoff ( $\text{HS}$ ), ist luftförmig und verursacht den unangenehmen Geruch, der sich beim Zusatz des Essigs zur Schwefellösung entwickelt. Der Essig selbst verbindet sich mit dem Natron der Lauge und

diese verliert dann die Fähigkeit, den Schwefel aufgelöst zu erhalten.

#### Verbindungen des Schwefels.

Der Schwefel ist nach dem Sauerstoff der stärkste chemische Körper, er kann sich, wie dieser, mit allen anderen Elementen verbinden und thut dies mit grosser Lust und Liebe, insbesondere mit den Metallen.

**142. Sauerstoff und Schwefel.** *Versuch.* Erhitzt man den Schwefel in einem Gefässe, welches die Luft frei zutreten lässt, z. B. in einem Blechlöffel, oder berührt man ihn mit einem glühenden Körper, so brennt er mit blauer Flamme, d. h. er verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft unter Feuererscheinung und bildet damit, wie dies schon früher (66) gezeigt worden ist, eine stechend riechende Luftart, die schweflige Säure ( $\text{SO}_2$ ). Tritt zu dieser noch ein Atom Sauerstoff, so entsteht daraus die bekannte, höchst wichtige Schwefelsäure ( $\text{SO}_3$ ).

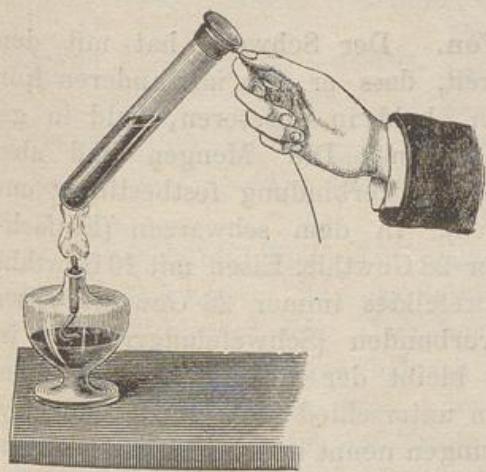
Die Eigenschaft des Schwefels, schon bei geringer Erhitzung an- und fortzubrennen, hat ihn zu dem gewöhnlichsten Zündmittel gemacht, durch das wir andere schwerer brennbare Körper bis zu der Temperatur erhitzten, bei welcher sie fortbrennen können (Schwefelfaden, Schwefelhölzchen, Schiesspulver, Feuerwerke etc.). Das Anzünden eines einfachen Steinkohlenfeuers zeigt recht deutlich, wie man durch stufenweisen Uebergang von leicht entzündlichen Brennmaterialien zu schwer entzündlichen nach und nach dahin gelangt, die letzteren bis zu dem Wärme-grade zu erhitzten, bei dem sie an- und fortbrennen können. Die durch Reibung glühend gewordenen Stahlstückchen des Feuerstahls z. B. bringen die feinzertheilte Kohle des Zunders zum Glimmen, diese erhitzt den Schwefelfaden bis zur Entzündung, und durch dessen Hitze kommen nach und nach erst Stroh, dann Holz und endlich die schwer brennabaren Steinkohlen bis zu der Temperatur, welche sie zum Brennen nöthig haben. Man erhält hier folgende Verbrennlichkeitsscala: feinzertheilte Kohle, — Schwefel, — Stroh, — Holz, — Steinkohlen.

**143. Kupfer und Schwefel.** *Versuch.* In einem Probagläschen bringe man etwas Schwefel zum Kochen und halte einen Streifen von ganz dünnem Kupferblech in das braunrothe Gas: das Ku-



pfer gerath für einige Augenblicke in lebhaftes Glühen und verliert dabei seine rothe Farbe und seine Biegsamkeit, es wird grau und spröde und wiegt etwa  $\frac{1}{4}$  mehr als vorher. Der neu entstandene,

Fig. 85.



graue, strahlig-krystallini-sche Körper heisst Schwefelkupfer. Beide Elemente haben sich, und zwar in ganz bestimmter Menge, aufs In-nigste mit einander ver-einigt; sowohl die Eigen-schaften des Schwefels als die des Kupfers sind dabei aufs Vollständigste ver-schwunden. Die Hitze, wel-che bis zum Glühen stieg, ist eine Folge der chemi-schen Verbindung, da einem Naturgesetze zufolge überall,

wo sich Körper chemisch mit einander verbinden, auch Wärme entsteht; in den meisten Fällen geht aber die Erhitzung nicht bis zum Glühen oder Verbrennen.

Auf ähnliche Weise kann man fast alle übrigen Metalle in Schwefelmetalle verwandeln. Wir finden aber von diesen auch viele schon fertig gebildet in der Erde, und die Bergleute nen-nen sie: Glanze, Blenden oder Kiese. Der fast in allen Stein-kohlen anzutreffende, wie Messing glänzende Schwefelkies ist Schwefeleisen, der rothe Zinnober ist Schwefelquecksilber etc. Auch das oben künstlich dargestellte Schwefelkupfer trifft man als Erz an; es heisst dann Kupferglanz.

**144. Eisen und Schwefel. Versuch.** 30 Grm. Eisenfeile und 20 Grm. Schwefelblumen werden in einem kleinen Töpfchen mit 20 Grm. Wasser zusammengerührt und an einen warmen Ort gestellt: die Masse erhitzt sich, das Wasser verdampft, und man hat nach  $\frac{1}{2}$  Stunde ein staubiges, schwarzes Pulver, in dem sich nichts mehr von einzelnen Eisen- oder Schwefeltheilchen wahr-nehmen lässt; es ist eine chemische Verbindung, Schwefel-eisen, entstanden. Mengt man die beiden Stoffe ohne Wasser zusammen, so entsteht keine Vereinigung, ausser wenn man sie

bis zum Glühen erhitzt; das Wasser bewirkt die Verbindung, weil es die Schwefel- und Eisentheilchen so nahe zusammenbringt, dass sie sich chemisch anziehen können; es ist gleichsam die Brücke, die den Uebergang des einen Körpers zu dem anderen vermittelt.

**145. Schwefelungsstufen.** Der Schwefel hat mit dem Sauerstoff noch die Aehnlichkeit, dass er sich mit anderen Körpern, je nach den Umständen, bald in grösseren, bald in geringeren Mengen verbinden kann. Die Mengen sind aber auch hier immer für jede einzelne Verbindung festbestimmt und unveränderlich (stöchiometrisch). In dem schwarzen (Einfach-) Schwefeleisen sind z. B. immer 28 Gewthle. Eisen mit 16 Gewthln. Schwefel, in dem gelben Schwefelkies immer 28 Gewthle. Eisen mit 32 Gewthln. Schwefel verbunden (Schwefelungsstufen); ist mehr Schwefel vorhanden, so bleibt der Ueberschuss unverbunden. Bei den Oxydationsstufen unterschied man Oxyde und Oxydile, bei den Schwefelverbindungen nennt man die mit der grössten Menge Schwefel: Sulfide, die mit der geringeren: Sulfure.

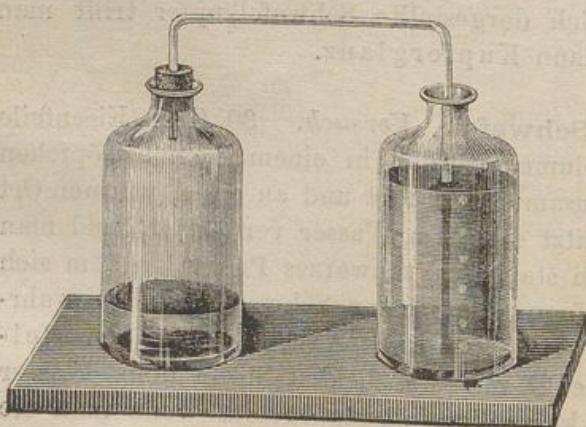
Das chemische Zeichen für Schwefel ist = S. FeS heisst hiernach Eisensulfür;  $FeS_2$  Eisensulfid. Fe, der Anfang des Namens Ferrum, ist das Zeichen für Eisen.

#### Schwefelwasserstoff oder Hydrothionsäure (HS).

(Aeq.-Gew. = 17.)

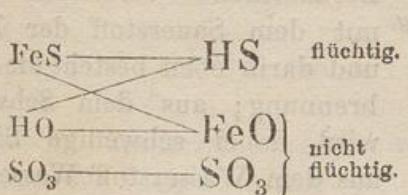
— Zusammensetzung 1796 von Berthollet nachgewiesen. —

**146. Darstellung von Schwefelwasserstoff.** *Versuch.* In Fig. 86.



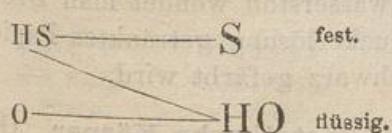
ein Glas von 150 C.C. schütte man 10 Grm. schwarzes Schwefeleisen und 20 Grm. verdünnte Schwefelsäure (88) und verstopfe das Glas schnell mit einem Korke, der mit einer Glasröhre verbunden ist. Diese taucht mit dem längeren Schenkel in

ein mit kaltem Wasser angefülltes Glas. Zuerst entweicht die in dem ersten Gefäss und der Glasröhre enthaltene atmosphärische Luft, dann aber kommt eine sehr übel riechende Luftart, welche sich im Wasser auflöst und ihm einen Geruch nach faulen Eiern mittheilt. Dieses Gas heisst Schwefelwasserstoff. Der



Vorgang hierbei ist ganz so wie bei der Wasserstoffbereitung aus Eisen (87). Es wird Wasser zerlegt; der Sauerstoff desselben oxydirt das Eisen zu Eisenoxydul, welches mit der Schwefelsäure Eisenvitriol bildet; der Wasserstoff des Wassers dagegen entweicht und nimmt den im Schwefeleisen enthaltenen Schwefel als Gesellschafter mit. Das leichte, unter allen Umständen luftförmige Wasserstoffgas hat im hohen Grade die Fähigkeit, auch andere nicht- oder doch schwerflüchtige Körper, wenn es sich mit ihnen verbindet, luftförmig zu machen, ähnlich wie ein begeisterter Sprecher auch tragen und gleichgültigen Zuhörern seinen Enthusiasmus mitzutheilen vermag. Selbst der noch nie zum Schmelzen, viel weniger zum Verdampfen gebrachte Kohlenstoff wird zum leichten Gas, wenn er sich, wie im Leucht- und Sumpfgase, mit Wasserstoff verbindet.

**Schwefelwasserstoffwasser.** Hört die Gasentwickelung auf, so giesst man abermals etwas verdünnte Schwefelsäure zu, damit sich von Neuem Gas erzeuge. Das Wasser ist mit dem Gase gesättigt, wenn beim Umschütteln der die Oeffnung des Gefäßes verschliessende Finger nicht mehr angezogen oder, richtiger, angedrückt wird; 1 Maass Wasser enthält dann  $2\frac{1}{2}$  Maass davon aufgelöst. Es wird in kleinen, gut verstöpselten Gläsern

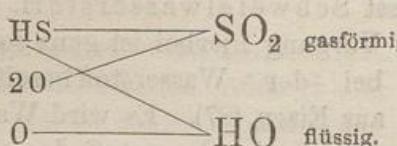


unter dem Namen Schwefelwasserstoffwasser aufgehoben. Beim Zutritt der Luft wird es trübe, weil der Sauerstoff der Luft sich mit dem Wasserstoff des

Schwefelwasserstoffs zu Wasser vereinigt und der Schwefel dann als feines, weisses Pulver (Schwefelmilch) niederfällt.

**147. Eigenschaften des Schwefelwasserstoffs.** Entfernt man während der Gasentwickelung das Wasserfläschchen, so kann

man das Gas durch einen brennenden Fidibus entzünden; es brennt mit blauer Flamme, und dabei verschwindet der stinkende Geruch gänzlich, dafür aber tritt der bekannte Geruch des brennenden Schwefels auf. Beide



Bestandtheile verbinden sich mit dem Sauerstoff der Luft und darin eben besteht die Verbrennung; aus dem Schwefel wird dabei schweflige Säure aus dem Wasserstoff Wasser.

Das Schwefelwasserstoffgas ist schädlich für die Gesundheit, man muss sich daher vor dem Einathmen desselben hüten; am einfachsten geschieht dies, wenn man bei Versuchen mit demselben einen Ort auswählt, wo ein Luftzug stattfindet, durch welchen es weggeweht wird. Ein vor Mund und Nase gehaltenes mit etwas Weingeist befeuchtetes Tuch ist gleichfalls ein gutes Schutzmittel.

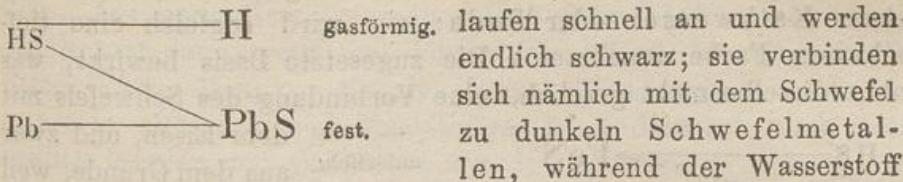
Schwefelwasserstoffgas macht blaues Lackmuspapier roth, auch kann es sich mit vielen Basen verbinden, es gehört daher zu den Säuren. Man nennt es deshalb auch, nach den zweigriechischen Namen für Wasser (*hydor*-) und Schwefel (*thion*-): Hydrothionsäure. Die Eigenschaft, andere Körper sauer zu machen, kommt demnach nicht dem Sauerstoff allein zu, sondern auch dem Wasserstoff; der letztere vermag dies aber nur bei einigen wenigen Elementen, der Sauerstoff bei sehr vielen. Schwefelwasserstoff hat die Formel HS, wodurch angedeutet werden soll, dass es aus 1 Aeq. Wasserstoff und 1 Aeq. Schwefel zusammengesetzt ist. Man wird leicht finden, wie diese Formel der des Wassers (HO) sehr ähnlich ist.

Zur Entdeckung von Schwefelwasserstoff wendet man Bleipapier, d. h. mit schwacher Bleizuckerlösung getränktes Papier an, welches dadurch braun oder schwarz gefärbt wird.

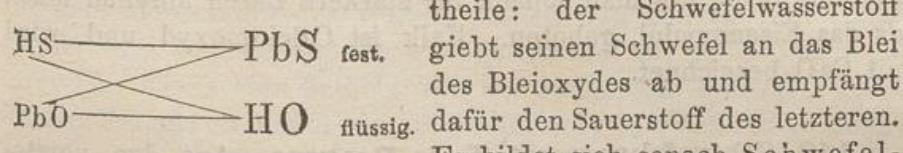
**148. Schwefelwasserstoff und metallische Körper.** Gegen Metalle, Metalloxyde und Metallsalze zeigt das Schwefelwasserstoffgas ein sehr charakteristisches, für Wissenschaft und Praxis überaus wichtig gewordenes Verhalten, über welches die folgenden vier Versuche nähere Auskunft geben werden.

Metalle und Schwefelwasserstoff. *Versuch a.* Man

giesse einige Tropfen Schwefelwasserstoffwasser auf eine blanke Silber- oder Kupfermünze, und auf ein Stück Blei und Eisen; die ersten drei Metalle

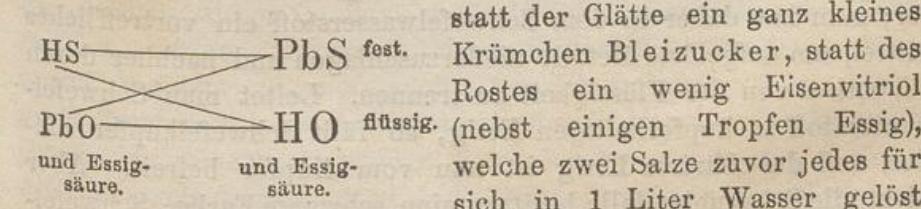


**Metalloxyde und Schwefelwasserstoff.** *Versuch b.* Man schütte in ein Probergläschen eine Messerspitze voll Bleiglätte, in ein anderes etwas geglühten Eisenrost und giesse Schwefelwasserstoffwasser darauf: die gelbe Bleiglätte (Bleioxyd) wird sogleich schwarz; es entsteht ein Austausch der Bestand-



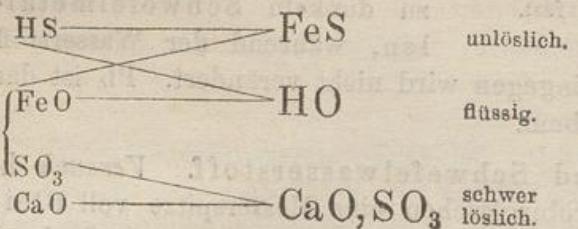
Es bildet sich sonach Schwefblei und Wasser und der unangenehme Geruch verschwindet alsbald. In dem Gläschen mit dem geglühten Eisenroste ändert sich weder die Farbe noch der Geruch, ein Beweis, dass in ihm keine chemische Veränderung stattfindet.

**Negative Metallsalze und Schwefelwasserstoff.** *Versuch c.* Man wiederhole denselben Versuch, nur nehme man



werden; der Erfolg ist derselbe wie bei dem vorigen Versuche. Bleizucker ist essigsäures Bleioxyd; das Bleioxyd wird auch bei dieser grossen Vertheilung im Wasser in Schwefelblei verwandelt und fällt mit der Zeit als schwarzer Schlamm zu Boden. Bei sehr starker Verdünnung wird die Flüssigkeit nur braun gefärbt. Die Essigsäure wird frei und bleibt in der Flüssigkeit.

**Positive Metallsalze und Schwefelwasserstoff.** *Versuch d.* Zu der Eisenvitriollösung, die im vorigen Versuche nach Zusatz von Schwefelwasserstoff klar geblieben, setze man etwas Kalkwasser oder Soda: sie wird sogleich eine tief-schwarze Farbe annehmen. Die zugesetzte Basis bewirkt, was ohne dieselbe nicht geschah, eine Verbindung des Schwefels mit



dem Eisen, und zwar aus dem Grunde, weil sie selbst an die Schwefelsäure des Eisen-vitriols tritt. Die Schwefelsäure hat eine so grosse Affinität zu

dem Eisenoxydul, dass sie das letztere nur dann loslässt, wenn sie einen Ersatz dafür erhält; dieser Ersatz wird ihr durch den Kalk oder die Soda, die man sonach für stärkere Basen ansehen muss, als das Eisenoxydul, geboten. Kalk ist Calciumoxyd und wird mit CaO bezeichnet.

**149. Schwefelwasserstoff als Reagens.** Aus den vorstehenden Versuchen ergeben sich folgende Lehren:

a) Der Schwefel hat auch auf nassem Wege, d. h. in Flüssigkeiten gelöst, eine sehr grosse Verwandtschaft zu den Metallen, und verwandelt Metalle, Metalloxyde und Metallsalze in Schwefelmetalle.

b) Die meisten Schwefelmetalle sind ganz unlöslich in Wasser; man hat daher in dem Schwefelwasserstoff ein vortreffliches Mittel, um aufgelöste Metalle niederzuschlagen und nachher durch Filtration von der Flüssigkeit zu trennen. Leitet man Schwefelwasserstoff in kupferhaltigen Essig, so fällt Schwefelkupfer nieder, und der filtrirte Essig ist nun vom Kupfer befreit. Aber nicht alle Schwefelmetalle besitzen eine schwarze Farbe; Schwefelantimon sieht gelbroth, Schwefelarsenik gelb, Schwefelzink weiss aus. Hierauf gründet sich die Anwendung des Schwefelwasserstoffs als Reagens, d. h. als Erkennungsmittel vieler Metalle. Bleihaltiger Wein wird auf Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser schwarz oder mindestens braun; wegen dieser Anwendung nannte man das letztere sonst Hahnemann'sche Weinprobe.

c) Manche Metalle werden aus ihren Auflösungen auf Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser ohne Weiteres als Schwefelmetalle niedergeschlagen, z. B. Kupfer, Silber, Gold, Blei, Quecksilber, Zinn, Antimon, Arsenik (man nennt diese elektronegativ); andere erst dann, wenn man eine stärkere Basis hinzufügt, z. B. Eisen, Zink, Mangan, Kobalt, Nickel (diese heissen elektropositiv). Das Schwefelwasserstoffgas kann deinnach auch dazu benutzt werden, um ein Metall von dem anderen zu trennen; es ist hierdurch zu einem der wichtigsten Scheidungsmittel für analytische Chemie geworden.

**150. Schwefelwasserstoff durch Fäulniss.** Es ist bekannt, dass sich da, wo thierische Stoffe, z. B. Fleisch, Blut, Excremente etc., faulen, ein Geruch nach faulen Eiern entwickelt; dieser röhrt gleichfalls von Schwefelwasserstoffgas her, das sich aus dem in den meisten Thierstoffen enthaltenen Schwefel und aus dem Wasserstoff des Wassers bildet. In solcher Luft laufen Kupfer und andere metallene Gegenstände an, indem sich auf ihrer Oberfläche eine Schicht von Schwefelmetall erzeugt. Auch in den Pflanzen findet sich Schwefel vor, in reichlicher Menge insbesondere in den Samen, z. B. den Erbsen, Bohnen etc., und in einigen sehr scharf schmeckenden Gewächsen, z. B. im Senf und Meerrettig. Lässt man diese faulen, so entwickelt sich aus ihnen Schwefelwasserstoffgas.

**151. Schwefelwasserstoff in Quellen.** Endlich ist noch anzuführen, dass dieses Gas auch zuweilen in Quellwässern vorkommt, was leicht durch Geruch und Geschmack zu entdecken ist. Manche dieser Quellen, z. B. die berühmte heisse Quelle zu Aachen, werden unter dem Namen Schwefelwässer als Heilmittel benutzt. Eine faulende Holzröhre kann oft ein sonst gutes Trinkwasser durch Zersetzung des in letzterem enthaltenen Gypses zu einem stinkenden Schwefelwasser machen; entfernt man die faule Röhre, so wird das Wasser wieder geruchlos und trinkbar.

**Schwefelkohlenstoff oder Schwefelalkohol ( $CS_2$ ).**

(Aeq.-Gew. = 88.)

**152. Der Schwefelkohlenstoff** ist eine wasserhelle, sehr widrig riechende und sehr flüchtige Flüssigkeit. Obwohl schwe-

rer als Wasser (specif. Gew. 1,27), kocht derselbe doch schon bei 48° C. Angezündet verbrennt er mit blauer Flamme zu Kohlensäure und schwefliger Säure. Er löst Schwefel und Phosphor mit Leichtigkeit auf, wie auch Oele und Fette, man wendet ihn daher zum Entfetten der Schafwolle wie zur Oelgewinnung aus Raps- und Leinsamen etc. an. In den Standgefassen bedeckt man ihn zuweilen mit einer Schicht Wasser, welches auf ihm schwimmt und sich nicht mit ihm vermischt, um ihn am Verfliegen zu hindern. Um ihn darzustellen, leitet man Schwefel in Gasform über glühende Holzkohle und verdichtet das Product in eiskaltem Wasser.

### Selen (Se) und Tellur (Te).

— Ersteres 1817 von Berzelius, letzteres 1782 von Müller v. Reichenstein entdeckt. —

**153.** Diese zwei Elemente haben in ihren Verbindungen die grösste Aehnlichkeit mit dem Schwefel, kommen aber nur sehr selten in der Natur vor. Das Selen ist unter Anderem in dem rothen Schlamme enthalten, der sich aus mancher Schwefelsäure, insbesondere nach deren Verdünnung mit Wasser, absetzt.

### Phosphor (P).

(Aeq.-Gew. = 31. — Specif. Gew. = 1,84.)

— 1669 von Brandt und Kunkel im Urin, 1769 von Gahn und Scheele in den Knochen entdeckt. —

**154. Vorsicht bei Versuchen mit Phosphor.** Bei den Versuchen mit Phosphor ist allen Ernstes darauf zu achten, dass er sich nicht zur Unzeit entzünde, da er mit der grössten Heftigkeit fortbrennt und gefährliche Brandwunden veranlassen kann. Er ist im Stande, besonders zur Sommerzeit, sich schon beim ruhigen Daliegen auf Löschpapier oder durch die Wärme der Finger zu entzünden; man muss ihn daher unter Wasser aufbewahren und zerschneiden. Wird er aus dem Wasser herausgenommen, so hält man ihn mit einer kleinen Zange, oder spiesst ihn an die Spitze eines Federmessers; auch ist es der Vorsicht gemäss, zu den Versuchen nur kleine Quantitäten



Phosphor auf einmal anzuwenden und ein Wassergefäß parat zu halten, um ihn, wenn er Feuer fangen sollte, in dasselbe einzutauen zu können.

**155. Eigenschaften des Phosphors.** Der Phosphor ist in seinen Eigenschaften dem Schwefel sehr nahe verwandt, nur besitzt er eine ungleich hitziger Gemüthsart. Man könnte den Schwefel für einen phlegmatischen Bruder des Phosphors ansehen. Phosphor schmilzt, kocht, verdampft und verbrennt wie der Schwefel, nur ungleich leichter und schneller; im Winter ist er spröde, im Sommer biegsam wie Wachs. Im reinen und frischen Zustande ist er farblos, bei längerer Aufbewahrung aber wird er gelblich und überzieht sich mit einer etwas Wasser enthaltenden weissen Rinde. Der Phosphor ist ferner in Wasser unlöslich, aber löslich in Aether, Schwefelkohlenstoff und Oelen. Eingenommen ist der Phosphor ein überaus heftiges Gift; man benutzt ihn deshalb häufig zur Vertilgung der Ratten und Mäuse. Die sogenannte Rattenlatwerge (Phosphorteig) wird aus 1 Thl. Phosphor, 36 Thln. kochendheissem Wasser und 32 Thln. Roggengrund zusammengemischt. Zu den Phosphorpillen kommt noch etwas mehr Mehl.

**156. Allotropie des Phosphors. Rother Phosphor.** Wird farbloser Phosphor längere Zeit dem Lichte oder einer Hitze von  $250^{\circ}\text{C}$ . ausgesetzt, so erfährt er eine bemerkenswerthe Veränderung, indem er in einen allotropischen Zustand übergeht. Er nimmt dann eine röthlich schwarze, als Pulver eine scharlachrothe, zinnoberähnliche Farbe an und hat nun seine leichte Entzündlichkeit und Löslichkeit wie seine Leuchtkraft verloren, kann aber durch noch stärkeres Erhitzen vollkommen wieder in gewöhnlichen Phosphor übergeführt werden.

#### Versuche mit Phosphor.

**157. Phosphorlösung. Versuch.** In ein kleines Gläschen bringe man zuerst 10 C. C. Aether, dann ein linsengrosses Stück Phosphor, verstopfe das Gefäß und lasse es unter öfterem Umschütteln einige Tage stehen. Die Flüssigkeit wird abgegossen; sie enthält ungefähr  $\frac{1}{2}$  Decigr. Phosphor aufgelöst und dient zu folgenden Versuchen:

Stöckhardt, die Schule der Chemie.

**Langsame Verbrennung. Leuchten.** *Versuch a.* Einige Tropfen der Phosphorlösung werden auf die Hand gegossen und schnell auf ihr verrieben: in einigen Augenblicken ist der Aether verdunstet, der Phosphor aber bleibt in der feinsten Vertheilung auf der Hand zurück. Je feiner derselbe vertheilt ist, um desto leichter verbindet er sich mit dem Sauerstoff der Luft; während dieser Verbindung verbreitet er einen weissen Rauch und ein starkes Licht (er phosphorescirt), daher leuchten die Hände an einem dunkeln Orte. Von dieser Eigenschaft ist der Name Phosphor herzuleiten: *phos* — heisst Licht, *phor* — Träger. Durch Reiben der Hände wird dieses Leuchten stärker, weil der Phosphor dadurch immer wieder eine frische Oberfläche erhält, die begierig von Neuem Sauerstoff anzieht. Die Wärme, die dabei entwickelt wird, ist zu unbedeutend, um eine Entzündung zu veranlassen. Man nennt diese bei niedriger Temperatur stattfindende Oxydation eine *langsame Verbrennung*. Während des Leuchtens riechen die Hände nach Knoblauch und erlangen zugleich einen sauren Geschmack, weil die gebildete Sauerstoffverbindung des Phosphors eine Säure ist; sie heisst *phosphorige Säure* und besteht aus 1 Aeq. Phosphor und 3 Aeq. Sauerstoff. Will man dieselbe in grösserer Quantität darstellen, so legt man ein Stückchen Phosphor in ein Glas und lässt dieses im Keller so lange stehen, bis der Phosphor sich in eine farblose, saure Flüssigkeit verwandelt hat. Hierbei nimmt jedoch auch ein Theil der erzeugten phosphorigen Säure noch mehr Sauerstoff auf und wird zu *Phosphorsäure*; die gewonnene saure Flüssigkeit ist demnach ein Gemenge von diesen beiden Säuren.

**Lebhafte Verbrennung.** *Versuch b.* Man befeuchte ein Stück Zucker mit der Phosphorlösung und werfe es in kochend-heisses Wasser: durch die Wärme des letzteren wird der Aether sammt dem gelösten Phosphor luftförmig; beide steigen auf die Oberfläche des Wassers und entzünden sich gewöhnlich dasselbst, indem sie sich mit dem Sauerstoff der Luft verbinden. Die Verbrennung erfolgt hier rasch und vollständig, und dabei nimmt der Phosphor eine grössere Menge Sauerstoff auf, nämlich 5 Aeq. Sauerstoff auf 1 Aeq. Phosphor; es bildet sich *Phosphorsäure*, die überall entsteht, wo Phosphor vollständig, d. h.

mit Flamme verbrennt, wie dies schon gezeigt worden ist (67. 72).

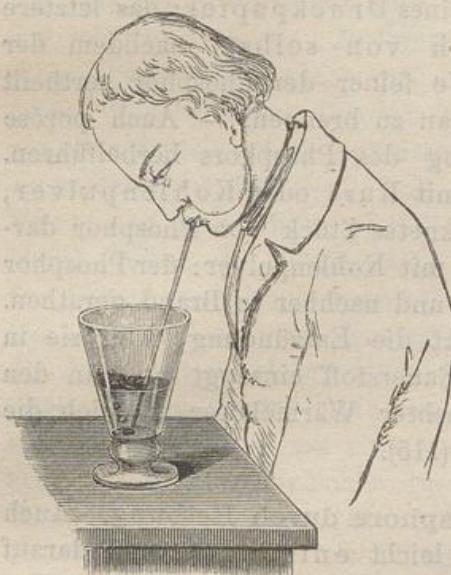
**Selbstentzündung.** *Versuch c.* Man giesse etwas von der Phosphor-Aetherlösung auf feines Druckpapier: das letztere erglimmt oder entzündet sich von selbst, nachdem der Aether sich verflüchtigt hat. Je feiner der Phosphor zertheilt ist, um desto leichter fängt er an zu brennen. — Auch poröse Körper können eine Entzündung des Phosphors herbeiführen. Man bestreue einen Ziegelstein mit Russ oder Kohlenpulver, lege ein erbsengrosses, abgetrocknetes Stück von Phosphor darauf und überdecke es gleichfalls mit Kohlenpulver: der Phosphor wird nach kurzer Zeit schmelzen und nachher in Brand gerathen. Die fein zertheilte Kohle bewirkt die Entzündung, weil sie in Folge ihrer Porosität begierig Sauerstoff einsaugt und an den Phosphor abgiebt und als schlechter Wärmeleiter zugleich die Abkühlung desselben verhindert (115).

**158. Entzündung des Phosphors durch Reibung.** Auch durch Reibung wird Phosphor leicht entzündet, und darauf gründet sich die in neuerer Zeit so allgemein gewordene Benutzung dieses Körpers zu Reibzündhölzchen. Die Zündmasse bereitet man aus heissem (70° C.) Gummischleim, wozu man kleine Stückchen Phosphor bringt, die man durch stetes Reiben bis zum Erkalten genau in dem Schleime vertheilt. Da aber die nach dem Trocknen harte Masse keine Luft zu dem in ihr eingeschlossenen Phosphor hinzulässt, so muss dafür gesorgt werden, dass der letztere im Innern einen sauerstoffreichen Körper vorfinde, dem er den zum Anzünden nothwendigen Sauerstoff wegnehmen kann. Man setzt daher Braunstein, Salpeter oder Mennige hinzu.  $1\frac{3}{4}$  Thle. Phosphor, 4 Thle. Gummi arabicum, 4 Thle. Wasser, 2 Thle. Salpeter und 2 Thle. Mennige geben eine gute Zündmasse. Zum Anzünden der Streichhölzchen durch Erwärmung war nach 124. eine Temperatur von 65° bis 70° C. erforderlich, diese wird hier durch gleitende Reibung erzeugt. Dabei zerplatzt und verbrennt die Gummirinde, und das Fortbrennen kann nun durch den Sauerstoff der Luft erfolgen.

**159. Unvollständige Verbrennung des Phosphors.** *Versuch a.* Ein erbsengrosses Stück Phosphor wird in einem Glase

mit so viel heissem Wasser uebergossen, dass das Glas nur halb voll wird: der Phosphor schmilzt, kann aber nicht anbrennen,

Fig. 87.

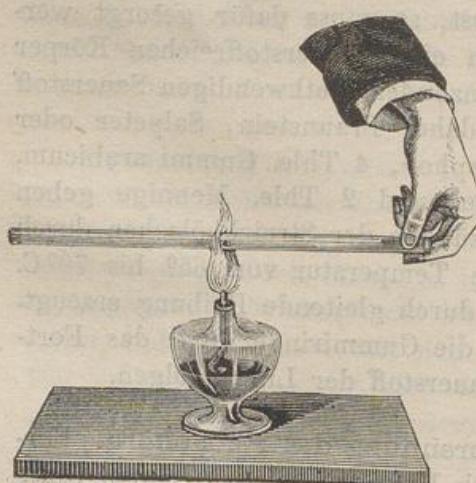


weil das Wasser ueber ihm den Zutritt der Luft verhindert. Bläst man jedoch vorsichtig, damit kein Uebersprudeln stattfinde, mit dem Munde Luft durch eine lange Glasröhre auf den Boden des Gefäßes, so entsteht daselbst durch den Sauerstoff jeder Luftblase eine blitzartige Verbrennung, die man im Dunkeln besonders deutlich wahrnimmt. Das sich bildende und in der Flüssigkeit schwimmende, gelbrothe Pulver deutet an, dass sich hiebei ausser den Sauerstoffverbindungen des Phosphors

auch rother allotropischer Phosphor mit erzeugt. Man nannte diese Verbindung bisher Phosphoroxyd, nach neueren Untersuchungen giebt es jedoch keine solche Oxydationsstufe.

Kocht man etwas von dem überstehenden Wasser im Dunkeln,

Fig. 88.



so bemerkt man, dass der aufsteigende Dampf leuchtet. Die kleinsten Spuren von Phosphor verrathen sich auf diese Weise.

*Versuch b.* Dieselbe gelbrothe Verbindung erhält man, wenn man ein linsengrosses Stückchen Phosphor in der Mitte einer längeren an beiden Seiten offenen Glasröhre gelind bis zur Entzündung erhitzt. Ist dies geschehen, so wird die Lampe entfernt. So lange die Röhre hori-

zontal gehalten wird, ist die Verbrennung schwach und unvollständig, weil der schwere Rauch, der aus Phosphorsäure und phosphoriger Säure besteht, nur langsam abziehen und daher nur wenig frische Luft hinzutreten kann. An dem oberen Theile der Röhre setzt sich eine rothe Phosphormasse in Menge ab. Die Verbrennung wird aber sogleich lebhafter, wenn man die Röhre neigt; sie erfolgt am vollständigsten, wenn die letztere senkrecht gehalten wird, weil dann der Luftzug am stärksten ist. Man hat es auf diese Weise in seiner Gewalt, den Phosphor vorherrschend in Phosphorsäure, phosphorige Säure oder in die rothgelbe Verbindung umzuwandeln. Dieser Versuch ist auch zur Verdeutlichung des in Oefen und Schornsteinen stattfindenden Luftzuges (122) sehr geeignet.

**160. Ozon. Versuch.** Die langsame Verbrennung des Phosphors bei einer Temperatur von 25 bis 30° C. bietet Gelegenheit dar, einige Eigenschaften des Ozons (83), insbesondere den Geruch und die oxydirende Kraft desselben kennen zu lernen. Man fülle eine Schüssel halb voll mit heissem Wasser und stelle, wenn das Wasser bis zu 35° C. abgekühlt ist, eine mit einer Glasscheibe bedeckte Literflasche hinein, in welche man vorher eine etwa  $\frac{1}{2}$  Decimeter lange Stange Phosphor und so viel Wasser gebracht hat, dass der Phosphor halb von Wasser und halb von Luft umgeben ist. Hatte die Phosphorstange in Folge längerer Aufbewahrung sich mit einer weissen Rinde überzogen, so schabt man diese unter kaltem Wasser vorher ab; der Phosphor zeigt dann deutlich weisse Nebel und einen knoblauchartigen Geruch. In dem warmen Wasser tritt eine verstärkte Rauchentwickelung ein, insbesondere wenn man die Flasche öfters bewegt, um immer neue Phosphortheile mit der Luft in Berührung zu bringen. Riecht man nach 4 bis 5 Minuten in die Flasche, so bemerkt man einen anderen, unangenehmen, zum Husten reizenden Geruch; dieser ist dem aus einem kleinen Theile des atmosphärischen Sauerstoffs erzeugten Ozon-Sauerstoff zuzuschreiben. Die heftig oxydirenden Wirkungen des letzteren geben sich an dem Jodstärkepapier und Guajakpapier am deutlichsten zu erkennen; hängt man Streifen davon in die Flasche, so findet man, dass durch Sauerstoffaufnahme die weisse Farbe des ersten bald in Braun und zuletzt in Dunkelblau übergeht, die bräun-

liche Farbe des letzteren aber in Hellblau, während in ozonfreier atmosphärischer Luft eine Sauerstoffaufnahme und Farbenänderung nicht eintritt. Pflanzenfarben werden durch Ozon, ähnlich wie durch Chlor, gebleicht, Metalle in Oxyde, Oxyde in Superoxyde umgewandelt u. a. m. — Sollte der Phosphor bei diesem Versuche sich etwa entzünden, so giesse man rasch so viel kaltes Wasser in die Flasche, dass dieses den Phosphor ganz bedeckt.

Das Jodstärkepapier erhält man, indem man Papierstreifen durch dünnen Stärkekleister (178) zieht, unter den man einige Tropfen Jodkaliumlösung (282) gerührt hat. Durch Ozon (ebenso durch Chlor und salpetrige Säure) wird Jod in Freiheit gesetzt, welches die Stärke tiefblau färbt. Dasselbe Papier benutzt man als Ozonometer, um den wechselnden Gehalt der Luft an Ozon zu bestimmen. Zur Herstellung des Guajakpapiers tränkt man das Papier mit einer Lösung von Guajakharz in Weingeist (Guajaktinctur).

**161. Darstellung des Phosphors.** Der Phosphor wurde sonst aus Urin gewonnen, jetzt stellt man ihn allgemein aus Knochen dar. Die Knochen bestehen der Hauptsache nach aus Leim (Knorpel), Kalk und Phosphorsäure ( $\text{PO}_5$ ).

Leim wird entfernt durch Glühen der Knochen (er verbrennt).

Kalk wird entfernt durch Schwefelsäure (es entsteht schwefelsaurer Kalk).

Phosphor-  
säure.       $\left\{ \begin{array}{l} \text{Sauerstoff } (\text{O}_5) \text{ wird entfernt durch Glühen mit Kohle (es entsteht Kohlenoxydgas).} \\ \text{Phosphor (P) bleibt übrig.} \end{array} \right.$

Da der Phosphor flüchtig ist und leicht brennt, so wird das Glühen der Phosphorsäure mit Kohle in einem verschlossenen Gefäss, gewöhnlich in einer irdenen Retorte, vorgenommen, deren Hals in ein Wassergefäß taucht, in dem sich die Phosphordämpfe verdichten. Es ist also eine Destillation. Das sich entwickelnde Kohlenoxydgas entweicht, nebst etwas Phosphorwasserstoffgas und Kohlenwasserstoffgas, durch das Wasser.

Desoxydiren durch Kohle. Die Kohle hat die Fähigkeit fast allen Säuren und Basen, wie hier der Phosphorsäure, in der Glühhitze den Sauerstoff wegzunehmen, oder, wie man sagt, sie zu desoxydiren oder reduciren; dabei entsteht aus dem

Kohlenstoff und Sauerstoff Kohlenoxydgas (CO), welches entweicht. Wir gewinnen fast alle unsere Metalle aus den in der Erde vorkommenden Metalloxyden oder Erzen durch Erhitzen derselben mit Kohle.

Phosphorwasserstoff ( $H_3P$ ).

(Aeq.-Gew. = 34.)

**162. Versuch.** In ein kleines Kochfläschchen bringe man 10 Grm. gelöschten Kalk und ein erbsengrosses Stück Phosphor, fülle das Gläschen bis an den Hals voll Wasser und stelle es

Fig. 89.



in ein kleines Töpfchen, in dem sich starkes Salzwasser befindet. Dieses wird aus 1 Thl. Kochsalz und 3 Thln. Wasser bereitet. Nachdem man die Oeffnung des Gläschens mit einer gebogenen Glasröhre, die mit ihrem anderen Ende in ein Wassergefäß taucht, verbunden hat, erhitzt man das Salzwasser bis zum Kochen: es wird sich eine Gasart entwickeln, die sich, so wie sie aus dem Wasser in die Luft tritt, von selbst entzündet. Dieses Gas heisst Phosphorwasserstoffgas und besteht aus mehreren Verbindungen von Phosphor und Wasserstoff, der Hauptsache nach aus  $H_3P$ . Fängt man dasselbe in einem mit Wasser gefüllten Probergläschen auf die bekannte Weise auf, so entzündet es sich erst dann, wenn man das Gefäß an der Luft öffnet. Beim Brennen desselben verbinden sich sowohl Phosphor als

Wasserstoff mit dem Sauerstoff der Luft, und es entsteht Phosphorsäure ( $\text{PO}_5$ ) und Wasser ( $3\text{HO}$ ). Die erstere bildet einen weissen Rauch, welcher, wenn das Gas in einzelnen Blasen aus dem Wasser aufsteigt, eine ringförmige Gestalt hat. Unverbrannt riecht das Gas knoblauchartig.

**163. Prädisponirende Verwandtschaft.** Bei der Bereitung von Schwefelwasserstoff (146) nahm das Eisen dem Wasser seinen Sauerstoff und der Schwefel verband sich nun mit dem freigewordenen Wasserstoff. Was diese beiden Stoffe zusammen vermochten, das vermag der Phosphor allein: er entzieht dem Wasser sowohl Sauerstoff als Wasserstoff, er theilt sich in die Bestandtheile des Wassers. Aus Phosphor und Wasserstoff entstehen zwei Säuren (Phosphor- und unterphosphorige Säure), die zurückbleiben; aus Phosphor und Wasserstoff aber bildet sich eine flüchtige, gasförmige Verbindung, welche entweicht. Der Phosphor vermag diese Wirkung jedoch nur dann auszuüben, wenn eine starke Basis, wie hier der Kalk, zugegen ist, mit der sich die aus Phosphor und Wasserstoff entstehenden Säuren verbinden können. Der Kalk ist der Bundesgenosse des Phosphors, er hilft nicht direct bei der Wasserzersetzung, sondern er feuert den Phosphor nur zu grösserer Kraft und Thätigkeit an. Er möchte sich selbst gern mit Säuren verbinden, es sind deren jedoch keine vorhanden; wohl aber können solche entstehen, wenn der Phosphor dem Wasser seinen Sauerstoff entreisst. Dies geschieht, und man kann sagen: der Kalk treibt den Phosphor an, er disponirt ihn zur Wasserzersetzung, damit er selbst sein Gelüste nach einer Verbindung mit Säuren befriedigen könne. Hieraus wird der Name erklärlich werden, den diese Art von Verwandtschaft erhalten hat; man nennt sie nämlich eine prädisponirende oder antreibende. Durch das Wort *prae*, vorher, soll angedeutet werden, dass es eine Verwandtschaft, ein Verlangen ist nach einem Körper, der noch nicht existirt, der aber aus den vorhandenen Elementen gebildet werden kann, und auch, eben in Folge dieses Verlangens, wirklich gebildet wird.

Betrachtet man jetzt den Vorgang bei der Bereitung des Wasserstoffs (87) und Schwefelwasserstoffs (146), so wird man nicht im Zweifel sein können, dass auch in diesen zwei Fällen eine prädisponirende Verwandtschaft thätig ist. Der an-

treibende Körper ist dort aber eine Säure, die starke Schwefelsäure. Diese hat ein grosses Verlangen nach einer Basis und drängt das Eisen, sich in eine solche umzuwandeln, was leicht geschehen kann, wenn das letztere sich mit dem Sauerstoff des Wassers verbindet. Dadurch wird der andere Bestandtheil des Wassers frei und entweicht in luftförmiger Gestalt, im ersten Falle allein, im zweiten in Gemeinschaft mit dem Schwefel, den das Eisen in dem Augenblicke loslässt, wo es sich mit dem ihm mehr zusagenden Sauerstoff verbindet.

**164. Verbindungsgesetz.** Es nimmt vielleicht Wunder, warum die Schwefelsäure sich nicht unmittelbar mit dem metallischen Eisen oder der Kalk mit dem Phosphor verbindet; dies geschieht deshalb nicht, weil Eisen und Phosphor einfache, Schwefelsäure und Kalk aber zusammengesetzte Körper sind, und einem schon einmal erwähnten Naturgesetze gemäss, einfache Stoffe sich in der Regel nur mit einfachen, zusammengesetzte aber nur mit zusammengesetzten verbinden können. Die zusammengesetzte Schwefelsäure ist daher nicht im Stande, sich mit dem einfachen Eisen zu vereinigen, wohl aber mit dem zusammengesetzten Eisenoxydul. Ebenso wenig kann der zusammengesetzte Kalk mit dem einfachen Phosphor in Verbindung treten; dies geschieht aber sogleich, wenn der Phosphor durch Anziehung von Sauerstoff ebenfalls zu einem zusammengesetzten Körper geworden ist.

**165. Wasserbad.** Das Einsetzen des Gläschens bei dem eben beschriebenen Versuche in Salzwasser hat zum Zweck, das Anbrennen des Phosphors beim etwaigen Springen des Gläschens zu verhindern. Salzwasser von der angegebenen Stärke kocht erst bei  $109^{\circ}$ , es entsteht also durch dasselbe ein lebhafteres Kochen in dem Gläschen, als wenn man das letztere in blossem Wasser, welches nur  $100^{\circ}$  heiss werden kann, erhitzt. Man nennt einen Apparat, in dem man Körper durch heisses Wasser oder heisse Salzlösungen erhitzt, ein Wasser- oder Marienbad. Auf ähnliche Weise werden Extracte abgedampft und Stoffe getrocknet, die bei stärkerer Hitze leicht anbrennen oder sonst verändert werden.

Phosphor und Schwefel zeichnen sich besonders durch ihre grosse Brennbarkeit aus; man kann sie aus diesem Grunde Pyogene oder Feuererzeuger nennen.

### Rückblick auf die Pyogene

(Schwefel, Selen, Tellur und Phosphor).

1) Einfache Körper verbinden sich in der Regel nur mit einfachen, zusammengesetzte nur mit zusammengesetzten.

2) Sollen ein Paar Körper chemisch auf einander wirken, so muss gewöhnlich einer von ihnen tropfbar oder gasförmig sein.

3) Wenn Körper plötzlich fest werden, die vorher in einer Flüssigkeit aufgelöst oder als Dampf mit Luft vermengt waren, so erhält man sie als einen zarten, feinen Staub (Schwefelmilch und Schwefelblumen).

4) Alle feinzertheilten und porösen Körper saugen begierig Gasarten ein und verdichten sie in sich; bei manchen geschieht dies mit solcher Kraft, dass die Gase sich innerhalb der Poren chemisch mit einander verbinden (Platinschwamm, Holzkohle, Russ).

5) Eine unvollständige Verbrennung oder Oxydation findet statt, wenn nicht genug Luft (Sauerstoff) vorhanden ist; eine langsame Verbrennung, wenn ein Körper sich bei niedrigerer Temperatur mit Sauerstoff verbindet; eine vollständige und rasche Verbrennung aber, wenn die Verbindung in höherer Temperatur und bei reichlich vorhandener Luft vor sich geht. In den beiden ersten Fällen entstehen niedrigere Oxydationsstufen, in dem letzteren höhere.

6) In der Chemie gilt das Recht des Stärkeren; ein starker chemischer Körper kann einen schwächeren aus seiner Verbindung mit einem anderen austreiben und sich an die Stelle des letzteren setzen. Dies nennt man Zersetzung durch einfache Wahlverwandtschaft.

7) Zersetzung durch doppelte Wahlverwandtschaft tritt ein, wenn zwei Verbindungen ihre Bestandtheile gegenseitig austauschen.

8) Wird eine einfache oder doppelte Wahlverwandtschaft



erst durch Hülfe eines dritten Körpers, gewöhnlich durch eine starke Säure oder eine starke Basis, rege gemacht, so nennt man dies eine Zersetzung durch prädisponirende Verwandtschaft.

9) Desoxydiren, der Gegensatz von Oxydiren, heisst: den Sauerstoff aus einer Verbindung hinwegnehmen.

10) Um einen chemischen Stoff zu erkennen und von anderen zu trennen, versetzt man die Lösung desselben mit Reagentien, d. h. mit solchen Stoffen, die damit eine unlösliche Verbindung bilden (Niederschlag), oder die Farbe, den Geruch etc. desselben verändern; Veränderungen solcher Art heissen Reactionserscheinungen.

11) Nur an löslichen Körpern bemerkte man Geschmack, nur an flüchtigen Geruch.

### Dritte Gruppe der Nichtmetalle: Halogene.

#### Chlor (Cl).

(Aeq.-Gew. = 35,5. — Specif. Gew. = 2,44.)

— 1774 von Scheele entdeckt und „dephlogistisierte Salzsäure“ genannt;  
1810 von Davy für ein Element erklärt. —

**166. Bereitung von Chlor. Versuch.** 20 Grm. grob gestossenen Braunsteins werden mit 60 Grm. roher Salzsäure übergossen und in einem mit einer gebogenen Glasröhre verbundenen Kochfläschchen (Fig. 90 a. f. S.) langsam erhitzt: es entweicht ein gelbgrünes Gas, das auf die bekannte Weise aufgefangen wird. Dieses Gas heisst Chlor, weil es eine grünliche Farbe hat (das griechische Wort chloros bedeutet gelbgrün). Man füllt mehrere weisse Gläser von etwa 200 C.C. Inhalt damit an und verstöpselt sie. Ausserdem lässt man ein Glas nur zu  $\frac{2}{3}$  sich mit Gas füllen und schüttelt es mit dem zurückgebliebenen  $\frac{1}{3}$  Wasser: das Glas bleibt an dem die Oeffnung verschliessenden Finger hängen, ein Beweis, dass innen ein luftverdünnter Raum entstanden ist, den die äussere Luft auszufüllen strebt. Entfernt man den Finger, so strömt die letztere mit Heftigkeit ein. Dieser leere Raum entstand, weil das Chlorgas sich im Wasser auflöste, wie man dies auch aus dem Verschwinden der gelben Farbe in dem oberen