

Sauerstoff. *Oxygenium.*

Symbol O. Aequivalentgewicht = 8. Atomgewicht:  $O = 16$ . Moleculargewicht:  $OO = 32$ . Volumgewicht (specif. Gewicht, Wasserstoff = 1) 16. Specif. Gewicht (atmosphärische Luft = 1) 1,108. Absolutes Gewicht: 1000 Cubikcentimeter bei  $0^{\circ}$  und 760<sup>mm</sup> Barometerstand wägen: 1,4336 Grm. = 16 Krith (1 Krith = 0,0896 Grm., dem Gewichte von 1000 C.C. Wasserstoffgas).

Eigenschaf-  
ten.

Permanen-  
tes farb-,  
geruch- und  
geschmack-  
loses Gas.

Der Sauerstoff ist ein luftförmiger Körper, d. h. ein Gas und zwar ein permanentes Gas, ein solches, welches bisher noch nicht flüssig oder fest gemacht, verdichtet werden konnte. Die äusseren Eigenschaften des Sauerstoffs sind von denen der uns umgebenden atmosphärischen Luft wenig verschieden. So wie letztere ist er vollkommen durchsichtig, farblos, geruchlos, geschmacklos; dagegen besitzt er ein etwas höheres specifisches Gewicht als diese; denn setzen wir das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft = 1, so ist jenes des Sauerstoffs 1,108. Auch sein Lichtbrechungsvermögen ist geringer als das der atmosphärischen Luft, und verhält sich zur Strahlenbrechung der letzteren wie 0,86161 zu 1.

Stellen wir eine mit atmosphärischer Luft gefüllte Flasche neben eine solche, welche Sauerstoff enthält und neben diese eine leere, d. h. luftleer gepumpte, so können wir durch unsere äusseren Sinne keinerlei Unterschied wahrnehmen, da eben diese beiden Gase durch die Abwesenheit derjenigen Eigenschaften ausgezeichnet sind, welche auf unsere äusseren Sinne wirken. Davon, dass zwei dieser Flaschen Gase enthalten, sonach nicht im eigentlichen Sinne leer sind, können wir uns aber leicht überzeugen. Bringen wir nämlich den Inhalt dieser Flaschen in ein Medium, welches nicht gasförmig, sondern flüssig ist und die fraglichen Gase nicht aufzulösen vermag; öffnen wir z. B. die Flaschen unter Wasser oder Quecksilber, so sehen wir in dem Maasse, als die Flüssigkeit in die Flaschen eintritt, daraus die Gase in Gestalt von sogenannten Luftblasen entweichen, während, wenn wir die luftleer gepumpte Flasche unter einer Flüssigkeit öffnen, letztere sogleich mit Gewalt in die Flasche stürzt und ohne dass daraus irgend etwas entweicht. Farblose Gase können wir daher erst dann sehen, wenn sie sich in Medien befinden, die nicht ebenfalls farblos und gasförmig wie die atmosphärische Luft sind.

Brennbare  
Körper  
brennen  
darin mit  
erhöhtem  
Glänze, in  
kürzerer  
Zeit und mit  
stärkerer  
Wärmeent-  
wicklung.

So wenig sich der Sauerstoff von der atmosphärischen Luft durch seine äusseren Charaktere unterscheidet, so leicht ist es, ihn von dieser und von anderen Gasen durch sein Verhalten zu brennenden Körpern zu unterscheiden. Brennbare Körper verbrennen nämlich darin viel rascher, d. h. in kürzerer Zeit, mit viel glänzenderer Lichterscheinung und mit viel bedeutenderer Wärmeentwicklung, wie in atmosphärischer Luft. Wenn man in eine mit Sauerstoffgas gefüllte Flasche einen brennenden Holzspahn bringt, so geht die Verbrennung sogleich mit viel höherem Glänze als in der Luft von Statten und der Spahn wird sehr rasch ver-

zehrt.  
dass  
in die  
verhä  
umge  
Lichte  
dann  
selbst  
deten  
Schwe  
nen,  
man  
brenn  
Glimm  
hafter  
dem d  
verhal  
Sauer  
I  
der n  
Wir k  
und er  
einen  
rig er  
das Ei  
Funke  
Stahlf  
wird,  
nen u.  
D  
geath  
Räume  
sphäri  
auch  
viel h  
wenn  
In  
über V  
V  
stoffen  
In frei  
in der  
stoff er  
ein Be  
Thier-

zehrt. Zieht man den Spahn wieder heraus und bläst ihn aus, jedoch so, dass er an einer Stelle zu glimmen fortfährt und bringt ihn dann wieder in die Flasche, so entflammt er sich darin von selbst wieder. Aehnlich verhält sich ein Kerzchen, welches man angezündet an einem am Ende umgebogenen Drahte in die Flasche senkt; es verbrennt mit glänzendem Lichte und wird sehr rasch verzehrt. Bläst man es aus und führt es dann rasch wieder in die Flasche ein, so entflammt es sich ebenfalls von selbst wieder. Jedermann kennt die charakteristische, an jedem angezündeten Schwefelfaden zu beobachtende blassblaue Flamme des brennenden Schwefels. Zündet man aber etwas Schwefel an, der sich in einem eisernen, an einem langen Stiele befestigten Löffelchen befindet und senkt man das Löffelchen in eine mit Sauerstoffgas gefüllte Flasche, so verbrennt der Schwefel sehr rasch mit einer sehr schönen lasurblauen Flamme. Glimmender Zunder, glimmende Kohle verbrennen im Sauerstoffe mit lebhafter Lichtentwicklung; brennender Phosphor mit einem Lichte, das dem der Sonne nahe kommt. So wie die zu Beispielen gewählten Körper verhalten sich alle übrigen, welche in der Luft brennen; alle brennen im Sauerstoff rascher, glänzender und mit stärkerer Wärmeentwicklung.

Im Sauerstoff brennen aber auch Körper, welche in der Luft entweder nicht, oder nur bei sehr hoher Temperatur brennen. So z. B. Eisen. Wir können einen Eisendraht so lange wir wollen in eine Flamme halten und er wird nicht verbrennen, höchstens wird er glühend; wenn wir aber einen spiralförmig gewundenen Eisendraht oder eine Uhrstahlfeder gehörig erhitzt in eine Flasche mit Sauerstoffgas bringen, so beginnt alsbald das Eisen mit sehr glänzender Lichterscheinung und unter sehr lebhaftem Funkensprühen zu verbrennen, indem das Ende des Drahtes oder der Stahlfeder zu einer glühenden Kugel schmilzt, die, wenn sie zu schwer wird, abfällt, während nun der übrige Draht fortfährt, weiter zu brennen u. s. f.

Auch Eisen verbrennt darin unter lebhaftem Funkensprühen,

Das Sauerstoffgas ist athembar, d. h. es kann ohne Nachtheil eingeathmet werden. Bringt man kleine Thiere in mit Sauerstoff gefüllte Räume, so athmen sie darin gerade so, wie in gleich grossen mit atmosphärischer Luft gefüllten Räumen. Deshalb wurde der Sauerstoff früher auch wohl Lebensluft genannt. Das Blut solcher Thiere findet man viel heller roth gefärbt. Sauerstoff ertheilt überhaupt dem Blute, auch wenn er damit geschüttelt wird, eine hellere Farbe.

es ist respirabel,

In Wasser ist der Sauerstoff sehr wenig löslich, und kann daher auch über Wasser aufgefangen und aufbewahrt werden.

in Wasser kaum löslich.

Vorkommen. Der Sauerstoff ist der verbreitetste unter den Grundstoffen auf der Erde und macht ungefähr  $\frac{1}{3}$  des Gewichtes der Erde aus. In freiem, d. h. unverbundenem Zustande findet er sich in der Natur nur in der atmosphärischen Luft, in der dem Gewichte nach 23 Proc. Sauerstoff enthalten sind. An andere Grundstoffe chemisch gebunden, ist er ein Bestandtheil aller Mineralien und Gebirgsarten und der meisten Thier- und Pflanzenstoffe.

Vorkommen.

**Darstellung** Darstellung. Um den Sauerstoff in reinem Zustande zu gewinnen, kann man mehrere Wege einschlagen, die aber alle darauf hinauslaufen, dass man gewissen Verbindungen des Sauerstoffs den letzteren durch Mittel entzieht, durch welche seine Affinität zu den an ihn gebundenen Elementen aufgehoben, überwunden wird.

**aus Quecksilberoxyd,** 1. So erhält man reines Sauerstoffgas durch Glühen von rothem Quecksilberoxyd, welches dabei geradeauf in Quecksilber und Sauerstoff, seine beiden Bestandtheile, zerfällt.

**aus Braunstein,** 2. In reichlicherer Menge und weniger kostspielig erhält man Sauerstoff durch Glühen von Braunstein, einem in der Natur ziemlich häufig vorkommenden Minerale, welches eine Verbindung des Sauerstoffs mit einem Mangan genannten Metalle darstellt. In der Glühhitze giebt dieses Mineral einen Theil seines Sauerstoffs aus, während ein anderer Theil an das Mangan gebunden bleibt. Man erhält daher nicht allen im Braunstein enthaltenen Sauerstoff und überdies ist das auf diesem Wege dargestellte Sauerstoffgas auch nicht vollkommen rein, sondern enthält etwas eines fremden Gases, welches wir später unter dem Namen Kohlensäure näher kennen lernen werden und welches davon herrührt, dass der Braunstein gewöhnlich mehr oder weniger mit einem Gesteine gemengt ist, das beim Glühen Kohlensäure entwickelt. Auch durch Erhitzen von Braunstein mit Schwefelsäure kann man Sauerstoff erhalten.

**aus chloresurem Kali,** 3. Sehr rein und in grosser Menge erhält man das Sauerstoffgas durch Erhitzen von chloresurem Kalium, einer Substanz, welche aus Sauerstoff, Chlor und Kalium besteht. Durch Erhitzen verliert dieser Körper allen in ihm enthaltenen Sauerstoff, dem Gewichte nach 39,16 Proc., und es bleibt eine Verbindung von Chlor und Kalium im Rückstande.

**aus dichromsaurem Kalium und Schwefelsäure etc.** Endlich erhält man auch noch Sauerstoffgas durch Erhitzen von dichromsaurem Kalium und concentrirter Schwefelsäure, durch Erhitzen von Salpeter, durch Zersetzung von Schwefelsäure bei Rothgluth, durch Glühen von schwefelsaurem Zink, durch Behandlung eines Gemisches von Baryumsuperoxyd und dichromsaurem Kalium mit verdünnter Schwefelsäure, endlich durch Erwärmung einer Chlorkalklösung mit etwas Kobaltperoxyd oder mit Kupferoxydhydrat, oder einer geringen Menge einer Lösung von salpetersaurem Kupfer oder Chlorkupfer.

**Verhalten zu anderen Elementen.** Der Sauerstoff vermag sich mit allen Elementen, das Fluor ausgenommen, zu verbinden. Manche Elemente verbinden sich mit ihm schon bei gewöhnlicher Temperatur; bei den meisten erfolgt aber die chemische Vereinigung erst in höherer Temperatur. Den Vorgang der Vereinigung

**Oxydation.** der Körper mit Sauerstoff nennt man Oxydation, einen mit Sauerstoff verbundenen Körper oxydirt, jede Sauerstoffverbindung aber ein Oxyd. Manche Körper vermögen sich mit Sauerstoff in mehreren Verhältnissen zu verbinden; so das Mangan, welches sich in fünf Verhältnissen mit Sauerstoff zu verbinden vermag und so noch viele andere. Die verschie-

dene  
seineist v  
gleit

Lebe

atmo

Bren

ist d

nung

dern

zwar

Phos

schm

Verb

führt

gen

säure

wägt

stoffe

Das

Gewi

Phos

drah

zend

des I

Wen

zun

der

in u

wird

Sae

gebil

in d

schei

gasft

gewo

nung

wicht

wicht

geno

wick

zu e

die I

denen Verbindungsverhältnisse eines Körpers mit Sauerstoff nennt man seine Oxydationsstufen.

Der Act der chemischen Vereinigung vieler Körper mit Sauerstoff ist von Licht- und Wärmeentwicklung, d. h. von Feuererscheinung, begleitet und heisst dann Verbrennung. Das, was wir im gewöhnlichen Leben Verbrennung nennen, ist die chemische Vereinigung des in der atmosphärischen Luft enthaltenen Sauerstoffs mit den Elementen des Brennmaterials. Verbrennung in der Luft und im Sauerstoffgase ist daher Oxydation unter Licht- und Wärmeentwicklung. Die Verbrennung ist daher keineswegs, wie der Laie häufig meint, Vernichtung, sondern, indem ein Körper verbrennt, nimmt er sogar an Gewicht zu und zwar um so viel, als er dabei Sauerstoff aufnimmt. Wenn ein Stück Phosphor in Sauerstoffgas verbrannt wird, so bildet sich eine weisse, schneeähnliche Masse, eben das Verbrennungsproduct des Phosphors, die Verbindung desselben mit Sauerstoff, welche den Namen Phosphorsäure führt. Hat man das Stück Phosphor vor der Verbrennung genau gewogen und man sammelt die durch die Verbrennung gebildete Phosphorsäure und wägt sie ebenfalls, so findet man, dass die Phosphorsäure mehr wägt, als der Phosphor gewogen hatte; zugleich ist aber von dem Sauerstoffe, in welchem die Verbrennung stattfand, ein Theil verschwunden. Das Gewicht des verschwundenen Sauerstoffs ist aber genau gleich der Gewichtszunahme, welche die Phosphorsäure gegenüber dem verbrannten Phosphor zeigt. Auf gleiche Weise kann man finden, dass, wenn Eisendraht in Sauerstoffgas verbrannt wird, das Gewicht der dabei abschmelzenden schwarzgrauen Kugeln: des Eisenoxydes, gleich ist dem Gewichte des Drahtes und des verschwundenen Sauerstoffgases zusammengenommen. Wenn das Factum, dass jeder Körper durch die Verbrennung an Gewicht zunimmt, bei den gewöhnlichen, dem Laien geläufigen Verbrennungen, der Verbrennung des Oeles in unseren Lampen, des Talges und Waxes in unseren Kerzen, des Holzes im Ofen, oder einer Cigarre, nicht deutlich wird, so rührt dies einfach davon her, weil die durch die Vereinigung des Sauerstoffs mit den Elementen des Oeles, Talges, Holzes, der Cigarre etc. gebildeten Producte: die Verbrennungsproducte, alle gasförmig sind und in die Luft, von der sie sich durch ihr äusseres Ansehen wenig unterscheiden, entweichen. Bringt man Vorrichtungen an, mittelst welcher die gasförmigen Verbrennungsproducte unserer Brennmaterialien fixirt und gewogen werden können, so findet man auch hier, dass die Verbrennungsproducte dem Gewichte nach so viel betragen, wie das Gewicht der brennbaren Bestandtheile der Brennmaterialien und das Gewicht des dabei aus der Luft verschwundenen Sauerstoffs zusammengenommen.

Damit ein Körper sich mit Sauerstoff unter Licht- und Wärmeentwicklung chemisch vereinige, d. h. verbrenne, muss er in der Regel bis zu einem gewissen Grade erhitzt werden. Der Grad dieser Erhitzung: die Entzündungstemperatur, ist bei den verschiedenen Körpern ein

Verbrennung

und Verbrennungstheorie.

Entzündungs- und Verbrennungstemperatur.

sehr verschiedener, ebenso ist bei den verschiedenen Körpern auch die Temperatur, die Hitze, sehr verschieden, die in Folge der Verbrennung entsteht: Verbrennungstemperatur. Letztere ist im Allgemeinen viel höher, als die Entzündungstemperatur.

Die Verbrennung in der atmosphärischen Luft ist nach dem Obigen von der im Sauerstoffgase im Wesentlichen nicht verschieden, nur ist im letzteren der Vorgang ein beschleunigter, die Lichtentwicklung glänzender und die Wärmeentwicklung stärker. Der Grund hiervon ist, weil die atmosphärische Luft kein reines Sauerstoffgas, sondern ein Gemenge von Sauerstoff und einem Gase ist, welches die Verbrennung nicht unterhält und daher gewissermaassen als Verdünnungsmittel des Sauerstoffs wirkt, seine Einwirkung mässigt.

Wenn man sagt: Verbrennung sei Oxydation unter Licht- und Wärmeentwicklung, so bezieht sich das nur auf die Verbrennung im Sauerstoffgase und in der atmosphärischen Luft. Im weiteren Sinne ist Verbrennung: jede unter Licht- und Wärmeentwicklung vor sich gehende chemische Vereinigung zweier Körper überhaupt. Der Sauerstoff hat nämlich wohl vorzugsweise, aber nicht ausschliesslich die Eigenschaft, sich mit anderen Körpern unter Licht- und Wärmeentwicklung zu vereinigen.

Wie nicht jede Verbrennung Oxydation ist, so ist auch nicht jede Oxydation Verbrennung. Die Vereinigung der Körper mit Sauerstoff erfolgt nämlich nicht immer unter Feuererscheinung, ein und derselbe Körper kann sich damit bald unter solcher, bald ohne dieselbe vereinigen. So verbindet sich das Eisen auch bei gewöhnlicher Temperatur und ohne bemerkbare Licht- und Wärmeentwicklung mit Sauerstoff. Die hierbei gebildete Oxydationsstufe aber ist eine andere, wie diejenige ist, welche sich bei der Verbrennung des Eisens im Sauerstoffe bildet. Aehnlich verhält sich der Phosphor und andere Stoffe.

Grosse Hitze bei der Verbrennung der Körper im Sauerstoffgase.

Die Verbrennung der Körper in reinem Sauerstoffgase ist von so grosser Wärmeentwicklung begleitet, dass durch dieselbe Körper, die im heftigsten Gebläsefeuer nicht schmelzen, wie Platin und Quarz, mit Leichtigkeit zum Schmelzen gebracht werden können.

Respirationsprocess der Thiere. Rolle des Sauerstoffs der Luft dabei. Umwandlung des venösen in arterielles Blut.

So wie der Sauerstoff das wesentliche Moment für die in der Luft vor sich gehenden Verbrennungsprocesse darstellt, so ist er auch eine Bedingung des Lebens der Thiere und des Menschen. Durch den Athmungsprocess wird eine sehr wichtige Umwandlung des Blutes, die Umwandlung des venösen Blutes in arterielles, vermittelt, indem die eingeathmete Luft an das Blut einen Theil ihres Sauerstoffs abgibt und dafür aus dem letzteren Kohlensäure aufnimmt. Der Respirationsprocess ist sonach im Wesentlichen ein solcher, wodurch der atmosphärischen Luft Sauerstoff entzogen wird. Da nun der Sauerstoff für das Leben der Thiere unentbehrlich ist und durch die Thiere nicht allein, sondern auch durch die unzähligen, in jedem Augenblicke des Tages auf der Erde vor sich gehenden Verbrennungsprocesse der Luft fort und fort Sauerstoff entzogen

wird, so sollte man denken, es müsste die Sauerstoffverarmung und daher Luftverschlechterung mehr und mehr zunehmen, und endlich bis zu einem Punkte gedeihen, wo die Respiration gehindert würde. Wir werden später sehen, dass diese Voraussetzung nicht zutrifft und die Luft eine stets gleichbleibende Zusammensetzung zeigt, weil die Pflanzen zur Luft in einer Wechselbeziehung stehen, welche derjenigen der Thiere genau entgegengesetzt ist. Auch die Pflanzen athmen, auch sie nehmen Luft auf; während aber die Thiere aus letzterer einen Theil ihres Sauerstoffs aufnehmen und für die Zwecke ihres Lebens verwenden und dafür Kohlensäure an die Luft abgeben, ist das Verhältniss bei den Pflanzen ein umgekehrtes; sie nehmen nämlich aus der Luft vorzüglich Kohlensäure auf und geben an selbe Sauerstoff ab. Sie geben also gewissermaassen der Luft denjenigen Sauerstoff, welchen ihr die Thiere und die brennenden Körper entziehen, wieder zurück.

Die Pflanzen  
hauchen  
Sauerstoff-  
gas aus.

Geschichtliches. Der Sauerstoff wurde ums Jahr 1774 ungefähr gleichzeitig von Priestley in England und Scheele in Schweden entdeckt. Lavoisier bewies durch eine Reihe sehr ingenöser und genauer Versuche, dass die Verbrennung der Körper in der Luft in der chemischen Vereinigung derselben mit dem Sauerstoffe bestehe und wurde so der Begründer der Verbrennungstheorie und des übrigens durch die Untersuchungen von Black u. A. bereits vorbereiteten sogenannten anti-phlogistischen Systems, welches das phlogistische von Becher und Stahl stürzte. Diese beiden bedeutenden Chemiker und ihre Zeitgenossen hatten eine Ansicht von der Verbrennung, welche, obgleich mit den meisten damals bekannten Thatsachen in Harmonie, doch unrichtig war, indem sie, das vermehrte Gewicht der verbrannten Körper nicht erkennend, das Phlogiston, eine hypothetische Materie, als einen Bestandtheil eines jeden Körpers annahmen und die Verbrennung, das Feuer, durch das Entweichen dieses Phlogistons erklärten. Jeder Körper bestand nach der phlogistischen Theorie aus Phlogiston und einem sogenannten unverbrennlichen Radical. Indem er verbrannte, entwich sein Phlogiston und das unverbrennliche Radical blieb zurück. Eisen bestand nach dieser Theorie aus Phlogiston und Eisenoxyd, Phosphor aus Phlogiston und Phosphorsäure. Was uns sonach Verbrennungsproduct ist, war den Chemikern zur Zeit der phlogistischen Theorie Verbrennungsrückstand, und während die Körper durch die Verbrennung schwerer werden, nahmen sie an, ohne Rücksicht auf damit schon damals im Widerspruche stehende, freilich nur vereinzelte Beobachtungen und Ansichten von Jean Rey (1630), Robert Hooke (1665), Bayen (1774) und Anderen, dass sie leichter würden, indem sie einen Bestandtheil verlieren, was nicht Wunder nehmen und ihnen nicht zum Vorwurf angerechnet werden kann, wenn man bedenkt, dass man vor Black und Lavoisier nur das zu wägen vermochte, was bei einer Verbrennung zurückblieb, d. h. was feuerbeständig war, demnach bei allen Verbrennungen, bei welchen gasförmige Verbindungen gebildet werden, den Körper

Geschicht-  
liches.

wirklich leichter werden, wo nicht gar verschwinden sah. Die ganze Lehre von der Verbrennung, als eines Vorganges chemischer Vereinigung des Sauerstoffs mit dem brennenden Körper, legte Lavoisier im J. 1789, dem ersten Jahre der ersten französischen Revolution, in seinem *Traité élémentaire de Chimie* nieder. Den Sauerstoff nannte er zuerst Oxygen oder Oxygenium, von οξύς und γεννάω: Säure-erzeugender Stoff, indem er irrthümlich glaubte, dass der Sauerstoff ein wesentlicher Bestandtheil jener Verbindungen sei, deren allgemeinere Charaktere wir später näher auseinandersetzen werden und die man Säuren, Acida, nennt.

#### Chemische Technik und Experimente.

Aufsammlung von Gasen.

Um gasförmige Körper in reinem Zustande zu erhalten, müssen wir sie bei ihrer Entwicklung aufsammeln und namentlich Sorge tragen, dass sie sich nicht mit der atmosphärischen Luft vermischen. Aus diesem Grunde dürfen wir sie nicht in Gefässe leiten, in welchen sich atmosphärische Luft befindet. Die gewöhnlichste Methode der Aufsammlung von Gasen besteht darin die Gefässe, aus welchen die Gasentwicklung stattfindet: die Entwicklungsgefässe, mittelst durchbohrter Körke mit Gasleitungsröhren zu versehen, welche man mit ihrer unteren Mündung unter eine Flüssigkeit bringt, die eine solche sein muss, in welcher sich das sich entwickelnde Gas nicht auflöst, meist Wasser oder Quecksilber. Diese Flüssigkeit, die Sperrflüssigkeit, befindet sich am zweckmässigsten in einer sogenannten pneumatischen Wanne, einem ziemlich tiefen, wannenartigen Gefässe von Blech, Glas, Porzellan, oder auch wohl mit Blei ausgelegtem Holze. Diese Wanne trägt etwas unter dem Flüssigkeitsniveau zwischen zwei Falzen eine mit mehreren Löchern versehene Brücke. Wird nun ein Gas entwickelt, so bringt man die Mündung der aus Glas oder auch wohl Cautchouk bestehenden Gasleitungsröhre in die Sperrflüssigkeit und unter eines der Löcher der Brücke der pneumatischen Wanne, auf die Brücke selbst aber und über die Mündung der Gasleitungsröhre umgestülpt, das heisst mit dem offenen Ende nach unten, einen Glaszylinder, eine Flasche, oder eine sogenannte Glasglocke, welche natürlich mit der Sperrflüssigkeit vollkommen gefüllt sein müssen. Die Füllung geschieht, indem man den Cylinder oder die Flasche bis zum Ueberlaufen mit der Sperrflüssigkeit anfüllt, die Oeffnung mit der flachen Hand oder einer Glasplatte verschliesst, und nun die Gefässe umgekehrt, am besten in der pneumatischen Wanne selbst, auf die Brücke der letzteren stellt. Wenn die pneumatische Wanne geräumig genug ist, kann man die Füllung der Glaszylinder und Flaschen auch so vornehmen, dass man sie in der Flüssigkeit mit ihrer Mündung nach oben untertaucht, wobei die darin enthaltene Luft entweicht und sie hierauf, ohne sie aus der Flüssigkeit herauszuheben, in selber umstülpt und auf die Brücke bringt. Es versteht sich von selbst, dass die Brücke von der Sperrflüssigkeit bedeckt sein muss, denn ist dies nicht der Fall, und man hebt die Gefässe auf die Brücke, so tritt Luft ein und die Sperrflüssigkeit fliesst zum Theil aus. Ist alles gut vorgekehrt und die Gasentwicklung beginnt, so tritt das Gas aus der Gasleitungsröhre und der Oeffnung der Brücke in das Aufsammlungsgefäss, steigt in selbem, vermöge des geringen specifischen Gewichtes, in Gestalt von Blasen in die Höhe und verdrängt allmählich die Sperrflüssigkeit, welche unten in die pneumatische Wanne abfliesst. Wenn man ein Gas vollkommen rein darstellen will, so muss man die ersten Portionen des sich entwickelnden Gases entweichen lassen und erst die später kommenden auffangen, denn im Gasentwicklungsapparate und der Gasleitungsröhre ist anfänglich noch atmosphärische Luft, welche sich dem Gase beimischt und dasselbe verunreinigt.

Zu  
mässig

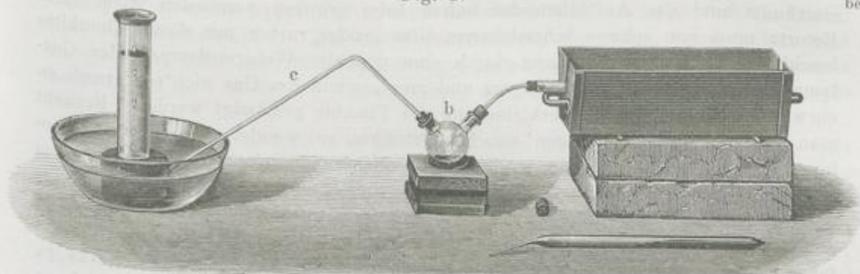


Ma  
Glase,  
selben  
pelt tub  
senden  
taucht i  
glühend  
setzung  
Abkühl  
das Wa  
cylinder  
leitungs  
offene R  
abgebild  
We  
stellung  
Experim  
silberoxy  
Rei  
den geg  
feil. Zu

Zur Darstellung von Sauerstoffgas aus rothem Quecksilberoxyd dient am zweckmässigsten der Apparat Fig. 2.

Darstellung  
des Sauer-  
stoffs aus  
Quecksil-  
beroxyd,

Fig. 2.

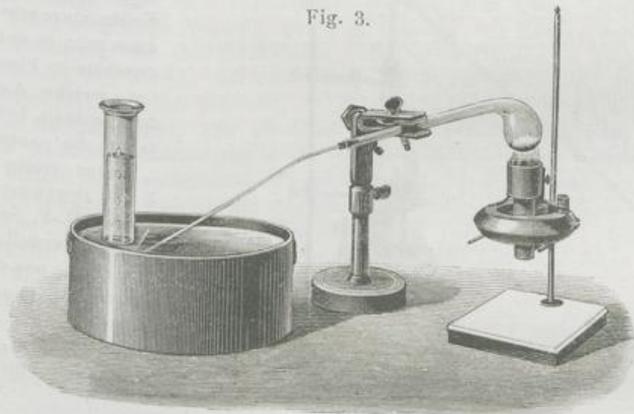


Man bringt das Quecksilberoxyd in eine Glasröhre aus schwer schmelzbarem Glase, die an einem Ende zugeschmolzen ist und verbindet das offene Ende derselben mittelst eines luftdicht schliessenden durchbohrten Korks mit der doppelt tubulirten Vorlage *b*, deren zweiter Tubulus durch einen ebenfalls gut schliessenden durchbohrten Kork mit der Gasleitungsröhre *c* verbunden ist. Letztere taucht in eine mit Wasser gefüllte pneumatische Wanne. Die Röhre wird mittelst glühender Kohlen anfangs mässig, dann aber sehr stark erhitzt. Sowie die Zersetzung des Oxydes beginnt, verdichtet sich das freiwerdende Quecksilber durch Abkühlung in der Vorlage, der Sauerstoff entwickelt sich gasförmig, geht durch das Wasser der Wanne und sammelt sich in dem auf der Brücke stehenden Glaszylinder an. Auch kann man die Glasröhre, statt sie durch Kork mit der Gasleitungsröhre zu verbinden, an einem Ende ausziehen und das ausgezogene aber offene Ende luftdicht an die Vorlage *b* anfügen. Die ausgezogene Röhre ist in *d* abgebildet.

Wegen seines hohen Preises eignet sich das Quecksilberoxyd nicht zur Darstellung von grösseren Mengen Sauerstoffs, sondern dient meist nur zu Collegien-Experimenten. Zu solchen aber genügt eine Menge von 6 bis 8 Gran Quecksilberoxyd.

Reichliche Mengen von Sauerstoff erhält man aus chloresaurom Kalium und bei aus chlor-saurom Kali, den gegenwärtigen Preisen dieses im Handel vorkommenden Salzes ziemlich wohlfeil. Zur Darstellung in nicht zu grossem Maassstabe dient der Apparat Fig. 3.

Fig. 3.



dessen Einrichtung nach Obigem ohne weitere Beschreibung verständlich ist. In die Retorte bringt man das Salz am zweckmässigsten mit dem gleichen Gewichte reinen Sandes innig gemengt, wodurch die Zersetzung leichter und gleichmässiger stattfindet und das Aufblähen des Salzes beim Erhitzen vermieden wird. Die Retorte muss von schwer schmelzbarem Glase, oder vorher mit einem Thonkitt beschlagen sein. Die Erhitzung durch eine doppelte Weingeistlampe oder Gaslampe darf nur allmählich gesteigert und muss, wenn das Gas sich sehr rasch zu entwickeln beginnt, durch Verkleinerung der Flamme gemässigt werden. Braucht man sehr beträchtliche Mengen von Sauerstoffgas, so wendet man als Entwicklungsgefäss sehr zweckmässig jene schmiedeeisernen Flaschen an, in denen das Quecksilber versendet wird. In die Oeffnung derselben befestigt man einen Flintenlauf, dessen anderes Ende an die Gasleitungsröhre luftdicht gepasst ist. Die schmiedeeiserne Flasche wird geneigt in einen Ofen gelegt und durch Kohlenfeuer erhitzt. Um Verkohlungen des die Gasleitungsröhre verbindenden Korks zu verhüten, umgibt man den Flintenlauf in der Nähe des Korks mit einem Tuche, welches man während der ganzen Dauer der Operation nass erhält.

aus Braunstein,

Den Braunstein verwendet man gegenwärtig zur Darstellung des Sauerstoffgases nur noch, wenn es sich um eine sehr wohlfeile Darstellung grösserer Quantitäten handelt und es auf vollkommene Reinheit desselben nicht ankommt.

Man nimmt dann die Entwicklung des Gases am zweckmässigsten in dem Apparate Fig. 4 vor.

Die schmiedeeiserne Flasche *a* wird mit gepulvertem und gut getrocknetem

Fig. 4.

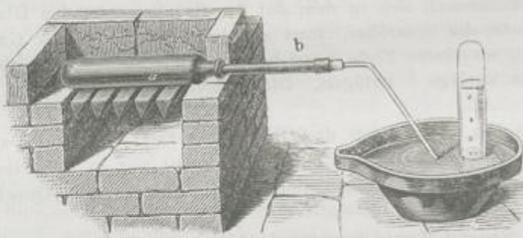
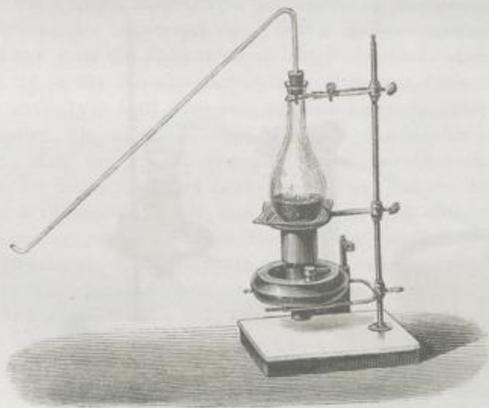


Fig. 5.



Braunstein gefüllt, hierauf an selbe ein Flintenlauf *b* und an diesen das Gasleitungsrohr luftdicht angefügt. Das Erhitzen geschieht in einem gut ziehenden Ofen durch Kohlenfeuer und das Gas wird erst dann aufgefangen, wenn ein an die Mündung der Gasleitungsröhre gehaltener glimmender Spahn sich entzündet. Will man das Gas frei von Kohlensäure erhalten, so muss man es durch eine zwei-halsige Flasche leiten, welche Aetzkalklösung enthält, bevor man es in die pneumatische

Wanne treten lässt. 3 Pfd. Braunstein geben etwa 4 K.-F. Sauerstoff.

Zur Darstellung des Sauerstoffs aus dichromsaurem Kalium u. Schwefelsäure benutzt man einen Glaskolben, an den eine Gasleitungsröhre ge-

passt  
übergi  
bildet.  
Gaslar  
stein  
zu bes  
zusetz  
bedarf  
B  
nicht  
sehr g  
bei M  
ten E  
freiem  
S  
zu ein  
kleine  
einige  
zufügt  
80° C.  
D  
vorhin  
jüngst  
in sch  
durch  
füllte  
Gase  
dünn  
und  
wickel  
schlie  
durch  
Weiss  
ist d  
len r  
aus r  
ma  
sige  
Anw  
Gase  
schlu  
ganz  
das  
gelin  
leitu  
Erw  
zum  
allm  
auf  
bung  
gelin  
v

passt hat. In den Glaskolben bringt man das Salz in gepulvertem Zustande und übergiesst es mit concentrirter Schwefelsäure, so dass das Ganze einen dünnen Brei bildet. Das Erhitzen geschieht durch eine doppelte Weingeistlampe oder eine Gaslampe. Derselbe Apparat dient auch zur Darstellung des Sauerstoffs aus Braunstein und Schwefelsäure. Um die Verunreinigung des Gases durch Kohlensäure zu beseitigen, kann man dem Wasser der pneumatischen Wanne etwas Kalkwasser zusetzen. Fig. 5 stellt den Apparat dar, der einer näheren Beschreibung nicht bedarf.

aus Braunstein und Schwefelsäure.

Bei beiden Bereitungsweisen ist vorzugsweise darauf zu sehen, dass das Salz nicht zu trocken dem Boden des Kolbens anliegt, sondern mit der Schwefelsäure sehr gleichförmig zu einem dünnen Brei gemischt ist. Ist Ersteres der Fall, was bei Mangel an Achtsamkeit und bei dem leichten Zusammenbacken der gepulverten Entwicklungsmaterialien leicht geschieht, so springen beim Erhitzen über freiem Feuer fast unfehlbar die Kolben und die Operation ist verdorben.

Sehr reines Sauerstoffgas erhält man, wenn man guten Chlorkalk mit Wasser zu einem Brei zerreibt, denselben in einen geräumigen Glaskolben bringt, eine kleine Menge einer Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd oder Chlorkupfer und einige erbsengrosse Stücke von Paraffin (um das Aufschäumen zu vermeiden) hinzusetzt und, nachdem eine Gasleitungsröhre luftdicht aufgesetzt ist, auf 70° bis 80° C. erwärmt. Die Ausbeute aber ist ziemlich gering.

Die Gewinnung des Sauerstoffgases in ganz grossartigem Maassstabe nach den vorhin beschriebenen Methoden würde immerhin ziemlich theuer sein; man hat in jüngster Zeit für solche Fälle die Schwefelsäure empfohlen, welche bei Rothgluth in schweflige Säure und Sauerstoffgas zerfällt. Man lässt rohe Schwefelsäure durch ein  $\infty$ förmiges Rohr in eine etwa 5 Liter fassende, mit Ziegelstücken angefüllte Retorte, die zum Rothglühen erhitzt ist, treten und leitet die ansströmenden Gase durch eine Kühlröhre zur Verdichtung des Wassers, durch einen mit verdünnter Kalilösung gefüllten Waschapparat zur Beseitigung der schwefligen Säure und von da in ein Gasometer.

Bei allen diesen Darstellungen des Sauerstoffgases, so wie bei allen Gasentwicklungen überhaupt hat man stets dahin zu sehen, dass die Apparate luftdicht schliessen, d. h. dass da, wo ein Theil des Apparates an einen anderen mittelst durchbohrter Körke oder mittelst Röhren von Cautchouk angefügt ist, dies in einer Weise geschehen ist, dass ein vollkommen luftdichter Verschluss stattfindet; denn ist dies nicht der Fall, so tritt das Gas an den nicht luftdicht schliessenden Stellen und nicht an der Mündung der Gasleitungsröhre in der pneumatischen Wanne aus und kann daher nicht aufgesammelt werden. Den guten Verschluss erreicht man durch sorgfältige Auswahl und gute Bohrung der Körke, durch zweckmässige Anpassung der Cautchoukröhren, oder unter Umständen auch wohl durch Anwendung von Kittten, mit denen man alle Fugen verstreicht. Bevor man zur Gasentwicklung selbst schreitet, ist es zweckmässig, sich von dem guten Verschluss zu überzeugen; dies geschieht einfach dadurch, dass man, nachdem der ganze Apparat zusammengestellt ist und die Mündung der Gasleitungsröhre in das Wasser der pneumatischen Wanne eintaucht, das Gasentwickelungsgefäss ganz gelinde erwärmt. Schliesst der Apparat gut, so treten aus der Mündung der Gasleitungsröhre alsbald und in regelmässiger Folge Luftblasen aus, indem durch das Erwärmen die im Apparate befindliche atmosphärische Luft ausgedehnt und dadurch zum Theil ausgetrieben wird. Wird dann das Erwärmen unterbrochen, so steigt allmählich das Wasser aus der pneumatischen Wanne in das Gasleitungsrohr hinauf und behält einen höheren Stand, indem nämlich im Apparate durch Austreibung eines Theils der Luft ein luftverdünnter Raum entstanden ist. Treten bei gelindem Erwärmen der Entwicklungsgefässe aus der Gasleitungsröhre keine

Luftdichter Verschluss.

Gasblasen aus und bleibt nachher der Stand des Wassers ausserhalb und innerhalb der Gasleitungsröhre gleich, so schliesst der Apparat nicht und es muss nachgeholfen werden.

Aufbewahrung von Gasen.

Die gewöhnliche Aufbewahrung geringerer Gasvolumina, die bald verbraucht werden sollen, besteht bei Glascylindern in folgender Manipulation. Ist der auf der Brücke der pneumatischen Wanne stehende Glascylinder mit Gas gefüllt, so bringt man eine Untertasse, oder eine flache Porzellanschale, in die pneumatische Wanne, zieht den Cylinder, ohne ihn aus dem Wasser herauszuheben, von der Brücke weg, drückt ihn an die Untertasse, mit der Mündung nach abwärts an und hebt ihn so perpendicularär aus dem Wasser der Wanne. Das in der Tasse zurückbleibende Wasser schliesst, wie Fig. 6 zeigt, die Mündung des Cylinders

Fig. 6.



Fig. 7.



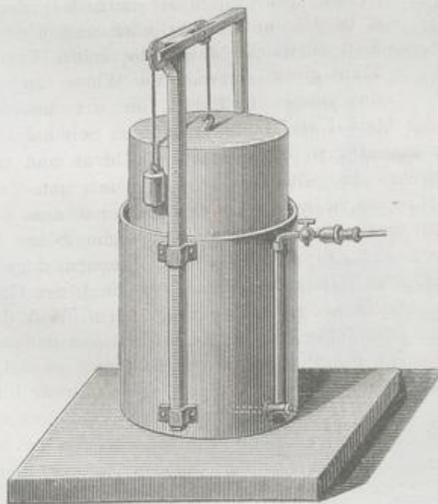
von der atmosphärischen Luft ab. Sind Flaschen mit Gas zu füllen und dasselbe aufzubewahren, so zieht man sie in dem Maasse, als sie gefüllt sind, von der Brücke der pneumatischen Wanne, ohne ihre Stellung zu ändern, verkorkt sie mit der Mündung nach unten, unter Wasser, hebt sie hierauf heraus und stellt sie in Gefässe, welche so weit mit Wasser gefüllt und tief genug sind, um die Mündung von der Luft abzusperren. Fig. 7 macht die Art der Aufbewahrung von Gasen in Flaschen deutlich.

Gasometer.

Um grössere Gasvolumina, welche einige Zeit aufbewahrt werden sollen, oder die man zu bestimmten Zwecken in einem constanten Strome ausströmen lassen will, aufzusammeln, wendet man Gasometer oder besser Gasbehälter an. Eine sehr einfache, billige und zweckmässige Vorrichtung dieser Art ist in Fig. 8 abgebildet.

Dieser Gasbehälter besteht aus zwei oben offenen, mit Boden versehenen cylindrischen Gefässen von Blech oder Kupfer, am besten lackirt, einem weiteren aufrecht stehenden und einem engeren, das mit dem Boden nach oben gekehrt

Fig. 8.



in ersteres herabgelassen wird. Dicht über dem Boden des äusseren Behälters befindet sich eine Oeffnung, durch welche ein unter rechten Winkel gebogenes Rohr nach innen und nahe bis an den Boden des inneren Cylinders geht, sobald dieser seine tiefste Stellung erreicht hat. Ausserhalb des Cylinders communicirt das Rohr mit einem ebenfalls unter rechtem Winkel nach aufwärts gebogenen und durch einen Hahn verschliessbaren Rohre. Das nach aussen gehende untere Röhrenstück kann durch einen Kork luftdicht verschlossen werden. Beim Gebrauche wird der Apparat durch Eingiessen von oben mit Wasser gefüllt, wobei die eingeschlossene

Luft d  
nach a  
verbind  
Gas in  
sein Ge  
verring  
schwert  
mit ver  
Ein  
dar. D

tere ganz  
Gasomete  
führt dur  
ren Gefä  
fließt. I  
Verbindu  
in ihr (si  
des Gasom  
man aus  
Wasser,  
öffnet die  
melt sich  
den unter  
nimmt.  
so öffnet

Luft durch den geöffneten Hahn entweicht. Wenn man alsdann das offene nach aussen gehende untere Röhrenstück mit dem Gasentwicklungsapparate verbindet, so wird sich allmählich der innere Cylinder in dem Maasse heben, als Gas in denselben eintritt. Zur Verminderung des Druckes ist damit noch ein sein Gewicht balancirendes Gegengewicht verbunden. Je nachdem dieses später verringert oder entfernt, oder der Cylinder noch durch aufgelegte Gewichte beschwert wird, kann man das aufgefangene Gas aus dem wieder geöffneten Hahn mit verschiedener Geschwindigkeit austreten lassen.

Ein in den Laboratorien ebenfalls sehr gebräuchliches Gasometer stellt Fig. 9 dar. Dasselbe ist aus Kupfer oder wohl auch aus Zinkblech verfertigt und besteht

Fig. 9.



aus einem cylindrischen Gefässe *B* und einem kleineren, oben offenen Cylinder *A*, welcher durch vier Stützen *c, c, a, b* getragen wird, von welchen zwei, nämlich *a* und *b*, hohl und mit Hähnen versehen sind. Die hohle Stütze oder Röhre *b* mündet in dem unteren Gefässe *B* unmittelbar an der oberen Wand, die Röhre *a* geht dagegen bis nahe an den Boden des Cylinders. Bei *e* befindet sich eine durch einen Hahn verschliessbare kurze horizontale Röhre und bei *d* ein kurzes aufwärts gebogenes Röhrenstück, welches durch eine Schraube luft- und wasserdicht verschlossen werden kann. Beim Gebrauche füllt man den Apparat mit Wasser an, indem man den Hahn *e* und die Schraube bei *d* schliesst, dagegen die Hähne *a* und *b* öffnet und in den oberen Cylinder Wasser giesst. Das Wasser geht durch die lange Röhre *a* in den unteren Cylinder und die Luft entweicht durch die Röhre *b*. Man giesst fortwährend Wasser in den oberen Cylinder, bis der un-

tere ganz damit angefüllt ist, und schliesst hierauf die Hähne *a* und *b*. Soll das Gasometer mit Gas gefüllt werden, so nimmt man die Schraube bei *d* ab und führt durch die Oeffnung die Gasleitungsröhre ein. Das Gas steigt in dem unteren Gefässe *B* auf und sammelt sich oben an, während das Wasser bei *d* ausfließt. Die Röhre *fg*, welche oben und unten mit dem unteren Cylinder *B* in Verbindung steht, dient dazu, die Menge des eingetretenen Gases zu erkennen, da in ihr (sie muss von Glas sein) die Wassersäule dieselbe Höhe hat, wie im Innern des Gasometers. Ist es mit Gas gefüllt, so schliesst man die Schraube bei *d*. Will man aus diesem Gasometer Flaschen mit Gas füllen, so füllt man dieselben mit Wasser, stellt sie mit der Mündung über die Röhre *b* des oberen Cylinders und öffnet die Hähne *a* und *b*; das Gas tritt in Blasen durch die Röhre *b* und sammelt sich in der Flasche an, während das durch die Röhre *a* aus dem oberen in den unteren Cylinder fließende Wasser den Raum des entwichenen Gases einnimmt. Will man Gas in constantem Strome aus dem Gasometer austreten lassen, so öffnet man, nachdem man den oberen Cylinder *A* mit Wasser ganz gefüllt hat,

die Hähne *b* und *c*, es tritt hierauf das Wasser durch *b* in den unteren Cylinder, während das Gas bei *e* in constantem Strome entweicht.

Experi-  
mente mit  
Sauerstoff-  
gas.

Um das Verhalten des Sauerstoffs zu brennenden Körpern und die bei Verbrennung im Sauerstoffe stattfindenden glänzenden Lichterscheinungen zu zeigen, stellt man zweckmässig folgende Versuche an.

Man bringt ein an einem umgebogenen Drahte, Fig. 10, befestigtes Wachskerzchen angezündet in eine mit Sauerstoff gefüllte Flasche, zieht es heraus, bläst es aus und führt es rasch wieder in die Flasche, wo es sich unter schwacher Verpuffung wieder entzündet. Diesen Versuch kann man mit demselben Gase einige Male wiederholen. Aehnlich verhält sich ein glimmender Holzspahn.



Um die Verbrennung der Kohle im Sauerstoffgas hervorzurufen, bringt man auf einen unten umgebogenen Draht einen kleinen Kegel von Holzkohle, auf diesen etwas glimmenden Zunder und senkt die Vorrichtung in eine mit Sauerstoff gefüllte Flasche.

Zur Verbrennung des Schwefels im Sauerstoffgase bringt man etwas Schwefel in ein kleines eisernes, an einem Drahtstiele befestigtes Löffelchen, zündet ihn an und senkt die Vorrichtung in das Gas, wobei man sie in letzterem beständig sanft auf- und abbewegt.

Die Verbrennung des Phosphors nimmt man am zweckmässigsten in der Art vor, dass man in das Löffelchen ein nicht zu grosses Stück vorher gut abgetrockneten Phosphors und daneben einen schmalen Streifen Zunder bringt, den man anzündet und hierauf die Vorrichtung in die Gasflasche senkt; man hat auf diese Weise Zeit, das Löffelchen ruhig und ohne Gefahr in die Flasche zu bringen.

Auch muss man zu diesem Versuche die Flaschen möglichst gross wählen, thut man das nicht oder hat man zu viel Phosphor genommen, so springt wegen der hohen Hitze die Flasche beinahe unfehlbar. Den Apparat für die Verbrennung des Schwefels und Phosphors versinnlicht Fig. 11.

Fig. 11.



derselben etwa  $\frac{1}{3}$  Zoll hoch bedeckt. Den Apparat zeigt Fig. 12.

Fig. 12.



Die Verbrennung des Eisens im Sauerstoffe, eines der glänzendsten Experimente, wird in folgender Weise vorgenommen: Man windet eine ausgeglühte dünne Uhrfeder spiralförmig auf, steckt das obere Ende in einen Kork, auf das untere aber etwas Zunder. Man zündet den Zunder an und senkt die Spirale in eine mit Sauerstoff gefüllte Flasche, in der man aber zweckmässig noch so viel Wasser gelassen hat, dass es den Boden

derselben etwa  $\frac{1}{3}$  Zoll hoch bedeckt. Den Apparat zeigt Fig. 12. Die Kugeln des geschmolzenen Eisenoxys besitzen eine so hohe Temperatur, dass sie, wenn sie auf den Boden der Flasche fallen, denselben, indem sie dabei tief einschmelzen, zersprengen; aus diesem Grunde lässt man etwas Wasser auf dem Boden der Flasche, trotzdem aber pflegt sich das Eisenoxyd ins Glas einzuschmelzen.

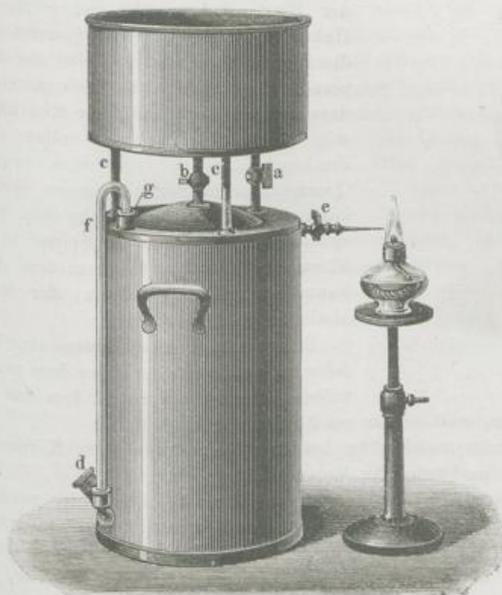
Die Verbrennung des Eisens lässt sich auch mittelst eines mit Sauerstoff gefüllten Gasometers bewerkstelligen, indem man das aus einem Ansatzrohre bei *e*, Fig. 13, ausströmende Sauerstoffgas in die Flamme einer einfachen Weingeistlampe oder Gaslampe leitet, und in diese eine Stahluhrfeder oder einen Eisendraht

bringt,  
durch

Platin  
er wol  
Hitze  
schrieb  
Luftstr  
peratur  
diese  
richtung  
D  
chen V  
hülse  
sehen  
ten W  
sich er  
rend e  
in die  
ringsu  
in wel  
dieser  
weil s  
heraus  
gefüllt

bringt, oder indem man eine Kohle von hartem Holze tief aushöhlt, die Höhlung durch ein Löthrohr glühend macht, hierauf aus dem Gasometer Sauerstoffgas

Fig. 13.



gerade in selbe strömen lässt und rostfreie Eisenfeile auf die glühende Kohle streut. Es entsteht ein prachtvoller Sternregen weissglühenden Eisens, das weithin geschleudert wird. Bei Weitem am brilliantesten lässt sich die Verbrennung des Eisens mittelst der sogleich zu beschreibenden Mitscherlich'schen Lampe bewerkstelligen.

Um einen experimentellen Beweis für die hohe Temperatur zu geben, welche die Verbrennungen im Sauerstoffgase begleitet, benutzt man das Platin, ein Metall, welches durch einen hohen Grad von Schwerschmelzbarkeit ausgezeichnet ist. Hält man nämlich einen

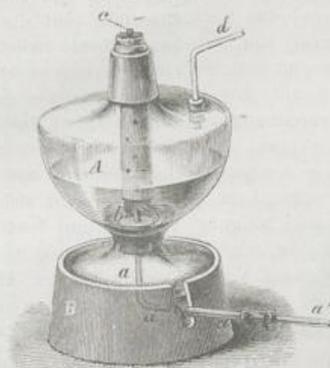
Platindraht von ziemlicher Dicke in eine Weingeist- oder Gasflamme, so kommt er wohl ins Glühen, aber nicht ins Schmelzen, auch dann nicht, wenn man die Hitze der Flamme durch das Löthrohr, dessen Einrichtung und Princip später beschrieben werden wird, um ein Bedeutendes steigert. Leitet man aber statt des Luftstroms einen Strom von Sauerstoffgas in die Flamme, so steigert sich die Temperatur derart, dass der Platindraht mit Leichtigkeit schmilzt. Zur Anstellung dieses Versuches benutzt man das Gasometer mit der in Fig. 13 abgebildeten Vorrichtung, noch besser aber die Mitscherlich'sche Lampe.

Dieselbe besteht, wie aus Fig. 14 (a. f. S.) ersichtlich ist, aus einer gewöhnlichen Weingeistlampe *A*, am zweckmässigsten aus Messing verfertigt, deren Dochthülse ziemlich weit und mit einem lose gesponnenen Baumwollenfaden-Docht versehen ist. Am Boden besitzt die Lampe eine Oeffnung, durch welche ein im rechten Winkel gebogenes ziemlich enges Messingrohr *ac* geht, welches mit dem einen sich erweiternden Ende *a* durch den hölzernen Fuss *B* nach aussen mündet, während der aufwärts gerichtete, in eine feine Canüle endigende Theil derselben, genau in die Mitte des Dochtes und zwar bis in das obere Ende desselben reicht und ringsum von selbem umgeben ist. Seitlich hat die Lampe ebenfalls eine Oeffnung, in welche mittelst eines durchbohrten Korkes die Röhre *d* gepasst ist. Der Zweck dieser Röhre ist, der Luft bei der vermehrten Hitze einen Ausweg zu verschaffen, weil sie sonst leicht den Weingeist durch den Cylinder, der den Docht umgiebt, herauspressen würde. Durch die Oeffnung *d* kann auch die Lampe mit Weingeist gefüllt werden. Beim Gebrauche füllt man die Lampe mit Weingeist und verbind

Mitscherlich's  
Lampe.

det die nach aussen mündende Röhre *a'* mit einer mit Sauerstoff gefüllten Blase, an die ein mit einem Hahne versehenes Messingrohr gepasst ist, oder mit einem

Fig. 14.



Gasometer. Zündet man nun den Docht an und lässt aus dem Gasometer oder der Blase, indem man bei geöffnetem Hahn auf letztere drückt, Sauerstoff in die Flamme strömen, so wird die Temperatur der letzteren so hoch gesteigert, dass ein in selbe gehaltener Platindraht wie Wachs schmilzt und selbst unter Funkensprühen zu verbrennen beginnt, Quarzsplitter in Fäden gezogen werden können und ein Stück sehr fein zugespitzter Kreide, mit der Spitze in die Flamme gehalten, mit einem dem Auge kaum erträglichen weissen, der Sonne ähnlichen Lichte erglüht.

Bringt man in die Flamme eine Uhrfeder, so verbrennt sie unter dem prachtvollsten Funkensprühen, indem das ver-

brannte weissglühende Eisen weit umher geschleudert wird.

Um die glänzende Lichtentwicklung bei der Verbrennung der Körper im Sauerstoffgas zu zeigen, ist nachstehender Versuch sehr geeignet.

In eine Kugelhöhre, Fig. 15, bringt man einen Splitter Holzkohle, den man mit etwas Magnesiumband

Fig. 15.



oder Draht, wie selbe gegenwärtig im Handel zu beziehen sind, unwickelt hat, fügt die Röhre mit einem Ende an ein mit Sauerstoffgas gefülltes Gasometer luftdicht an, lässt Sauerstoff durchstreichen und erhitzt die Kugel mit der Gaslampe oder grossen Weingeistlampe bis zur Entzündung der Kohle; sofort entzündet sich das Magnesium und ver-

brennt mit blendendem Lichtglanze und so intensiver Wärmeentwicklung, dass die Kugel der Kugelhöhre gewöhnlich abschmilzt. Zu diesem Versuche geeignetes Magnesiumband erhält man von H. Rössler in Frankfurt a. M.

Mit sehr glänzender Lichtentwicklung verbrennt übrigens auch ein Magnesiumdraht oder Magnesiumband, die man in eine einfache Gasflamme hält.

Weiter oben wurde auseinandergesetzt, dass die Verbrennung eines Körpers in Sauerstoffgas, oder in der atmosphärischen Luft, in welcher letzterer der Sauerstoff ebenfalls das wirksame Element ist, in der chemischen Vereinigung des brennenden Körpers mit dem Sauerstoff zu einem neuen Körper: dem Verbrennungsproducte, bestehe. Wenn man Kohle oder Schwefel in Sauerstoff verbrennt, so lässt sich der dabei neu entstehende Körper nicht unmittelbar zur Wahrnehmung bringen, weil derselbe gasförmig ist und so wie diese beiden verhalten sich manche andere. Wenn man dagegen Phosphor in Sauerstoffgas verbrennt, so entsteht dabei ein Körper: die Phosphorsäure, welche keineswegs gasförmig, sondern fest ist, allein da die Gefässe, in welchen man die Verbrennung des Phosphors vornimmt, wenn man das Experiment wie oben beschrieben wurde ausführt, von der Fällung des Gases her feucht sind und einige Tropfen Wasser enthalten, so entzieht sich die gebildete Phosphorsäure der Wahrnehmung, weil sie sich in dem vorhandenen Wasser sogleich auflöst. Durch eine Abänderung des Versuchs aber lässt sich die Bildung der festen Phosphorsäure durch die Verbrennung des Phosphors in der Luft leicht zeigen. Auf einen vollkommen trockenen Porzellanteller stelle man ein kleines trockenes Porzellanschälchen, bringe in letzteres ein Stückchen gut

abgetrockneten Phosphors, zünde diesen an, und stürze eine vollkommen trockene Glasglocke über den Teller. Der Phosphor verbrennt durch den in der Luft enthaltenen Sauerstoff und schon während der Verbrennung sieht man die Phosphorsäure: das Verbrennungsproduct, sich in Gestalt von weissen, schneeähnlichen Flokken an den Wänden der Glocke absetzen und auf den Teller herabfallen. Ist die Verbrennung beendigt und man nimmt die Glocke ab, so findet man den Teller mit einer weissen, schneeähnlichen Masse, der Phosphorsäure, bedeckt, die wegen ihrer grossen Neigung, aus der Luft Wasser anzuziehen, rasch zerfliesst. Fig. 16 zeigt die ganze Vorrichtung.

Fig. 16.



haltenen Sauerstoff und schon während der Verbrennung sieht man die Phosphorsäure: das Verbrennungsproduct, sich in Gestalt von weissen, schneeähnlichen Flokken an den Wänden der Glocke absetzen und auf den Teller herabfallen. Ist die Verbrennung beendigt und man nimmt die Glocke ab, so findet man den Teller mit einer weissen, schneeähnlichen Masse, der Phosphorsäure, bedeckt, die wegen ihrer grossen Neigung, aus der Luft Wasser anzuziehen, rasch zerfliesst. Fig. 16 zeigt die ganze Vorrichtung.

### Wasserstoff. *Hydrogenium.*

Symbol H. Aequivalentgewicht 1. Atomgewicht H = 1. Molekulargewicht HH = 2. Volumgewicht (specif. Gew. Wasserstoff = 1) 1. Specif. Gew. (atmosph. Luft = 1) 0,0693. Absolutes Gewicht: 1000 C. C. bei 0° und 760 Mm. Barometerstand wägen: 0,0896 Grm. (= 1 Krith: von  $\rho\epsilon\eta$  Gerstenkorn oder kleines Gewicht).

Der Wasserstoff ist ein permanentes, farbloses und im reinen Zustande geruchloses Gas, welches, obgleich in diesen Eigenschaften mit der uns umgebenden atmosphärischen Luft übereinstimmend, von dieser so wie von anderen Gasen sehr leicht durch sein sonstiges Verhalten unterschieden werden kann. Eine seiner hervorragendsten Eigenthümlichkeiten ist sein specifisches Gewicht. Der Wasserstoff ist der leichteste aller bekannten Körper und natürlich auch das leichteste aller Gase. Wir benutzen ihn zweckmässig als Einheit für die Aequivalente, ebenso aber auch für die specifischen Gewichte der Gase. Setzen wir das Gewicht der atmosphärischen Luft = 1, so ist das des Wasserstoffs = 0,0693, der Wasserstoff ist daher  $14\frac{1}{2}$ mal leichter, als die atmosphärische Luft, und 16mal leichter als Sauerstoffgas, er ist endlich 241573mal leichter als Platin. In Folge dieses geringen specifischen Gewichts steigt ein mit Wasserstoffgas gefüllter Ballon von Seidenzeug oder Goldschlägerhäutchen in die Höhe, wenn der in dem Ballon eingeschlossene Wasserstoff und der Ballon selbst zusammengenommen nicht so viel wägen wie ein gleiches Volumen atmosphärischer Luft. Der Ballon steigt um so besser, je grösser er ist, indem, jemeher das in dem Ballon eingeschlossene Wasserstoffgas beträgt, desto mehr sich die Schwere des Zeuges im Verhältniss zu dem eingeschlossenen Gase vermindert.

Das Wasserstoffgas hat ein sehr bedeutendes Lichtbrechungsvermögen, es bricht die Lichtstrahlen  $6\frac{1}{2}$  mal stärker als die atmosphärische Luft. Eine der wesentlichsten Eigenschaften des Wasserstoffgases ist ferner seine leichte Entzündlichkeit. Es ist brennbar, d. h. es vermag sich

Eigenscha-  
ften.

Farbloses,  
geruchloses  
permanentes  
Gas,  $14\frac{1}{2}$   
mal leichter  
als atmo-  
sphärische  
Luft. Der  
leichteste  
aller Körper.

Es bricht  
das Licht  
sehr stark  
und ist  
brennbar.