

giesst ab und fährt so lange fort, bis die Lösung für den gegebenen Zweck hinlänglich concentrirt ist. Alles Filtriren ist zu vermeiden und die Lösung bis zum Verbrauch in Eis aufzubewahren. Auch hier zersetzt sie sich, aber allmählich.

Wegen der Schwierigkeit seiner Darstellung findet das Wasserstoff-superoxyd keinerlei Anwendung. Doch würde es von grosser Wichtigkeit sein, eine Methode zu besitzen, durch die es leichter dargestellt werden könnte, da es gewiss wegen seiner energischen Einwirkung auf die Körper, sehr zahlreicher Anwendungen fähig wäre. Auch würde dann vielleicht durch ausgedehntere Untersuchungen mehr Licht über sein bisher in vielen Punkten so räthselhaftes Verhalten verbreitet werden. Es ist der Erwähnung werth, dass man bereits versucht hat, es bei Zersetzungs-krankheiten des Blutes: beim Typhus, als Heilmittel anzuwenden.

Stickstoff. *Nitrogenium. Azotum.*

Symbol N. Aequivalentgewicht = 14. Atomgewicht N = 14. Molekulargewicht NN = 28. Volumgewicht (specifisches Gewicht, Wasserstoff = 1) 14. Specif. Gewicht (atmosph. Luft = 1) 0,969. Absolutes Gewicht: 1000 C.C. bei 0° und 760 Mm. Barometerstand wägen 1,2544 Grm. = 14 Krith (1 Krith = 0,0896 Grm., das absolute Gewicht von 1000 C.C. Wasserstoffgas).

Der Stickstoff ist ein farbloses, geruchloses, geschmackloses, permanentes Gas, welches sich durch sein Ansehen ebenso wenig, wie die beiden vorhergehenden Gase von der atmosphärischen Luft unterscheiden lässt. Er ist etwas leichter als letztere und besitzt eine um ein Geringes grössere Strahlenbrechung. Seine hervorragendsten Kennzeichen sind vorzugsweise negative. Er ist nicht brennbar und unterhält auch das Brennen anderer Körper nicht, brennende Körper verlöschen darin augenblicklich, er ist nicht respirabel, Thiere ersticken daher darin (daher der Name Stickstoff und Azotum von α privat. und $\xi\omega\eta$, Leben), ohne dass er aber positiv schädlich wäre, d. h. ohne dass er in verdünntem Zustande mit anderen respirablen Gasen gemengt, giftig wirkte. In Wasser ist er sehr wenig löslich und kann daher über Wasser aufgefangen werden. Wegen dieser negativen Eigenschaften kann man das Stickstoffgas nur durch die Abwesenheit aller jener Charaktere erkennen, die anderen Gasen zukommen.

Eigenschaf-
ten.

Auch die Affinitätsverhältnisse des Stickstoffs sind vorzugsweise negativer Art. Der Stickstoff hat nämlich eine verhältnissmässig geringe Verwandtschaft zu anderen Elementen und geht mit ihnen nur schwierig Verbindungen ein. Er verbindet sich zwar mit Sauerstoff, Wasserstoff, Chlor, Kohlenstoff, Metallen und sind namentlich in letzterer Zeit mehrere Verbindungen des Stickstoffs mit Metallen und Metalloiden auch auf directem Wege dargestellt, allein diese Verbindungen sind, einmal dargestellt, im

v. Gorup-Besanez, Anorganische Chemie.

Allgemeinen durch eine geringe Beständigkeit, d. h. durch eine grosse Neigung, in ihre Bestandtheile zu zerfallen, ausgezeichnet.

Vorkom-
men.

Vorkommen. Reiner Stickstoff als solcher scheint sich in der Natur nicht vorzufinden, allein mit Sauerstoff und sehr geringen Quantitäten anderer Stoffe gemengt findet er sich in der uns umgebenden atmosphärischen Luft, von der er ungefähr $\frac{1}{5}$ ausmacht. 100 Raumtheile atmosphärischer Luft enthalten nämlich 79 Raumth. Stickstoff. Er findet sich ferner an andere Elemente chemisch gebunden in den salpetersauren Salzen (daher der Name Nitrogenium von Nitrum: Salpeter und $\gamma\epsilon\nu\nu\acute{\alpha}\omega$), in dem Ammoniak, im Meteoreisen und als Bestandtheil vieler pflanzlichen und thierischen Stoffe. Namentlich von letzteren enthalten die wichtigsten und für das Leben der Thiere bedeutungsvollsten, wie die Bestandtheile des Blutes, der Muskeln, der Nerven, Stickstoff.

Darstellung.

Darstellung. Die gewöhnlichsten Methoden der Darstellung des Stickstoffs beruhen darauf, dass man der atmosphärischen Luft, wie bereits oben erwähnt, im Wesentlichen ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff, den letzteren durch Substanzen entzieht, die wegen ihrer grossen Verwandtschaft zum Sauerstoff sich leicht damit verbinden. Zu diesen Substanzen gehören der Phosphor, andere brennbare Körper und gewisse Metalloxyde. Wenn man in atmosphärische Luft, die über Wasser abgesperrt ist, Phosphor bringt und diesen anzündet, so verbindet sich der verbrennende Phosphor mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft zu Phosphorsäure, die sich im Sperrwasser allmählich auflöst und das rückständige Gas ist Stickstoff, durch eine sehr geringe Menge des in der Luft vorhandenen Kohlensäuregases verunreinigt. So wie der Phosphor, entzieht jeder, in der Luft brennende Körper derselben Sauerstoff und lässt, wenn die Verbrennung in einem abgeschlossenen Räume vor sich geht, Stickstoff zurück. Auch bei gewöhnlicher Temperatur kann der Phosphor der atmosphärischen Luft den Sauerstoff entziehen, indem er sich mit letzterem allmählich verbindet, doch ist dazu längere Zeit nöthig. Eine gewöhnliche Methode, die ein sehr reines Gas liefert, besteht darin, der atmosphärischen Luft ihren Sauerstoff durch glühendes Kupfer zu entziehen, welches sich dabei mit dem Sauerstoff chemisch vereinigt. Hat man die atmosphärische Luft, bevor man sie über das glühende Kupfer streichen lässt, vorher durch Röhren geleitet, in welchen sich Substanzen befinden, welche die in ihr enthaltenen geringen Mengen von Kohlensäure und Wasserdampf zurückhalten, so erhält man auf diesem Wege sehr reines Stickstoffgas.

Sehr häufig bereitet man sich sehr reines Stickstoffgas auf einem andern Wege, indem man nämlich einer chemischen Verbindung des Stickstoffs mit dem Wasserstoff, welche den Namen Ammoniak führt, den Wasserstoff durch Chlor entzieht, ein Element, welches sich, wenn es mit Ammoniak in Berührung kommt, mit dem Wasserstoff chemisch vereinigt und dadurch den Stickstoff in Freiheit setzt. Da die Formel des Ammoniaks

ist, so

rem A

dabei

Z

entzie

gallus

dies s

C

des St

den A

eigent

art zu

sier f

und s

tum u

We

halten,

kennen

atmosph

so verfa

Ma

Wasser

in welch

nun übe

etwa ein

Phospho

Luft ihr

Wasser





ist, so wird der Vorgang durch folgende Formelgleichung veranschaulicht:



Auch durch Kochen einer concentrirten Auflösung von salpetrigsau-
rem Ammonium wird reines Stickstoffgas erhalten. Dieses Salz zerfällt
dabei in Stickstoff und Wasser.

Zu den Substanzen, welche der atmosphärischen Luft den Sauerstoff
entziehen, gehören auch gewisse organische, darunter Gallus- und Pyro-
gallusäure, von denen namentlich letztere bei Gegenwart von Alkalien
dies sehr rasch schon bei gewöhnlicher Temperatur bewirkt.

Geschichtliches. Rutherford kann insofern als der Entdecker
des Stickstoffs angesehen werden, als er zuerst 1772 zeigte, dass durch
den Athmungsprocess die Luft in der Weise verdorben werde, dass eine
eigenthümliche, unathembare und das Verbrennen nicht unterhaltende Luft-
art zurückbleibe. Einige Jahre später ermittelten Scheele und Lavoisier
fast gleichzeitig die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft
und somit auch die Natur des Stickstoffs. Lavoisier nannte ihn Azo-
tum und Chaptal Nitrogenium.

Geschicht-
liches.

Chemische Technik und Experimente.

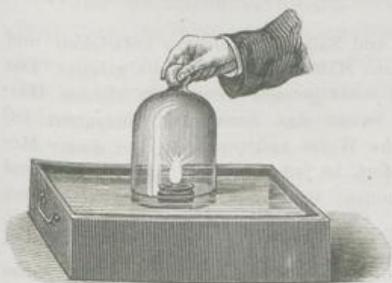
Wenn es sich nicht gerade darum handelt, absolut reines Stickstoffgas zu er-
halten, sondern zunächst nur darum, die wesentlichsten Eigenschaften desselben
kennen zu lernen und zu zeigen, dass nach Hinwegnahme des Sauerstoffs der
atmosphärischen Luft, Stickstoff als der andere Bestandtheil derselben zurückbleibt,
so verfährt man am einfachsten wie folgt:

Darstellung
des Stick-
stoffs

Man bringt einen flachen grossen Kork, einen sogenannten Spundkork, auf das
Wasser der pneumatischen Wanne, stellt auf selben ein kleines Porzellanschälchen,
in welchem sich ein Stückchen Phosphor befindet, zündet letzteren an und stürzt
nun über diese Vorrichtung eine grosse Glasglocke derart, dass ihr unterer Rand
etwa einen Zoll tief in das Wasser der pneumatischen Wanne taucht. Indem der
Phosphor verbrennt, entzieht er der in der Glocke abgesperrten atmosphärischen
Luft ihren Sauerstoff, indem er sich damit zu Phosphorsäure verbindet, die im
Wasser sich sogleich auflöst, in Folge dessen zeigt sich nach dem Verlöschen
des Phosphors, das Volumen der in der
Glocke abgesperrten Luft um etwa $\frac{1}{5}$
vermindert. Die rückständige Luft ist
Stickstoff. Dieses Stickstoffgas ist aber
nicht ganz rein, denn es enthält noch
geringe Mengen von Kohlensäure, die
sich in der atmosphärischen Luft finden
und ausserdem noch etwas Sauerstoff, da
der Phosphor schon aufhört zu brennen,
bevor noch aller Sauerstoff verschwun-
den ist. Das Experiment veranschaulicht
Fig. 43.

durch Ver-
brennen von
Phosphor in
abgesperrter
Luft.

Fig. 43.



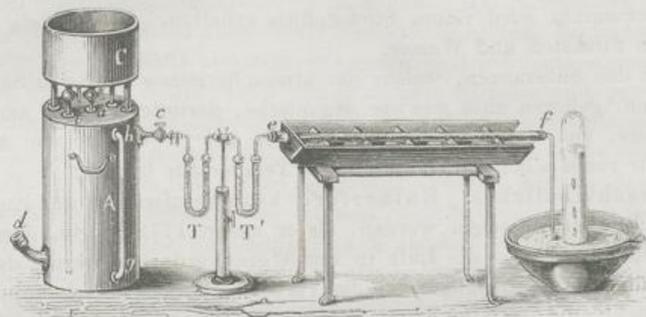
Ganz reinen Stickstoff erhält man,

Darstellung
des Stick-
stoffs
durch Lei-
ten von Luft
über glühen-
des Kupfer,

indem man von Kohlensäure und Wasserdampf vorgängig befreite atmosphärische Luft über glühendes metallisches Kupfer leitet, Fig. 44.

Eine schwer schmelzbare, an beiden Enden offene Glasröhre *ef* füllt man mit Kupferdrehspähnen, legt sie in einen sogenannten Verbrennungsofen und verbindet sie bei *f* mit einem Gasleitungsrohre, welches in die Sperrflüssigkeit der pneumatischen Wanne führt. An das Ende *e* fügt man zwei U-förmige Glasröhren *TT'*, von denen die eine mit Stücken von Kalihydrat, die andere mit Bimsstein gefüllt ist, welcher mit concentrirter Schwefelsäure getränkt wird. Die eine dient zur Absorption der in der Luft enthaltenen Kohlensäure, die andere zur Absorption des Wasserdampfes. Bei *c* ist die mit Kalihydrat gefüllte Röhre mit einem, atmosphärische Luft enthaltenden Gasometer verbunden. Man erhitzt nun durch glühende Kohlen die Kupferdrehspähne und lässt aus dem Gasometer langsam atmosphärische Luft treten. Dieselbe streicht über die glühenden Kupferdrehspähne, giebt an diese ihren sämtlichen Sauerstoff ab, indem sich Kupferoxyd bildet und der Stickstoff tritt durch das Gasleitungsrohr in die Sperrflüssigkeit der pneumatischen Wanne und kann hier aufgefangen werden. Weil der Stickstoff in Wasser sehr wenig löslich ist, so kann er über Wasser aufgefangen werden, will man ihn aber absolut trocken erhalten, so muss er über Quecksilber aufgesammelt werden. Auch vorher getrocknete Gase werden nämlich über Wasser aufgefangen wieder feucht, indem das Wasser auch bei gewöhnlichen mittleren Temperaturen eine gewisse Dampftension besitzt, d. h. zum Theile gasförmig wird und das Wassergas sich dann dem über Wasser stehenden Gase beimischt.

Fig. 44.



det sie bei *f* mit einem Gasleitungsrohre, welches in die Sperrflüssigkeit der pneumatischen Wanne führt. An das Ende *e* fügt man zwei U-förmige Glasröhren *TT'*, von denen die eine mit Stücken von Kalihydrat, die andere mit Bimsstein gefüllt ist, welcher mit concentrirter Schwefelsäure getränkt wird. Die eine dient zur Absorption der in der Luft enthaltenen Kohlensäure, die andere zur Absorption des Wasserdampfes. Bei *c* ist die mit Kalihydrat gefüllte Röhre mit einem, atmosphärische Luft enthaltenden Gasometer verbunden. Man erhitzt nun durch glühende Kohlen die Kupferdrehspähne und lässt aus dem Gasometer langsam atmosphärische Luft treten. Dieselbe streicht über die glühenden Kupferdrehspähne, giebt an diese ihren sämtlichen Sauerstoff ab, indem sich Kupferoxyd bildet und der Stickstoff tritt durch das Gasleitungsrohr in die Sperrflüssigkeit der pneumatischen Wanne und kann hier aufgefangen werden. Weil der Stickstoff in Wasser sehr wenig löslich ist, so kann er über Wasser aufgefangen werden, will man ihn aber absolut trocken erhalten, so muss er über Quecksilber aufgesammelt werden. Auch vorher getrocknete Gase werden nämlich über Wasser aufgefangen wieder feucht, indem das Wasser auch bei gewöhnlichen mittleren Temperaturen eine gewisse Dampftension besitzt, d. h. zum Theile gasförmig wird und das Wassergas sich dann dem über Wasser stehenden Gase beimischt.

durch Ein-
wirkung von
Chlor auf
Ammoniak.

Eine andere Methode reines Stickstoffgas zu erhalten besteht, wie bereits oben erwähnt wurde, darin, Ammoniak durch Chlor zu zersetzen. Die Ausführung dieses Verfahrens verlangt aber besondere Vorsicht. Den dazu dienenden Apparat veranschaulicht Fig. 45.

Aus dem Kolben wird aus Braunstein und Salzsäure Chlorgas entwickelt und dieses in eine mit wässrigem Ammoniak zur Hälfte gefüllte Flasche geleitet. Das Ammoniak wird darin unter Entwicklung einer grossen Menge von kleinen Gasblasen, zuweilen unter Feuererscheinung (wenn das Ammoniak concentrirt ist) zersetzt und der Stickstoff auf gewöhnliche Weise aufgesammelt. Bei dieser Methode, die ein sehr reines Stickstoffgas liefert, ist jedoch grosse Vorsicht dringend geboten und dahin zu sehen, dass Ammoniak stets im Ueberschusse vorhanden ist. Indem nämlich 3 Aeq. Chlor 1 Aeq. Ammoniak zersetzen, werden 3 Aeq. Chlorwasserstoffsäure gebildet, die sich mit drei weiteren Aequivalenten des überschüssig vorhandenen Ammoniaks zu Salmiak vereinigen; 3 ClH und 3 NH₃ geben

3 (NH₃)
zersetzt

auf 10
in der
sind in
Theil
Chlor d
2 Aeq.
240 Gr
38,4 G
cif. Ge

um das
doch d
hältniss

Da
Erstick
ist, son
dieses G
sen Un

V

D

fünf V

zwei n

Stickst

Stiel

14

14

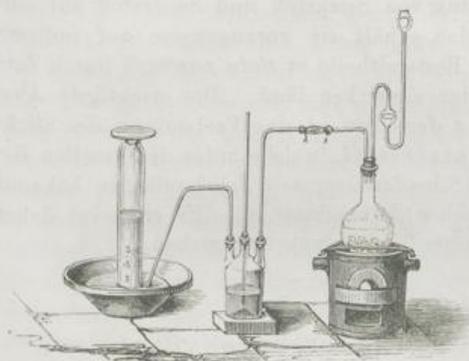
14

14

14

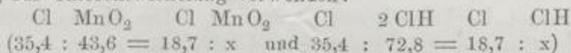
3(NH₃, ClH). Ist aber alles vorhandene Ammoniak auf die angegebene Weise zersetzt und es wird fort Chlor eingeleitet, so vereinigt sich letzteres mit Stickstoff

Fig. 45.



zu Chlorstickstoff, einer höchst gefährlichen, furchtbar explosiven Verbindung, deren Bildung daher zu verhüten ist. Man muss daher dafür sorgen, dass Ammoniak stets im Ueberschusse vorhanden ist. Dies wird aber der Fall sein, wenn auf je 3 Aeq. Chlorgas, die eingeleitet werden, mindestens 5 Aeq. Ammoniak vorhanden sind. Es ist für alle Fälle zweckmässiger, einen noch grösseren Ueberschuss von Ammoniak, auf 3 Aeq. Chlor etwa 8 Aeq. Ammoniak, zu nehmen, sonach

auf 106,2 Gew.-Thle. Chlor 136 Gew.-Thle. Ammoniak. Gesetzt, wir hätten in der Flasche 240 Grm. Ammoniakflüssigkeit von 10 Proc. Ammoniakgehalt, so sind in diesen 240 Grm. 24 Grm. Ammoniak enthalten, von dem ein genügender Theil unzersetzt bleibt, wenn wir demselben ein Gewicht nach nicht mehr als 18,7 Grm. Chlor einleiten ($136 : 106,2 = 24 : x$). Da nun 1 Aeq. Braunstein und 2 Aeq. Chlorwasserstoff 1 Aeq. Chlor liefern, so dürfen wir auf 8 Unzen oder 240 Grm. der obigen Ammoniakflüssigkeit, nicht mehr als 23 Grm. Braunstein und 38,4 Grm. Chlorwasserstoffsäuregas, entsprechend 100 Grm. Salzsäure von 1,19 specif. Gew., zur Chlorentwicklung verwenden:



um das Verhältniss von 3 Aeq. Chlor zu 8 Aeq. Ammoniak herzustellen. Da jedoch der käufliche Braunstein nie reines Mangansuperoxyd ist, so sind diese Verhältnisse je nach dem Gehalte des Braunsteins an Superoxyd zu modificiren.

Das Stickstoffgas eignet sich nicht dazu, um in einem Vorlesungsversuche das Ersticken der Thiere darin zu zeigen, denn da der Stickstoff nicht positiv schädlich ist, sondern nur durch den Mangel an Sauerstoff wirkt, so leben die Thiere in dieses Gas eingesperrt einige Zeit und die Pränanz des Versuchs geht durch diesen Umstand verloren.

Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff.

Der Stickstoff verbindet sich mit Sauerstoff in nicht weniger als fünf Verhältnissen. In diesen fünf Verbindungen, von denen übrigens zwei nur sehr unvollkommen studirt sind, verhält sich das Gewicht des Stickstoffs zu jenem des Sauerstoffs wie:

Stickstoff.	Sauerstoff.	
14	: 8	im Stickstoffoxydul . . . NO
14	: 2.8	= 16 im Stickstoffoxyd . . . NO ₂
14	: 3.8	= 24 in der salpetrigen Säure NO ₃
14	: 4.8	= 32 in der Untersalpetersäure NO ₄
14	: 5.8	= 40 im Salpetersäureanhydrid NO ₅

Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff.

Die Verbindungen des Stickstoffs mit Sauerstoff liefern einen prägnanten Beleg für das Gesetz der multiplen Proportionen.

Dieselben sind in erheblicher Menge nur auf indirectem Wege darstellbar.

Keine einzige dieser Verbindungen kann in irgend erheblicher Menge durch directe Einwirkung von Stickstoff und Sauerstoff auf einander dargestellt werden. Man erhält sie vorzugsweise auf indirectem Wege, indem man ihre Bestandtheile *in statu nascendi* durch Zersetzungsaffinitäten auf einander einwirken lässt. Der wichtigste Ausgangspunkt für die Darstellung derselben ist eine Verbindung des Stickstoffs mit Sauerstoff und Wasserstoff, welche unter der usuellen Bezeichnung Salpetersäure oder Scheidewasser seit Jahrhunderten bekannt und in der Industrie in vielfacher Anwendung ist. Es erscheint daher zweckmässig, auch hier von dieser Verbindung auszugehen.

Salpetersäure. Salpetersäurehydrat.

HNO_3 oder HO, NO_2
Aequivalentgewichtsformel.

HNO_3
Atomistische Molekularformel.

Aequivalentgewicht = 63. Molekulargewicht = 63. Specif. Gewicht: 1,521 (Wasser = 1). Proc. Zusammensetzung: Stickstoff 22,2; Sauerstoff 76,2, Wasserstoff 1,6.

Eigenschaften.

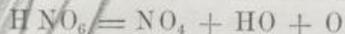
Die Salpetersäure stellt eine im vollkommen reinen Zustande farblose, stechend riechende, schwach an der Luft rauchende und im höchsten Grade ätzende Flüssigkeit dar. Sie besitzt einen intensiv sauren Geschmack und röthet Lackmustructur energisch. Die Haut, sowie überhaupt thierische Gewebe färbt sie gelb und wirkt auf sie in hohem Grade zerstörend. Bis auf -50°C . abgekühlt, wird sie fest und bei 86°C . siedet sie und verwandelt sich in Dampf. Aus der Luft zieht sie begierig Wasser an und mischt sich mit selbem in allen Verhältnissen. Auf der grossen Neigung der Salpetersäure, Wasser anzuziehen, beruht es, dass sie an der Luft Nebel ausstösst oder raucht. Da sie nämlich eine ziemlich bedeutende Dampftension besitzt, so verwandelt sie sich auch bei gewöhnlicher Temperatur schon zum Theil in Dampf. Kommt nun dieser in feuchte Luft, so nimmt er Wasser auf und verdichtet sich damit zu kleinen, unsichtbaren Bläschen, eben jenem Nebel. Durch Vermischen der Salpetersäure mit Wasser wird ziemlich viel Wärme entwickelt und alle diese Mischungen, welche man im Allgemeinen verdünnte Salpetersäure nennt, zeigen einen höheren Siedepunkt als die reine Salpetersäure. Sehr bemerkenswerth ist auch das eigenthümliche Verhalten dieser Mischungen bei der Destillation. Wird nämlich Salpetersäure mit wenig Wasser vermischt der Destillation unterworfen, so geht stärkere Säure über und wasserreichere bleibt zurück. Wird dagegen Salpetersäure mit viel Wasser gemischt und dieses Gemisch destillirt, so sind die zuerst übergehenden Partien fast reines Wasser und in der Retorte bleibt stärkere oder, wie man sich auch wohl ausdrückt,

Eigenthümliches Verhalten der Gemische von Salpetersäure und Wasser bei der Destillation.

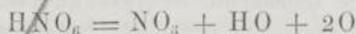
concentrirtere Säure zurück; dabei steigt die Temperatur der siedenden Flüssigkeit fortwährend, bis sie 120,5° C. bei 735^{mm} Barometerstand beträgt. Dann aber bleibt sie stationär bis ans Ende der Destillation und es geht eine Säure über, die 32 Proc. ihres Gewichtes Wasser enthält. Unter wechselndem Druck aber ist die Zusammensetzung dieser, bei constanter Temperatur siedenden Säure selbst eine wechselnde.

Die Salpetersäure ist eine wenig beständige Verbindung, die unter dem Einflusse des Lichtes schon zersetzt wird. Einige Zeit der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt, färbt sich die Säure gelb, indem sie in Untersalpetersäure: NO_2 , Wasser und Sauerstoff zerfällt ($\text{HNO}_3 = \text{NO}_2 + \text{HO} + \text{O}$). Erstere bleibt in der unzersetzten Säure aufgelöst und bedingt eben ihre gelbe Färbung; letzterer entweicht gasförmig. Sind die Gefässe, in welchen die Säure sich befindet, luftdicht verschlossen, so können sie dadurch zersprengt werden. Daher die praktische Regel, die Salpetersäure an vor dem Lichte geschützten Orten aufzubewahren. Auch durch länger fortgesetztes Kochen, sowie durch Erhitzen ihres Dampfes bis zur schwachen Rothgluth der Röhren, durch welche er streicht, erleidet sie eine ähnliche partielle Zersetzung. Leitet man Salpetersäuredampf durch heftig glühende Röhren, so wird sie vollständig in Sauerstoff, Wasser und Stickstoff zerlegt. Bei der Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure oder mit Phosphorsäureanhydrid zerfällt sie in salpetrige Säure, Wasser und Sauerstoff ($\text{HNO}_3 = \text{NO}_2 + \text{HO} + 2\text{O}$). — Kohle, Schwefel und andere Metalloide, sowie die meisten Metalle zersetzen sie, indem sie sich mit einem Theil ihres Sauerstoffs chemisch vereinigen, während Untersalpetersäure, salpetrige Säure, Stickstoffoxyd oder Stickstoffoxydul als anderer Factor der Zersetzung auftreten. Diese Zersetzungen sind insofern sehr instructiv, indem sie lehren, wie die Salpetersäure, unter Abscheidung von Wasser allmählich ein Aequivalent Sauerstoff nach dem andern abgeben kann, Sauerstoff, der *in statu nascendi* mit sehr energischen Affinitäten begabt ist.

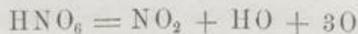
Es zerfällt die Salpetersäure unter der Einwirkung des Lichtes, beim Kochen u. s. w. in Untersalpetersäure, Wasser und Sauerstoff:



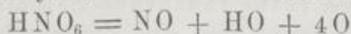
Unter der Einwirkung der Schwefelsäure, des Phosphorsäureanhydrids und unter gewissen Bedingungen jener des Silbers, in salpetrige Säure, Wasser und Sauerstoff:



Unter der Einwirkung des Kupfers in Stickstoffoxyd, Wasser und Sauerstoff:

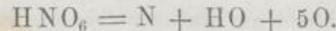


Unter der Einwirkung des Zinks, bei Einhaltung gewisser Bedingungen, in Stickstoffoxydul, Wasser und Sauerstoff:



Die Salpetersäure wird sehr leicht durch verschiedene Agentien zersetzt.

In starker Glühhitze endlich in Wasserdampf, Stickstoff- und Sauerstoffgas:



Sie ist ein sehr kräftiges Oxydationsmittel.

Die Salpetersäure ist sonach ein Oxydationsmittel und zwar ein sehr kräftiges, dessen wir uns in der Chemie sehr häufig da bedienen, wo wir Körper mit Sauerstoff verbinden wollen. Die Oxydation der Körper auf Kosten des Sauerstoffs der Salpetersäure erfolgt nicht selten unter Licht- und Wärmeentwicklung, daher unter Feuererscheinung; die Oxydation gewisser Metalle unter Auflösung derselben. Die Auflösung enthält das Metall in Form eines sogenannten Salzes. Sie ist sonach keine Auflösung des Metalls im gewöhnlichen Sinne. Wegen ihrer Eigenschaft, gewisse Metalle aufzulösen, andere aber nicht, hat die Salpetersäure in der Technik den Namen Scheidewasser erhalten, weil man nämlich mittelst derselben Gold von Silber scheiden oder trennen kann, indem Silber von der Salpetersäure in oben gedachter Weise aufgelöst, d. h. oxydirt wird, Gold aber nicht.

Scheidewasser.

Eine Säure von 32 Proc. Wassergehalt ist weniger leicht zersetzbar.

Eine verdünnte, etwa 32 Proc. Wasser enthaltende Salpetersäure ist viel schwieriger zersetzbar. Sie zersetzt sich nicht am Lichte und auch nicht durch länger fortgesetztes Kochen. Durch Destillation mit ihrem gleichen Gewichte concentrirter Schwefelsäure kann man ihr das überschüssige Wasser entziehen und es destillirt reine Salpetersäure über. Auf die meisten oxydablen Substanzen wirkt eine so verdünnte Säure viel weniger energisch ein, doch machen hiervon einige Metalle eine Ausnahme, welche von der verdünnten Säure angegriffen werden, während die concentrirteste auf sie ohne Wirkung bleibt.

Wirkung der Salpetersäure auf gewisse organische Substanzen.

Organische Stoffe werden ebensowohl von concentrirter als von verdünnter Säure angegriffen; gewisse organische Farbstoffe, wie Indigolösung z. B., entfärbt; auch hier ist es vorzugsweise die kräftig oxydirende Wirkung der Salpetersäure, die ins Spiel kommt. Zuweilen aber werden die organischen Stoffe durch sie nur bis zu einem gewissen Grade zersetzt, indem ein Theil ihres Wasserstoffs in Form von Wasser austritt, während an die Stelle dieses Wasserstoffs Salpetersäure oder ein, durch partielle Zersetzung derselben, gebildetes niedrigeres Oxyd des Stickstoffs in die Verbindung eintritt. Solche organische Substanzen heissen nitrirte oder Nitroverbindungen und werden in der organischen Chemie, wohin sie gehören, näher besprochen. Ein Beispiel einer derartigen Verbindung giebt die sogenannte Schiessbaumwolle. Bei der Einwirkung von Salpetersäure auf organische Substanzen tritt beträchtliche Erhitzung auf, die sich bisweilen bis zur Entzündung steigert. Ein sehr eigenthümliches Verhalten zeigt die Salpetersäure gegen Eisenvitriollösung. Werden salpetersaure Salze oder freie Salpetersäure mit überschüssiger Schwefelsäure und hierauf mit Eisenvitriollösung vermischt, so erzeugt sich eine violette bis schwarzbraune Färbung.

Nitroverbindungen.

Rothe rauchende Salpetersäure.

Unter dem Namen rothe rauchende Salpetersäure, *Acidum nitricum fumans*, versteht man eine dunkelrothe, undurchsichtige,

dicke gelbe Dämpfe an der Luft austossende Flüssigkeit, die keine reine chemische Verbindung, sondern ein Gemenge von Salpetersäure und Untersalpetersäure darstellt. Sie findet als energisches Oxydationsmittel eine wenigstens beschränkte Anwendung.

Die Salpetersäure ist eine sehr kräftige Säure und verbindet sich mit Basen zu den salpetersauren Salzen. Diese sind ebenso wie die Säure selbst kräftige Oxydationsmittel und bewirken die Oxydation brennbarer Körper, nicht selten unter Feuererscheinung und sogenannter Verpuffung.

Säuren, Basen und Salze. Wir haben soeben zwei neue Worte, die Worte „Säure“ und „Salz“ gebraucht und es ist daher unbedingt nothwendig, die damit verbundenen Begriffe zu erläutern.

Der Name „Säure“, *Acidum*, stammt aus einer sehr frühen Periode unserer Wissenschaft und wurde zunächst für Körper von gewissen mehr äusserlichen gemeinsamen Charakteren gebraucht, zu welchen vor Allem der saure Geschmack, wie wir ihn beispielsweise am Essig und saurem Obste in milderer Weise, dagegen in sehr intensivem ätzenden Grade an unserer Salpetersäure und anderen starken Säuren beobachten, weiterhin aber auch die Eigenschaft gehörte, gewisse blaue pflanzliche Stoffe, wie z. B. Lackmus, roth zu färben. In der That dienen uns diese beiden Eigenschaften auch heute noch als werthvolle Erkennungsmittel für gewisse Säuren, allein sie erschöpfen den Begriff der Säure durchaus nicht, ja sie sind nicht einmal ein nothwendiges Attribut derselben, da es Säuren giebt, welchen beide Charaktere abgehen. Als wesentlichstes Attribut einer Säure erscheint das Vermögen, bei ihrer Einwirkung auf gewisse andere, ebenfalls durch gemeinsame Charaktere verbundene Körpergruppen, deren Eigenschaften zu jenen der Säuren in einem gewissen Gegensatze stehen und welche wir unter der gemeinsamen Bezeichnung Basen (von *βάσις*) zusammenfassen, sich damit zu neutralisiren oder zu sättigen, d. h. in neue Körper umzusetzen, in welchen die gegensätzlichen Charaktere beider Körpergruppen sich mehr oder weniger vollständig ausgeglichen oder aufgehoben haben und welche daher weder Säuren noch Basen mehr sind. Solche neue, durch die Wechselwirkung von Säuren und Basen entstandene Körper nennen wir Salze.

So wie viele Säuren sauren Geschmack und die Fähigkeit besitzen, blaue Pflanzenfarben roth zu färben, so giebt es Basen, welche in wässriger Lösung einen Geschmack wahrnehmen lassen, den man mit „laugenhaft“ bezeichnet, ein Ausdruck, welcher von dem bekannten Geschmacke der Seifensiederlauge, welche in der That eine Auflösung einer starken Base darstellt, hergeleitet ist. Die Basen besitzen fernerhin niemals die Eigenschaft der Säuren, blaue Pflanzenfarben roth zu färben, aber häufig, wenn es starke in Wasser lösliche sind, die entgegengesetzte, d. h. sie führen die durch Säuren gerötheten blauen Farbstoffe wieder in Blau zurück und färben den gelben Farbstoff der Curcumawurzel braun, den violetten des Veilchensaftes grün, während letzterer Farbstoff durch Säuren ebenfalls roth gefärbt wird.

Sie ist ein Gemenge von Untersalpetersäure und Salpetersäure.

Die Salpetersäure verbindet sich mit Basen zu den salpetersauren Salzen. Auch diese sind kräftige Oxydationsmittel.

Begriffe von Säuren, Salzen und Basen.

Auch hier sind diese Eigenschaften unter gewissen Bedingungen werthvolle Erkennungsmittel, aber sie gehören ebenso wenig, wie die entsprechenden der Säuren, nothwendig zum Begriff der Basis, da es eben un-zweifelhaft Basen giebt, welche sie nicht zeigen.

Wenn es sich darum handelt, zu entscheiden, ob in einer Flüssigkeit freie Basen oder freie Säuren, von den angegebenen, auf Pflanzenfarbstoffe bezüglichen Charakteren enthalten sind oder nicht, so wendet man Streifen ungeleimten Papiers an, die mit blauer, mit durch Säuren gerötheter Lackmustinctur und mit gelber Curcumatinctur (einer weingeistigen Auflösung des Farbstoffs der Curcumawurzel) getränkt und hierauf getrocknet sind. Solche Papiere nennt man Reagenspapiere. Taucht man in eine Flüssigkeit, welche nur die geringste Menge einer stärkeren freien Säure enthält, ein blaues Lackmuspapier, so wird dasselbe geröthet und von Flüssigkeiten, die sich so verhalten, sagt man, sie besäßen saure Reaction. Bringt man dagegen in Flüssigkeiten, die eine geringe Menge einer stärkeren freien Base enthalten, rothes Lackmuspapier (durch Säuren geröthetes), so wird selbes gebläut und man sagt von der Flüssigkeit, sie reagire basisch, sie besitze basische Reaction, ebenso, wenn durch die fragliche Flüssigkeit gelbes Curcumapapier braun gefärbt wird. Von Flüssigkeiten, die ebensowohl rothes wie blaues Lackmus- und gelbes Curcumapapier unverändert lassen, sagt man endlich: sie reagirten neutral (neutrale Reaction). Viele Salze verhalten sich so.

Bringt man in eine Auflösung des blauen Lackmusfarbstoffs etwas Essig, so nimmt die Flüssigkeit eine rothe Farbe an; fügt man nun aber sehr vorsichtig Seifensiederlauge hinzu, so kommt ein Punkt, wo die rothe Farbe der Lösung wieder in Blau übergeht. Hat man nicht mehr Seifensiederlauge zugesetzt, als gerade nöthig war, um die Farbenveränderung hervorzubringen, so lässt nun diese Flüssigkeit blaues und rothes Lackmus- sowie gelbes Curcumapapier vollkommen unverändert und beim Abdampfen derselben krystallisirt ein vollkommen neuer Körper, ein Salz aus, welches wir essigsäures Natrium oder Natriumacetat nennen; dieses Salz zeigt keine der Eigenschaften des Essigs und der Seifensiederlauge mehr; es schmeckt weder sauer noch laugenhaft, sondern kühlend salzig und seine wässerige Lösung reagirt vollkommen neutral.

Alle Säuren
enthalten
durch Me-
talle ver-
tretbaren
Wasserstoff.

Betrachten wir nun aber Säuren und Salze etwas eingehender vom Standpunkte unserer Kenntnisse der chemischen Zusammensetzung derselben, so finden wir, dass die Säuren, aus welchen Elementen immer sie sonst bestehen mögen, unter allen Umständen Wasserstoff und zwar ein oder auch wohl mehrere Aequivalente dieses Elementes enthalten. Wir beobachten ferner, dass, wenn Säuren durch Basen gesättigt, d. h. in Salze verwandelt werden, ihr Wasserstoff entweder ganz oder zum Theil austritt und in den gebildeten Salzen nun eben so viele Aequivalente eines Metalls oder eines metallähnlichen

Körpers enthalten sind, als aus den Säuren Wasserstoffäquivalente austraten. Der Uebergang einer Säure in ein Salz besteht demnach vom Standpunkte der chemischen Zusammensetzung beider Arten von Körpern, in der völligen oder theilweisen Vertretung, oder dem Ersatze des Wasserstoffs der Säure durch Metalle oder metallähnliche Körper. Der Begriff der Säure setzt die Gegenwart durch Metalle vertretbaren Wasserstoffs, der Begriff des Salzes die Gegenwart einer Säure voraus, deren Wasserstoff ganz oder zum Theil durch Metalle ersetzt ist.

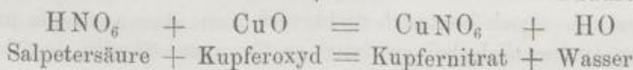
Salze sind Säuren, deren Wasserstoff durch Metalle oder metallähnliche Körper ersetzt ist.

Eine nähere Prüfung jener Körper, welche wir Basen nennen, führt uns zu dem Ergebnisse, dass dieselben entweder Metalloxyde oder Metalle oder endlich gewisse metallähnliche Körper sind.

Je nachdem nun auf eine Säure ein Metalloxyd oder aber ein Metall einwirkt, gestaltet sich der Vorgang bei der Salzbildung etwas verschieden.

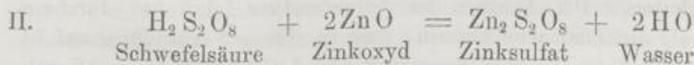
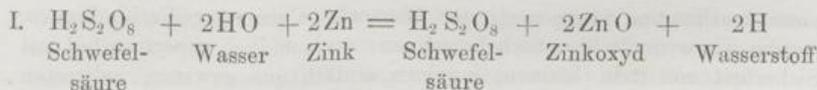
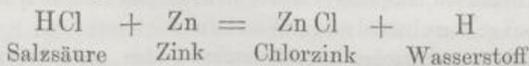
Wirken Metalloxyde auf Säuren ein, so tritt der Sauerstoff der ersteren an den Wasserstoff der letzteren und es wird Wasser abgeschieden, während das Metall sich mit dem Reste der Säure chemisch vereinigt, oder, wie wir es uns auch wohl denken können, den Wasserstoff in der Säure ersetzt:

Salzbildung bei der Einwirkung von Metalloxyden auf Säuren,



Bei der Einwirkung von Metallen auf Säuren ist entweder der Vorgang insofern der gleiche, als das Metall sich zunächst durch partielle Zersetzung einer sauerstoffhaltigen Säure, die dabei Sauerstoff abgiebt, in ein Metalloxyd verwandelt, welches auf die unzersetzt gebliebene Säure nun in gleicher Weise wie oben einwirkt, oder es wird dabei Wasserstoff in Freiheit gesetzt, der gasförmig entweicht und entweder von der Säure stammt, deren Rest sich mit dem Metall vereinigt, oder aber von einer gleichzeitigen Zersetzung vorhandenen Wassers; im letzteren Falle (disponirende Verwandtschaft) tritt der Sauerstoff, der aus dem Wasser frei geworden, an das Metall und das gebildete Metalloxyd wirkt nun wieder auf die Säure wie im ersten Falle. Beide Vorgänge erläutern nachstehende Formelgleichungen:

bei der Einwirkung von Metallen auf Säuren.



Als das, den eigenthümlichen Charakter der Säuren bedingende Element betrachten wir den Wasserstoff nicht bloss deshalb, weil er ein allen wohlcharakterisirten Säuren gemeinsamer und bei der Bildung der Salze wesentlich betheilig ist, sondern auch aus dem Grunde, weil wir sehen, dass den Säuren in ihrer Zusammensetzung sehr nahe verwandte Körper,

wenn sie keinen Wasserstoff enthalten, auch keine sauren Charaktere zeigen, so wie sie aber die Elemente des Wassers aufnehmen, zu wirklichen Säuren werden. So ist das weiter unten zu beschreibende Salpetersäureanhydrid, die sogenannte wasserfreie Salpetersäure: NO_5 , ein sauerstoffreiches Oxyd des Stickstoffs, welches sich in seiner Zusammensetzung von der Salpetersäure, dem sogenannten Salpetersäurehydrat, nur durch die Elemente des Wassers, d. h. 1 Aeq. Sauerstoff und 1 Aeq. Wasserstoff, welche es weniger enthält, unterscheidet; allein dem Salpetersäureanhydrid gehen alle Merkmale der Säuren völlig ab; bringt man aber damit Wasser in Berührung, so nimmt es dieses unter starker Erhitzung auf und verwandelt sich dadurch in Salpetersäure: $\text{HO} + \text{NO}_5 = \text{HNO}_6$. Ebenso verhalten sich andere Anhydride.

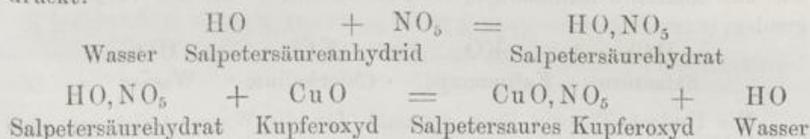
Die ältere, durch Lavoisier begründete Anschauung, welche den Sauerstoff als das eigentlich säurebildende Element betrachtete und daraus auch den Namen für selbes ableitete, konnte nicht mehr länger festgehalten werden, nachdem uns die fortschreitende Wissenschaft mit ausgesprochenen Säuren bekannt gemacht hatte, die gar keinen Sauerstoff enthalten. Doch lässt sich nicht verhehlen, dass auch die moderne Auffassung, namentlich bei gewissen gasförmigen Säuren, gefährlichen Klippen begegnet.

Warum man gewisse Säuren als Verbindungen von Anhydriden mit Wasser: als Hydrate betrachtet.

Bei den vorstehenden Betrachtungen haben wir uns ausschliesslich auf dem sicheren Boden der Thatsachen bewegt, wir müssen ihn aber verlassen und den schwankenden der Hypothese betreten, wenn wir die Bezeichnung der Salpetersäure als Salpetersäurehydrat, so wie die des Salpetersäureanhydrids, als wasserfreie Salpetersäure erklären wollen. Diese Bezeichnungen stehen in sehr naher Beziehung zur Lavoisier'schen Ansicht von den Säuren und werden auf alle sauerstoffhaltigen Säuren ausgedehnt. Es liegt Ihnen nämlich die Annahme zu Grunde, dass diese Säuren Wasserverbindungen: Hydrate gewisser Oxyde nicht-metallischer oder metallischer Elemente, seien, während die Anhydride diese Oxyde selbst, nicht an Wasser gebunden darstellen. Nach dieser Theorie wäre demnach dasjenige, was einem Oxyde den sauren Charakter verleiht, chemisch gebundenes Wasser.

Allein diese Annahme ist hypothetischer Natur, sie involvirt diejenige einer bestimmten Gruppierung der Elemente chemischer Verbindungen, welche wir weder sehen, noch berechnen, noch endlich experimentell mit Sicherheit ermitteln können, sondern einfach aus gewissen indirecten Gründen ableiten. Die Analyse der Salpetersäure lehrt uns durchaus nicht mehr als die Thatsache kennen, dass in dieser Verbindung auf 14 Gewthle. Stickstoff 48 Gewthle. Sauerstoff und 1 Gewthl. Wasserstoff enthalten sind, was wir durch die empirische Formel HNO_6 ausdrücken; die der Bezeichnung Salpetersäurehydrat entsprechende rationelle Formel dieser Verbindung, HO, NO_5 , setzt eine bestimmte Gruppierung der Elemente derselben voraus, sie lässt den Wasserstoff darin als Wasser enthalten sein und zwar als an Salpetersäureanhydrid gebundenes, so-

genanntes Hydratwasser. Die Gründe, auf welche sich diese „rationelle“ Formel der Salpetersäure stützt, sind allerdings gewisse Thatsachen, aber es sind keine solche Thatsachen, welche sie ihrer hypothetischen Natur zu entkleiden vermögen. Die rationelle Formel HO, NO_5 , findet ihre Stütze in der unbezweifelten Thatsache, dass Salpetersäureanhydrid, NO_5 und Wasser, HO , sich zu Salpetersäure vereinigen, ferner in der ebenso sicheren Thatsache, dass bei der Sättigung von Salpetersäure mit Kaliumoxyd, Kupferoxyd oder einem anderen Metalloxyde Wasser: HO , abgeschieden wird, was die Theorie durch nachstehende rationelle Formeln ausdrückt:

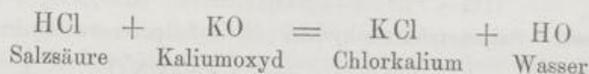


Allein aus der Thatsache, dass Salpetersäureanhydrid und Wasser sich zu Salpetersäure vereinigen, folgt durchaus nicht mit Nothwendigkeit, dass nach der Vereinigung in der dadurch entstandenen Salpetersäure, die beiden Stoffe noch in derselben Gruppierung gedacht werden müssen und ebenso wenig ist es durch die Thatsache, dass Salpetersäure und Kupferoxyd sich zu einem Salze unter Abscheidung von einem Aequivalent HO vereinigen, strict bewiesen, dass dieses Wasser in der freien Säure bereits als solches enthalten war und dass wir uns in dem Salze Salpetersäureanhydrid und Kupferoxyd noch als solche, wengleich gebunden vorstellen müssen. So wie uns die Analyse der Salpetersäure nicht mehr lehrt, als dass in dieser Verbindung 1 Aeq. N, 6 Aeq. O und 1 Aeq. H enthalten sind, so erfahren wir aus der Analyse des durch Einwirkung von Kupferoxyd auf Salpetersäure entstandenen Salzes nur, dass darin auf 14 Gewichtstheile Stickstoff 48 Gewichtstheile Sauerstoff und 31 Gewthle. Kupfer enthalten sind, was wir durch die empirische Formel CuNO_6 ausdrücken. Die hypothetische Grundlage dieser Theorie dürfte uns nicht abhalten, dieselbe, welche zahlreiche chemische Vorgänge sehr übersichtlich darzustellen gestattet, zu adoptiren, denn wir werden uns zur Genüge überzeugen müssen, dass wir in der Chemie in zahlreichen Fällen der Hypothese nicht entrathen können, allein der Zweck derselben muss immer der sein, die Wege des Verständnisses zu ebnen, unsere Erfahrung zu ergänzen und alles Verwandte unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt zu bringen. Allein die in Frage stehende Theorie trennt vielmehr willkürlich eng Verwandtes, indem sie eine fundamentale Unterscheidung zwischen den sogenannten Sauerstoff- und Wasserstoffsäuren nöthig macht. Nach ihrer Anschauung sind die Säuren Verbindungen, welche chemisch gebundenes, sogenanntes Hydratwasser enthalten, welches in den Salzen durch Metalloxyde ersetzt ist. Nun giebt es aber ausgesprochene starke Säuren, die Chlorwasserstoffsäure ist eine solche und ihre Formel HCl , welche gar keinen Sauer-

Warnm
diese Theo-
rie nicht
consequent
durchführ-
bar ist.

Es giebt Säuren, die gar keinen Sauerstoff enthalten.

stoff enthalten, mithin auch kein Wasser enthalten können. Diese Säuren sättigen sich mit Basen ebenso, wie die sauerstoffhaltigen Säuren, die dabei gebildeten Salze verhalten sich den Salzen der sauerstoffhaltigen Säuren in den meisten Punkten analog, aber auch sie enthalten keinen Sauerstoff, können daher auch keine Metalloxyde enthalten. Werden endlich solche Säuren mit Metalloxyden zusammengebracht, so wird ebenfalls Wasser abgeschieden, was aber natürlich unmöglich von der Säure abstammen kann. Erläutern wir diese Verhältnisse an der Salzsäure, so haben wir in ihr eine Verbindung von Chlor mit Wasserstoff, HCl. Lassen wir auf Salzsäure Kaliumoxyd, KO, einwirken, so ist der Vorgang folgender:



Die Hydrat-Theorie lässt demnach für die Wasserstoffsäuren eine gesonderte abweichende Betrachtung unabweislich erscheinen. Diese wird aber vermieden, wenn wir von dem, beiden Säuren gemeinsamen, dem durch Metalle vertretbaren Wasserstoff ausgehen und auf diesem Gebiete den Boden der Thatsachen so wenig wie möglich verlassen. Wir werden später noch genügende Veranlassung finden, den Begriff der Säuren und Salze weiter zu entwickeln; für die folgenden Verhältnisse sind aber die nun in den allgemeinsten Umrissen gegebenen Begriffsbestimmungen völlig ausreichend.

Vorkommen der Salpetersäure.

Vorkommen. Die Salpetersäure findet sich im freien Zustande in der Natur nicht, wohl aber in Verbindung mit Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium in Gestalt salpetersaurer Salze ziemlich verbreitet; in Verbindung mit Ammoniak in sehr geringer Menge im Regenwasser und in vielen Brunnenwassern.

Bildung und Darstellung.

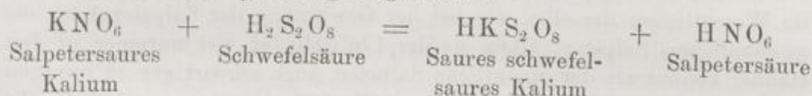
Bildung und Darstellung. Durch directes Zusammenbringen von Sauerstoff und Stickstoff unter gewöhnlichen Verhältnissen lässt sich keine Salpetersäure erzeugen. Wohl aber entsteht eine geringe Menge Salpetersäure, wenn man bei Gegenwart von Wasser durch ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff zahlreiche elektrische Funken schlagen lässt; ist neben dem Wasser auch noch eine starke Basis, wie z. B. Kali, vorhanden, so ist die Ausbeute an Salpetersäure, welche in diesem Falle als salpetersaures Kalium erhalten wird, etwas bedeutender. In gleicher Weise entsteht aus atmosphärischer Luft, welche im Wesentlichen ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff ist, Salpetersäure; diese Säure bildet sich ausserdem beim Verpuffen von Knallgas mit atmosphärischer Luft und wenn man aus einer engen Röhre ausströmendes Wasserstoffgas in einem mit Sauerstoffgas gefüllten offenen Kolben brennen lässt. Auf die übrigen zahlreichen indirecten Bildungsweisen der Salpetersäure werden wir an anderen Orten näher eingehen.

Zur Darstellung der Salpetersäure benutzt man gewöhnlich ein salpetersaures Salz, welches unter dem Namen Salpeter bekannt ist: sal-

petersaures Kalium oder Kaliumnitrat nach der mehr wissenschaftlichen Bezeichnung. Wird dieses Salz mit Schwefelsäure der Destillation unterworfen, so destillirt Salpetersäure über und im Rückstande bleibt ein Salz der Schwefelsäure, welches den Namen saures schwefelsaures Kalium führt. Indem nämlich die Schwefelsäure eine stärkere Säure ist als die Salpetersäure, sonach zum Kalium eine stärkere Affinität besitzt, setzt sie die Salpetersäure in Freiheit, die in der Wärme in Dampf verwandelt, sich in der kalt gehaltenen Vorlage verdichtet.

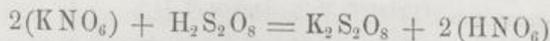
Durch Destillation von Salpeter und Schwefelsäure.

Der Vorgang wird gewichtlich in unserer Zeichensprache durch nachstehende Formelgleichung ausgedrückt:



101,2 Gewthle. Salpeter, mit 98 Gewthln. Schwefelsäure destillirt, geben demnach 63 Gewthle. Salpetersäure und 136,2 Gewthle. saures schwefelsaures Kalium.

Aus der hier gegebenen Formel der Schwefelsäure, die wir allerdings noch nicht näher kennen, ersehen wir jedenfalls, dass diese Säure zwei Aequivalente Wasserstoff enthält und die Erfahrung lehrt uns, dass beide Aequivalente durch Metalle vertreten werden können. Wenn wir aber Salpeter und Schwefelsäure in dem durch die Formelgleichung ausgedrückten Gewichtsverhältnisse, d. h. zu gleichen Aequivalenten destilliren, so erhalten wir ein Salz der Schwefelsäure, in welchem nur 1 Aeq. ihres Wasserstoffs durch Kalium ersetzt ist, da ja in dem einen Aequivalente Salpetersäure nur 1 Aeq. Kalium enthalten ist; es fragt sich daher, ob es nicht zweckmässiger wäre, 2 Aeq. Salpeter mit 1 Aeq. Schwefelsäure zu destilliren, welches letztere, sollte man meinen, hinreichen müsste, aus beiden Aequivalenten Salpeter, die Salpetersäure in Freiheit zu setzen, unter der Voraussetzung nämlich, dass der Process gemäss nachstehender Formelgleichung verlief:



was auf 202,4 Gewthle. Salpeter 98 Gewthle. Schwefelsäure, also nicht mehr als im vorigen Falle erfordern, aber die doppelte Menge Salpetersäure liefern würde.

Die Erfahrung lehrt aber, dass dieses Verhältniss kein zweckmässiges ist, indem der Vorgang obiger Formelgleichung nicht entspricht. So lange die Temperatur nicht sehr hoch, bis auf 220° C., gesteigert wird, bildet sich auch nun das saure schwefelsaure Salz und es wird daher nur die Hälfte des Salpeters zersetzt, d. h. der Vorgang verläuft nach derselben Formelgleichung, wie wenn nur 1 Aeq. Salpeter angewendet wäre, offenbar deshalb, weil von den beiden H-Aequivalenten der Schwefelsäure, das eine leichter durch Kalium ersetzt wird als das andere, sich daher immer mit Vorliebe das saure Salz bildet. Steigt aber die

Temperatur bis auf 220°C., so wird allerdings auch das zweite H-Aequivalent der Schwefelsäure durch K ersetzt und neutrales schwefelsaures Kalium gebildet, allein das in Freiheit gesetzte zweite Aequivalent Salpetersäure zerfällt bei dieser hohen Temperatur in Untersalpetersäure, Wasser und Sauerstoff, von welchen erstere in der unzersetzten Säure sich auflöst und dieselbe verunreinigt. Die so dargestellte unreine Säure führt den Namen rothe rauchende Salpetersäure.

Durch Destillation von Chilisalpeter und Schwefelsäure.

Zur Darstellung grösserer Mengen Salpetersäure verwendet man auch wohl salpetersaures Natrium, sogenannten Chilisalpeter, der mit Schwefelsäure destillirt, ebenfalls Salpetersäure liefert. Der Vorgang ist im Wesentlichen derselbe, wie bei der Gewinnung der Salpetersäure aus gewöhnlichem Salpeter, allein da der Chilisalpeter viel unreiner in den Handel kommt als der eigentliche Salpeter, auch schwieriger zu reinigen ist, wird die aus Chilisalpeter dargestellte Salpetersäure gewöhnlich sehr unrein, auch schäumt die Mischung bei der Destillation stark.

Die Salpetersäure findet in den Künsten, Gewerben, in der praktischen Chemie und Pharmacie eine ausgedehnte Anwendung. Die käufliche verdünnte und mehrfach verunreinigte Salpetersäure führt den Namen Scheidewasser. Die Bezeichnung Salpetersäure und die lateinische: *Acidum nitricum* sind von dem Material ihrer Darstellung: Salpeter, lat. *Nitrum*, abgeleitet.

Die Salpetersäure wird im Grossen fabrikmässig und dann meist aus Chilisalpeter dargestellt.

Salpetersäureanhydrid. Wasserfreie Salpetersäure.



Aequivalentgewichtsformel.

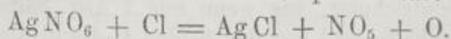


Atomistische Molekularformel.

Aequivalentgewicht = 54. Molekulargewicht = 108. Proc. Zusammensetzung: Stickstoff 25,9, Sauerstoff 74,1.

Eigenschaften.

Wenn man auf vollkommen trockenes salpetersaures Silber: AgNO_3 , ein Salz, welches an Stelle des einen Aequivalentes H der Salpetersäure 1 Aeq. Silber enthält, vollkommen trockenes Chlorgas einwirken lässt, so bildet sich Chlorsilber: AgCl und Salpetersäureanhydrid: NO_5 , während 1 Aeq. Sauerstoffgas, vermengt mit etwas überschüssigem Sauerstoff und Untersalpetersäure, die von einer partiellen Zersetzung des Salpetersäureanhydrids selbst herrühren, entweichen. Den Vorgang drückt nachstehende Formelgleichung, in unserer auf die Aequivalent- oder Verbindungsgewichte basirten Zeichensprache aus:



Das Salpetersäureanhydrid stellt farblose, glänzende Krystalle dar, deren Grundform ein gerades Prisma mit rhombischer Basis ist. Diesel-

ben schmelzen schon bei einer Temperatur von $+ 29^{\circ}$ bis 30° C. und die so erhaltene Flüssigkeit siedet bei einer Temperatur, die zwischen $+ 45^{\circ}$ bis 50° C. liegt, wobei bereits eine theilweise Zersetzung stattfindet. Stärker erhitzt zerfällt es in Sauerstoff und Untersalpetersäure. Längere Zeit in zugeschmolzenen Glasröhren aufbewahrt, schmelzen die Krystalle und es findet Explosion statt.

Wasser vereinigt sich mit dem Salpetersäureanhydrid unter Erwärmung und ohne Gasentwicklung zu Salpetersäure ($\text{NO}_5 + \text{HO} = \text{HNO}_6$)
Trockenes Ammoniak zersetzt es sehr rasch.

Untersalpetersäure.

Syn. Untersalpetersäureanhydrid.



Gewichtsformel.



Atomistische Molekularformel.

Äquivalentgewicht = 46. Molekulargewicht = 46. Volumgewicht (specif. Gewicht) des Dampfes ($\text{H} = 1$) 23, (atmosph. Luft = 1) 1,59. Specif. Gewicht des tropfbarflüssigen: 1,451 (Wasser = 1). Procent. Zusammensetzung: Stickstoff 30,44, Sauerstoff 69,56.

Die Untersalpetersäure ist ein Körper, der innerhalb ziemlich enger Temperaturgrenzen alle drei Aggregatzustände annehmen kann. Bei $- 20^{\circ}$ C. stellt sie farblose prismatische Krystalle dar, welche bei ungefähr $- 11,5^{\circ}$ bis $- 12^{\circ}$ C. sich in eine Flüssigkeit verwandeln, die bis zu einer Temperatur von 0° nahezu farblos ist, sich bei höherer Temperatur gelb und orange färbt und bei 28° C. siedet, sich in einen braunrothen Dampf verwandelnd. Ist sie bei niederer Temperatur einmal flüssig geworden, so gefriert sie erst bei ungefähr $- 30^{\circ}$ C. wieder.

Die Untersalpetersäure besitzt einen sehr unangenehmen, ersticken- den Geruch, wirkt ätzend und färbt die Haut wie die Salpetersäure gelb. Sie ist ein sehr energisches Oxydationsmittel. In Berührung mit Wasser zersetzt sie sich in Salpetersäure und Stickstoffoxyd. Es ist



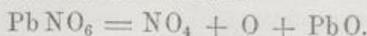
Die Untersalpetersäure ist nach unserer, von Säuren gegebenen Definition keine Säure, da sie keinen Wasserstoff enthält. Aber auch der Name Anhydrid kommt ihr eigentlich nicht zu, da sie sich mit Wasser nicht vereinigt, sondern dadurch, wie wir eben gesehen haben, zersetzt wird. Sie bildet endlich keine Salze. Mit Basen zusammengebracht, liefert sie ein Gemenge von salpetersauren und salpetrigsauren Salzen.

Vorkommen und Bildung. Die Untersalpetersäure findet sich in der Natur als solche nicht, bildet sich aber auf mannigfache Weise, namentlich bei der Zersetzung der Salpetersäure und ist in der rothen rauchenden Salpetersäure des Handels enthalten (s. oben).

Darstellung,

am besten durch Erhitzen von salpetersaurem Blei.

Darstellung. Man erhält die Untersalpetersäure durch Einwirkung von Stickoxydgas auf überschüssiges Sauerstoffgas oder atmosphärische Luft. Leichter und bequemer stellt man die Untersalpetersäure durch Erhitzen des salpetersauren Bleis dar, welches dabei in Bleioxyd, Untersalpetersäure und Sauerstoff zerfällt:



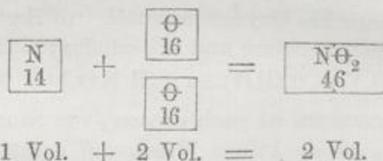
Die Untersalpetersäure wird durch starke Abkühlung des Recipienten verdichtet und je nach der Temperatur, entweder flüssig oder krystallisirt erhalten.

Volumverhältnisse der Untersalpetersäure.

Volumetrische Zusammensetzung. In Dampfgestalt enthält die Untersalpetersäure auf 1 Vol. Stickstoff 2 Vol. Sauerstoff, welche 2 Vol. Untersalpetersäure bilden. Da das Volumgewicht des Stickstoffs = 14 und jenes des Sauerstoffs = 16 ist, so vereinigen sich

1 Vol. Stickstoff	14
2 „ Sauerstoff	32
2 „ Untersalpetersäure	46

Das Volumgewicht, d. h. das Gewicht eines Volumens Untersalpetersäure, wäre demnach $23 = \frac{46}{2}$, womit der Versuch, d. h. das gefundene specifische Gewicht des Untersalpetersäuredampfes, sehr gut stimmt. Da sich zu Untersalpetersäure 1 Vol. Stickstoff und 2 Vol. Sauerstoff vereinigen, das Volumen der Verbindung aber nur 2 Vol. beträgt, so findet hier ganz ähnlich wie beim Wasserdampf eine Condensation um $\frac{1}{2}$ statt, was die nachstehende graphische Darstellung versinnlicht, welche ausserdem dazu bestimmt ist, die enge Beziehung der Volumgewichte zu den Aequivalentgewichten bei Gasen zu erläutern. Die gleich grossen Quadrate bedeuten uns gleiche Volumina; die dazu gehörigen Gewichte sind sammt den betreffenden Symbolen eingeschrieben; das Doppelquadrat zeigt die Condensation von 3 Vol. auf 2 Vol. an:



Wir ersehen demnach aus dieser graphischen Darstellung, dass zu Untersalpetersäuredampf 1 Vol. Stickstoff und 2 Vol. Sauerstoff zusammentreten, ferner, dass dem Gewichte nach, in der Untersalpetersäure 14 Gewichtstheile Stickstoff und 32 Gewthle. Sauerstoff vereinigt sind, dass das Volumen des gebildeten Untersalpetersäuredampfes = 2 Vol. ist, welche 46 Gewthle. betragen, dass mithin das Volumgewicht (specif. Gew.) des Untersalpetersäuredampfes $\frac{46}{2} = 23$ ist. Aus diesen Daten können wir

ohne Schwierigkeit auch die procentische Zusammensetzung der Untersalpetersäure berechnen.

Salpetrige Säure.

Syn. Salpetrigsäureanhydrid.



Aequivalentgewichtsformel.



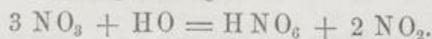
Atomistische Molekularformel.

Aequivalentgewicht = 38. Molekulargewicht = 76. Volumgewicht (specif. Gewicht) des Dampfes (Wasserstoff = 1), berechnet: 38; (atmosphärische Luft = 1), berechnet: 2,63. Procent. Zusammensetzung: Stickstoff 36,84, Sauerstoff 63,16.

Diese Verbindung ist noch sehr wenig gekannt.

Sie ist, wie man sie bis jetzt kennt, eine dunkelblaue, höchst flüchtige Flüssigkeit, welche bei 0° siedet und dann ein tief rothes Gas von eigenthümlichem, heftigem Geruch darstellt. Mit Wasser zersetzt sie sich theilweise in Stickstoffoxyd und Salpetersäure. Der Vorgang lässt sich durch nachstehende Formelgleichung ausdrücken:

Eigenschaften.



Sowie die Untersalpetersäure kann auch die salpetrige Säure nicht als wahre Säure betrachtet werden, da sie keinen Wasserstoff enthält. Sie ist ein Anhydrid, dessen Säure im freien Zustande noch nicht dargestellt ist. Wohl aber lassen sich Salze derselben: die salpetrigsauren Salze, darstellen, aber, was bemerkenswerth ist, nicht aus dem Salpetrigsäureanhydrid, sondern durch Glühen von gewissen salpetersauren Salzen, die dabei unter Entwicklung von Sauerstoffgas in salpetrigsaure Salze übergehen. Sie entwickeln beim Zusatz anderer Säuren rothe Dämpfe.

Die salpetrige Säure verbindet sich mit Basen zu den salpetrigsauren Salzen.

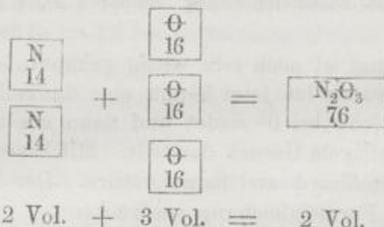
Vorkommen, Bildung und Darstellung. Salpetrige Säure im freien Zustande findet sich in der Natur nicht, wohl aber eine geringe Menge von salpetrigsaurem Ammonium in der atmosphärischen Luft, im Regenwasser und in den meisten Quellwassern. Salpetrige Säure wird auf mehrfache Weise, so beim Vermischen von 4 Vol. Stickoxydgas mit 1 Vol. Sauerstoffgas, bei der Behandlung von Untersalpetersäure mit Wasser und bei der Einwirkung der Salpetersäure auf gewisse organische Substanzen, wie z. B. Stärkemehl, erzeugt; auch bei der Verbrennung des Wasserstoffs im Sauerstoffgase, bei der Verbrennung des Wasserstoffs in der atmosphärischen Luft, bei der langsamen Oxydation des Phosphors in atmosphärischer Luft und bei allen Verbrennungen kohlenwasserstoffhaltiger organischer Stoffe, ja sogar beim blossen Verdampfen des Wassers an atmosphärischer Luft, sollen sich geringe Mengen von salpetriger Säure bilden, allein diesen Angaben ist in neuester Zeit widersprochen; endlich wird bei der Einwirkung von Luft und Ammoniak auf metallisches Kupfer salpe-

trige Säure gebildet, allein es fehlt noch eine sichere und leicht ausführbare Methode ihrer Reindarstellung. Die vergleichsweise sicherste Methode ihrer Darstellung ist folgende:

Man giesst zu 92 Gewthn. auf -20°C . abgekühlter Untersalpetersäure mittelst einer zur feinen Spitze ausgezogenen Glasröhre 45 Gewichtthle. Wasser und erwärmt die beiden sich bildenden grünen Schichten in einem Destillirapparat, dessen Vorlage mit Kältemischung umgeben ist, bis zu einer Temperatur von 28°C . In der Vorlage findet sich dann die salpetrige Säure als eine indigblaue Flüssigkeit.

Volumetrische Zusammensetzung.

Volumetrische Zusammensetzung. Die salpetrige Säure in Dampfgestalt enthält nach der Berechnung 2 Vol. Stickstoff und 3 Vol. Sauerstoff zu 2 Vol. condensirt. In graphischer Darstellung:



In der salpetrigen Säure sind demnach 2 Vol. Stickstoff = 28 Gewthn. mit 3 Vol. Sauerstoff = 48 Gewthn. zu 2 Vol. Salpetrigsäureanhydrid-dampf verdichtet, welche 76 Gewthle. wägen. Das Volumgewicht der Verbindung berechnet sich mithin zu $\frac{76}{2} = 38$.

Stickstoffoxyd. Stickoxyd.

NO_2

Aequivalentgewichtsformel.

Aequivalentgewicht = 30. Molekulargewicht = 30. Volumgewicht (specifisches Gewicht $\text{H} = 1$) 15; (atmosphärische Luft = 1) 1,039. Proc. Zusammensetzung: Stickstoff 46,67, Sauerstoff 53,33.

NO

Atomistische Molekularformel.

Eigenschaften.

Das Stickstoffoxyd oder Stickoxyd, wie es der Kürze wegen wohl auch genannt wird, ist ein permanentes, farbloses, in Wasser sehr wenig lösliches Gas, dessen Geschmack und Geruch nicht bekannt sind, weil es in dem Augenblicke, wo es mit atmosphärischer Luft in Berührung kommt, sich höher oxydirt und gelbrothe Dämpfe von Untersalpetersäure bildet, die einen erstickenden Geruch, ätzenden Geschmack und saure Reaction besitzen. Das Stickoxyd vereinigt sich also schon bei blosser Berührung und gewöhnlicher Temperatur mit Sauerstoff und da das Product dieser Vereinigung: die Untersalpetersäure, durch eine charakteristische gelbrothe

Farbe ausgezeichnet ist, während das reine Stickoxyd absolut farblos erscheint, so lässt sich mittelst dieser Eigenschaft des Stickoxyds die geringste Spur von Sauerstoff in einem Gasgemenge mit Sicherheit erkennen. Bringt man zu einem solchen Stickoxyd und es färbt sich das Gasgemenge gelb, so enthält es Sauerstoff, bleibt es dagegen farblos, so ist darin freier Sauerstoff nicht vorhanden. Wässrige Auflösungen von Eisenoxydulsalzen absorbiren das Stickoxydgas mit grosser Begierde und färben sich dabei schwarzbraun. Man kann daher aus einem Gasgemenge Stickoxydgas durch Eisenoxydulauflösungen entfernen.

Die Oxydation des Stickstoffoxyds zu Untersalpetersäure im Augenblicke der Berührung mit Sauerstoff oder sauerstoffhaltigen Gasgemengen bietet ein Mittel der Erkennung des Sauerstoffs in einem Gasgemenge dar.

Das Stickoxydgas unterhält die Verbrennung einiger Körper. Angezündete Kohle und Phosphor verbrennen darin mit grossem Glanze, angezündeter Schwefel dagegen verlöscht darin. Mit Wasserstoffgas vermischt und mit einem brennenden Körper berührt, brennt es mit einer grünen Flamme, indem sich dabei Wasser bildet und Stickstoff frei wird; mit Schwefelkohlenstoff gemengt, brennt es mit einer grossen weissen, schön leuchtenden Flamme ohne Explosion ab. Das Stickoxydgas ist nicht respirabel, Thiere ersticken darin, es färbt mehrere thierische Stoffe gelb und verändert die blauen Pflanzenfarben nicht: es besitzt neutrale Reaction.

Ein sehr merkwürdiges Verhalten zeigt das Stickoxyd gegen concentrirte Salpetersäure und gegen Schwefelsäure. Wird Stickoxydgas in concentrirte Salpetersäure geleitet, so löst es sich in letzterer in erheblicher Menge auf, dabei findet aber eine wechselseitige Zersetzung statt; das Stickoxyd entzieht nämlich der Salpetersäure einen Theil ihres Sauerstoffs und verwandelt sich in salpetrige Säure, während dadurch auch die Salpetersäure in salpetrige Säure übergeht. Je nach der Concentration oder, was dasselbe ist, je nach dem Wassergehalte der Salpetersäure zeigen die Lösungen des Stickoxyds in dieser Säure sehr verschiedene Farben, nämlich braun, gelb, grün und blau.

Mit Schwefelsäure verbindet sich das Stickoxyd zu einem krystallisirten Körper, von dem weiter unten die Rede sein wird.

Vorkommen und Bildung. Stickoxyd findet sich in der Natur nicht vor; die gewöhnlichste Art seiner Bildung ist Reduction der höheren Oxyde des Stickstoffs durch oxydable Körper, wie Kohle, Phosphor, Metalle, organische Substanzen u. s. w.

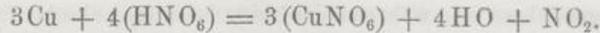
Vorkommen und Bildung.

Darstellung. Die bequemste Art der Darstellung des Stickoxydgases ist folgende:

Darstellung

Man löst Kupferdrehspähne in mässig concentrirter Salpetersäure von 1,2 bis 1,3 specif. Gewicht auf und fängt das sich entwickelnde Gas über Wasser auf. Indem das Kupfer sich auf Kosten eines Theils des Sauerstoffs der Salpetersäure zu Kupferoxyd oxydirt, wird letztere zu Stickoxyd reducirt, welches gasförmig entweicht, während das Kupferoxyd mit einem andern Antheil unzersetzter Salpetersäure salpetersaures Kupfer bildet. Der Vorgang wird durch folgende Formelgleichung ausgedrückt:

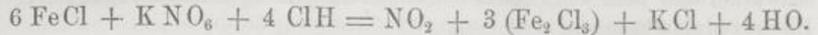
aus Kupfer und Salpetersäure,



So wie Kupfer wirken auch Silber und Quecksilber.

aus Eisen-
chlorür, Sal-
peter und
Salzsäure.

Eine andere Methode der Darstellung des Stickoxydgases besteht darin, Salpeter (salpetersaures Kalium) mit einer Lösung von einfach Chloreisen in überschüssiger Chlorwasserstoffsäure zu erwärmen, es bildet sich dabei Eisenchlorid, Chlorkalium, Wasser und Stickoxydgas, welches entweicht. Die Formelgleichung ist folgende:



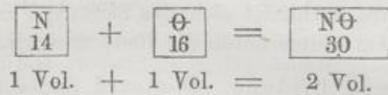
Reines Stickoxyd erhält man ferner durch Einwirkung von schwefliger Säure auf erwärmte verdünnte Salpetersäure.

Volumver-
hältnisse des
Stickoxyds.

Volumetrische Zusammensetzung. Erhitzt man in einem genau gemessenen Volumen Stickoxydgas Natrium, so entzieht dieses dem Gase sämtlichen Sauerstoff, indem sich das Metall oxydirt und es bleibt reiner Stickstoff zurück. Bestimmt man nun das Volumen, so findet man, dass es genau die Hälfte des vorher vorhanden gewesenem beträgt. In einem Vol. Stickoxydgas ist daher $\frac{1}{2}$ Vol. Sauerstoff enthalten.

1 Vol. Stickoxyd wägt	15				
$\frac{1}{2}$ „ Sauerstoff wägt $\frac{16}{2}$ =	8				
$\frac{1}{2}$ „ Stickstoff wägt $\frac{14}{2}$ =	7				

Es vereinigen sich demnach zu zwei Vol. Stickoxyd 1 Vol. Stickstoff und 1 Vol. Sauerstoff ohne Verdichtung, woraus sich auch die gewichtliche Zusammensetzung aus den bekannten Volumgewichten des Stickstoffs und Sauerstoffs ergibt. Graphisch in unserer bekannten Darstellungsweise:



Stickstoffoxydul. Stickoxydul.

NO	N ₂ O
Aequivalentgewichtsformel.	Atomistische Molekularformel.
Aequivalentgewicht = 22.	Molekulargewicht = 44.
H = 1) 22; (atmosph. Luft = 1) 1,527.	Volumgewicht (specif. Gewicht Proc. Zusammensetzung:
	Stickstoff 63,77, Sauerstoff 36,23.

Eigen-
schaften.

Das Stickstoffoxydul ist ein Gas, welches mit dem Sauerstoffgase sehr grosse Aehnlichkeit in einigen Eigenschaften zeigt, sich davon aber durch andere sehr wesentlich unterscheidet. Es ist farblos, besitzt einen eigen-

thümlichen, nicht unangenehmen süßlichen Geruch und Geschmack, ist schwerer als atmosphärische Luft und coërcibel, d. h. es kann bei einer Temperatur von 0°C. und einem Drucke von 50 Atmosphären, sonach einem Drucke, welcher 50 mal so gross ist, wie jener der atmosphärischen Luft, verdichtet werden. Es stellt dann eine tropfbare Flüssigkeit dar, die bei — 88°C. siedet, und dabei solche Verdunstungskälte entwickelt, dass sie sich bis zu — 105°C. abkühlt und zu einem festen krystallinischen Körper erstarrt. Im flüssigen Zustande ist es durch ein ausserordentlich geringes Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnet.

Das Stickoxydulgas ist in Wasser, namentlich in kaltem, ziemlich löslich und ertheilt diesem seinen Geschmack und Geruch. Von warmem Wasser wird es weniger leicht aufgenommen und wird daher bei seiner Darstellung zweckmässig über warmem Wasser aufgefangen.

Das Stickoxydulgas unterhält die Verbrennung der Körper und brennbare Körper, wie Kohle, Schwefel, Phosphor, Eisen, verbrennen darin angezündet mit einem ähnlichen Glanze, wie in Sauerstoffgas. Auch entflammt sich darin ein nur noch glimmender Spahn von selbst wieder, gerade so wie im Sauerstoffgase. Endlich giebt das Stickoxydulgas auch mit Wasserstoffgas gemischt Knallluft, d. h. ein explosives Gasgemenge. Demungeachtet aber bietet die Unterscheidung des Stickoxydulgases vom Sauerstoffgase keine Schwierigkeit dar. Abgesehen nämlich von seiner Verdichtbarkeit, seinem höheren specifischen Gewichte und seiner viel bedeutenderen Löslichkeit in Wasser, giebt das Stickoxydulgas mit Stickoxydgas gemengt keine rothgelben Dämpfe von Untersalpetersäure, sondern bleibt farblos, während freies Sauerstoffgas mit Stickoxydgas gemengt sich sogleich gelbroth färbt.

Das Stickoxydulgas kann eingeathmet werden, es ist respirabel, dabei wirkt es aber eigenthümlich berauschend und erzeugt einen Zustand von Trunkenheit, der meist von sehr angenehmen Hallucinationen, ausgelassener Fröhlichkeit, Lachlust und rasch wechselndem Ideenfluge begleitet ist. Wegen dieser Wirkungen wurde das Gas auch wohl Lustgas genannt. Länger eingeathmet bringt es Stupor, Gefühllosigkeit, bei Einzelnen auch wohl heftige Gefäss- und Nervenaufrregung, bis zu maniacalischen Anfällen sich steigend, hervor. Durch eine stark glühende Röhre geleitet, zerfällt es in seine Elemente: Stickstoff- und Sauerstoffgas; lässt man es über bis zur Rothgluth erhitztes Kalihydrat streichen, so liefert es Salpetersäure und Ammoniak. Entzieht man dem Stickstoffoxydul durch erhitzte oxydirbare Körper seinen Sauerstoff, so bleibt Stickstoff zurück, dessen Volumen so viel beträgt, wie das Volumen des Stickoxyduls.

Vorkommen. Das Stickstoffoxydul findet sich in der Natur nicht.

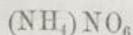
Bildung und Darstellung. Das Stickstoffoxydul bildet sich auf mehrfache Weise durch Reduction der höheren Oxyde des Stickstoffs, so z. B. durch Reduction des Stickoxyds mittelst schwefligsaurer Salze, durch Auflösen von Zink in verdünnter Salpetersäure, oder besser einem Gemenge von verdünnter Salpeter- und Schwefelsäure.

Es ist respirabel und wirkt berauschend.

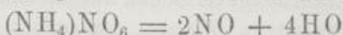
Vorkommen, Bildung und Darstellung.

Am leichtesten erhält man es durch Erhitzen von salpetersaurem Ammonium.

Am reinsten und leichtesten erhält man es aber durch Erhitzen des salpetersauren Ammoniums, eines Salzes, welches dabei geradeauf in Stickstoffoxydul und Wasser zerfällt. Die Zusammensetzung des salpetersauren Ammoniums wird ausgedrückt durch die Formel:



worin NH_4 einen metallähnlichen Körper bedeutet, der analog den Metallen selbst, den Wasserstoff in Säuren zu ersetzen und dadurch Salze zu bilden vermag und die Zerlegung durch nachstehende Formelgleichung:



1 Aeq. salpetersaures Ammonium liefert demnach geradeauf 4 Aeq. Wasser und 2 Aeq. Stickstoffoxydul.

Volumverhältnisse.

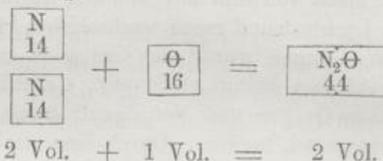
Volumetrische Zusammensetzung. Bereits weiter oben wurde bemerkt, dass, wenn man Stickoxydulgas durch oxydable Körper, z. B. Kalium, zersetzt, das Volumen des rückständigen Stickstoffgases gleich ist dem Volumen des Stickoxydulgases selbst. Es muss sonach bei der Vereinigung der beiden Gase Condensation stattfinden.

Zieht man von dem Gewichte eines Volumens Stickoxydulgas oder von seinem specifischen Gewichte, was dasselbe ist, = 22
das Gewicht eines Volumens Stickstoff ab . = 14

so bleibt 8

Diese Zahl repräsentirt aber das Gewicht eines halben Volumens Sauerstoff, denn $\frac{16}{2} = 8$.

Demnach entstände das Stickoxydulgas durch Vereinigung von 2 Volumina Stickstoff mit 1 Volumen Sauerstoff, wobei Verdichtung zu 2 Volumina stattfindet. Graphisch:



2 Vol. Stickstoffoxydulgas entstehen demnach durch Verdichtung von 2 Vol. Stickstoff und 1 Vol. Sauerstoff, zugleich aber durch Vereinigung von 28 Gewthln. Stickstoff und 16 Gewthln. Sauerstoff und das Gewicht des so gebildeten Stickoxyduls beträgt 44. Setzt man die Proportionen an:

$$44 : 28 = 100 : x = 63,63$$

$$44 : 16 = 100 : x = 36,37$$

so erhält man obige Zahlen für die procentische Zusammensetzung des Gases, welche mit den durch die Gewichtsanalyse gefundenen gut übereinstimmen.

Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff.

Atmosphärische Luft.

Unter Atmosphäre oder atmosphärischer Luft verstehen wir bekanntlich die unseren Planeten umgebende gasförmige Hülle, die, wie bereits beim Sauerstoff auseinandergesetzt wurde, in so wesentlicher Beziehung zum Athmungs- und daher Lebensprocesse der Thiere und Pflanzen steht. Die Bestandtheile dieser gasförmigen Hülle sind zwei uns nun bereits bekannte Gase, nämlich Sauerstoff und Stickstoff, ferner Wasserdampf oder Wassergas, wovon wir ebenfalls bereits gehandelt haben und endlich Kohlensäure, ein Gas, von dem erst später die Rede sein kann. Diese Bestandtheile können als die wesentlichen angesehen werden, während ausserdem noch kleine und veränderliche Quantitäten anderer Gase in der Luft enthalten sein können, die von der Erdoberfläche entwickelt werden, deren Menge aber so gering ist, im Vergleich zur Masse der Atmosphäre und ihrer übrigen Bestandtheile, dass sie wegen ihrer raschen Diffusion der Beobachtung entgehen. Zu diesen Gasen zählt das Ammoniak, welches einen ziemlich constanten Minimalbestandtheil der atmosphärischen Luft ausmacht.

Atmosphärische Luft.

Zusammensetzung derselben.

Von allen diesen Bestandtheilen betragen aber mit Ausnahme des Stickstoffs und Sauerstoffs, die übrigen zusammengenommen kaum ein Volumenprocent.

In Bezug auf die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft hat sich die höchst merkwürdige Thatsache ergeben, dass auf allen Punkten der ganzen Erdoberfläche, Sauerstoff und Stickstoff darin in genau denselben Verhältnisse enthalten sind, während der Gehalt an Kohlensäure und Wassergas ein ziemlich wechselnder ist. In 100 Raumtheilen atmosphärischer Luft sind überall und unter allen Umständen nahezu 79 Raumtheile Stickstoff und 21 Raumtheile Sauerstoff enthalten, was dem Gewichte nach für 100 Gewichtstheile atmosphärischer Luft 23,2 Proc. Sauerstoff beträgt.

Unveränderlichkeit der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft.

Würde die Luft nur aus Stickstoff und Sauerstoff bestehen, so könnte man sagen, 100 Vol. enthalten genau 79 Vol. Stickstoff und 21 Vol. Sauerstoff, so aber erleidet durch den Gehalt an Kohlensäure und Wassergas dieses Verhältniss eine geringe Alteration und es sind im Mittel in 100 Volumtheilen atmosphärischer Luft enthalten:

Stickstoff	78,492
Sauerstoff	20,627
Wassergas	0,840
Kohlensäure	0,041
	<hr/>
	100,000.

Auf den Gehalt an Sauerstoff und Stickstoff in der Luft bleiben alle Verhältnisse des Klimas, der Erhebung über die Meeresfläche, der geographischen Breite, der Vegetation etc. ohne allen bemerkbaren Einfluss und es besitzt die Luft eine Unveränderlichkeit der Zusammensetzung, welche bei dem Umstande, dass derselben durch die zahllosen Verbrennungs- und Oxydationsprocesse auf unserer Erdoberfläche, sowie durch die Respiration so vieler Millionen von Thieren und Menschen in jedem Augenblicke unseres Daseins, so grosse Quantitäten Sauerstoff entzogen werden, unverständlich bleiben würde, wüsste man nicht, dass der Sauerstoff in die Luft wieder vermittelt der Pflanzen zurückkehrt, wie bereits weiter oben (S. 77) auseinandergesetzt wurde.

Gründe, warum man die atmosphärische Luft als ein Gemenge, und nicht als eine chemische Verbindung betrachtet.

Eine andere hier zu erörternde Frage ist aber die: Warum betrachtet man die atmosphärische Luft als ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff und nicht als eine chemische Verbindung dieser beiden Gase, wofür doch schon der Umstand sprechen würde, dass die atmosphärische Luft ihre Bestandtheile in unveränderlicher Gewichts- und Volumensmenge enthält? — Es giebt viele sehr gewichtige Gründe, welche gegen diese Ansicht und dafür sprechen, dass die Luft keine chemische Verbindung, sondern nur ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff ist. Diese Gründe sind folgende:

1. In der atmosphärischen Luft finden sich die Eigenschaften des Sauerstoffs und Stickstoffs wieder, nur durch ihre gleichzeitige Gegenwart modificirt, während es ja eine Eigenthümlichkeit der Affinität ist, dass unter ihrem Einflusse neue Körper mit neuen Eigenschaften entstehen.

2. Die Erfahrung lehrt, dass bei der chemischen Vereinigung zweier Gase stets Wärme frei wird; wenn man aber Stickstoff und Sauerstoff in dem Verhältniss mischt, wie sie in der Luft enthalten sind, so bemerkt man keinerlei Wärmeentwicklung und das Gemenge besitzt genau alle Eigenschaften der atmosphärischen Luft.

3. Es ist ein allgemein gültiges Gesetz, dass sich Gase stets nach einfachen Raumverhältnissen ihrer Bestandtheile chemisch vereinigen. Das der gefundenen Zusammensetzung am meisten sich nähernde einfache Raumverhältniss der Bestandtheile der atmosphärischen Luft wäre aber

4 Vol. Stickstoff	oder	80 Vol. Stickstoff
1 „ Sauerstoff		20 „ Sauerstoff
5		100

Diese Zahlen aber entfernen sich von den gefundenen viel zu sehr, als dass man die Differenz Beobachtungsfehlern oder der Unvollkommenheit der Methode zuschreiben könnte, wozu man um so weniger berechtigt ist, als die nach den verschiedensten Methoden ausgeführten Luftanalysen stets zu demselben Resultate geführt haben.

4. Ein sehr wichtiger Grund gegen die Annahme, dass die atmosphärische Luft eine chemische Verbindung von Stickstoff und Sauerstoff sei, liegt in dem Verhalten der atmosphärischen Luft gegen Wasser. Was-

ser mit atmosphärischer Luft geschüttelt, oder überhaupt längere Zeit damit in Berührung, löst eine gewisse Menge davon auf, wie denn auch unser gewöhnliches auf der Erde tropfbarflüssig vorkommende Wasser stets lufthaltig ist. Treibt man aber diese Luft aus dem Wasser aus und untersucht sie, so findet man, dass sie nicht die Zusammensetzung besitzt, wie die atmosphärische Luft, was doch der Fall sein müsste, wenn die Luft wirklich eine chemische Verbindung wäre, sondern man findet sie sauerstoffreicher. 100 Raumtheile einer solchen, vom Wasser aufgelösten Luft enthalten 34,9 Raumtheile Sauerstoff und 65,1 Raumtheile Stickstoff. Ist aber die atmosphärische Luft ein Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff, so erklärt sich diese Zusammensetzung ganz einfach, es wird nämlich dann das Wasser aus der Luft von dem Gase verhältnissmässig mehr aufnehmen, welches in Wasser löslicher ist und dies ist in der That beim Sauerstoffgas der Fall.

So gewichtig diese Gründe sind, so bleibt es doch sehr bemerkenswerth, dass das Volumenverhältniss des Stickstoffs zum Sauerstoff nicht allein sich dem einfachen: 4 Vol. N und 1 Vol. O ziemlich nähert, sondern auch das Gewichtsverhältniss der Formel $N_2 O$. Nehmen wir nämlich den Sauerstoffgehalt dem Gewichte nach, in runder Zahl zu 23 und den Stickstoff zu 77 an, so verhält sich:

$$\begin{aligned} N : O &= 2 \text{ Aeq. N} \\ 77 : 23 &= 28 : x = 8,3. \end{aligned}$$

Die Eigenschaften der atmosphärischen Luft sind die eines permanenten, farb- und geruchlosen Gases und zwar eines Gemenges von Sauerstoff und Stickstoff, sonach zweier Gase, die wir bereits kennen gelernt haben; doch sind die negativen Eigenschaften des Stickstoffs durch die positiven des Sauerstoffs natürlich aufgehoben. Sie ist schlechter Wärme- und Elektrizitätsleiter, wie alle Gase wägbare und zwar wägen 1000 C. C. derselben bei 0° und 0,760 Millimeter Luftdruck 1,293 Grammes. Ihr specifisches Gewicht ist, wenn $H = 1$, 14,43, wurde aber früher allgemein $= 1$ gesetzt und diente als Einheit für die Bestimmung der specifischen Gewichte aller übrigen Gase und Dämpfe. Nähme man das Gewicht des Sauerstoffs als Einheit des specifischen Gewichtes an, so wäre das specifische Gewicht der Luft $= 0,90446$. Die atmosphärische Luft ist sonach leichter als Sauerstoff, sie ist ferner 773 mal leichter als Wasser und 10513,5 mal leichter als Quecksilber.

So gering sonach auch das Gewicht der atmosphärischen Luft ist, so übt sie doch in Folge dieses Gewichtes einen sehr bedeutenden Druck auf die Oberfläche der Erde und alles darauf Befindliche aus. Dieser Druck ist wegen der verschiedenen Dichtigkeit der Luft in verschiedenen Höhen über der Meeresfläche ein verschiedener. Da die atmosphärische Luft nämlich elastisch, d. h. zusammendrückbar ist und die unteren Schichten der Luft das Gewicht der oberen zu tragen haben, sie ferner von der Erde angezogen wird, so muss sie an der Erdoberfläche selbst am dichtesten,

Eigenschaften der atmosphärischen Luft.

Druck der atmosphärischen Luft.

d. h. am schwersten sein und hier den stärksten Druck ausüben. In der That findet man auch, dass der Druck, den sie ausübt, mit der Erhebung über die Meeresfläche abnimmt.

Der mittlere Druck der Luft an der Meeresfläche ist = dem Drucke einer Quecksilbersäule von 28 Par. Zoll Höhe.

Der Druck, welchen die atmosphärische Luft auf die Erde ausübt, kann gemessen werden. Das dazu dienende Instrument ist das Barometer. Mittelst dieses Instrumentes findet man, dass der mittlere Druck, welchen die Luft an der Meeresfläche ausübt, gleich ist dem Drucke einer Quecksilbersäule von 28 Par. Zoll oder 760 Millimeter Höhe. Da nun eine Quecksilbersäule von 28 Par. Zoll Höhe und einem Quadratzoll Querschnitt, ungefähr 16 preussische Pfunde wägt, so drückt die Luft jeden Quadratzoll der Erdoberfläche mit dem Gewichte von 16 Pfunden und jeden Quadratfuss mit dem Gewichte von 2304 Pfunden oder 23 Centnern. Da ferner eine Quecksilbersäule von 28 Zoll einer bis ans Ende der Atmosphäre reichenden Luftsäule von gleichem Querschnitt das Gleichgewicht hält, so muss, — weil das Wasser 13,5 mal leichter ist als Quecksilber und zwei Flüssigkeitssäulen sich dann das Gleichgewicht halten, wenn sich ihre Höhen umgekehrt verhalten wie ihre Dichtigkeiten, — die Höhe einer Wassersäule, welche einer Luftsäule von gleichem Querschnitt das Gleichgewicht hält, ungefähr 32 Fuss betragen, was in der That der Fall ist. Der Luftdruck nimmt aus Gründen, welche wir bereits weiter oben erörtert haben, mit der Erhebung über die Meeresfläche und mit ihm die Dichtigkeit der Luft ab. Zu Potosi, in einer Höhe von 13220 Par. Fuss, beträgt der Luftdruck nur noch 0,62 von demjenigen, welcher am Ufer des Meeres stattfindet. Aus Berechnungen ergiebt sich, dass die atmosphärische Luft eine Grenze hat und ihre Gesamthöhe ungefähr 10 bis 12 geographische Meilen beträgt.

Die Dichtigkeit der Luft nimmt mit der Erhebung über die Meeresfläche ab.

Auch an der Meeresfläche aber ist der Druck der Luft gewissen Schwankungen unterworfen, welche in ihrem wechselnden Feuchtigkeitsgrade, in Luftströmungen, der sphäroidischen Gestalt der Erde und andern noch nicht näher gekannten Ursachen begründet sind.

Barometerstand. Normalbarometerstand.

Unter Barometerstand verstehen wir die Höhe der Quecksilbersäule im Barometer, die nach der Verschiedenheit des Luftdrucks natürlich eine verschiedene und dem Luftdrucke proportional ist. Unter Normalbarometerstand verstehen wir den mittleren Barometerstand an der Meeresfläche (Ocean), d. h. eine Höhe der Quecksilbersäule von 760 Millimeter oder nahezu 28 Par. Zoll.

Ihr Ausdehnungscoefficient ist = 0,003665.

So wie alle Körper überhaupt, wird auch die atmosphärische Luft durch die Wärme ausgedehnt. Bereits in der Einleitung dieses Werkes wurde auseinandergesetzt, dass sich alle wahren Gase, ohne Unterschied ihrer Natur zwischen gleichen Temperaturgrenzen gleichmässig ausdehnen; diesem Gesetze folgt auch die atmosphärische Luft und es ist ihr Ausdehnungscoefficient wie der aller übrigen Gase 0,003665, d. h. die Luft dehnt sich durch Wärme für jeden Temperaturgrad um 0,003665 ihres Volumens aus. 100 Volumtheile atmosphärischer Luft von 0° auf 100° C. erwärmt, werden zu 136,65 Volumtheilen ausgedehnt. Dieses Gesetz erleidet eine Ein-

schränkung, indem man gefunden hat, dass dieser Coëfficient bei stärkerem Drucke etwas steigt, doch ist diese Zunahme von keinem wesentlichen Einfluss auf die Gültigkeit des Gesetzes bei den gewöhnlich vorkommenden Schwankungen des Atmosphärendruckes.

Durch Abkühlung zieht sich die Luft, wie alle Körper, auf ein geringeres Volumen zusammen, indem sie dabei ebenfalls obigem Coëfficienten folgt. Das Volumen der Gase und sonach auch der atmosphärischen Luft ist aber, wie bereits weiter oben gezeigt wurde (S. 9), nicht allein abhängig von der Temperatur, sondern auch von dem Drucke, dem sie ausgesetzt sind. Je stärker sie zusammengedrückt werden, desto mehr vermindert sich ihr Volumen. Die atmosphärische Luft folgt daher dem sogenannten Mariotte'schen Gesetze, welches lautet:

Die Volumina der Gase verhalten sich umgekehrt proportional dem Drucke, unter dem sie sich befinden. Mariotte's
Gesetz.

Das Volumen der atmosphärischen Luft ist sonach, wie das aller übrigen Gase, abhängig von der Temperatur und vom Drucke, der auf sie wirkt.

Diese beiden Gesetze haben eine sehr hervorragende praktische Bedeutung. Es kommt nämlich nicht selten in der praktischen Chemie vor, dass Gase, die sich über Sperrflüssigkeiten in Röhren oder Glocken von Glas eingeschlossen finden, gemessen werden. Da nun aber das Volumen eines Gases bei verschiedener Temperatur und bei verschiedenem Luftdrucke, dessen Einfluss sich auf das Volumen der Gase natürlich auch geltend macht, ein verschiedenes ist, so ist klar, dass eine Volumensbestimmung eines Gases keinen Werth hat, wenn man die Temperatur und den Barometerstand nicht kennt, unter welchen sie gemacht wurde. Um gemeinverständliche Resultate zu erhalten, ist man übereingekommen, die bei einer bestimmten Temperatur und bei einem bestimmten Barometerstande gemessenen Gasvolumina stets auf Normaltemperatur und Normalbarometerstand, d. h. auf eine Temperatur von 0° und einen Barometerstand von 760 Millimeter zu reduciren. Zu diesem Behufe findet nachstehende Formel Anwendung. Praktische
Bedeutung
dieser
Gesetze.

Reduction
der Gasvo-
lumina auf
Normaltem-
peratur und
Normalba-
rometer-
stand.

Nennt man das Volumen eines Gases bei 0° und 760^{mm} Barometerstand x , so ist es bei $t^{\circ}\text{C.}$ und 760^{mm} B. St. $= x (1 + 0,003665 \cdot t)$, und bei $t^{\circ}\text{C.}$ und b^{mm} B. St. nach dem Mariotte'schen Gesetze:

$$= \frac{760 x \cdot (1 + 0,003665 \cdot t)}{b},$$

setzt man dieses Volumen $= v$, so ist

$$x = \frac{b \cdot v}{760 \cdot (1 + 0,003665 \cdot t)}.$$

*) Hat man ein Gas von einer höheren Temperatur auf eine niedrigere zu reduciren, so ist die Formel, wenn x das Volumen des Gases bei dieser Temperatur ist:

$$\frac{x}{(1 + 0,003665 \cdot t)}$$

Hierbei kann auch die Tension des Wasserdampfes in Betracht kommen.

Diffusion der Gase.

Praktische Folgerungen, gezogen aus der Diffusion der Luft durch feste Körper, Bausteine, Mörtel, für die Salubrität unserer Wohnungen.

Bei Volumbestimmungen von Gasen ist ferner darauf Rücksicht zu nehmen, ob sie trocken oder mit Wasserdampf gemengt sind. Ist letzteres der Fall, so muss die Tension des Wasserdampfes in Betracht gezogen und die dadurch bedingte Spannkraft, in Millimetern ausgedrückt, von dem Barometerstande abgezogen werden.

So wie alle übrigen Gase besitzt auch die atmosphärische Luft die Eigenschaft, sich vermöge ihrer Expansivkraft mit allen übrigen gasförmigen Körpern mehr oder minder rasch zu vertheilen oder zu diffundiren. Wenn man zwei Gefässe, von denen das eine Kohlensäuregas und das andere Wasserstoffgas enthält, mit einander durch eine enge Röhre verbindet, so findet man nach einiger Zeit die Kohlensäure und das Wasserstoffgas in beiden Gefässen gleichmässig verbreitet. Diese Erscheinung nennt man Diffusion der Gase.

Die Diffusion der Gase und der atmosphärischen Luft erfolgt auch durch feste Körper, wenn dieselben porös sind, durch Gyps, Bausteine, Kork, thierische Blase und Cautchouk, ferner durch irdene unglasirte Gefässe, endlich selbst durch dünne Schichten von Flüssigkeiten.

Diese Thatsache ist von grosser praktischer Wichtigkeit für die Salubrität unserer Wohnungen. Bisher hat der Mensch, einem instinctiven Gefühle folgend, zur Erbauung von Wohnungen immer Materialien gewählt, durch welche die Diffusion der Gase von statten gehen kann. Eine nothwendige Bedingung für die Möglichkeit des Verweilens in Räumen ist die Möglichkeit des Luftwechsels. Wenn Menschen und Thiere in von der äusseren Luft vollkommen abgeschlossenen Räumen verweilten, so würde die Luft sehr bald verdorben, sie würde verarmt an Sauerstoff und beladen mit Kohlensäure. Da nun aber die Kohlensäure ein positiv schädliches Gas ist, so würden bei den Personen, die solche Luft athmen müssten, sich Symptome krankhafter Natur kundgeben, lange bevor jener Punkt eingetreten wäre, wo der Sauerstoff der Luft so vermindert erschiene, dass er zum Athmen nicht mehr hinreichte. In unseren Wohnungen wird nun der Luftwechsel nicht allein, wie man vielfach irrthümlich glaubt, nur durch die Ritzen und Spalten unserer Fenster und Thüren, durch das Oeffnen derselben vermittelt, sondern in viel höherem Grade durch die Myriaden Poren unserer Mauerwände. Je leichter die Diffusion durch diese von statten geht, desto vollständiger wird der Luftwechsel sein und wegen der porösen Beschaffenheit unserer Backsteine und Sandsteine sind in dieser Beziehung, dieselben Marmor, Granit, bei weitem vorzuziehen und Häuser von Eisen oder Glas, durch welche Diffusion nicht stattfindet, würden am Ende ebenso unbehaglich sein, wie sogenannte Makintosh-Kleider und zwar aus demselben Grunde. Es wäre ferner wohl möglich, dass die Schädlichkeit feuchter Wohnungen für die Gesundheit nicht so sehr auf der Einwirkung der Feuchtigkeit auf den Organismus, als vielmehr darauf beruhen würde, dass durch die Feuchtigkeit die Poren der Bausteine, des Mörtels verschlossen und dadurch für die Diffusion der Luft als kleine Wassersperren untauglich würden.

In Wasser ist die atmosphärische Luft etwas löslich, doch wurde Luftgehalt des Wassers. bereits weiter oben auseinandergesetzt, dass die vom Wasser gelöste Luft nicht mehr die Zusammensetzung der atmosphärischen besitzt, sondern sauerstoffreicher ist. Das auf unserer Erde tropfbarflüssig vorkommende Wasser enthält stets mehr oder weniger Luft aufgelöst und durch diese Luft geht die Respiration der Fische und Wasserthiere vor sich. Durch Erhitzen des Wassers wird die Luft aus selbem ausgetrieben und ebenso auch durch Verminderung des auf selbem lastenden Druckes, unter der Luftpumpe u. s. w. Der Gehalt unseres Brunnen-, Seewassers etc. an Luft ist daher auch vom Luftdrucke abhängig und es erklärt sich hieraus, warum in Alpenseen keine Fische leben können, da bei einer Erhebung von 5000 bis 6000 Fuss über die Meeresfläche, in Folge des verminderten Luftdruckes, das Wasser dieser Seen nicht mehr Luft genug aufgelöst enthält, um die Respiration der Fische unterhalten zu können.

Ueber die Rolle des Sauerstoffs der Luft bei der Verbrennung der Körper und der Respiration der Thiere und Menschen wurde bereits weiter oben bei Gelegenheit des Sauerstoffs gesprochen.

Die Methoden, deren man sich bedient, um die Zusammensetzung der Eudiometrische Methoden. atmosphärischen Luft zu ermitteln, heissen eudiometrische. Sie beruhen alle darauf, dass man einem vorher genau gemessenen Volumen Luft mittelst eines leicht oxydirbaren Körpers, wie Wasserstoff, Phosphor, feinvertheiltes Eisen etc. etc., den Sauerstoff entzieht und das Volumen oder Gewicht des verschwundenen Sauerstoffgases, oder das des rückständigen Stickstoffgases durch Wägung oder Messung bestimmt. Geschieht die Sauerstoffentziehung durch Wasserstoff, so setzt dieses die chemische Vereinigung des in der Luft enthaltenen Sauerstoffs mit dem Wasserstoffe durch den elektrischen Funken voraus. Man bestimmt, unter Berücksichtigung des Druckes und der Temperatur, das in einer Messröhre (Eudiometer) über Quecksilber abgesperrte, zu analysirende Luftvolumen genau, lässt etwa die Hälfte dieses Volumens Wasserstoffgas hinzutreten, misst das Volumen des Gasgemenges und veranlasst die Verpuffung, indem man mittelst einer kleinen Leydener Flasche einen elektrischen Funken durch das Gasgemenge schlagen lässt. Sofort steigt das Quecksilber im Eudiometer, da nun natürlich ein Theil des Gases, nämlich Sauerstoff und eine gewisse Menge Wasserstoff verschwunden ist. Nachdem sich das Eudiometer abgekühlt hat, misst man das rückständige Gasvolumen. Da sich zu Wasser 2 Vol. Wasserstoff und 1 Vol. Sauerstoff vereinigen, so ist immer $\frac{1}{3}$ des verschwundenen Gases Sauerstoff gewesen und damit der Sauerstoff bestimmt. Ein Beispiel wird die Methode klar machen; es hätte betragen:

die Luft im Eudiometer	15	Cubikcentimeter
das Volumen nach Zutritt von Wasserstoff	23,2	"
das Volumen nach der Verpuffung	13,8	"
daher die Volumenverminderung	9,4	"

Davon nun ist $\frac{1}{3} = \frac{9,4}{3}$, d. h. 3,13 C.C., Sauerstoff. 15 C.C. Luft enthalten demnach 3,13 C.C. Sauerstoff, mithin 100 C.C. Luft 20,9 C.C. Sauerstoff ($15 : 3,13 = 100 : x = 20,9$). Die Menge des Wassers und der Kohlensäure wird bestimmt, indem man gemessene Volumina Luft durch vorher genau gewogene Röhren leitet, welche Substanzen enthalten, die das Wasser und die Kohlensäure vollständig zurückhalten. Zur Bestimmung des Wassers dienen mit Chlorcalcium gefüllte Röhren, zur Bestimmung der Kohlensäure mit Kalihydrat gefüllte. Ihre Gewichtszunahme entspricht dem Wasser- und Kohlensäuregehalte für das durchgeleitete Luftvolumen.

Schliesslich möge hier die Erläuterung eines Ausdrucks Platz finden. Man spricht in der Physik und Chemie oft von einem Drucke von 3, 6, 30, 50 etc. Atmosphären, dem ein Gas ausgesetzt wird, oder der überhaupt auf einen Körper wirkt. Unter dem Ausdruck: Druck einer Atmosphäre versteht man einen Druck, gleich dem Gewichte einer Quecksilbersäule von 760 Millimeter Höhe, unter einem Drucke von 3, 6, 30, 50 Atmosphären einen solchen, der 3 mal, 6 mal, 30 mal, 50 mal so gross ist, wie der einer Quecksilbersäule von der bezeichneten Höhe.

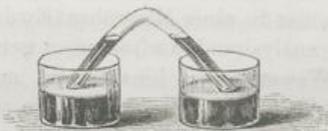
Chemische Technik und Experimente.

Beweis, dass sich durch Einwirkung von elektr. Funken auf ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff Salpetersäure bildet.

Dass sich Stickstoff und Sauerstoff durch den elektrischen Funken bei Gegenwart von Wasser und einer starken Basis zu Salpetersäure verbinden können, lässt sich durch nachstehenden Versuch zeigen:

Eine U-förmig gekrümmte, mit Quecksilber gefüllte Glasröhre (Fig. 46) stellt man mit ihren beiden offenen Enden in zwei mit Quecksilber gefüllte Gläser und

Fig. 46.



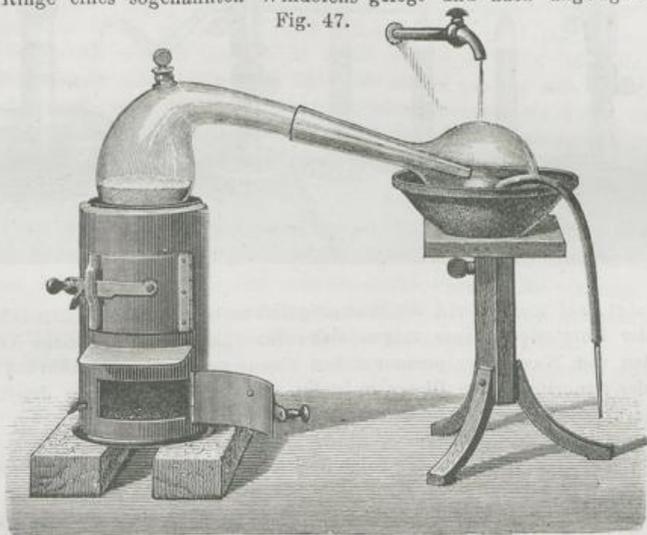
lässt in den oberen Theil der U-förmigen Röhre eine gewisse Menge von Luft und etwas Kalilauge treten. Man verbindet hierauf das Quecksilber des einen Glases mit dem Conductor einer Elektrisirmaschine und das des anderen Glases durch eine Metallkette mit dem Fussboden. Durch anhaltendes Drehen der Scheibe der Elektrisirmaschine lässt man eine Reihe elektrischer Funken durch die in der Glasröhre enthaltene Luft schlagen, worauf die Vereinigung einer gewissen Menge der beiden Gase erfolgt. Die Kalilauge enthält dann eine gewisse Menge salpetersaures Kalium, worin sich die Salpetersäure durch die geeigneten Reagentien, namentlich durch Indigolösung und Schwefelsäure, nachweisen lässt.

Die Bildung von Salpetersäure bei der Verbrennung des Wasserstoffgases in Sauerstoffgas lässt sich in folgender Weise anschaulich machen. Man füllt einen etwa 2 Liter fassenden Glaskolben mit reinem Sauerstoffgas und senkt in selben eine mit ihrem unteren Ende nach aufwärts gebogene und in eine feine Spitze mündende Gasleitungsröhre, aus welcher Wasserstoffgas ausströmt, welches man anzündet. Sobald sich das im Kolben befindliche Sauerstoffgas mit atmosphärischer, von aussen eindringender Luft mischt, färbt sich der Inhalt des Kolbens von gebildeter salpetriger Säure gelblich und das gebildete Wasser röthet Lackmus, entfärbt Indigolösung und giebt überhaupt die charakteristischen Reactionen der Salpetersäure.

Zur Darstellung der Salpetersäure bringt man gleiche Gewichtstheile gepulverten und getrockneten Salpeters und concentrirter Schwefelsäure derart in eine gläserne Retorte, die zweckmässig mit durch einen Glasstöpsel verschliessbaren Tubulus versehen ist, dass man zuerst den Salpeter in die Retorte giebt und hierauf durch eine in den Tubulus gesetzte Trichterröhre die Schwefelsäure eingiesst. Die Retorte wird nun, wie es Fig. 47 zeigt, in eine Sandcapelle, oder auf die Ringe eines sogenannten Windofens gelegt und nach angelegter geräu-

Darstellung der Salpetersäure.

Fig. 47.



miger Vorlage, in welche der Hals der Retorte am besten bis in die Mitte reicht, unter guter Abkühlung so wie es Fig. 47 ohne weitere Erklärung genügend veranschaulicht, bei anfangs gelindem, dann verstärktem Feuer destillirt, so lange noch wenig gefärbte Säure übergeht. Steigert man gegen das Ende der Operation die Temperatur bis zum Schmelzen des Rückstandes, so zersprengt die geschmolzene Salzmasse die Retorte beim Erkalten fast immer. Um in diesem Falle die Retorte zu retten, muss man in selbe vor dem vollständigen Erkalten in kleinen Partien heisses Wasser giessen und so das Salz theilweise lösen.

Um die so gewonnene, von Untersalpetersäure gelb gefärbte Salpetersäure von dieser und überhaupt von den niederen Oxydationsstufen des Stickstoffs zu befreien, leitet man durch die noch warme Säure einen Strom trockener Kohlensäure, welche die Untersalpetersäure, salpetrige Säure etc. austreibt und die Säure dadurch farblos macht.

Mit Salpetersäure lassen sich zur Erläuterung ihrer Eigenschaften folgende Versuche anstellen:

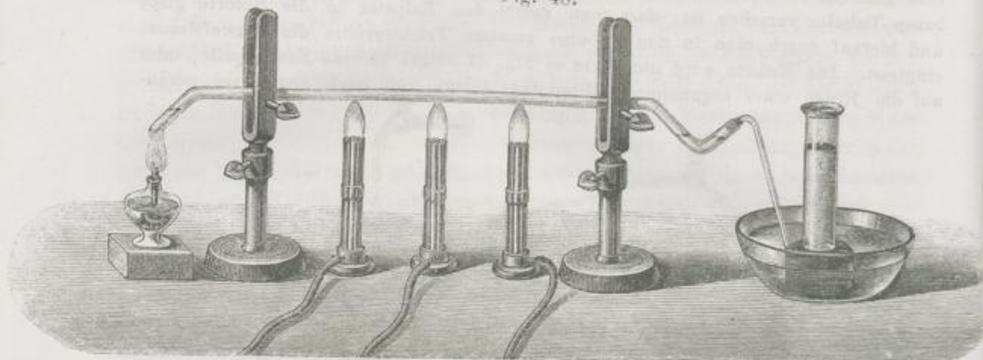
1. Constatirung der sauren Eigenschaften; 2. Einwirkung auf Wolle und thierische Gewebe (ein Stück Tuch etc.); 3. Einwirkung der Hitze. Dass sich die Salpetersäure bei schwacher Rothglühhitze in Untersalpetersäure und Sauerstoff zerlegt, lässt sich durch nachstehendes von A. W. Hofmann angegebene Experiment trefflich veranschaulichen. Fig. 48 (a. f. S.) zeigt den für die Ausführung desselben geeigneten Apparat.

Die Salpetersäure wird in dem zugeschmolzenen, abwärts gebogenen Ende der Glasröhre, deren vorderer Theil durch Gasflammen zum Rothglühen erhitzt wird, zum Sieden gebracht. Das vordere offene Ende der Röhre ist knieförmig gebogen,

Experimente mit Salpetersäure.

um die unzersetzte verflüchtigte Säure zu verdichten. In der Mündung derselben ist eine Gasleitungsröhre eingepasst, welche unter die Brücke der pneumatischen

Fig. 48.



Wanne führt, auf welcher ein mit Wasser gefüllter Glascylinder steht. Die rothen Dämpfe der Untersalpetersäure zeigen sich sehr bald in der erhitzten Glasröhre und werden vom Wasser der pneumatischen Wanne aufgenommen, während in dem Glascylinder Sauerstoffgas in Blasen aufsteigt und nach der Füllung desselben, an seinen charakteristischen Eigenschaften zu erkennen ist.

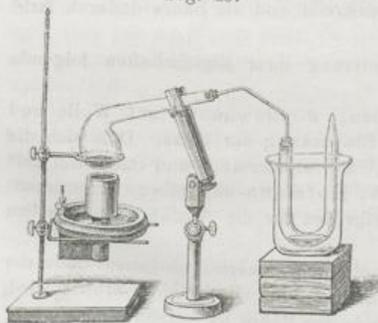
4. Einwirkung des Lichtes; 5. Einwirkung auf Kohle, Phosphor, Schwefel, auf Kupfer, auf eine Legirung von Gold und Silber; 6. auf organische Stoffe: Entzündung des Terpentins durch Salpetersäure. Zur Anstellung dieses Versuchs ist es am zweckmässigsten, ein Gemisch von höchst concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure und rectificirtes reines Terpentinöl anzuwenden und, um sich vor Verletzung zu schützen, das Gefäss, in welchem sich das Terpentinöl befindet, an einem langen Stiele zu befestigen und selbes in das Säuregemisch, welches sich in einem Porzellanschälchen befindet, zu giessen. 7. Entfärbung der Indigolösung und 8. eigenthümliche Färbung der Eisenvitriollösung durch Salpetersäure.

Die rothe rauchende Salpetersäure erhält man durch Destillation von 101,2 Thln. Salpeter und 49 Thln. concentrirter Schwefelsäure, oder auch wohl durch Destillation von 100 Thln. Salpeter, 3,5 Thln. Stärkemehl und 100 Thln. Schwefelsäure von 1,85 specif. Gewicht.

Darstellung
der Unter-
salpeter-
säure.

Um Untersalpetersäure darzustellen, füllt man eine schwer schmelzbare Glasretorte zu $\frac{1}{3}$ mit wohl ausgetrocknetem und gepulvertem salpetersauren Blei und

Fig. 49.



verbindet dieselbe, wie in Fig. 49 ersichtlich ist, mit einer U-förmig gekrümmten, zu einer feinen offenen Spitze ausgezogenen Röhre, die in ein Cylinderglas zu stehen kommt, in welchem sich eine Kältemischung befindet (Kochsalz oder Chlorcalcium und Schnee, oder Glaubersalz und verdünnte Schwefelsäure). Man erhitzt hierauf das Salz in der Retorte bis zur beginnenden Rothgluth, wobei es in Bleioxyd, Sauerstoff und Untersalpetersäure zerfällt, welche letztere sich in der U-förmigen Röhre zu einer anfangs grünlichen Flüssigkeit verdichtet.

Wechselt man die Vorlage, so sind die folgenden Parteien farblos und hierauf bildet sich eine reichliche Menge krystallisirter Säure. Dieses Verhalten erklärt sich daraus, dass die ersten Parteien gewöhnlich noch etwas Wasser aus dem Salze enthalten.

Statt der Retorte kann man auch eine sogenannte Verbrennungsröhre (für Elementaranalysen) anwenden und dieselbe im Verbrennungsofen mit glühenden Kohlen erhitzen; in diesem Falle aber darf man die Röhre höchstens zur Hälfte mit dem Salze füllen, es muss oberhalb desselben durch Aufklopfen der Röhre ein Canal hergestellt werden und es ist dahin zu sehen, dass das Salz bald zum Schmelzen kommt und der vordere Theil der Röhre gehörig heiss bleibt, weil das sich aufblähende Salz sich sonst pfpfortartig vorschiebt und die Röhre verstopft.

Die Bildung des salpétrigsauren Ammoniums bei der Verbrennung des Wasserstoffs in atmosphärischer Luft erläutert man zweckmässig mittelst des auf Seite 98 Fig. 30 abgebildeten Apparates. Man lässt das Wasserstoffgas 2 bis 3 Stunden lang brennen und prüft dann das im Ballon *b* angesammelte Wasser. Es ist vollkommen neutral; schüttelt man es aber mit einer durch Schwefelsäure angesäuerten reinen Jodkaliumlösung und hierauf mit Schwefelkohlenstoff, so nimmt letzterer von aufgelöstem freiem Jod eine blassrothe Färbung an. Ebenso wird dadurch eine sehr verdünnte, schwach angesäuerte Lösung von übermangansaurem Kalium entfärbt. (Empfindlichste Reactionen auf salpétrige Säure.)

Das Stickoxyd erhält man am einfachsten durch Uebergiessen von Kupferdrehspähen mit Salpetersäure von 1,2 specif. Gew., in dem beistehend (Fig. 50) abgebildeten Apparate und Auffangen des sich entwickelnden Gases über Wasser. Wenn die Salzlösung sehr concentrirt wird, so lässt die Gasentwicklung nach; durch Nachgiessen von Wasser, oder indem man die Salzlösung ab- und neue Salpetersäure nachgiesst, wird sie wieder in lebhaften Gang gebracht.

Die Eigenschaften des Stickoxydgases können durch folgende Experimente erläutert werden:

1. Bildung rother Dämpfe bei der Berührung von Stickoxydgas mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoffgas. Man füllt einen Cylinder mit Stickoxydgas, verschliesst die Mündung unter Wasser mit einer Glasplatte und stellt ihn, indem man ihn aus dem Wasser zieht, aufrecht.

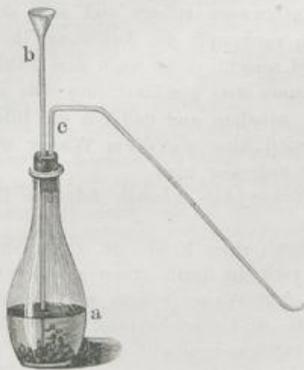
Wenn man über den Cylinder, bevor man die Glasplatte wegzieht, einen zweiten, gleich weiten mit atmosphärischer Luft gefüllten, mit der Mündung nach abwärts stellt und dann die Glasplatte wegzieht, so lässt sich, indem sich die rothen Dämpfe sehr bald durch beide Cylinder gleichmässig vertheilen, durch dieses Experiment zugleich die Diffusion der Gase veranschaulichen. — Um Sauerstoff zu Stickoxydgas treten zu lassen, füllt man einen mit einer Tubulatur versehenen Ballon mit Stickoxydgas und fügt ihn an einen, Sauerstoff enthaltenden Gasbehälter luftdicht an. Lässt man hierauf unter einigem Drucke Sauerstoffgas in den Ballon einströmen, so färbt sich

der Inhalt des Ballons dunkel rothgelb. 2. Verbrennung einer stark glühenden Kohle und des Phosphors. 3. Verbrennung des Schwefelkohlenstoffs mit glänzendem Lichte. Man bringt in einen mit Stickoxydgas gefüllten, hohen

Darstellung
des Stick-
oxyda.

Experi-
mente mit
Stickoxyd-
gas.

Fig. 50.

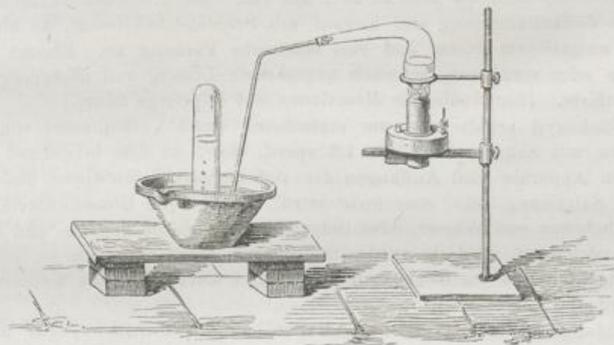


Cylinder einige Tropfen Schwefelkohlenstoff, verschliesst den Cylinder sogleich wieder mit einer Glasplatte, schüttelt zur Beförderung der Verdunstung des Schwefelkohlenstoffs tüchtig durcheinander, zieht dann die Glasplatte weg und nähert einen brennenden Spahn. Auch mittelst einer mit Stickoxydgas gefüllten Flasche gelingt das Experiment ganz gut. 4. Das Stickoxydgas besitzt keine sauren Eigenschaften. Man fängt Stickoxyd in einer Glocke über Quecksilber auf und lässt dann Lackmustrinctur zu dem Gase treten. Ihre Farbe wird nicht verändert. Leitet man aber hierauf einige Blasen Sauerstoffgas ein, so wird sie sogleich geröthet. 5. Verhalten des Stickoxyds gegen Eisenvitriollösung. Man giesst in eine mit Stickoxydgas gefüllte Flasche etwas Eisenvitriollösung und schüttelt tüchtig um. Die Eisenvitriollösung färbt sich schwarz und auch die Eisenvitriollösung in dem Glase wird dunkel gefärbt sein.

Darstellung
des Stick-
oxydul-
gases.

Die Darstellung des Stickoxydulgases wird in dem Apparate Fig. 51 vorgenommen.

Fig. 51.



Zur Bereitung des salpetersauren Ammoniums trägt man zerstoßenes kohlen-saures Ammonium in mit etwas Wasser verdünnte, chemisch reine und namentlich chlorfreie Salpetersäure ein, so lange noch Aufbrausen erfolgt und setzt zuletzt noch einen kleinen Ueberschuss hinzu. Man verdampft die Auflösung, bis ein Tropfen auf einer kalten Glasplatte erstarrt und zerschlägt die nach dem Erkalten sich bildenden festen Kuchen in Stücke. Es muss stets geschmolzenes Salz angewendet werden. Die Hitze muss stets mässig gehalten und dadurch die Bildung weisser Dämpfe vermieden werden. Das Gas wird über warmem Wasser aufgefangen, da es von kaltem in erheblicher Menge aufgelöst wird.

Zur Erläuterung der Eigenschaften des Stickoxyduls können folgende Experimente angestellt werden:

Experi-
mente mit
Stickoxy-
dulgas.

1. Verbrennung eines Spahns, eines Kerzens, einer Kohle etc. genau so wie beim Sauerstoffgase. 2. Brennender Schwefel verlischt darin, wenn er nicht stark erhitzt ist. 3. Vermischen von Stickoxydulgas mit Wasserstoffgas und Anzünden des explosiven Gasmengens wie beim Knallgas. 4. Unterscheidung des Stickoxyduls vom Sauerstoff: Stickoxydulgas und Stickoxydgas gemischt, geben keine rothgelben Dämpfe. 5. Um das Gas zum Behufe der Erprobung seiner Wirkung einzuathmen, sammelt man es in einem Cautchoukbeutel von der Grösse einer Rindsblase, der mit einem zollweiten hölzernen Mundstück versehen ist und athmet es mit zugehaltener Nase durch ein paar Minuten oder so lange ein, als das Gas reicht und bis die Wirkung eintritt.

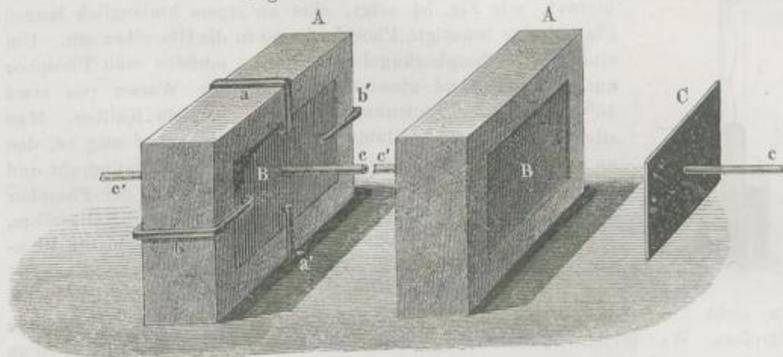
Um die Durchdringlichkeit der Bausteine für Gase: ihre Porosität, zu erläutern, dient ganz vortrefflich nachstehender von Pettenkofer construirte Apparat:

A, Fig. 53, ist ein Bausandstein oder eine aus Backsteinen aufgeführte Mauer von 82 Centimeter Länge, 40 Centim. Höhe und 13 Centim. Dicke. An den bei-

Pettenkofer's Apparat zur Demonstration der Porosität der Bausteine.

Fig. 52.

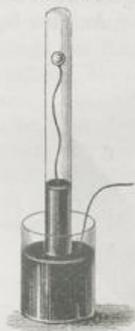
Fig. 53.



den Längsseiten des Steines ist eine sogenannte Füllung *B* eingemeisselt, von einer der Dicke der Eisenplatte *C* entsprechenden Ausladung. Diese Füllung dient dazu, die Eisenplatte *C* aufzunehmen, die in ihrer Mitte durchbohrt und mit der Röhre *c* (aus Eisenblech) versehen ist. Eine ganz gleiche Platte ist in die entgegen gesetzte Wand des Bausteines eingesetzt. Diese Platten sind, wie Fig. 52 versinnlicht, mittelst der Eisenklammern *a* und *a'* und *b* und *b'* in die Füllung fest eingelassen und es wird dann der ganze Stein mit einem luftdichten Firniss, am besten Offenbacher Asphalttheerfirniss sorgfältig überzogen. Fügt man an die Röhre *c* des Apparates einen Cautchoukschlauch und bläst durch diesen Luft ein, während die an der entgegengesetzten Röhre *c'* angebrachte Cautchoukröhre in ein Gefäss mit Wasser taucht, so sieht man die Luft in grossen Blasen durch das Wasser entweichen. Bläst man durch *c* mit einem raschen Stosse Luft ein, während man vor *c'* eine angezündete Kerze hält, so verlischt diese, wie wenn man sie direct ausgeblasen hätte. Verbindet man *c* durch einen Cautchoukschlauch mit der Gasleitung, so kann man schon nach wenigen Minuten das Gas bei *c'* anzünden; die Flamme ist aber natürlich schwach und nur in der Röhre *c'* sichtbar. Treibt man nun aber durch *c* einen raschen Luftstrom, so brennt das Leuchtgas bei *c'* mit schuhlanger Flamme heraus. Man kann sich auch einen derartigen Apparat im Kleinen mit einer Sandsteinscheibe von etwa der Grösse eines Zweitbalerstückes und 1 Zoll Dicke anfertigen lassen; ein derartiger kleiner Apparat dient namentlich dazu, um zu zeigen, dass wenn Bausteine feucht sind, sie keine Luft mehr durchlassen. Man kann nämlich auch mit diesem Apparate, indem man durch *c* Luft einbläst, so viel Luft durchtreiben, dass aus *c'*, welches unter Wasser taucht, Luft in Blasen austritt. Saugt man aber durch *c'* Wasser auf, so dass dieses in den Stein gelangt, so gelingt es selbst mit der heftigsten Anstrengung nicht mehr, eine einzige Blase Luft durchzutreiben. Der Grund, warum man durch den Pettenkofer'schen Apparat so auffallende Wirkungen erzielt, ist einfach. Indem nämlich die ganze Oberfläche des Steines mit einem impermeablen Ueberzuge versehen ist, kann die in dem Steine befindliche Luft, die man durch Einblasen neuer Luft verdrängt, nicht nach allen Seiten und daher unmerklich entweichen, sondern sie wird in dem Steine selbst concentrirt und genöthigt, auf dem einzig möglichen Wege, nämlich durch die Röhre *c'*, zu entweichen.

Absorption
des Sauer-
stoffs der
atmosphäri-
schen Luft.

Um die Absorption des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft durch Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur zu zeigen, misst man ein gewisses, in einer genau kalibrierten Glasröhre enthaltenes und durch Quecksilber abgesperrtes Volumen atmosphärischer Luft, mit Berücksichtigung des Barometer- und Thermometerstandes genau ab und bringt hierauf, wie Fig. 54 zeigt, eine an einem hinlänglich langen Platindrahte befestigte Phosphorkugel in die Glasröhre ein. Um eine solche Phosphorkugel zu erhalten, schmilzt man Phosphor unter Wasser und giesst ihn, stets unter Wasser von etwa 40° C., in eine Pistolenkugelform von kleinem Kaliber. Man sticht in die Form, so lange der Phosphor noch flüssig ist, den an seinem Ende ringförmig zusammengedrehten Platindraht und taucht nun die Form in kaltes Wasser, wobei der Phosphor erstarrt. Die Phosphorkugel lässt man so lange in der Glasröhre, als noch Volumensabnahme stattfindet und sich um die Phosphorkugel herum weisse Nebel beobachten lassen. Nach 24 Stunden erfolgt in der Regel keine Volumensabnahme mehr.



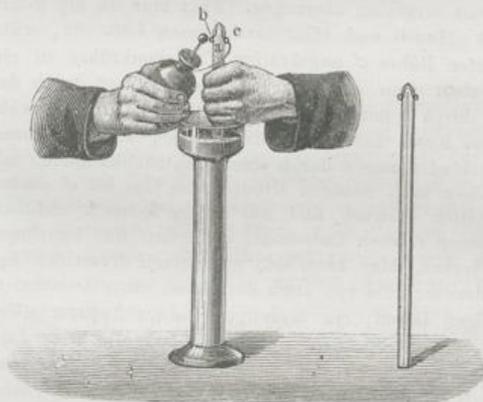
Man zieht hierauf den Phosphor vorsichtig heraus und misst das rückständige Luftvolumen. Was verschwunden ist, war Sauerstoff. Reducirt man das rückständige Luftvolumen auf Normaltemperatur und Normalbarometerstand, so wird die, für das verschwundene Sauerstoffgas sich ergebende Zahl, dem Verhältniss von 21 Volumprocenten sich nähern.

Auf welche Weise bei dem S. 143 beschriebenen Versuch die Verpuffung vorgenommen wird, versinnlicht Fig. 55 und 56.

Fig. 56 stellt den gebräuchlichen Endiometer mit eingeschmolzenen Platindrähten dar, die nach aussen in Oesen münden und nach innen möglichst wenig

Fig. 55.

Fig. 56.



von einander abstehe; Fig. 55, wie die Verpuffung vorgenommen wird. Die Endiometerrohre, in welcher sich das Gemenge von der zu analysirenden Luft und Wasserstoff befindet, ist in dem mit Quecksilber gefüllten Cylinder so weit herabgedrückt, dass das Quecksilber aussen und innen gleich hoch steht. Die eine Oese *c* verbindet man mittelst eines Platindrähtes mit der äusseren Belegung einer kleinen geladenen Leydener Flasche, während man die Oese *b* mit dem Knopfe der Flasche

berührt, was sofort das Durchschlagen des Funkens zur Folge hat. Nachdem sich die Röhre abgekühlt hat, lässt sich die stattgefundene Volumensabnahme leicht constatiren.

Es ist übrigens diese Volumensabnahme anschaulicher zu machen, wenn man die Verpuffung in der Bunsen'schen Quecksilberwanne (Fig. 57 sammt dem dazu gehörigen Endiometer abgebildet) vornimmt. Man bezeichnet sich in diesem Falle das Quecksilberniveau in der Endiometerrohre durch einen Cautchoukring und

schiebt unter das untere offene, im Quecksilber der Wanne stehende Ende derselben, vor der Verpuffung die mit vulcanisirtem Cautchouk überzogene Korkplatte,

Fig. 57.

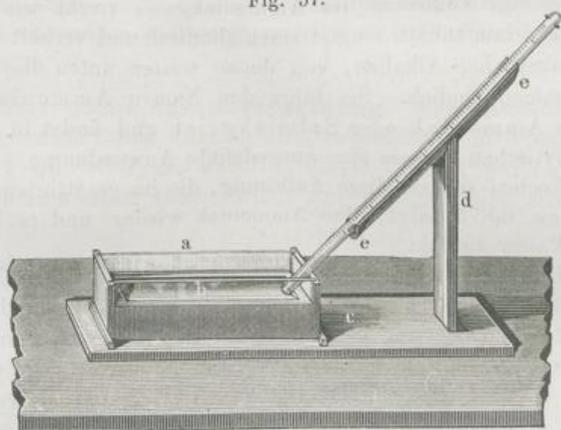


Fig. 58.



Fig. 58, die auf der Bodenwölbung der Wanne fest aufliegt. Man klemmt mittelst eines Halterarms das untere Eudiometerende fest gegen und nimmt die Verpuffung vor. Versäumt man dies, so kann in Folge des Aufstossens des Eudiometers gegen den Boden der Wanne, derselbe zertrümmert werden.

A m m o n i a k.



Äquivalentgewichtsformel



Atomistische Molekularformel

Aequivalentgewicht = 17. Molekulargewicht = 17. Volumgewicht (specifisches Gewicht $H = 1$) 8,5. Specif. Gew. (atmosph. Luft = 1) 0,5893. Specif. Gew. der liquiden bei 0° 0,6234 (Wasser von $0^\circ = 1$) Proc. Zusammensetzung: Wasserstoff 17,61, Stickstoff 82,39.

Das Ammoniak ist ein farbloses Gas von stechend durchdringendem, Eigen- zu Thränen reizendem Geruch, welches durch starke Abkühlung bis auf schaften. -40°C. oder bei $+10^\circ\text{C.}$ unter einem Druck von $6\frac{1}{2}$ Atmosphären zu einer farblosen, beweglichen Flüssigkeit verdichtet werden kann, die bei -80°C. krystallinisch erstarrt. Das Ammoniakgas schmeckt ätzend, bräunt Curcuma-, bläut geröthetes Lackmuspapier und bildet mit sauren Gasen dicke weisse Dämpfe.

In Wasser ist das Ammoniakgas ausserordentlich löslich, bei 0° löst 1 Gramme Wasser unter dem Druck von 760^{mm} (Normalbarometerstand) 0.899 Grammes Ammoniak auf, demnach bei dieser Temperatur über 1000 C. C. und diese Absorption erfolgt mit solcher Schnelligkeit, dass

in einen, mit diesem Gase gefüllten Cylinder, das Wasser wie in einen leeren Raum stürzt.

Ammoniak-
liquor, Sal-
miakgeist.

Die wässrige Auflösung des Ammoniakgases riecht wie das Gas, schmeckt ätzend laugenhaft, reagirt stark alkalisch und verhält sich überhaupt den caustischen Alkalien, von denen weiter unten die Rede sein wird, vollkommen ähnlich. Sie führt den Namen Ammoniakliquor, caustisches Ammoniak oder Salmiakgeist und findet in der Technik und analytischen Chemie eine ausgedehnte Anwendung.

Durch Kochen verliert diese Auflösung, die im gesättigten Zustande ein specif. Gew. 0,875 zeigt, alles Ammoniak wieder und es bleibt gewöhnliches Wasser zurück.

Ammoniak, durch eine glühende Röhre geleitet, oder der Einwirkung eines galvanischen Stromes ausgesetzt, zerfällt in seine Bestandtheile: in ein Gemenge von Wasserstoff und Stickstoff; mit Luft oder Sauerstoffgas über erhitzten Platinschwamm geleitet, verwandelt es sich in Salpetersäure und Wasser, $\text{NH}_3 + 8\text{O} = \text{HN O}_6 + 2\text{H O}$; durch activen Sauerstoff wird es in salpetersaures Ammonium verwandelt. Chlorgas zerlegt es in Stickstoff und Chlorammonium. Dieselbe Zersetzung erfolgt, wenn man Chlorgas durch eine Auflösung des Ammoniakgases in Wasser leitet (vergl. S. 114). Ueber geschmolzenes Kalium oder Natrium geleitet, zerfällt es in Kalium- oder Natriumnitrid und Wasserstoffgas: $\text{H}_3\text{N} + 3\text{K} = \text{K}_3\text{N} + 3\text{H}$. Mit reinem Sauerstoff gemengt, lässt es sich durch den elektrischen Funken, oder einen brennenden Körper entzünden und verbrennt zu Wasser und Stickgas.

Vorkom-
men.

Vorkommen. Das Ammoniak ist, zum Theil an salpetrige Säure gebunden, ein Bestandtheil der atmosphärischen Luft, wengleich es darin in nur sehr geringer Menge enthalten ist; es ist ferner ein Product der Fäulniss und der trockenen Destillation stickstoffhaltiger organischer Körper. Da sich Ammoniak bei der Fäulniss stickstoffhaltiger organischer Stoffe bildet, so ist es auch stets in der Damm- oder Ackererde enthalten. Endlich finden sich geringe Spuren desselben in der Expirationsluft.

Bildung und
Darstellung.

Bildung und Darstellung. Das Ammoniak kann nicht durch directe Einwirkung von Stickstoff auf Wasserstoff dargestellt werden. Wohl aber bildet sich diese Verbindung, wenn die beiden Elemente *in statu nascendi* zusammentreffen, so beim Auflösen von Zink in verdünnter Salpetersäure, wobei das Zink sich auf Kosten des Sauerstoffs des Wassers und der Salpetersäure oxydirt und dadurch auf der einen Seite Wasserstoff und auf der anderen Seite Stickstoff in Freiheit gesetzt werden, die sich im Entstehungszustande zu Ammoniak vereinigen; ferner, wenn man ein Gemenge von Stickoxydgas und Wasserstoffgas über erhitzten Platinschwamm leitet: $\text{N O}_2 + 5\text{H} = \text{NH}_3 + 2\text{H O}$. Seine einfachste Darstellung beruht auf der Zerlegung seiner Verbindungen durch caustische

Alkalien oder Kalk. Gewöhnlich erhält man es durch Erhitzen eines Gemenges von Chlorammonium und gebranntem Kalk. Soll es als Gas erhalten werden, so muss es über Quecksilber aufgefangen werden. Will man es in wässriger Auflösung, so leitet man das Gas bis zur Sättigung in Wasser.

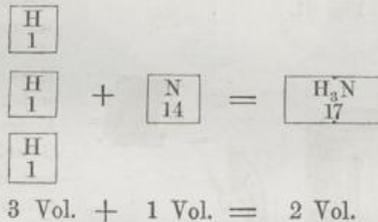
Volumetrische Zusammensetzung. Wenn Ammoniakgas durch den galvanischen Strom zersetzt wird, so zerfällt es in 3 Vol. Wasserstoffgas und 1 Vol. Stickgas, wobei es seinen Umfang verdoppelt, d. h. die 4 Volumina seiner Bestandtheile sind im Ammoniak selbst auf 2 Volumina condensirt.

Volumetrische Zusammensetzung.

2 Vol. Ammoniak enthalten demnach:

1 Volum Stickstoff	14 Gewthle.
3 " Wasserstoff	3 " "
2 Volumina Ammoniak	17 Gewthle.

Das Gewicht eines Volumens Ammoniak, d. h. das Volumgewicht (specif. Gew.) des Ammoniakgases berechnet sich demnach zu 8,5, womit das durch den Versuch gefundene übereinstimmt. Die gewichtliche und volumetrische Zusammensetzung des Ammoniaks und das Verdichtungsverhältniss versinnlicht nachstehende graphische Darstellung, mit den uns nun schon genügend geläufigen Quadraten:

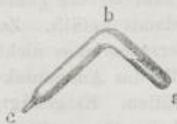


Chemische Technik und Experimente.

Zur Darstellung des Ammoniaks als Gas im Kleinen erhitzt man sehr starken Ammoniakliquor, wie er gegenwärtig 20- ja 30procentig im Handel zu beziehen ist, zum Kochen, leitet das sich reichlich entwickelnde Gas, um es zu trocknen, durch eine mit Stücken gebrannten Kalks gefüllte Flasche und fängt es über Quecksilber auf. Fig. 59 (a. f. S.) versinnlicht den dazu geeigneten Apparat.

Darstellung des Ammoniakgases.

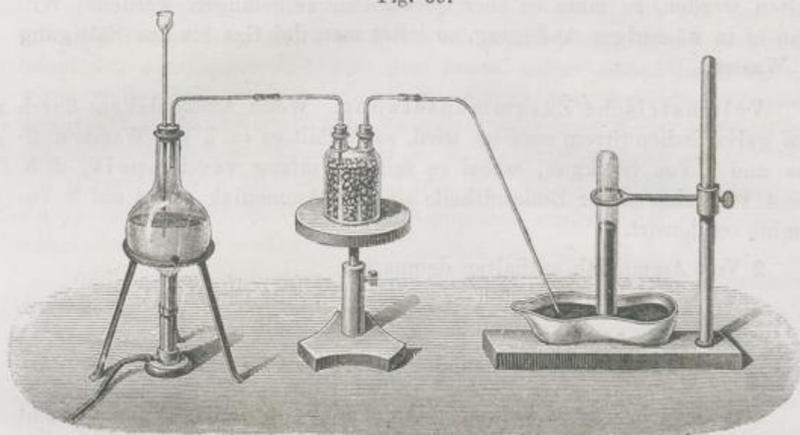
Fig. 60.



Zur Verdichtung des Ammoniakgases dient der in Fig. 60 abgebildete Apparat. In den Schenkel *ab* des, natürlich dann noch bei *c* offenen Glasrohres *abc*, bringt man Chlorsilber-Ammoniak, eine Verbindung, die man leicht durch Sättigung von Chlorsilber mit trockenem Ammoniakgas erhält und schmilzt hierauf das Rohr bei *c* vor der Lampe zu. Erwärmt man hierauf das Rohr bei *ab* im Wasserbade, während der Schenkel *c* in eine Kältemischung taucht,

so verdichtet sich das frei werdende Ammoniakgas und sammelt sich in *c* als farblose bewegliche Flüssigkeit an. Nimmt man die Glasröhre aus der Kältemischung,

Fig. 59.

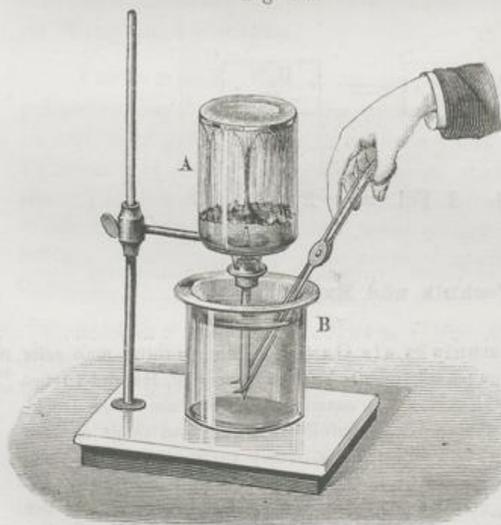


so verschwindet das flüssige Ammoniak rasch, indem es wieder vom Chlorsilber absorbiert wird. Man kann daher den Versuch immer wieder von Neuem anstellen.

Absorption
des Ammoniakgases
durch
Wasser.

Die Heftigkeit, mit welcher Ammoniakgas von Wasser absorbiert wird, lässt sich in sehr eleganter Weise durch folgenden, von Otto beschriebenen Versuch

Fig. 61.



demonstriren. Die mit Ammoniakgas gefüllte Flasche *A*, Fig. 61, ist mit einem Korke geschlossen, durch welche eine an beiden Enden spitz ausgebogene Glasröhre geht. Die innerhalb der Flasche befindliche Spitze derselben ist offen, die äussere zugeschmolzen und in einem mit kaltem Wasser gefüllten Gefässe untergetaucht. Bricht man in der durch die Zeichnung versinnlichten Weise diese Spitze ab, so dringt das Wasser sofort in die Flasche, anfänglich in dünnem Strahle, dann in Garben und bald ist die ganze Flasche damit gefüllt. Zu diesem Versuche ist es nicht nöthig, die das Ammoniak-

gas enthaltende Flasche mit diesem Gase über Quecksilber zu füllen. Es genügt, das aus starker Ammoniakflüssigkeit wie in Fig. 59 entwickelte Gas, mittelst einer langen und weiten Glasröhre bis an den Boden der, mit ihrem Halse nach abwärts gerichteten, über diese Röhre gestülpten leeren Flasche zu leiten und die-

selbe,
wähn

I
n i a k
zustel
und
Amm
rasch
beruh
I
ser m

D
hydra
enthal
gefäss
röhre
Gewic
Sicher
an, so
tions-
Opera
D
Versu
I
niakli
von r
dung

selbe, wenn man sicher sein kann, dass sie gefüllt ist, sogleich mit dem oben erwähnten Korke zu verschliessen.

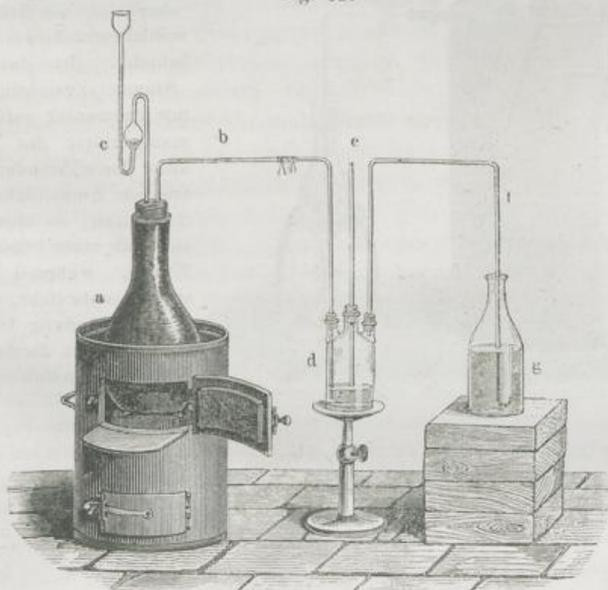
Ein sehr interessanter Versuch ist das Schmelzen des Eises im Ammoniakgas unter rascher Volumensabnahme des letzteren. Um diesen Versuch anzustellen, füllt man einen Glascylinder zu $\frac{2}{3}$ mit Ammoniakgas über Quecksilber und lässt dann zu dem Gase ein Stückchen Eis hinaufsteigen. Kaum mit dem Ammoniakgas in Berührung, schmilzt das Eis, während das Volumen des Gases rasch abnimmt und daher das Quecksilber im Cylinder steigt. Dieses Experiment beruht auf der Begierde, mit der das Ammoniak vom Wasser aufgenommen wird.

Den Ammoniakliquor oder Salmiakgeist erhält man durch Sättigen von Wasser mit Ammoniakgas. Es dient dazu der Apparat Fig. 62.

Schmelzen
des Eises im
Ammoniak.

Darstellung
des Ammo-
niakliquors.

Fig. 62.



Das in dem, mit Sicherheitsröhre versehenen Kolben *a*, aus Salmiak und Kalkhydrat entwickelte Ammoniakgas wird in der, ebenfalls eine Sicherheitsröhre *c* enthaltenden Waschflasche *d* gewaschen und gelangt von hier in das Absorptionsgefäß *g*, welches zweckmässig in kaltes Wasser gestellt wird. Die Gasleitungsröhre muss bis auf den Boden der Absorptionsflasche reichen, da das spezifische Gewicht der entstehenden Ammoniakflüssigkeit geringer ist als das des Wassers. Sicherheitsröhren sind ferner unbedingt nothwendig, denn bringt man solche nicht an, so stürzt, wenn die Gasentwicklung nachlässt, das Wasser aus der Absorptions- und Waschflasche unfehlbar in den Entwicklungskolben zurück und die Operation ist verdorben.

Die Brennbarkeit des Ammoniakgases im Sauerstoffgase zeigt nachstehender Versuch, Fig. 63 (a. f. S.).

In dem weithalsigen Kolben *A* erhitzt man sehr concentrirten Ammoniakliquor zum Kochen und leitet aus dem Gasometer *B* einen raschen Strom von reinem Sauerstoffgas in die kochende Flüssigkeit. Nähert man nun der Mündung des Kolbens einen brennenden Spahn, so verbrennt das Gemenge von Am-

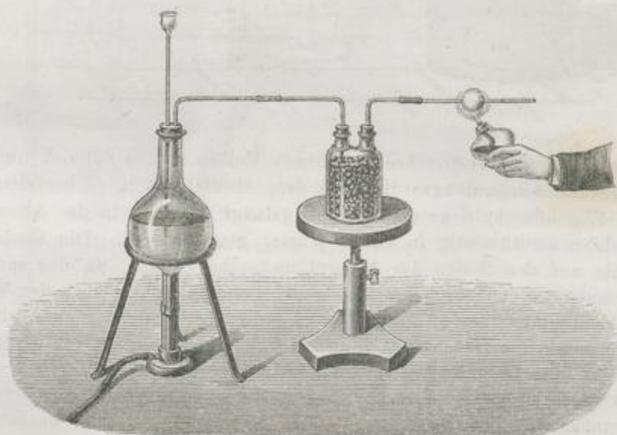
moniak- und Sauerstoffgas mit gelber Flamme an der Mündung und die Flamme währt so lange, bis alles Ammoniak ausgetrieben ist.

Fig. 63.



Die Zersetzung des Ammoniaks durch Kalium unter Freiwerden des Wasserstoffs und Bildung von Kaliumnitrid bewirkt man am einfachsten, indem man an den Ammoniakentwicklungsapparat, Fig. 59, statt der Gasleitungsröhre eine Kugelhöhre anfügt, in welcher sich ein Stückchen wohlabgetrocknetes Kalium befindet. Ist durch den Ammoniakgasstrom Alles mit Ammoniak gefüllt und man erhitzt das Kalium, unter fortwährendem Zuleiten von Ammoniakgas zum Schmelzen, so überzieht es sich mit einer braungrünen Kruste, während Wasserstoffgas entweicht, welches an der Mündung der Röhre angezündet fortbrennt. Fig. 64 versinnlicht das Experiment.

Fig. 64.



Symb.
SS =
32; S

von e
in W
licher
dünn
und
verw
ger
ches
Schw
Luft
Sch
ersta
die,
finde
wohl
schie
drise
dure
gew
Schw
dies
syste
rade
selb
sung
Schw

so
Mas
pla
des
die
wei
blic