

Verbindungen des Wasserstoffs mit andern Elementen.

Nach den Verbindungen des Sauerstoffs müssen wir vor allen andern die des *Wasserstoffs* betrachten, schon desswegen, weil sehr viele Verbindungen des Wasserstoffs in eine nahe Beziehung zu vielen Sauerstoffverbindungen dadurch gesetzt werden, dass der Wasserstoff einer Wasserstoffverbindung mit dem Sauerstoff einer Sauerstoffverbindung zu Wasser sich verbinden kann, wodurch dann dem Radical der Wasserstoffverbindung Veranlassung gegeben wird, sich mit dem Radical der Sauerstoffverbindung zu verbinden, und weil sogar der Wasserstoff mehrere Verbindungen bildet, die gewissen Sauerstoffverbindungen analog sind.

Mit dem *Sauerstoff* bildet der Wasserstoff, wie schon erwähnt wurde, eine höchst indifferente Verbindung, das *Wasser*. Diese Verbindung ist aber nicht nur durch die grosse Rolle, welche sie in der belebten und leblosen Natur spielt, sondern auch durch den mächtigen Einfluss, welchen sie auf die chemischen Verbindungen ausübt, von denen so viele durch den Einfluss des Wassers gebildet und zersetzt werden, die wichtigste aller chemischen Verbindungen.

Das Wasser verbindet sich mit keinem einzigen Metall, und unter den nicht-metallischen Elementen löst es nur die einander so ähnlichen Elemente, Chlor, Brom und Jod auf. Von den gasförmigen Elementen: Sauerstoffgas, Wasserstoffgas und Stickgas verschluckt es nur eine sehr geringe Menge. Chlor und Brom bilden überdiess mit Wasser krystallisirte Verbindungen, die von einer grösseren Menge Wasser zu einer Flüssigkeit gelöst werden. Das Wasser verbindet sich ferner, wie schon bemerkt worden, mit Säuren und mit Salzbasisen und spielt in diesen Verbindungen die Rolle der Salzbasis oder Säure. Diese Verbindung erfolgt oft unter sehr heftiger Wärmeentwicklung (Schwefelsäure, Kalk) und ist in manchen Fällen eine so innige, dass sie selbst durch Glüh-

hitze nicht zersetzt wird und das Wasser nur durch Zusatz einer Salzbasis, wenn es mit einer Säure, und durch Zusatz einer Säure, wenn es mit einer Salzbasis verbunden war, aus der Verbindung ausgetrieben werden kann (Phosphorsäure, Kali u. s. f.). Mit vielen Säuren und Salzbasen verbindet sich das Wasser in mehr als Einem Verhältniss. Diejenige Verbindung, welche die geringste Menge von Wasser enthält, ist die innigste und stellt in der Regel (Vitriolöl macht eine Ausnahme) einen festen, nicht krystallisirten Körper dar; kommt eine grössere Menge von Wasser hinzu, so verwandelt diese, loser gebundene Wassermenge, die feste Verbindung in einen von ebenen Flächen regelmässig begrenzten Körper, in einen *Krystall*. Die geringste, inniger gebundene Wassermenge pflegt man *Hydratwasser*, die weiter hinzukommende, die feste Verbindung in einen Krystall verwandelnde Wassermenge dagegen *Krystallwasser* zu nennen. — So bilden wasserfreies Kali, wasserfreie Phosphorsäure mit wenig Wasser: Kali — Phosphorsäure — Hydrat; mit mehr Wasser: krystallisirtes Kali, krystallisirte Phosphorsäure, Kali — Phosphorsäure — Hydrat mit Krystallwasser. Die krystallisirte Verbindung von Chlor und Brom mit Wasser pflegt man gleichfalls ein Hydrat zu nennen. — Auch viele Salze verbinden sich mit Wasser zu krystallisirten Körpern, die dann ihre regelmässige Form, Durchsichtigkeit, oft selbst ihre Farbe diesem Wassergehalt verdanken. Diese Verbindung ist ebenfalls oft von einer starken Wärmeentwicklung begleitet (schwefelsaure Bittererde). Viele Salze nehmen, sowohl wenn sie mit Wasser befeuchtet werden, als wenn sie aus einer wässrigen Lösung anschliessen, Wasser in ihre Zusammensetzung auf, und zwar nimmt unter verschiedenen Umständen, je nachdem die Flüssigkeit mehr oder weniger concentrirt und warm ist, dasselbe Salz häufig verschiedene Mengen von Wasser auf. Das mit *Salzen* verbundene Wasser wird immer *Krystallwasser* (nicht Hydratwasser) genannt. — Bei der ausführlichen Betrachtung der Salze werde ich hierauf noch einmal zurückkommen.

Eine grössere Menge von Sauerstoff als die, welche im Wasser vorkommt, bildet mit dem Wasserstoff ein durch höchst merkwürdige Eigenschaften ausgezeichnetes Superoxyd.

Mit den dem Sauerstoff analogen nicht-metallischen Elementen, dem *Chlor*, *Brom*, *Jod*, dem hypothetischen *Fluor*, so wie mit dem *Schwefel*, *Selen*, die dem Sauerstoff schon entfernter stehen, bildet der Wasserstoff Verbindungen, die saurer Natur sind, und zwar mit Chlor, Fluor und Selen eine einzige, die Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure), Fluorwasserstoffsäure (Flusssäure) und die Selenwasserstoffsäure; mit Brom, Jod, Schwefel zwei, die Hydrobromsäure und hydrobromige Säure, die Hydriodsäure und hydriodige Säure, die Hydrothionsäure und hydrothionige Säure. — Die Namen: *Hydriodsäure*, *Hydrothionsäure* (nach *θειον*, Schwefel, gebildet) u. s. f., bezeichnen eine Säure, die aus Jod, Schwefel und aus Wasserstoff besteht. *Hydriodige*, *hydrothionige* Säure u. s. f. bezeichnen eine aus denselben Elementen zusammengesetzte Säure, die aber *weniger Wasserstoff* enthält, als die Hydriod- und Hydrothion-Säure, gerade wie z. B. „schweflige Säure“ eine Sauerstoffsäure des Schwefels bezeichnet, welche weniger Sauerstoff enthält als die „Schwefelsäure.“

Mit dem *Kohlenstoff* und dem *Phosphor* bildet der Wasserstoff keine saure Verbindungen; aber mit einem aus Kohlenstoff und Stickstoff zusammengesetzten Körper, dem *Cyan*, bildet der Wasserstoff die höchst merkwürdige Cyanwasserstoffsäure (Blausäure). Dieses Cyan, obgleich zusammengesetzt, verhält sich wie ein dem Chlor, Brom u. s. f. analoges Element und bildet, wie diese, sowohl mit Wasserstoff als mit Sauerstoff, Säuren.

Unter den Metallen finden sich nur sehr wenige, die überhaupt fähig sind, sich mit dem Wasserstoff zu verbinden, und es sind gerade solche, (Tellur, Arsenik) die einigen nicht-metallischen Körpern in mehrfacher Beziehung sehr analog sind. Ein einziges Metall, das Tellur, bildet mit Wasserstoff eine Säure. — Mit dem *Arsenik* bildet der Was-

serstoff keine saure Verbindung. Mit dem *Stickstoff* allein bildet er eine ausgezeichnete Salzbasis, das Ammoniak, und die Verbindung des Wasserstoffs mit Phosphor könnte man vielleicht auch den basischen Verbindungen beizählen. — Auf alle diese Verbindungen werde ich später zurückkommen. — Eine Verbindung des Wasserstoffs mit *Bor* ist nicht mit Sicherheit bekannt.

Der Wasserstoff wird wegen seiner grossen Affinität zum Sauerstoff und zum Chlor nicht selten zu der Zersetzung von Metalloxyden und Chlormetallen gebraucht; in höherer Temperatur verbindet er sich mit dem Sauerstoff mehrerer Oxyde, so wie mit dem Chlor mehrerer Chlormetalle, zu Wasser oder zu Chlorwasserstoffsäure, und man erhält auf diese Weise das in solchen Verbindungen enthaltene Metall in einem sehr reinen Zustand. — So werden die Oxyde des Bleis, Eisens, Nickels, Kobalts, Kupfers, Urans u. s. f., die Säuren des Wolframs, Molybdäns u. s. f., überhaupt alle Oxyde der schweren Metalle, mit Ausnahme der Oxyde des Zinks, Mangans, Ceriums, Titans, Tantals, Chroms und Vanadins reducirt, wenn man trockenes Wasserstoffgas durch das in einer Porzellanröhre glühende Oxyd so lange hindurchleitet, als die Bildung von Wasser am andern Ende der Röhre bemerkt wird, hierauf den Apparat, indess beständig Wasserstoffgas durch denselben hindurch strömt, erkalten lässt. Selten reicht übrigens die Hitze, welche auf diese Weise hervorgebracht werden kann, zum Schmelzen des Metalls hin. In einigen Fällen, wie z. B. bei den Eisenoxyden, wird nicht einmal Glühhitze erfordert, um die Reduction zu bewerkstelligen. — Die Oxyde aller leichten Metalle (der Alkali- und Erd-Metalle) werden durch Glühen mit Wasserstoffgas nicht zersetzt. — Eben so werden die Chlorverbindungen der Alkali- und Erd-Metalle durch Wasserstoffgas nicht zersetzt, dagegen mehrere Chlorverbindungen der schweren Metalle; jedoch lassen sich, wie es scheint wegen der leichteren Verdampfbarkeit der Chlormetalle, welche eine Einwirkung des Wasserstoffs auf das Chlormetall bei höherer Temperatur nicht so gut gestattet, weniger Chlormetalle durch Wasser-

stoff zersetzen, als sich Metalloxyde durch denselben zersetzen lassen. So wird z. B. Chlorkupfer, Chloruranchlorkalium durch Glühen mit Wasserstoffgas zersetzt; ersteres zerfällt in Salzsäure und metallisches Kupfer, letzteres in Salzsäure, metallisches Uran und Chlorkalium, weil diese letztere Verbindung durch Wasserstoff nicht zersetzt wird; sie kann durch Auflösen in Wasser von dem gebildeten metallischen Uran getrennt werden. — Selbst die Verwandtschaft des Wasserstoffs zu dem Schwefel, ungeachtet sie weit schwächer ist, als die Verwandtschaft desselben zu dem Chlor, kann dazu benützt werden, um das Metall aus einigen Schwefelmetallen, wie namentlich Schwefelantimon, Schwefelwismuth, Schwefelsilber zu isoliren; der Wasserstoff verbindet sich mit dem Schwefel dieser Metalle in der Glühhitze zu Schwefelwasserstoffgas.

Darstellung des Wasserstoffgases und seiner Verbindungen mit dem Sauerstoff.

1) Das *Wasserstoffgas* wird gewöhnlich aus dem Wasser dargestellt. Man kann das Wasser durch den Einfluss der Elektrizität zersetzen, wie ich bei dem Sauerstoff (S. 77.) angeführt habe. Da der Wasserstoff so wenig Neigung hat, sich mit Metallen zu verbinden, so ist es gleichgültig, welches Metall dazu gebraucht wird, dem Wasser die negative Elektrizität der Säule zuzuführen; soll aber bei dieser Zersetzung des Wassers blos Wasserstoffgas zum Vorschein kommen, so muss der Metalldraht, welcher dem Wasser die positive Elektrizität der Säule zuführt, ein leicht oxydirbares Metall, am besten Messing (eine Verbindung von Kupfer und Zink) seyn; dann wird der Sauerstoff nicht gasförmig frei, sondern verbindet sich mit dem Metall. — Gewöhnlich stellt man das Wasserstoffgas aus dem Wasser auf die Weise dar, dass man auf dasselbe Metalle einwirken lässt, welche eine grosse Affinität zu dem Sauerstoff haben. Die Alkalimetalle (Kalium, Natrium u. s. f.) verbinden sich schon bei der gewöhn-

lichen Temperatur mit dem Sauerstoff des Wassers und entwickeln daher Wasserstoffgas; Eisen, Zink, Zinn und einige andere Metalle zersetzen das Wasser erst in der Glühhitze; man erhält daher Wasserstoffgas, wenn man einen mit Eisendraht und Eisenfeile (Eisenfeile allein würde zu leicht verstopfen) gefüllten und durch einen länglichten Ofen hindurchgesteckten Flintenlauf von der einen Seite mit einer gläsernen Retorte, von der andern mit einer gekrümmten, unter Wasser führenden Röhre in Verbindung setzt, und sobald der Flintenlauf rothglühend ist, das Wasser der Retorte ins Sieden bringt, dessen Dämpfe so durch das glühende Eisen hindurchgeleitet und von demselben zersetzt werden; der Sauerstoff des Wassers verbindet sich hiebei mit dem Eisen zu Oxydul und der Wasserstoff wird gasförmig frei und kann über Wasser aufgefangen werden, da er von demselben nicht merkbar verschluckt wird. Die genannten Metalle zersetzen das Wasser schon bei der gewöhnlichen Temperatur, wenn man eine Säure zusetzt, welche sich mit dem durch den Sauerstoff des Wassers zu bildenden Metalloxyd verbinden kann und durch ihre Affinität zu diesem Oxyd die Zersetzung des Wassers begünstigt und dadurch die ausserdem erforderliche höhere Temperatur gleichsam ersetzt. Man stellt daher das Wasserstoffgas gewöhnlich aus Zink und verdünnter Schwefelsäure dar, welche in einer gläsernen Retorte zusammengebracht werden, und fängt das Gas erst auf, nachdem alle atmosphärische Luft der Retorte ausgetrieben ist. — Um eine Beimengung von atmosphärischer Luft zu vermeiden, kann man auch in eine kleine Retorte Zink legen, dieselbe fast ganz mit Wasser und dann vollends mit Vitriolöl auffüllen, welches, ohne sich sogleich mit dem Wasser der Retorte zu vermischen, zu dem Zink hinunterfließt. — Bei diesem Process bildet sich Wasserstoffgas und schwefelsaures Zinkoxyd, welches Salz durch Abdampfen der Flüssigkeit in farblosen Krystallen erhalten wird. Eisen lässt sich, wie

Zink, anwenden, nur ist das erhaltene Wasserstoffgas nicht so rein, sondern enthält etwas Kohlenwasserstoffgas, da alles Eisen immer noch eine gewisse Menge von Kohle enthält. — Die nicht-metallischen brennbaren Elemente sind zur Darstellung des Wasserstoffgases nicht so tauglich, wie die metallischen, theils weil sie selbst weit mehr geneigt sind, mit dem Wasserstoff sich zu verbinden (Phosphor), theils weil sie mit dem Sauerstoff des Wassers gasförmige Verbindungen bilden, die sich dem Wasserstoffgas beimengen würden (Kohle).

2) Das *Wasser* ist in der Natur so verbreitet, dass man den Wasserstoff mit dem Sauerstoff nie in der Absicht verbindet, um Wasser zu erhalten, vielmehr stellt man den Wasserstoff, der in der Natur nie in reinem Zustand angetroffen wird, immer aus dem Wasser dar. Das Regenwasser, welches aufgesammelt wird, nachdem es lange geregnet hatte, ist ein ziemlich reines Wasser; aber auch aus gewöhnlichem Brunnenwasser, das durch verschiedene Salze, welche es aufgelöst enthält, verunreinigt ist, lässt sich durch die sogenannte Destillation leicht ein reines Wasser darstellen. Man bringt nemlich dieses Wasser in einem Apparat ins Sieden, der so eingerichtet ist, dass die entstehenden Wasserdämpfe nicht in die Luft gehen, sondern verdichtet und als reines, tropfbar-flüssiges Wasser aufgesammelt werden können, z. B. in einer Retorte mit Vorlage; die Salze, welche nicht verflüchtigt werden, bleiben zurück. *) — Die Verbindung des Wasserstoffgases mit dem Sauerstoff des Sauerstoffgases oder der Luft zu Wasser, wobei immer genau zwei Maasse Wasserstoffgas mit einem Maass

*) *Destillation* wird eine solche Operation genannt, wenn der durch die Einwirkung der Wärme in Gas oder Dampf verwandelte Körper durch Kälte sich zu einer *tropfbaren Flüssigkeit*; *Sublimation*, wenn er sich zu einer *festen Materie* verdichtet.

Sauerstoffgas sich vereinigen, lässt sich übrigens auf verschiedene Weise bewerkstelligen: a) durch höhere Temperatur, z. B. durch einen flammenden Körper oder einen glühenden Eisendraht, so wie durch rasche Zusammendrückung der in gehörigem Verhältniss gemengten Gase, wodurch eine Temperaturerhöhung hervorgebracht wird. b) Durch den elektrischen Funken, den man durch das Gasgemenge schlagen lässt. c) Durch mehrere, fein zertheilte, Metalle, namentlich fein zertheiltes Platin (Platinschwamm), auch andere, nicht-metallische feste Körper. Die Verbindung erfolgt schon bei der gewöhnlichen Temperatur, entweder rasch unter Verpuffung und Feuerentwicklung (reiner Platinschwamm), oder ohne Verpuffung, unter blosser Wärmeentwicklung (schwammiges Iridium), oder erst bei mehr oder weniger erhöhter, jedoch niederer Temperatur, als diejenige ist, bei welcher die Verbindung gewöhnlich erfolgt (fein zertheiltes Silber, Gold, Bimstein, Porzellan, Bergkrystall, Glas u. s. f.). Wie diese festen Körper die Verbindung des Wasserstoffs und Sauerstoffs zu Wasser bewirken, kann bis jetzt auf keine ganz genügende Weise erklärt werden. Ich werde später auf diese Erscheinung zurückkommen.

Das Wasser ist eine farblose, geschmak- und geruchlose Flüssigkeit von 1.000 specif. Gewicht. Es wird bei 0° , wenn Bewegung statt findet, oder, in völliger Ruhe, bisweilen erst bei -10° fest (Eis). — Auch bei *sehr heftiger* Bewegung kann das Wasser einige Grade unter 0 abgekühlt werden, ohne zu gefrieren, wie sich aus den Erscheinungen von Grundeisbildung in reissenden Strömen ergibt. — Die Krystallform des Eises kennt man noch nicht nach allen Beziehungen; man weiss blos, dass sie ein 6seitiges Prisma ist, worauf sich auch die Schneefiguren beziehen, in welchen gewöhnlich aus einem Mittelpunkt 6 Strahlen unter 60° ausgehen. Das Eis ist leichter als Wasser (von 0.93 spec. Gew.)

und leitet die Wärme schlecht. Die höchste Dichtigkeit (d. h. die grösste specif. Schwere) zeigt das Wasser, bei $+4^{\circ}.1$; unter und über dieser Temperatur ist es specifisch leichter. — Wenn daher das Wasser an der Oberfläche eines ruhigen Sees bis auf $+4^{\circ}.1$ erkaltet, so fliesst es vermöge seiner grösseren specifischen Schwere auf den Boden und das wärmere Wasser steigt in die Höhe, und so wird nach und nach das ganze Wasser des Sees auf $+4^{\circ}.1$ abgekühlt. Das an der Oberfläche noch mehr erkaltende Wasser wird leichter und gefriert. Da aber das Eis ein schlechter Wärmeleiter ist, so bleibt das Wasser unter der Eisdecke warm und flüssig, und die in demselben lebenden Thiere werden auf diese Weise auch in strengen Wintern vor dem Untergang geschützt. — Da sich das Wasser bei seinem Gefrieren bedeutend ausdehnt, so kann es dadurch sehr starke Gefässe zersprengen. — Bei einem Barometerstand von 28 Par. Zoll siedet das Wasser bei 100° .; ein Würfeldecimeter (Liter) Wasser wiegt bei $+4.44^{\circ}$ der hunderttheiligen Skale 1000 Gramme. — Das neue französische Maass- und Gewichts-System gründet sich auf die Messung des durch Paris gehenden Bogens eines Meridians der Erde. Die Einheit des Längenmasses, der Meter, ist der zehnmillionste Theil eines Erdmeridians, mithin eine Grösse, die keinen Veränderungen unterworfen ist. Dasselbe gilt von dem Grammgewicht, welches sich auf den Meter, und auf eine immer von gleicher Beschaffenheit zu erhaltende Flüssigkeit, nemlich das Wasser bezieht; 1 Meter beträgt etwas weniger als 3 franz. Fuss und 1 Zoll; 1 Gramm etwas mehr als 16 Gran Nürn. Gewicht.

Ein Gemeng von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas im Verhältniss, wie sie Wasser bilden, also von 2 Maassen des ersteren auf 1 Maass des letzteren wird *Knallluft* genannt; beim Entzünden desselben, wobei Wasser gebildet wird, entsteht ein äusserst heftiger Knall. Dieses Gemeng ist so leicht entzündlich (schon durch einen rothglühenden Eisendraht oder Kohle lässt es sich entzünden), und entwickelt beim Verbrennen eine so starke Hitze, dass die (S. 27.) erwähnte Sicherheitslampe vor einer Explosion nicht schützen

würde. Man bedient sich bisweilen der in metallenen Behältern comprimirt Knallluft, um sehr hohe Hitzgrade hervorzubringen und die am schwierigsten schmelzbaren Körper zu schmelzen; man lässt die Luft durch eine enge Röhre ausströmen und zündet sie an. — Wenn die Röhre sehr eng ist, und noch überdiess das Gas schnell ausströmt, so kühlen ihre Wandungen so stark ab, dass die Flamme nicht in den Behälter zurückschlagen kann. Der Versuch, auf diese Weise angestellt, ist jedoch lebensgefährlich. Man hat daher vorgeschlagen, in die Röhre, aus welcher man das Gas ansströmen lässt, mehrere Scheiben von Drahtgeflechte zu legen, damit durch diese die Flamme so stark abgekühlt werde, dass sich das Gas in dem Behälter nicht entzünden könne. Ganz gefahrlos aber wird der Versuch auf die Weise angestellt, dass man jedes der beiden Gase aus einem besonderen Behälter ausströmen und sie erst kurz vor der Verbrennung zusammentreten lässt; oder noch einfacher, dass man eine Wasserstoffgasflamme durch Sauerstoffgas anbläst; die Wirkung ist dann freilich schwächer.

3) *Wasserstoffsuperoxyd*. Es wurde oben (S. 67.) angeführt, dass der gewöhnliche Charakter der Superoxyde der ist, dass sie in Berührung mit einer unorganischen (binären Sauerstoffsäure, deren Radical auf der höchsten Oxydationsstufe sich befindet, in Oxyd (Salzbasis) und Sauerstoff zersetzt werden, *) wobei letzterer als Gas frei wird, während das entstandene Oxyd mit der Säure sich zu einem Salz verbindet; dass sie aber, wenn die Säure eine stärkere Wasserstoffsäu-

*) Befindet sich das brennbare Element der Sauerstoffsäure nicht auf der höchsten Oxydationsstufe, so wird der überschüssige Sauerstoff des Superoxyds dazu verwendet, die Säure in die sauerstoffreichere Säure zu verwandeln, die sich mit der aus dem Superoxyd hervorgegangenen Salzbasis zu einem Salz verbindet; so bildet schweflige und salpetrige Säure mit Mangansuperoxyd blos schwefelsaures und salpetersaures Manganoxydul, ohne dass Sauerstoffgas entwickelt wird.

re ist, so zersetzt werden, dass der überschüssige Sauerstoff des Superoxyds mit dem Wasserstoff der Säure zu Wasser sich verbindet, mithin nicht als Sauerstoffgas frei wird, dass dagegen das mit diesem Wasserstoff verbundene Radical der Wasserstoffsäure (Chlor, Brom u. s. f.) in Freiheit gesetzt wird, während die durch Zersetzung des Superoxyds entstandene Salzbasis mit einem andern Theil Säure, der keine Zersetzung erlitten hat, zu einem wasserstoffsäuren Salz sich verbindet. — Mangansuperoxyd z. B. ist = Manganoxydul + Sauerstoff: wirkt wässrige Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) auf dieses Superoxyd ein, so verbindet sich ein Theil derselben mit dem Manganoxydul zu einem Salz, während der Sauerstoff in seinem status nascens mit dem Wasserstoff eines andern Theils Chlorwasserstoffsäure Wasser bildet, und das Chlor aus diesem Theil in Freiheit setzt.

Eine Ausnahme von diesem Verhalten macht das Superoxyd eines Alkalimetalls, das Baryumsuperoxyd. Dieses wird zwar schon durch heisses Wasser in Sauerstoff, der sich gasförmig entwickelt, und in Baryt zersetzt, der sich im Wasser löst; kommt es aber mit wässrigen Sauerstoffsäuren, die keine grosse Neigung haben, durch Aufnahme von mehr Sauerstoff sich in eine sauerstoffreichere Säure zu verwandeln, (wie dieses z. B. bei der schwefligen Säure der Fall ist, die so geneigt ist, durch Aufnahme von Sauerstoff sich in Schwefelsäure zu verwandeln) oder mit der stärksten der Wasserstoffsäuren, der wässrigen Chlorwasserstoffsäure, in Berührung, so wird der überschüssige Sauerstoff des Superoxyds nicht frei, verbindet sich auch nicht, wie man erwarten sollte, mit dem Wasserstoff der Salzsäure zu Wasser, sondern tritt vielmehr mit einem Theil Wasser der wässrigen Säuren in Verbindung und verwandelt dieses in ein Superoxyd des Wasserstoffs. — Schwächere, leichter zersetzbare Wasserstoffsäuren, wie Iodwasserstoffsäure, Schwefelwasserstoff, können kein Superoxyd des Wasserstoffs erzeugen, weil sie in Berührung mit diesem Superoxyd in Iod oder Schwefel und in Wasser sich zersetzen. — Da das Wasserstoffsuperoxyd

durch erhöhte Temperatur in Wasser und Sauerstoffgas sich zersetzt, so lässt man die Säure möglichst kalt auf das Baryum-superoxyd einwirken. Man vertheilt also dieses Superoxyd in kalter wässriger Salzsäure: es zersetzt sich in Baryt, der mit der Salzsäure in Verbindung tritt, und in Sauerstoff, der nicht als Gas frei wird, sondern sich mit dem Wasser der Säure verbindet; die Flüssigkeit enthält daher salzsauren Baryt, viel Wasser und wenig Wasserstoffsuperoxyd. Man setzt nun eine Säure (Schwefelsäure) zu, die mit Baryt eine in Wasser und Säuren unauflösliche Verbindung bildet, so lange, bis aller Baryt in Verbindung mit dieser Säure ausgeschieden ist und filtrirt die Flüssigkeit von dem unauflöslichen schwefelsauren Baryt ab. Die ganze Menge der Salzsäure, welche ursprünglich mit dem Baryum-superoxyd in Berührung gebracht worden war, befindet sich nun wieder in freiem Zustand und kann die gleiche Menge von Baryum-superoxyd, wie zuvor, auflösen; die Flüssigkeit enthält dann salzsauren Baryt, Wasser und eine grössere Menge Wasserstoffsuperoxyd, als früher. Man schlägt wieder den Baryt durch Schwefelsäure nieder, filtrirt, löst von neuem Baryum-superoxyd in der frei gewordenen Salzsäure auf und wiederholt diese Operationen so lange, bis man eine Flüssigkeit erhält, die Salzsäure, Wasser und eine grosse Menge Wasserstoffsuperoxyd enthält. Um jetzt das Wasserstoffsuperoxyd zu isoliren, muss vor Allem die Salzsäure entfernt werden. Es gibt nur ein einziges Oxyd, das Silberoxyd, welches mit der Salzsäure eine unauflösliche Verbindung bildet, oder vielmehr mit der Salzsäure sich in unauflösliches Chlorsilber und Wasser zersetzt; aber dieses Oxyd kann in seinem reinen Zustand zur Ausscheidung der Salzsäure nicht gebraucht werden, weil es das Wasserstoffsuperoxyd mit ausserordentlicher Hefigkeit in Wasser und Sauerstoffgas zersetzen würde; wohl aber kann man hierzu die Verbindung des Silberoxyds mit Schwefelsäure gebrau-

chen, welche nicht zersetzend auf das Wasserstoffsperoxyd einwirkt. Man setzt daher genau so viel schwefelsaures Silberoxyd zu, dass die vom Chlorsilber abfiltrirte Flüssigkeit weder Silberoxyd noch Salzsäure enthält. Die Flüssigkeit enthält jetzt statt der Salzsäure, Schwefelsäure; denn indem das Silberoxyd des schwefelsauren Silberoxyds mit der Salzsäure Chlorsilber und Wasser bildete, musste die mit demselben verbundene Schwefelsäure in Freiheit gesetzt werden. Um nun die Schwefelsäure zu entfernen, setzt man mit Wasser angerührten Baryt oder kohlsauren Baryt zu und filtrirt; wäre der Baryt im Ueberschuss (was man daran erkennt, dass die Flüssigkeit durch Schwefelsäure getrübt wird), so schlägt man denselben durch verdünnte Schwefelsäure nieder, so, dass eher die Schwefelsäure, als der Baryt in kleinem Ueberschuss sich befindet. Die Flüssigkeit enthält jetzt bloß Wasserstoffsperoxyd und Wasser; um letzteres ganz oder doch grösstentheils zu entfernen, bringt man sie unter den Recipienten einer Luftpumpe über eine vitriolöhlhaltende Schaale: das Wasser verdampft vorzugsweise, und seine Dämpfe werden von dem Vitriolöl verschluckt, so dass die Verdampfung ununterbrochen fortgehen kann. Will man die Concentration sehr weit treiben, so muss man der Flüssigkeit ein paar Tropfen verdünnte Schwefelsäure zusetzen, weil ohne dieses das Wasserstoffsperoxyd schon dann zersetzt würde, wenn es noch viel Wasser beigemischt enthält. Wenn die Flüssigkeit das 475fache ihres Volumens Sauerstoffgas beim Zersetzen entwickelt, so darf sie nicht länger unter dem Recipienten gelassen werden, weil sie sonst als Ganzes im luftleeren Raum verdampfen würde.

Das möglichst wasserfreie Wasserstoffsperoxyd ist eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit von 1.452 spec. Gewicht, ohne Geruch, von herbem, bitterem Geschmack, röthet Laccmus nicht, bleicht verschiedene Pflanzenfarben, macht die Oberhaut augenblicklich weiss und erregt nachher ein hefti-

ges Jucken. Es zersetzt sich in Berührung mit verschiedenen Körpern, Metallen (namentlich den edlen), Metalloxyden u. s. f., zum Theil mit ausserordentlicher Heftigkeit, unter Wärmeentwicklung, ja selbst unter Lichtentwicklung. Die Oxyde, namentlich der edlen Metalle, lassen, indem sie den überschüssigen Sauerstoff des Wasserstoffsperoxyds freimachen, zugleich ihren eigenen Sauerstoff fahren, und werden zu Metall reducirt. Andere Oxyde oder Superoxyde, wie z. B. Kali, Mangansperoxyd und mehrere andere, verlieren, indem sie diese Zersetzung bewirken, von ihrem eigenen Sauerstoff nichts, nehmen auch von dem aus dem Superoxyd entwickelten Sauerstoff nichts auf. — Mehrere Stoffe dagegen nehmen, indem sie das Wasserstoffsperoxyd zersetzen, den überschüssigen Sauerstoff desselben ganz oder theilweise auf, und werden daher durch dasselbe zu Basen, Säuren oder Superoxyden oxydirt, und man hat auf diese Weise einige Sauerstoffverbindungen hervorgebracht, die bis jetzt auf keinem andern Weg dargestellt werden konnten. — Eine gewisse höhere Temperatur zersetzt das Wasserstoffsperoxyd in Wasser und Sauerstoffgas. — Durch seine Verbindung mit gewissen Säuren, die nicht, wie es bei der schwefligen Säure, der Iodwasserstoffsäure, dem Schwefelwasserstoff der Fall ist, zersetzend auf dasselbe einwirken, erhält das Wasserstoffsperoxyd eine bedeutend grössere Stabilität, d. h. es ist in einer solchen Verbindung viel weniger leicht zersetzbar, so namentlich durch seine Verbindung mit Schwefel-, Phosphor-, Salz-, Salpeter-, Arsenik-, Oxal-, Wein-, Citronen- und Essig-Säure, während seine Zersetzbarkeit durch seine Berührung mit Salzbasen immer in höherem oder geringerem Grade vermehrt wird. In dieser Beziehung kommt daher dem Wasserstoffsperoxyd mehr ein *basischer* als ein saurer Charakter zu.