

welches nach seinem Entdecker: Schlippe, den Namen erhalten hat. Dieses Salz bildet sich leicht durch Kochen einer wässrigen Lösung von Schwefelnatrium mit gepulvertem, käuflichen Dreifach-Schwefelantimon und so viel Schwefel, als letzterer nöthig hat, um damit in Fünffach-Schwefelantimon überzugehen. Statt Schwefelnatrium wendet man einfacher Natron und Schwefel an, welche sich beim Kochen in Schwefelnatrium und thioschwefelsaures Natron umsetzen, oder statt des Aetznatrons: kohlen-saures Natron und Aetzkalk. Es ist vorgeschrieben, 9 Thle. krystallisirte Soda, 3 Thle. Aetzkalk, 3 Thle. Schwefelantimon und 1 Thl. Schwefel mit der hinreichenden Menge Wasser zu kochen. Die vom erzeugten kohlen-sauren Kalk heiss abfiltrirte Lösung wird zur Krystallisation abgedampft. Die Krystalle sind in gut verschlossenen Gefässen, vor dem Zutritt der Luft geschützt, aufzubewahren. Die Kohlensäure der Luft bewirkt nämlich Zersetzung der Verbindung in kohlen-saures Natron, Schwefelwasserstoff und Schwefelantimon, welches die farblosen, höchstens schwach gelblich gefärbten Krystalle nach und nach mit einer kermesfarbenen Kruste bedeckt.

Dem Natriumsalz analog ist das Kaliumsalz zusammengesetzt. Die wässrigen Lösungen derselben erzeugen mit den Lösungen der meisten Metallsalze in Wasser unlösliche, meist gefärbte Verbindungen von analoger Zusammensetzung. So hat das Kupfersalz die Zusammensetzung $(\text{SbS})_2 \text{S}_6 \text{Cu}_3$.

B O R.

(Chemisches Zeichen: B. — Atomgewicht: 11.)

Gleich dem Phosphor kommt das Bor nur in einer einzigen Verbindung in der unorganischen Natur vor, nämlich nur mit Sauerstoff verbunden als Borsäure, theils als solche, theils in Verbindung mit Basen als borsaurer Salze. Die hauptsächlichsten, Bor führenden Mineralien sind: Sassolin (Borsäure), Tinkal oder Borax (borsaures Natron), Boracit (borsaure Magnesia mit Chlormagnesium), Boronatrocalcit (borsaurer Natron-Kalk), Datholith (borsaurer und kieselsaurer Kalk).

Zur Darstellung des Bors dient durch Glühen entwässerte, geschmolzene Borsäure. Dieselbe wird gröblich gepulvert, und mit klein geschnittenen Stückchen Natrium (6 Thle. auf 10 Thle. Borsäure) in einen zuvor zum starken Glühen gebrachten eisernen Tiegel eingebracht, darauf noch mit 5 Thln. vollkommen entwässertem Kochsalz bedeckt. In dem bedeckten Tiegel vollzieht sich bald eine hörbare Reaction. Nach deren Beendigung wird der Inhalt des Tiegels mit einem Eisenstabe umgerührt, und glühend flüssig in salzsäurehaltiges Wasser gegossen, in welchem sich Alles bis auf das durch das Natrium aus der Borsäure frei gemachte Bor auflöst. Dieses wird auf ein Filter gebracht, mit salzsäurehaltigem, zuletzt mit reinem Wasser gewaschen, und bei gewöhnlicher Temperatur auf porösem Stein getrocknet.

Das so gewonnene Bor ist ein amorphes, dunkel grünlich-braunes Pulver, geruch- und geschmacklos, Nichtleiter der Elektrizität. Von Wasser, auch bei Siedhitze, wird es nicht verändert. Auch Salzsäure ist ohne Wirkung darauf; aber von Salpetersäure, Königswasser und concentrirter Schwefelsäure, auch durch Erhitzen im Wassergas oder durch Schmelzen mit Natronhydrat (unter Wasserstoffentwicklung), wird es zu Borsäure oxydirt. Beim Erhitzen an der Luft verbrennt es leicht, im Sauerstoff unter Funken sprühen mit starkem Lichtglanz und grünlicher Flamme, zu Borsäure. Es verbrennt auch in Chlorgas unter Feuererscheinung zu Dreifach-Chlorbor.

Bemerkenswerth ist die beträchtliche Affinität des Bors zum Stickstoff, mit welchem es sich in Glühhitze zu sehr beständigem Borstickstoff verbindet.

Man kann das Bor auch krystallisirt erhalten durch Auflösen des amorphen Bors in schmelzendem Aluminium. Man erreicht dies dadurch, dass man amorphes Bor in einem hessischen Tiegel fest zusammenstampft, in diese Masse ein Loch bohrt und dasselbe mit einer Stange Aluminium ausfüllt. Der Tiegel wird bedeckt in einen andern Tiegel gestellt, die Zwischenräume ganz mit Kohlenpulver ausgefüllt, und, nachdem auf den äusseren Tiegel der Deckel mit Thon festgekittet ist, zwei Stunden lang einer hellen Rothgluth ausgesetzt. Nach dem Erkalten sieht man die Oberfläche des geschmolzenen Aluminiums mit Borkrystallen bedeckt. Das Aluminium wird durch verdünnte Salzsäure gelöst; das krystallisirte Bor bleibt dann, untermengt mit dünnen undurch-

sichtigen, sechsseitigen Tafeln einer Legirung von Aluminium und Bor, die sich durch Abschlämmen leicht entfernen lassen, in theils dunkelbraunen durchscheinenden, theils helleren hyacinthfarbenen Krystallen zurück.

Ein anderes krystallisirtes Bor, durch grosse Härte ausgezeichnet, gewinnt man durch starkes Erhitzen von wasserfreier Borsäure mit Aluminium in einem Kohlentiegel, unter Beobachtung der angegebenen Vorsichtsmaassregeln, welche bezwecken, den Sauerstoff der Luft thunlichst abzuhalten. Doch sind diese, an Glanz und Härte dem Diamant nahe kommenden Krystalle nicht reines Bor, sie enthalten bis zu 4 Procent Kohlenstoff und 6.7 Procent Aluminium.

Praktische Verwendungen des Bors sind noch nicht gemacht. — Eine Verbindung desselben mit Wasserstoff ist nicht bekannt. Ueberhaupt kennen wir nur wenige Verbindungen des Bors. In diesen fungirt das Bor stets als dreiwertiges Element. Die bei Weitem wichtigste Verbindung ist die

Borsäure.

Zusammensetzung des Anhydrids: B_2O_3 ; des Borsäurehydrats: BO_3H_3 . — Die Borsäure, wie kurzweg das Borsäurehydrat genannt wird, krystallisirt in farblosen, glänzenden, fettig anzufühlenden Blättchen von schwach saurem Geschmack, ist in Wasser, besonders in heissem, auch in Alkohol löslich. Ein Theil Borsäure erfordert zur Lösung nur 3 Thle. Wasser von 100° , aber 25 Thle. von 19° . Aus der heiss gesättigten wässrigen Lösung krystallisirt daher beim Erkalten der bei Weitem grösste Theil der Borsäure aus.

Die wässrige Lösung der Borsäure reagirt schwach sauer, färbt aber zugleich auch den gelben Curcumafarbstoff nach dem Trocknen braun.

Obgleich das Borsäureanhydrid sehr feuerbeständig, und erst in hoher Temperatur etwas flüchtig ist, verflüchtigt sich das Borsäurehydrat schon durch Kochen der wässrigen Lösung mit den Wasserdämpfen in nicht unbeträchtlicher Menge. Auch beim

Sieden ihrer alkoholischen Lösung geht viel davon mit den Alkoholdämpfen fort. Wird letztere Lösung angezündet, so brennt der Alkohol mit hellgrüner Flamme ab. — Diese Farbe wird der Alkoholflamme nur von der freien Borsäure, nicht von deren Salzen ertheilt. Alkohol, welcher auf gepulvertes borsaures Natron oder irgend ein anderes borsaures Salz gegossen und entzündet, mit gelblicher Flamme verbrennt, nimmt sofort schön grüne Farbe an, wenn ein Tropfen concentrirte Schwefelsäure hinzugebracht und dadurch die Borsäure frei gemacht wird.

Durch Erhitzen auf 100° verliert die Borsäure Wasser und verwandelt sich in ein weisses Pulver von der Zusammensetzung: BOOH ; bei stärkerem, anhaltenden Erhitzen auf 150 bis 160° im trockenen Luftstrom geht noch mehr Wasser fort, und es hinterbleibt eine Säure von der Zusammensetzung: $\text{B}_4\text{H}_2\text{O}_7$. In noch höherer Temperatur schäumt die Borsäure stark auf, wird in Rothgluth zähflüssig und bildet ein durchsichtiges, farbloses, hartes Glas von Borsäureanhydrid. Dieses Glas bekommt während des Erkaltens zahlreiche Sprünge und wird beim Stehen an der Luft matt, undurchsichtig, in Folge der Aufnahme von Wasser aus derselben. Das Borsäureanhydrid besitzt überhaupt grosse Verwandtschaft zum Wasser.

Die Borsäure kommt als solche in so reichlicher Menge in der Natur vor, dass andere mineralische Borverbindungen bis vor Kurzem zur Darstellung der Borsäure nur wenig Verwendung fanden. An verschiedenen Orten Toscana's entströmen der Erde heisse Wasserdämpfe (Suffionen, Fumarolen), welche, an der Luft condensirt, Sümpfe (Lagunen) bilden. Diese Wasserdämpfe führen kleine Mengen darin verdunsteter Borsäure mit, jedoch so wenig, dass das durch Condensation derselben gebildete Wasser selten über $\frac{1}{10}$ Procent davon enthält. Trotz dieses geringen Gehaltes werden daselbst jährlich viele tausend Centner Borsäure fabricirt.

Man umgiebt die Stellen, wo solche Dampfströme der Erde entquellen, oder wo man solche durch Bohrungen erzielt hat, mit einem Mauerwerk und lässt in ein solches Bassin Wasser fließen. Dasselbe wird durch die von unten einströmenden Wasserdämpfe bald siedend heiss, und nimmt zugleich aus letzteren die mitgeführte Borsäure auf. Man lässt dasselbe nach einer gewissen Zeit in ein zweites, etwas tiefer liegendes Bassin fließen, wo aufstei-

gende Wasserdämpfe neue Mengen Borsäure an dasselbe abgeben, während das erste Bassin mit frischem Wasser gespeist wird u. s. f.

Nachdem auf diese Weise das Wasser vier und mehr Bassins durchlaufen und in jedem derselben sich mehr mit Borsäure gesättigt hat, so dass es ungefähr ein Procent davon enthält, lässt man die Flüssigkeit sich klären, um sie zuletzt zur Krystallisation zu verdampfen. Letzteres geschieht an Ort und Stelle durch erbohrte Wasserdampfstrahlen, welche man von unten gegen flache Kessel strömen lässt, in denen sich die zu verdunstende Borsäurelösung befindet. Brennmaterial, in der dortigen Gegend schwer zu beschaffen, wird auf diese Weise ganz erspart.

Die beim Erkalten der hinreichend concentrirten Lösung auskrystallisirende Borsäure enthält noch verschiedene fremde Stoffe, hauptsächlich schwefelsaures Ammon und schwefelsauren Kalk, beigemischt. Sie wird durch Umkrystallisiren gereinigt.

Aehnliche, Borsäure führende Wasserdampfquellen sind noch in anderen vulkanischen Gegenden, auf den liparischen Inseln und neuerdings in Californien aufgefunden worden, woselbst gegenwärtig grosse Mengen Borsäure gewonnen werden.

Ueber den Ursprung der von den heissen Wasserdämpfen zu Tage geförderten Borsäure sind mehrere Hypothesen aufgestellt, eine derselben ist die, dass im Inneren der Erde grosse Massen von Borstickstoff liegen, welcher durch heisses Wassergas unter Aufnahme der Elemente von Wasser in Borsäure und Ammoniak umgewandelt wird. Die Borsäure führenden Quellen enthalten immer auch Ammonsalze gelöst.

Die Gewinnung der Borsäure aus dem natürlichen Borax (Tinkal), und den neuerdings in Amerika in grossen Anhäufungen gefundenen anderen Borsäure-Mineralien, dem Boronatrocalcit und Borocalcit, geschieht einfach durch Zersetzen mit heisser Salzsäure, wonach die frei gemachte Borsäure während des Erkaltens auskrystallisirt.

Die Borsäure ist eine schwache Säure, ihre wässrige Lösung färbt Lackmus hellroth und zugleich gelbes Curcuma braun. Sie verbindet sich leicht mit den Alkalien zu in Wasser löslichen Salzen, die übrigen borsaurigen Salze sind in Wasser schwer,

in Säuren leicht lösliche Verbindungen. Das in Wasser am wenigsten lösliche Borsalz ist das Borfluorkalium.

Die Zusammensetzung der borsauen Salze ist in der Mehrzahl eine ungewöhnliche. Wir kennen Verbindungen der dreibasischen Borsäure: BO_3H_3 , besonders organische Salze, in welchen die drei Wasserstoffatome jenes Borsäurehydrats durch zusammengesetzte Radicale vertreten sind; auch von der einbasischen Borsäure: BOOH , welche nach Erhitzen der krystallisirten Borsäure auf 100° zurückbleibt, sind Salze dargestellt worden von der Zusammensetzung: $(\text{BO})\text{O}(\text{R})$, worin R das Atom eines einwerthigen Metalls bezeichnet. Die meisten Salze, zu denen auch das gewöhnliche borsaure Natron, der Borax, gehört, haben eine complicirtere Zusammensetzung; sie enthalten im Molekül auf 4 At. Bor und 7 At. Sauerstoff 2 At. einwerthiger, oder 1 At. zweiwerthiger Metalle, z. B. $\text{B}_4\text{O}_7\text{Na}_2$ und $\text{B}_4\text{O}_7\text{Ca}$. *Borax* *Borsaurer Kalk* $\left\{ \begin{array}{l} 2\text{BOONa} \\ \text{B}_2\text{O}_3 \end{array} \right\}$

Diese Zusammensetzung lässt verschiedene Deutungen zu; früher betrachtete man den Borax, welcher als Repräsentant jener Salze dienen mag, als eine Doppelverbindung von dem neutralen Natronsalz der einbasischen Borsäure mit Borsäureanhydrid: $2\text{BOONa} + \text{B}_2\text{O}_3$. — Man kann das Salz auch als die Natronverbindung einer zweibasischen Borsäure auffassen von der Zusammensetzung: $\text{O} \left\{ \begin{array}{l} \text{B}_2\text{O}_2 \text{ONa} \\ \text{B}_2\text{O}_2 \text{ONa} \end{array} \right.$, worin das zweiwerthige hypothetische Radical B_2O_2 doppelt fungirt, oder als eine Verbindung der vierbasischen Diborsäure: $\text{O} \left\{ \begin{array}{l} \text{B} \\ \text{B} \end{array} \right\} \text{O}_4\text{H}_4$, in welcher Verbindung 2 Atome des einwerthigen Radicals (BO) die Rolle eines Metalles spielen, was die Formel: $\text{O} \left\{ \begin{array}{l} \text{B} \left\{ \text{O}_2(\text{BO})_2 \\ \text{B} \left\{ \text{O}_2\text{Na}_2 \end{array} \right. \right.$ ausdrücken mag. Nach dieser Auffassung fungiren die (vier) Boratome in jenen Salzen zur Hälfte als Radical der Säure und zur andern Hälfte als Radical der Basis.

Dass die Borsäure, gleich anderen schwachen Säuren fähig ist, sich mit Säuren zu Salzen zu verbinden, beweist die Existenz solcher Verbindungen mit Schwefelsäure und Phosphorsäure, in denen sie die Rolle der Base spielt: $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SO}_3$ und $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{P}_2\text{O}_5$. — Es bleibt durch künftige Untersuchungen festzustellen, welche chemische Constitution der Borax und die analog zusammengesetzten borsauen Salze haben.

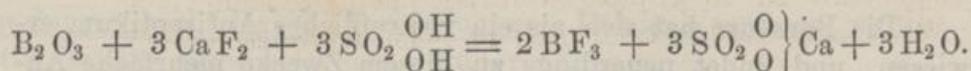
Die Borsäure hat sich als ein vortreffliches Antiseptikum erwiesen, und findet neuerdings zu diesem Zwecke mehrfache Anwendung. — Hauptsächlich dient sie zur Darstellung des Borax.

Verbindungen des Bors mit den Haloiden, mit Schwefel und mit Stickstoff.

Borchlorid: BCl_3 . — Dasselbe entsteht durch Erhitzen von Bor in Chlorgas, oder durch starkes Glühen einer innigen Mischung von Borsäureanhydrid und Holzkohle in einer Porcellanröhre, während trockenes Chlor hindurchstreicht. Letzterer Process verläuft nach der Gleichung: $\text{B}_2\text{O}_3 + 3\text{C} + 6\text{Cl} = 2\text{BCl}_3 + 3\text{CO}$. Man leitet die Produkte in eine mit Kältemischung umgebene Glasröhre, worin sich das Borchlorid als farblose, schon bei 17° siedende Flüssigkeit condensirt, von 1.35 specif. Gewicht, die an der Luft raucht, und sich mit Wasser schnell in Borsäure und Chlorwasserstoff verwandelt. — Das Borchlorid vereinigt sich mit trockenem Ammoniakgas zu einer festen, weissen, krystallinischen Verbindung von der Zusammensetzung: $2\text{BCl}_3 \cdot 3\text{H}_3\text{N}$. Dieselbe lässt sich sublimiren, zersetzt sich mit Wasser leicht in Borsäure, Salzsäure und Chlorammonium.

Das Borbromid ist eine farblose, bei 90° siedende Flüssigkeit, dem Chlorid ganz ähnlich.

Borfluorid: BF_3 . — Es ist ein farbloses, schwer condensirbares Gas von stechendem, erstickendem Geruch, welches an der Luft stark raucht, und, in Folge seiner grossen Verwandtschaft zum Wasser, organische Stoffe, gleich der concentrirten Schwefelsäure, verkohlt. Wasser nimmt davon das 700- bis 1000 fache Volum auf. Die Verbindung entsteht durch Erhitzen eines innigen Gemenges von 1 Thl. Borsäureanhydrid (oder 2 Thln. entwässertem Borax) und 2 Thln. Flussspath mit 12 Thln. concentrirtester Schwefelsäure:



Der grosse Ueberschuss der zu verwendenden Schwefelsäure muss das bei jenem Process gebildete Wasser aufnehmen. Auch ohne Mitwirkung der Schwefelsäure kann das Fluorbor aus Borsäureanhydrid und fein gepulvertem Flussspath erhalten werden, wenn man das innige Gemenge derselben in einem eisernen Röhr stark glüht:



Durch Verdünnen der wässrigen Lösung des Fluorbors mit mehr Wasser entsteht, unter Ausscheidung von Borsäure, die einbasische Borfluorwasserstoffsäure: $\text{BF}_3 \cdot \text{HF}$, welche sich als Doppelverbindung von Borfluorid und Fluorwasserstoffsäure betrachten lässt. Man erhält dieselbe einfacher durch Auflösen von Borsäure in wässriger Fluorwasserstoffsäure.

Die Borfluorwasserstoffsäure ist für sich noch nicht rein dargestellt. Versucht man die wässrige Lösung durch Abdampfen zu concentriren, so entweicht Fluorwasserstoffsäure. — Von ihren, meist in Wasser löslichen Salzen von der allgemeinen Zusammensetzung $\text{BF}_3 \cdot \text{RF}$, in welcher Formel R 1 Atom eines einwerthigen Metalls repräsentirt, ist die Kaliumverbindung: $\text{BF}_3 \cdot \text{KF}$, als die schwerlöslichste bemerkenswerth. Das Borfluorkalium fällt beim Vermischen wässriger Borfluorwasserstoffsäure mit einem Kalisalz gallertartig nieder, und bildet nach dem Trocknen ein weisses Pulver. Aus der heissen wässrigen Lösung setzt sich das Salz in glänzenden Krystallen ab.

Borschwefel: B_2S_3 ist eine weisse, glasige Masse von stechendem Geruch, im Wasserstoffstrome schmelzbar; entsteht durch Glühen von amorphem Bor in Schwefeldampf oder in Schwefelwasserstoff, wird in gut abgekühlter Vorlage condensirt. Von Wasser wird es leicht zersetzt in Borsäure und Schwefelwasserstoff.

Borstickstoff: BN. — Bor vereinigt sich unmittelbar mit Stickstoff, wenn amorphes Bor im Stickstoffgase geglüht wird, es entsteht auch durch Erhitzen des Bors im Ammoniakgase, oder durch heftiges Glühen einer Mischung von Borsäureanhydrid und Kohle im Stickstoffstrom, auch durch Erhitzen eines Gemenges

von entwässertem Borax und Salmiakpulver. Es bleibt nach Auslaugen der Masse mit salzsäurehaltigem Wasser als leichtes, weisses, amorphes Pulver zurück. Der Borstickstoff ist ein beständiger Körper, wird weder durch Kochen mit Wasser, noch durch Glühen, an der Luft oder im Wasserstoff, verändert.

In schwacher Glühhitze wird er durch Wasserdampf in Ammoniak und Borsäure zersetzt. Die gleiche Umwandlung bewirkt schmelzendes Kalihydrat.

Silicium.

(Chemisches Zeichen: Si. — Atomgewicht: 28.)

Das Silicium findet sich im Mineralreich in allergrösster Verbreitung, niemals jedoch im elementaren Zustande, sondern gleich dem Phosphor und dem Bor, nur in Verbindung mit Sauerstoff. Sein Oxyd, die Kieselsäure, kommt sowohl als solche, wie in Verbindung mit Basen in zahlreichen Mineralien vor. — Man darf sagen, das Silicium spielt in der anorganischen Natur hinsichtlich seiner Verbreitung und der Mannigfaltigkeit der kieselsauren Verbindungen eine ähnliche Rolle, wie der Kohlenstoff in der organischen Natur; zugleich fungiren beide in ihren Verbindungen hauptsächlich als vierwerthige Elemente.

Das Silicium aus der Kieselsäure abzuscheiden, gelingt zwar durch Zerlegung derselben mittelst Kalium, doch ist die Zersetzung niemals vollständig und das Produkt nicht rein. Besser eignet sich zu solcher Reduction die leicht herzustellende Doppelverbindung von Fluorsilicium mit Fluorkalium: $\text{SiF}_4 \cdot 2\text{KF}$, das Kieselfluorkalium, oder auch das Kieselfluornatrium. Man trägt ein Gemenge desselben mit Kochsalz und in kleine Stücke zerschnittenen Natriums in einen glühenden hessischen Tiegel ein, und hält denselben, bedeckt, noch eine Zeitlang in schwachem Glühen. Nach dem Erkalten wird der Inhalt mit salzsäurehaltigem Wasser ausgekocht. Bei jenem Process hat das Natrium dem Fluorsilicium