

Die gewöhnlichen Materialien zur Glasfabrikation sind Quarz oder Sand (Kieselerde), Pottasche oder Soda (Kali und Natron), auch wohl Glaubersalz, — und Marmor, Kreide oder Kalkstein (Kalk- und Bittererde). Bei der Verfertigung des Bleiglasses wird dem Glassatz noch eine gewisse Menge Mennige (Bleioxyd) zugesetzt. Diese Substanzen werden in bestimmten, je nach der Natur des zu erzielenden Glases wechselnden Verhältnissen innig gemengt, und als sogenannter Glassatz in den sogenannten Glashäfen auf den Glashütten zusammengeschmolzen. Dabei findet die chemische Vereinigung statt, und es entsteht eine flüssige Masse, welche beim Erkalten alle Grade der Weichheit durchläuft, so dass sie sich giessen oder durch Blasen in jede beliebige Form bringen lässt. Die aus Glas gefertigten Gegenstände werden in der That durch Giessen oder durch Blasen in die gewünschte Form gebracht.

Glasfabrikation.

Bei der Fabrikation des weissen Glases wird dem Glassatze gewöhnlich auch etwas Mangansuperoxyd zugesetzt, welcher erfahrungsgemäss als Entfärbungsmittel wirkt. Der Grund hiervon, über den die Ansichten getheilt sind, scheint ein physikalischer und auf die Theorie der complementären Farben zurückzuführen zu sein. Auch ein Zusatz von Salpeter oder arseniger Säure wird zuweilen in ähnlicher Absicht gemacht.

Das Glas ist bereits seit den ältesten Zeiten bekannt, der Aufschwung der Glasfabrikation und seine allgemeine Anwendung datirt aber erst aus dem sechzehnten Jahrhundert, wo in Venedig auf der Insel Murano noch heute bestehende Glashütten entstanden.

III. Metalle der eigentlichen Erden.

Aluminium, Al. Beryllium, Be. Zirkonium, Zr. Yttrium, Y.
Erbium, E. Terbium, T. Norium, No. Thorium, Th.
Lanthan, La. Didym, D. Cerium, Ce.

Allgemeiner Charakter. Die Metalle der eigentlichen Erden sind als solche im gediegenen Zustande, mit Ausnahme des Aluminiums und Berylliums, noch wenig gekannt. Sie haben Metallglanz, sind schwerer als Wasser, haben aber im Allgemeinen ein geringes spezifisches Gewicht, verbrennen erst in hohen Hitzegraden, leichter in Chlorgas, und zersetzen das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur nicht, auch beim Kochen nur wenig, wohl aber unter Mitwirkung einer starken Säure. Sind an der Luft ziemlich beständig.

Allgemeiner Charakter.

Die Oxyde dieser Metalle, die sogenannten Erden, sind meist weisse, in der Ofenhitze unschmelzbare, feuerbeständige, geschmack- und

geruchlose Pulver, in Wasser unlöslich, und ohne Reaction auf Pflanzenfarben. Sie sind schwache Salzbasen, und verhalten sich gegen starke Basen, wie Kali und Natron, als Säuren, d. h. elektronegat. Mit Wasser bilden sie in Wasser unlösliche Hydrate. Ihre Salze, zum Theil löslich, zum Theil unlöslich, haben grosse Neigung, mit anderen Salzen Doppelsalze zu bilden.

Aluminium.

Symb. Al. Aeq. 13,7. Specif. Gewicht 2,56.

Eigen-
schaften.

Silberweisses Metall mit etwas bläulichem Schein, von starkem Metallglanze und schönem Silberklange. Ist ductil und hämmerbar; seine Dehnbarkeit steht der des Goldes und Silbers am nächsten; es lässt sich zu den feinsten Drähten ausziehen, zu den dünnsten Blechen und Blättern (Blattaluminium) aushämmern und walzen, ein Stück Blattaluminium von 16 Quadratzoll Grösse wiegt nur 16 Milligr. Das Aluminium besitzt etwa die Härte des reinen Silbers, lässt sich feilen und wird durch Hämmern elastischer. Sein spezifisches Gewicht, = 2,56, wird durch Hämmern auf 2,67 erhöht. Die Elektrizität leitet es achtmal besser als Eisen.

Es schmilzt in der Rothglühhitze etwas leichter als Silber und erstarrt beim Erkalten krystallinisch.

Das Aluminium unterscheidet sich von den bisher abgehandelten Metallen durch eine gewisse Beständigkeit. Es oxydirt sich in compactem Zustande an der Luft weder bei gewöhnlicher Temperatur, noch beim Glühen, ja selbst im Sauerstoffgas oxydirt es sich dann nur oberflächlich. In der Form von Blattaluminium dagegen verbrennt es in Sauerstoffgas mit blendender Lichterscheinung und oxydirt sich auch schon bei gewöhnlicher Temperatur. Auch feiner Aluminiumdraht verbrennt in der Gasflamme. Im compacten Zustande zersetzt es das Wasser selbst nicht bei Glühhitze; im fein vertheilten Zustande dagegen, als Pulver abgeschieden oder in Gestalt von Blattaluminium, zersetzt es das Wasser bei 100° C., wenngleich sehr langsam. Von verdünnten Säuren wird das Aluminium nur wenig angegriffen, mit Ausnahme der Chlorwasserstoffsäure, worin es sich leicht unter Wasserstoffgasentwicklung auflöst. Auch in concentrirter Salpetersäure löst es sich allmählich auf. In kaustischen Alkalien ist es unter Wasserstoffgasentwicklung löslich.

Mit verschiedenen anderen Metallen vereinigt sich das Aluminium zu Legirungen von bemerkenswerthen Eigenschaften.

Vorkom-
men.

Vorkommen. Das Aluminium findet sich als solches im gediegenen Zustande in der Natur nicht, wohl aber sind grosse Mengen im Mineralreiche in Verbindung mit Sauerstoff als sogenannte Thonerde vorhanden.

Darstellung.

Darstellung. Man erhält das Aluminium durch Zersetzung seiner Chlorverbindung: des Chloraluminiums, durch Kalium oder Natrium in

der Glühhitze. Man erhält es auf diese Weise als graues Metallpulver, welches unter dem Polirstahl Metallglanz annimmt. Im compacten Zustande erhält man das Aluminium auf folgende Weise: Man bringt in eine weite Glasröhre Chloraluminium, führt auf mehreren Porzellanschiffchen trockenes Natrium in dieselbe und leitet trockenes Wasserstoffgas durch. Man erwärmt hierauf die Röhre und verstärkt die Hitze bis zur Verflüchtigung des Chloraluminiums, wobei die Dämpfe desselben über das geschmolzene Natrium streichen. Es findet nun die Umsetzung in Chlornatrium und Aluminium alsbald statt. Nach beendeter Zersetzung nimmt man die Porzellanschiffchen aus der Röhre, bringt sie in eine Porzellanröhre und erhitzt sie darin zum starken Rothglühen, während abermals trockenes Wasserstoffgas darüber geleitet wird. Hierbei verflüchtigt sich unzersetztes Chloraluminium und Chloraluminium-Chlornatrium, und das metallische Aluminium bleibt als geschmolzener Metallregulus zurück, den man durch Abwaschen mit Wasser von Chlornatrium befreit.

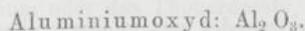
Auch durch Zusammenschmelzen von Kryolith (Fluoraluminium-Fluornatrium) mit Natrium und einem Gemenge von Chlornatrium und Chlorkalium, sowie durch Reduction von reinem Fluoraluminium mittelst Natrium, endlich auf elektrolytischem Wege kann man Aluminium darstellen. Das Aluminium wird in Frankreich und England gegenwärtig fabrikmässig dargestellt.

Geschichtliches. Das Aluminium wurde zuerst von Wöhler 1827 dargestellt, hierauf von ihm 1845 in compactem Zustande erhalten. In grösserem Maassstabe erhielt es 1854 H. Sainte-Claire Déville; zur gleichen Zeit wurde es von Bunsen auf elektrolytischem Wege abgedehnt. 1855 stellte es H. Rose aus Kryolith dar.

Das Aluminium wird bereits zu Schmucksachen, Dosen, Montirungen für Operngläser, Essgeräthen (Löffeln, Gabeln, Bechern) u. dgl. verarbeitet und auch zur Anfertigung feiner Gewichtssätze benutzt. Es kommt in der Gestalt von Barren, Blechen, Drähten und als Blattaluminium in den Handel, ist aber nicht rein, sondern enthält oft bis zu 6 p. C. Eisen, und ausserdem Silicium. Auch seine Legirungen scheinen technischer Anwendung fähig zu sein.

Verbindungen des Aluminiums mit Sauerstoff.

Es ist bis nun eine einzige Verbindung des Aluminiums mit Sauerstoff bekannt, das



Syn. Thonerde.

Wie man aus obiger Formel ersieht, ist die Zusammensetzung des Aluminiumoxydes eine von jener der bis nun abgehandelten Metalloxyde

wesentlich verschiedene. Das Aluminiumoxyd ist nämlich ein sogenanntes Sesquioxid, d. h. ein Oxyd, welches auf 2 Aeq. Metall 3 Aeq. Sauerstoff oder was dasselbe ist, auf 1 Aeq. Metall $1\frac{1}{2}$ Aeq. Sauerstoff enthält.

Die Thonerde ist bald krystallisirt und bald amorph. Diese Verschiedenheit des Molekularzustandes bedingt auch Verschiedenheit ihrer Eigenschaften.

Die krystallisirte Thonerde bildet, als Mineral und fast rein, die unter dem Namen Saphir und Rubin bekannten kostbaren Edelsteine, und den Korund. Die Krystalle der Thonerde gehören dem hexagonalen System an, und ihre Kernform ist ein Rhomboëder.

Saphir.

Der Saphir ist vollkommen durchsichtig, von starkem Glasglanz, zeigt doppelte Strahlenbrechung und zuweilen sechsstrahligen Lichtschein, besitzt eine bedeutende Härte und eine schön blaue Farbe.

Rubin.

Der Rubin ist eine schön roth gefärbte Varietät des Saphirs, während gelbgefärbte Varietäten orientalische Topase, und violette orientalische Amethyste genannt werden.

Korund.

Der Korund oder Diamantspath ist ebenfalls krystallisirte Thonerde. Die Krystalle sind meist rauh, zeigen nur schwachen Glasglanz und sind undurchsichtig bis durchscheinend. Ihre Farbe ist sehr verschieden, aber selten rein.

Auch auf künstlichem Wege kann man die Thonerde in Krystallen erhalten, deren Habitus mit dem der natürlich vorkommenden übereinstimmt. Die Farben sind der Thonerde als solcher nicht eigenthümlich und rühren von geringen Mengen beigemengter Metalloxyde her.

Die krystallisirte Thonerde ist nächst dem Diamant und dem Bor der härteste Körper. Sie ist nur im Knallgasgebläse schmelzbar und wird weder von Wasser noch von Säuren angegriffen.

Die amorphe Thonerde, wie man sie aus gewissen ihrer Verbindungen abscheiden kann, ist ein weisses, geschmack- und geruchloses Pulver oder heftig gegläht eine zusammengebackene, sehr harte, am Stahl Funken gebende Masse, welche an der Zunge klebt, Wasser begierig aufsaugt, ohne sich darin zu lösen, und sich, wenn sie vorher nicht gegläht war, in manchen Säuren auflöst; einmal gegläht, löst sie sich aber in Säuren nicht mehr auf. Durch Zusammenschmelzen mit ätzenden Alkalien oder saurem schwefelsauren Kali wird die unlösliche Modification wieder löslich. Vor dem Knallgasgebläse schmilzt die Thonerde zu einer farblosen durchsichtigen Kugel, welche beim Erkalten nicht selten krystallinisches Gefüge annimmt und undurchsichtig wird.

Smirgel.

Eine in der Natur vorkommende amorphe Varietät der Thonerde ist der Smirgel.

Die Thonerde unterscheidet sich in ihrem chemischen Charakter wesentlich von den bis nun abgehandelten Metalloxyden. Sie ist nämlich eine schwache Salzbasis, welche sich zwar mit Säuren zu Salzen vereinigt, aber gegen starke Basen sich elektronegativer oder als Säure verhält. Sie

bildet daher zwei Reihen von Verbindungen, in welchen sie, ähnlich in dieser Beziehung dem Wasser, einmal die Rolle der Basis, und ein andermal die Rolle der Säure spielt.

Darstellung. Man erhält die amorphe Thonerde auf künstlichem Wege durch Fällen einer Alaunlösung mit kohlsaurem Ammoniak und Glühen des ausgewaschenen und getrockneten Niederschlags. Noch einfacher gewinnt man sie durch Glühen von Ammoniakalaun. Krystallisirte Thonerde gewinnt man durch heftiges Glühen eines Gemenges von Alaun und schwefelsaurem Kali im Kohlentiegel, wobei sich Schwefelkalium bildet, welches in der Glühhitze die Thonerde auflöst, die sich beim Erkalten in Krystallen ausscheidet. Man behandelt die geschmolzene Masse mit Königswasser, welches die Thonerdekrystalle ungelöst lässt. Auch durch Glühen von Thonerde mit Schwefelkalium kann man die krystallisirte Thonerde erhalten. Diese künstlich dargestellten Thonerdekrystalle sind farblos. Korund lässt sich künstlich darstellen durch Einwirkung von Borsäure auf Fluoraluminium in sehr hohen Hitzegraden, Rubin und Saphir in ähnlicher Weise, indem man obiger Mischung etwas Fluorchrom zusetzt.

Die natürlich vorkommenden Varietäten der krystallisirten Thonerde finden eine mannigfache Anwendung. Der Saphir, Rubin und ähnliche Varietäten als Edelsteine, der Korund und Smirgel zum Schleifen und Poliren von Glas, Metallen und anderen Edelsteinen.

Thonerde und Wasser.

Thonerdehydrat, Aluminiumoxydhydrat: $\text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{HO}$.

Durch Fällung eines Thonerdesalzes mit Ammoniak erhalten, stellt das Thonerdehydrat eine gallertartig durchscheinende Masse dar, die beim Trocknen sehr schwindet und dann eine dem Gummi sehr ähnliche Substanz darstellt, die sich in Säuren leicht auflöst, damit Thonerdesalze bildend. In Wasser ist sie unter gewöhnlichen Bedingungen unlöslich, löst sich aber in kaustischem Kali und Natron in bedeutender Menge auf, indem sie sich mit diesen Metalloxyden zu Verbindungen: sogenannten Aluminaten, vereinigt, in welchen sie die Rolle der Säure spielt. In Ammoniak ist das Thonerdehydrat nicht löslich. Das Thonerdehydrat ist ferner in Chloraluminium und in essigsaurer Thonerde löslich. Werden diese Lösungen der Dialyse durch Pergamentpapier unterworfen, so dialysirt das Chloraluminium oder das Thonerdesalz, und es bleibt Thonerdehydrat in Wasser gelöst auf dem Dialysator zurück (lösliche Thonerde). Die so gelöste Thonerde erstarrt aber sehr bald von selbst zu einer Gallerte und wird durch die verschiedensten Einwirkungen unlöslich.

Für organische Farbstoffe hat das Thonerdehydrat eine eigenthümliche Anziehung, und wird daher einerseits zum Entfärben gefärbter organischer Flüssigkeiten, und andererseits zur Darstellung von dauerhaft gefärbten Geweben und von Lackfarben angewendet. Das Thonerdehydrat verbindet sich nämlich mit den Farbstoffen zu unlöslichen und gleichzeitig sich auf pflanzlichen Geweben, wie Leinen oder Baumwolle, dauernd fixirenden Verbindungen. Beim Glühen verliert das Thonerdehydrat sein Hydratwasser und verwandelt sich in reine Thonerde. Das Thonerdehydrat findet sich im Mineralreiche als Gibbsit und Hydrargyllit. Ein anderes Hydrat: $\text{Al}_2\text{O}_3, \text{HO}$, ist der Diaspor.

Verbindungen des Aluminiumoxyds mit Säuren. Thonerdesalze.

Thonerdesalze.

Die Thonerdesalze sind zum grössten Theil in Wasser löslich. Die löslichen haben einen eigenthümlich süß-säuerlichen, stark zusammenziehenden Geschmack und reagiren sauer. Beim Glühen verlieren sie ihre Säure. Die in Wasser unlöslichen werden meist von Salzsäure gelöst. In den Lösungen bewirkt kaustisches Kali oder Natron einen im Ueberschuss des Fällungsmittels leicht löslichen und daher wieder verschwindenden Niederschlag von Thonerdehydrat. Nach dem Befeuchten mit wenig salpetersaurem Kobaltoxydul geben die Thonerdesalze beim Erhitzen vor dem Löthrohre eine für sie charakteristische schön blaue ungeschmolzene Masse.

Mit der Kohlensäure geht die Thonerde keine Verbindung ein.

Die neutralen Salze der Thonerde bestehen aus einem Aequivalent Thonerde und drei Aequivalenten Säure.

Die Thonerdesalze sind endlich durch eine grosse Neigung ausgezeichnet, Doppelsalze zu bilden.

Die Thonerdesalze gehören zu den verbreitetsten Stoffen auf unserem Planeten, und finden sich in ausserordentlich zahlreichen Mineralien und Gebirgsarten; insbesondere gilt dies von den Verbindungen der Thonerde mit Kieselsäure. Im Pflanzenreiche dagegen finden sich nur zuweilen geringe Mengen von Thonerdesalzen, und im Thierreiche fehlen dieselben gänzlich.

Die wichtigeren Thonerdesalze sind folgende:

Schwefelsaure Thonerde: $\text{Al}_2\text{O}_3, 3 \text{SO}_3 + 18 \text{aq}$.

Schwefelsaure Thonerde.

Künstlich dargestellt, krystallisirt die schwefelsaure Thonerde in dünnen, perlmutterglänzenden, weichen Nadeln und Blättchen, ist luftbeständig, löst sich in Wasser leicht auf und verliert beim Erhitzen ihr Krystallwasser unter starkem Aufblähen.

Diese Verbindung findet sich natürlich im Mineralreiche als sogenanntes Haarsalz oder Federalaun. Eine im Mineralreiche vorkommende schwefelsaure Thonerde mit 9 Aeq. Wasser ist der Aluminit oder Websterit. Aluminit.

Wird im Grossen fabrikmässig dargestellt durch Erhitzen von eisenfreiem Thon mit Schwefelsäure.

Phosphorsaure Thonerde.

Durch Fällung eines Thonerdesalzes mit phosphorsauerm Natron dargestellt, ist sie ein weisser, gallertiger Niederschlag von wechselnder Zusammensetzung, löslich in Säuren und kaustischem Kali. Phosphor-saure Thonerde.

Das unter dem Namen Wavellit bekannte Mineral enthält phosphorsaure Thonerde von der Zusammensetzung: $4 \text{Al}_2 \text{O}_3, 3 \text{P O}_5 + 18 \text{aq.}$ mit Fluoraluminium. Ein ähnliches, phosphorsaure Thonerde enthaltendes Mineral ist der Kalait, dessen schön gefärbte Varietäten als Türkis oder Turquoise einen vielfach zu Schmuckgegenständen verarbeiteten Edelstein darstellen. Wavellit und Kalait.

Kieselsaure Thonerde

ist der wesentliche Bestandtheil einer grossen Menge von Mineralien und Gesteinsarten, des Thons, Lehms, des Porzellans, Steinguts, aller Töpfer- und Thonwaaren, ferner des Ultramarins und des hydraulischen Kalks oder Caements, bei welchem seine Eigenschaft, unter dem Wasser zu erhärten, von seinem Gehalte an kieselsaurer Thonerde wesentlich abhängig ist. Kieselsaure Thonerde.

Folgende Mineralien enthalten kieselsaure Thonerde in verschiedenen Sättigungsverhältnissen als wesentlichen oder alleinigen Bestandtheil:

Kollyrit: $2 \text{Al}_2 \text{O}_3, \text{Si O}_2 + 10 \text{aq.}$, Andalusit, Chiastolith und Disthen: $\text{Al}_2 \text{O}_3, \text{Si O}_2$, Allophan und Kaolin: $2 \text{Al}_2 \text{O}_3, 3 \text{Si O}_2 + 4 \text{aq.}$ Der Staurolith ist wahrscheinlich $2 \text{Al}_2 \text{O}_3, \text{Fe}_2 \text{O}_3, 2 \text{Si O}_2$. Letzterer ist auch künstlich durch Einwirkung von Fluorsilicium auf Thonerde (eisenhaltig) in hoher Temperatur, sowie von flüchtigen Fluor- metallen auf Kieselerde dargestellt.

Der sogenannte Thon ist im Wesentlichen stets kieselsaure Thonerde, enthält aber meist noch kohleisernen Kalk, Bittererde und Eisenoxydul, Eisen- und Manganoxyd, andere Mineralien und organische Stoffe beigemengt, wodurch seine Eigenschaften nach dem Vorwalten der einen oder anderen Beimengung wesentlich modificirt werden. Der reinsten Thon ist der Kaolin oder die Porzellanerde. Diese ist weis, weich, zerreiblich, fühlt sich fettig an, und lässt beim Anhauchen den sogenannten Thongeruch wahrnehmen. In Wasser zerfällt der Thon zu einem Teig von verschiedener Zähigkeit, der beim Trocknen schwindet; bei vorsichtigem Glühen verliert er sein Wasser, vermindert sein Volumen, Thon. Kaolin.

und wird zu einer harten, nun viel weniger porösen Masse (gebrannter Thon). Der reinste Thon ist im heftigsten Essenfeuer unschmelzbar, wird aber darin weich. Salz- und Salpetersäure haben keine Einwirkung darauf, von verdünnter Schwefelsäure aber wird er in der Hitze zersetzt. Auch durch Glühen oder Kochen mit kaustischen Alkalien wird der Thon zersetzt.

Je nach ihrer Reinheit und ihrer Anwendung führen die Thone verschiedene Namen, als Porzellanthon, Pfeifenthon, Fayencethon, Kapselthon, Töpferthon, Ziegelthon.

Arten des Thons.

Die Thonarten, welche mit Wasser einen sehr zähen, knetbaren Teig geben, nennt man fette oder plastische. Es sind die reinsten. Durch die Beimengung fremdartiger Stoffe verliert der Thon diese Eigenschaft mehr und mehr, und heisst dann magerer Thon. Thone, welche sehr viel kohlen-sauren Kalk enthalten, heissen Mergel. Walkererde, Ockererde, Bolus und Sienische Erde sind im Wesentlichen ebenfalls den Thonarten beizuzählen, und der hydraulische Kalk oder das Cement ist ein Kalkstein, der 10 bis 20 Proc. kieselsaure Thonerde enthält.

Durch die Beimengung von Kalk und Eisenoxyd werden die Thone leichter schmelzbar.

Ultramarin.

Der Ultramarin oder Lasurstein enthält als Hauptbestandtheil ebenfalls kieselsaure Thonerde, ausserdem aber Natron, Kalk und Schwefel, letzteren zum Theil als Schwefelsäure, zum Theil als Schwefelmetall.

Künstlicher Ultramarin.

Der jetzt fabrikmässig dargestellte künstliche Ultramarin enthält im Wesentlichen dieselben Bestandtheile. Es kömmt eine blaue und eine grüne Sorte in den Handel. Den blauen Ultramarin gewinnt man durch Erhitzen von Thon mit schwefelsaurem Natron und Kohle, und den grünen in ähnlicher Weise, indem man beim Erhitzen die Luft abhält. Durch schwaches Glühen an der Luft, namentlich nach Zusatz von Schwefel geht der grüne in den blauen über. Die Formel des blauen Ultramarins scheint: $4 \text{NaO}, 4 \text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot 9 \text{SiO}_2, \text{NaS}_5$, jene des grünen: $4 \text{NaO}, 4 \text{Al}_2 \text{O}_3 \cdot 9 \text{SiO}_2, \text{NaS}_2$ zu sein.

Thonerde-Doppelsalze.

Verbindungen der Thonerdesalze mit anderen Salzen.
Thonerde-Doppelsalze.

Alaun.

Die wichtigsten dieser zahlreichen Verbindungen sind die Alaune und die Thonerde-Doppelsilicate.

Schwefelsaure Kali-Thonerde. $\text{KO}, \text{SO}_3 \cdot \text{Al}_2 \text{O}_3, 3 \text{SO}_3 + 24 \text{aq.}$

Alaun.

Kali-Alaun.

Dieses sehr wichtige und in der Technik vielfach angewandte Thonerde-Doppelsalz krystallisirt in farblosen, durchsichtigen, regulären, wohl-

ausgebildeten, zuweilen sehr grossen Octaëdern, schmeckt säuerlich-adstringirend, ist schwer löslich in kaltem, dagegen leicht löslich in heissem Wasser. Beim Erwärmen schmilzt es in seinem Krystallwasser, verliert dieses und verwandelt sich in eine schwammige, weisse, undurchsichtige, in Wasser nur sehr langsam wieder lösliche Masse. Durch starkes Glühen wird es zersetzt. Mit Kohle gemengt und geglüht, hinterlässt es ein fein zertheiltes Gemenge von Thonerde, Schwefelkalium und Kohle, welches einen Pyrophor darstellt, indem es an feuchter Luft sich von selbst entzündet.

Wird eine Alaunlösung so lange mit kohlen-saurem Kali versetzt, als sich der anfänglich entstehende Niederschlag wieder auflöst, und dann die Flüssigkeit der freiwilligen Verdunstung überlassen, so krystallisirt der Alaun in Würfeln als sogenannter kubischer Alaun.

Kubischer
Alaun.

Man erhält den Alaun als Krystallpulver beim Vermischen concentrirter Auflösungen von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Thonerde. Er wird aber gewöhnlich im Grossen auf den sogenannten Alaunwerken gewonnen, und zwar je nach der Oertlichkeit und dem am leichtesten zu Gebote stehenden Material:

1. Durch Behandlung von Thon mit concentrirter Schwefelsäure und Zusatz von schwefelsaurem Kali zu der so gebildeten schwefelsauren Thonerde.

2. Durch Auslaugen alauhaltiger vulkanischer Erde, oder des namentlich bei Tolfa in der Nähe von Rom vorkommenden Alaunsteins: $\text{KO}, \text{SO}_3 \cdot 3 (\text{Al}_2\text{O}_3, \text{SO}_3) + 6 \text{aq.}$, nach vorgängigem Rösten des letzteren (römischer Alaun).

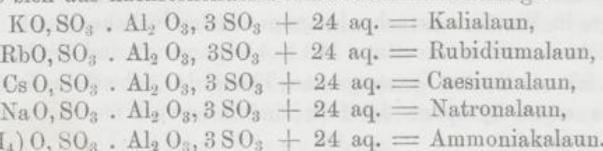
3. Aus dem Alaunschiefer, einem mit Braunkohle und Schwefel-eisen gemengten Thon, indem man denselben der freiwilligen Verwitterung überlässt oder röstet, wobei sich das darin enthaltene Zweifach-Schwefel-eisen zu schwefelsaurem Eisenoxydul und freier Schwefelsäure oxydirt: $(\text{FeS}_2 + 7\text{O} = \text{FeO}, \text{SO}_3 + \text{SO}_3)$, welche letztere mit der Thonerde sich zu schwefelsaurer Thonerde vereinigt. Die geröstete oder verwittrte Masse wird mit Wasser ausgelaugt, die Salzlauge concentrirt, wobei schwefelsaures Eisenoxydul sich ausscheidet, und die Mutterlauge mit schwefelsaurem Kali versetzt zur Krystallisation gebracht.

Der Alaun wird in der Färberei, zur Lederbereitung und in der Medicin angewendet.

Wenn man eine Auflösung von schwefelsaurer Thonerde, statt mit schwefelsaurem Kali, mit schwefelsaurem Rubidium- oder Caesiumoxyd, mit schwefelsaurem Natron oder schwefelsaurem Ammoniak versetzt und zur Krystallisation abdampft, so erhält man Doppelsalze, welche in ihren Eigenschaften mit dem Alaun die grösste Uebereinstimmung zeigen, genau dieselbe Krystallform besitzen und auch ebenso viele Aequivalente Krystallwasser enthalten.

Alaune.

Der gewöhnliche Alaun und diese Verbindungen enthalten eine gleiche Aequivalentenzahl auf gleiche Weise verbundener Elemente, sie sind daher isomorph. Die Uebereinstimmung des Typus dieser Doppelsalze ergibt sich aus nachstehender Formelzusammenstellung:

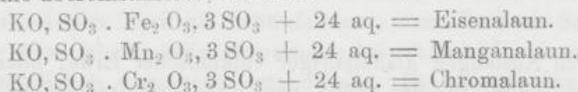


Die Beziehungen dieser Verbindungen drückt man auch wohl so aus, dass man sagt, das Kali im Alaun könne durch das damit isomorphe Natron, Rubidium-, Caesiumoxyd oder Ammoniumoxyd vertreten oder ersetzt werden, und man nennt daher auch alle diese Verbindungen **Alaune**.

Ammoniak-
alaun.

Der Ammoniakalaun kommt nicht selten statt des Kalialauns in den Handel, und ersetzt letzteren in seinen Anwendungen vollkommen.

Indem in den Alaunen die Thonerde durch die damit isomorphen Sesquioxide: Eisenoxyd, Manganoxyd und Chromoxyd vertreten oder ersetzt werden kann, entstehen weitere Reihen von Doppelsalzen, deren Krystallform, deren Eigenschaften und deren Formel mit denen der übrigen Alaune übereinstimmen, nämlich:



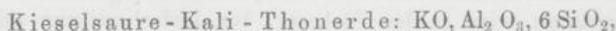
Auch in diesen Alaunen kann das Kali wieder durch Natron oder Ammoniumoxyd vertreten werden, woraus ein Natron-, ein Ammoniak-, Eisenalaun u. s. w. hervorgehen.

Auf die Existenz dieser Verbindungen gründet sich hauptsächlich die Lehre von der Isomorphie (vgl. S. 67).

Thonerde-Doppelsilicate.

Thonerde-
Doppel-
silicate.

Kommen im Mineralreiche in zahlreichen Varietäten vor. Die wichtigeren sind:



bildet das unter dem Namen Feldspath bekannte Mineral, welches für sich in zahlreichen Mineralspecies in Krystallen des klinorhombischen Systems vorkommt, aber auch einen Hauptgemengtheil des Granits, Gneisses, Syenits, Porphyrs und anderer Gebirgsarten bildet. Der Feldspath wird durch Säuren nicht zersetzt.

Ein anderes Doppelsalz von kieselsaurem Kali mit kieselsaurer Thonerde ist der Glimmer, ebenfalls ein wesentlicher Gemengtheil vieler

krystallinischer Gebirgsarten, wie des Granits, Gneisses und Glimmerschiefers.

Der Granit ist eine aus Feldspath, Glimmer und Quarz bestehende Gesteinsart des Urgebirges, der Gneiss hat dieselben Bestandtheile mit vorwaltendem Glimmer.

So wie sich im Kalialaun das Kali durch Natron vertreten lässt, ohne Aenderung der Krystallform, ebenso ist im Feldspath das Kali zuweilen durch Natron ersetzt.

Kieselsaure Natron-Thonerde: $\text{NaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, 6\text{SiO}_2$,

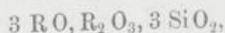
ist nämlich das dem Feldspath sehr ähnliche, unter dem Namen Natron-Feldspath oder Albit bekannte Mineral.

Kieselsaure Lithion-Thonerde

ist der Hauptbestandtheil des Petalits.

Auch mit Kalk, Bittererde, Eisenoxydul, Manganoxydul und Baryt bildet die kieselsaure Thonerde zahlreiche Doppelsilicate, wozu unter Anderem die Granaten und Zeolithe gehören.

Die allgemeine Formel der Granaten, wenn wir die Metalle mit R bezeichnen, ist:



worin R_2O_3 Thonerde, oder ein anderes damit isomorphes Sesquioxyd bedeutet.

Verbindungen der Thonerde mit anderen basischen Metalloxyden. — Aluminate.

Bereits weiter oben wurde erwähnt, dass sich die Thonerde gegen ^{Aluminate.} starke Salzbasen wie eine schwache Säure verhält. Solche Verbindungen, entstanden durch Vereinigung von Salzbasen mit Thonerde, nennen wir Aluminate. Hierher gehören die Verbindungen von Thonerde mit Kali, Natron, Lithion, Baryt, Kalk u. a. m., sowie mehrere Mineralien, die das Gemeinsame haben, dass sie alle in regulären Octaëdern krystallisiren. Namentlich:

Spinell	$\text{MgO}, \text{Al}_2\text{O}_3,$
Gahnit	$\text{ZnO}, \text{Al}_2\text{O}_3,$
Pleonast	$\text{FeO}, \text{Al}_2\text{O}_3,$
Chrysoberyll . .	$\text{Be}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3.$

Von diesen Mineralien sind der Chrysoberyll und der Gahnit künstlich dargestellt, ersterer aus Fluoraluminium und Fluorberyllium, letzterer aus Fluoraluminium und Fluorzink bei sehr hoher Temperatur.

Bei den Aluminaten kommt es häufig vor, dass in ihnen der elektropositive Bestandtheil durch damit isomorphe andere Basen ersetzt ist. Der Spinell ist ein geschätzter Edelstein.

Haloidsalze
des Alumi-
niums.

Verbindungen des Aluminiums mit Salzbildnern. Haloidsalze des Aluminiums.

Chloraluminium: Al_2Cl_3 .

Chloralu-
minium.

Das wasserfreie Chloraluminium stellt eine gelbliche, durchscheinend krystallinische, an der Luft schwach rauchende Masse dar, welche sehr flüchtig, in kleinen Mengen beim Erhitzen rasch verdampft, in grösserer Menge aber geschmolzen werden kann. Das Chloraluminium ist zerfliesslich, und löst sich in Wasser unter starker Erhitzung auf. Die wässrige Lösung, in der Wärme abgedampft, zersetzt sich in Thonerde und Salzsäure. Im leeren Raum aber der freiwilligen Verdunstung überlassen, setzt die Lösung säulenförmige Krystalle von wasserhaltigem Chloraluminium von der Formel $\text{Al}_2\text{Cl}_3 + 12 \text{ aq. ab}$.

Das wasserfreie Chloraluminium wird durch Glühen eines Gemenges von Thonerde und Kohle im Chlorgasstrom erhalten, und gegenwärtig zur Gewinnung des Aluminiums im Grossen fabrikmässig dargestellt.

Fluoraluminium: Al_2F_3 .

Fluoralu-
minium.

Farblose, würfelförmige Krystalle, den Flussspathkrystallen oft sehr ähnlich. Unlöslich in Wasser und den gewöhnlichen Säuren. Erst in der Weissglühhitze verflüchtigbar.

Wasserhaltiges Fluoraluminium erhält man durch Abdampfen einer Auflösung von Thonerdehydrat in wässriger Flusssäure. Dasselbe ist eine gelbe, durchscheinende, zähe, dem arabischen Gummi ähnliche Masse, die in Wasser löslich ist und in Lösung Glas angreift. Man erhält das wasserfreie Fluoraluminium durch Einwirkung von Fluorsilicium auf Aluminium, durch Behandlung von Thonerde mit wässriger Flusssäure, Abdampfen und Glühen des Rückstandes in einer aus Kohle gefertigten Röhre im Wasserstoffgasstrom bis zur Weissgluth, endlich durch Erhitzen eines Gemenges von Thonerde und Flussspathpulver im Kohlerohr in einem Strom von Chlorgas bis zur Weissgluth.

Das Fluoraluminium bildet mit anderen Fluormetallen eigenthümliche, zum Theil in Wasser lösliche und krystallisirbare Doppelverbindungen. So erhält man durch Zusammenschmelzen von Fluoraluminium mit Fluornatrium das Doppelsalz $3 \text{ NaFl. Al}_2\text{F}_3$, welches als Mineral natürlich vorkommt, und den Namen Kryolith führt. Der unter dem Namen Topas bekannte Edelstein ist eine Doppelverbindung von Fluoraluminium mit kieselsaurer Thonerde.

Kryolith,
Topas.

Aluminium und Schwefel.

Schwefelaluminium.

Schwarze bis schwarzgraue zusammengesinterte Masse, unter dem Polirstahl Metallglanz annehmend. Nicht flüchtig, in Rothglühhitze, bei gleichzeitiger Einwirkung von Wasserdampf, sich in Schwefelwasserstoff und Thonerde zersetzend. Auch in der Kälte zersetzt es sich mit Wasser in Schwefelwasserstoff und Thonerdehydrat, in ähnlicher Weise in dieselben Producte beim Liegen an der Luft, wobei es zu einem weissschwarzen Pulver zerfällt.

Schwefelaluminium.

Man erhält das Schwefelaluminium durch Erhitzen von Aluminium in Schwefeldampf, oder durch Weissglühen von Thonerde im Kohlerohr in einem Strome von trockenem Schwefelkohlenstoffdampf.

Man hat versucht, das Schwefelaluminium zur Bereitung des Aluminiums zu verwenden, indem man dasselbe durch Wasserstoffgas in der Glühhitze reducirt.

Legirungen des Aluminiums.

Das Aluminium vereinigt sich, wenngleich ziemlich schwierig, mit verschiedenen Metallen, und im Allgemeinen sind diese Legirungen durch Härte und Sprödigkeit ausgezeichnet. Einige davon können krystallisirt erhalten werden. Die Legirung mit Silber ist leicht schmelzbar und kann zum Löthen des Aluminiums angewendet werden, jene mit Kupfer (Aluminiumbronze) ist durch grosse Härte und Zähigkeit ausgezeichnet. Man hat sie für den Kanonguss vorgeschlagen.

Legirungen des Aluminiums.

Beryllium.

Syn. Glycium. Symb. Be oder Gl. Aeq. 7. Specif. Gewicht 2,1.

Zinkweisses Metall, hämmerbar, ductil, schmilzt etwas leichter wie Silber, an der Luft unveränderlich, sich auch in Glühhitze nur oberflächlich oxydirend, zersetzt das Wasser nicht bei gewöhnlicher und nicht bei höherer Temperatur, verbrennt beim Erhitzen in Chlorgas zu Chlorberyllium. Salzsäure löst das Beryllium leicht auf, ebenso Schwefelsäure, Salpetersäure dagegen greift es wenig an. Auch von Kali wird es leicht aufgelöst. Silicium giebt damit eine spröde Legirung.

Eigenschaften.

Vorkommen. Das Beryllium kommt in der Natur nur in Verbindung mit Sauerstoff in einigen selteneren Mineralien vor, so im Phenakit, Beryll, Euklas, Chrysoberyll, Helvin und einigen anderen.

Darstellung. Die Darstellung des Berylliums ist ganz analog der des Aluminiums.

Vorkommen und Darstellung.

Es wurde zuerst von Wöhler und Bussy 1828 isolirt, 1854 aber von Debray nach der für die Reduction des Aluminiums in Anwendung gebrachten Methode in grösserem Maassstabe dargestellt.

Verbindungen des Berylliums.

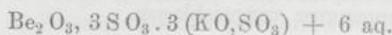
Verbindungen des Berylliums.

Sie bieten mit den Aluminiumverbindungen die grösste Analogie dar, wie denn überhaupt Aluminium und Beryllium in einem ähnlichen Verhältnisse zu einander stehen, wie Kalium und Natrium, oder Baryum und Strontium.

Das Berylliumoxyd, die Beryllerde oder Süsserde: Be_2O_3 , verbindet sich mit Wasser zu einem Hydrate: $\text{Be}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, mit Säuren zu den Berylleresalzen, und mit Basen zu ähnlichen Verbindungen, wie sie die Thonerde eingeht.

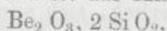
Berylleresalze.

Die Berylleresalze haben einen zusammenziehenden, aber zugleich süsslichen Geschmack, reagiren sauer, sind grösstentheils in Wasser löslich und farblos. Kohlensaures Ammoniak fällt daraus kohlensaure Beryllerde, die in überschüssigem kohlensauren Ammoniak löslich ist. Kali und Natron fällen Beryllerdehydrat, das im Ueberschuss des Fällungsmittels sich auflöst, aber beim Kochen der alkalischen Lösungen fällt das Beryllerdehydrat wieder nieder. Die schwefelsaure Beryllerde: $\text{Be}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3$, giebt mit schwefelsaurem Kali ein Doppelsalz, welches aber nur schwierig krystallisirt zu erhalten ist, und eine von den Alaunen ganz abweichende Zusammensetzung besitzt. Seine Formel ist nämlich:



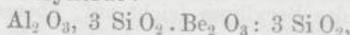
Die Berylleresalze unterscheiden sich von den Thonerdesalzen hauptsächlich dadurch, dass das aus ersteren gefällte Hydrat in kohlensaurem Ammoniak löslich ist, und dass es aus den alkalischen Auflösungen beim Kochen herausfällt. Auch verbindet sich die Thonerde nicht mit Kohlensäure, während die Beryllerde sich damit zu einem Salze vereinigt, und ihr Hydrat schon an der Luft Kohlensäure absorhirt.

Reine kieselsaure Beryllerde ist das Mineral Phenakit:



Beryll und Smaragd.

Der Beryll ist ein Doppelsilicat, bestehend aus kieselsaurer Thonerde und kieselsaurer Beryllerde:



und der als Smaragd bekannte kostbare Edelstein eine schön grün gefärbte Varietät davon.

Der Chrysoberyll ist ein Aluminat: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Be}_2\text{O}_3$, und der Euklas ebenfalls ein Thonerde-Beryllerde-Doppelsilicat.

Die übrigen Verbindungen des Berylliums sind, soweit sie gekannt sind, den Aluminiumverbindungen vollkommen analog.

Die Beryllerde wurde 1797 von Vauquelin entdeckt.

Was die übrigen Metalle anbelangt, die zur Gruppe der Metalle der Erden gehören, so sind sie noch so wenig gekannt und bieten daher ein so beschränktes praktisches Interesse dar, dass es für den Zweck dieses Lehrbuchs genügen wird, nur das auf ihr Vorkommen Bezügliche hier anzuführen.

Das Zirconium ist ein Bestandtheil des Zircons oder Hyacinths: ZrO_2, SiO_2 , eines ziemlich seltenen und als Edelstein verwendeten Minerals. Es findet sich besonders schön auf der Insel Ceylon, im Uralgebirge bei Mialsk im Ural, und im südlichen Norwegen. Zirconium.

Das Yttrium ist der Hauptbestandtheil des Gadolinit, eines sehr seltenen schwarzen Minerals, welches vorzugsweise in Schweden und Norwegen vorkommt. Der sogenannte Ytterspath ist phosphorsaure Yttererde. Yttrium.

Erbium und Terbium finden sich neben der Yttererde in den Yttererde enthaltenden Mineralien. Erbium und Terbium.

In ähnlicher Weise ist in den Zirkonerde haltenden Mineralien das Norium enthalten. Norium und Thorium.

Thorium findet sich in der Thorerde, welche an Kieselsäure gebunden in dem Thorit, und an Tantalsäure gebunden im Pyrochlor vorkommt. Lanthan, Didym und Cer.

Lanthan, Didym und Cerium finden sich in einigen selteneren Mineralien, gewöhnlich nebeneinander, namentlich im Cerit: Ceroxyd, Lanthan- und Didymoxyd; an Kieselsäure gebunden im Orthit und Gadolinit, sämtlich Doppelsilicaten.

B. Schwere Metalle.

I. Unedle Metalle.

Eisen, Fe. Mangan, Mn. Nickel, Ni. Kobalt, Co. Zink, Zn. Cadmium, Cd. Blei, Pb. Thallium, Tl. Wismuth, Bi. Kupfer, Cu. Uran, U.

Allgemeiner Charakter. Die unter der Bezeichnung unedle Metalle zusammengefassten zeigen in ihren Eigenschaften und ihrem Verhalten nicht jene grosse Uebereinstimmung, die wir bei den zu einer Gruppe gehörigen Metallen der bis nun abgehandelten Abtheilungen beobachteten. Alle haben einen ausgezeichneten Metallglanz, sie sind sechs- bis zwölfmal schwerer wie Wasser, und oxydiren sich beim Erhitzen an der Luft. Alle sind ferner schmelzbar, doch ist ihr Schmelzpunkt ein sehr verschiedener, so dass man sie in leicht- und schwerschmelzbare eintheilen könnte. Zu ersteren gehören Zink, Cadmium, Blei, Thallium und Wismuth, zu letzteren Mangan, Eisen, Nickel, Kobalt, Uran und Allgemeiner Charakter.