

Das Glas ist bereits seit den ältesten Zeiten bekannt, der Aufschwung der Glasfabrikation und seine allgemeine Anwendung datirt aber erst aus dem sechszehnten 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. Thorium, Th. Lanthan, La. Didym, D.
Cerium, Ce.

Allgemeiner
Charakter.

Allgemeiner Charakter. Die Metalle der eigentlichen Erden sind als solche, im gediegenen Zustande, mit Ausnahme des Aluminiums und Berylliums noch wenig gekannt. Sie haben Metallganz, sind schwerer als Wasser, haben aber im Allgemeinen ein geringes specifisches 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.

Die Oxyde dieser Metalle, die sogenannten Erden, sind meistens weisse, in der Ofenhitze unsmelzbare, 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 Hydroxyde (Hydrate). Ihre Salze, zum Theil löslich, zum Theil unlöslich, haben grosse Neigung, mit anderen Salzen Doppelsalze zu bilden.

Von diesen Metallen werden gemäss den neueren Theorien Cerium, Didym, Erbium, Lanthan und Yttrium als zweiatomig oder zweiwerthig, Aluminium und Beryllium als drei- oder auch wohl als sechs- werthig, Thorium und Zirkonium als vierwerthig betrachtet.

Aluminium.

Symb. Al. Aequivalentgewicht = 13,7. Atomgewicht $Al^{III} = 27,5$.
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 wägt 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 abgetrennt oder in Gestalt von Blattaluminium, zersetzt es das Wasser bei 100° C., wengleich 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 kautischen Alkalien ist es unter Wasserstoffgasentwicklung löslich.

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

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. 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 beendigter 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.

Geschichtlichen.

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 Proc. Eisen und ausserdem Silicium. Auch seine Legirungen scheinen technischer Anwendung fähig zu sein.

Aluminium und Sauerstoff.

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

Aluminiumoxyd. Syn. Thonerde.



Aequivalentgewichtsformel.



Atomistische Molekularformel.

Aequivalentgewicht = 51,4. Molekulargewicht = 102,8.

Thonerde.

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, 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, violette orientalische Amethyste genannt werden.

Der Korund oder Diamantspath ist ebenfalls krystallisirte Korund. Thonerde. Die Krystalle sind meist rauh, zeigen nur schwachen Glanz 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.

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

Darstellung. Man erhält die amorphe Thonerde auf künstlichem Wege durch Fällen einer Alaunlösung mit kohlen-saurem Ammonium und Glühen des ausgewaschenen und getrockneten Niederschlags. Noch einfacher gewinnt man sie durch Glühen von Ammoniumalaun. Krystallisirte Thonerde gewinnt man durch heftiges Glühen eines Gemenges von Alaun und schwefelsaurem Kalium 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 Edelsteinen.

Aluminiumhydroxyd. Thonerdehydrat. Aluminiumoxydhydrat.

$\text{Al}_2\text{H}_3\text{O}_6$ oder $\text{Al}_2\text{O}_3, 3\text{HO}$
Aequivalentgewichtsformel.

$\text{Al}^{\text{III}}\text{H}_3\text{O}_3$ oder $\text{Al}^{\text{III}}_2\text{H}_6\text{O}$
Atomistische Molekularformel.

Aequivalentgewicht = 78,4. Molekulargewicht = 78,4 oder 156,8.

Thonerde-
hydrat.

Durch Fällung eines Thonerdesalzes mit Ammoniak erhalten, stellt das Aluminiumhydroxyd 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 es unter gewöhnlichen Bedingungen unlöslich, löst sich aber in kaustischem Kali und Natron in bedeutender Menge auf, indem es sich mit diesen Metalloxyden zu Verbindungen, sogenannten Aluminaten, vereinigt, in welchen es die Rolle der Säure spielt. Das Aluminiumhydroxyd ist demnach ein Hydroxyd, welches sich gegen starke Säuren basisch oder elektropositiv, gegen starke Basen aber wie eine Säure, d. h. elektronegativ verhält. In Ammoniak ist es nicht löslich. Es 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 Aluminiumhydroxyd 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 Aluminiumhydroxyd eine eigenthümliche Anziehung, es wird daher einerseits zum Entfärben gefärbter organischer Flüssigkeiten und andererseits zur Darstellung von dauerhaft gefärbten Geweben und von Lackfarben angewendet. Es verbindet sich nämlich mit den Farbstoffen zu unlöslichen und gleichzeitig sich auf pflanzlichen Geweben, wie Leinen oder Baumwolle, dauernd fixirenden Verbindungen. Beim Glühen liefert es 3 Aeq. Wasser und verwandelt sich in reine Thonerde. Das Aluminiumhydroxyd findet sich im Mineralreiche als Gibbsit und Hydrargyllit. Ein anderes Hydroxyd des Aluminiums: Al_2HO_4 , ist der Diaspor.

Verbindungen des Aluminiums mit Oxysäuren.
Aluminium- oder Thonerdesalze.

Thonerde-
salze.

Die Thonerdesalze sind zum grössten Theil in Wasser löslich. Die löslichen haben einen eigenthümlich säss-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 Aluminiumhydroxyd. 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 Aluminium keine Verbindung ein.

Die Thonerdesalze sind durch eine grosse Neigung ausgezeichnet, Doppelsalze zu bilden, gehören zu den verbreitetsten Stoffen auf unserem Planeten und finden sich in ausserordentlich zahlreichen Mineralien und Gebirgsarten; insbesondere gilt dies von den Verbindungen des Aluminiums mit Kieselsäure. Im Pflanzenreiche dagegen finden sich nur zuweilen geringe Mengen von Thonerdesalzen, im Thierreiche fehlen dieselben gänzlich.

Die wichtigeren Thonerdesalze sind folgende:

Schwefelsaures Aluminium. Schwefelsaure Thonerde. Schwefelsaure Thonerde.
 Aluminiumsulfat: $Al_2 3 S_2 O_8 + 36 aq.$ oder $Al^{III}_2 3 S O_4 + 18 H_2 O$
 oder $2 Al_2 O_3, 3 S_2 O_6 + 36 aq.$ 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 Aluminit oder Websterit.

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

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

Das unter dem Namen Wavellit bekannte Mineral enthält phosphorsaure Thonerde 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 Cäments, bei welchem seine Eigen- Kieselsaure Thonerde.

schaft, unter dem Wasser zu erhärten, von seinem Gehalte an kiesel-saurer Thonerde wesentlich abhängig ist.

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

Kollyrit, Andalusit, Chiastolith und Disthen, Allophan und Kaolin. Der Staurolith, ein Thonerde-Eisen-Silicat, ist auch künstlich durch Einwirkung von Fluorsilicium auf Thonerde (eisenhaltig) in hoher Temperatur, sowie von flüchtigen Fluormetallen auf Kieselerde dargestellt.

Thon. Der sogenannte Thon ist im Wesentlichen stets kieselsaure Thonerde, enthält aber meist noch kohlen-sauren 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 reinste Thon ist der Kaolin oder die Porzellanerde. Diese ist weiss, 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 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.

Kaolin.

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. Walkerde, Ockererde, Bolus und Sienische Erde sind im Wesentlichen ebenfalls den Thonarten beizuzählen und der hydraulische Kalk, oder das Cäment 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 kommt eine blaue und

eine grüne Sorte in den Handel. Den blauen Ultramarin gewinnt man durch Erhitzen von Thon mit schwefelsaurem Natron und Kohle, 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.

Verbindungen der Aluminiumsalze mit anderen Salzen.

Aluminium- oder Thonerde-Doppelsalze.

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

Schwefelsaures Kalium - Aluminium. Schwefelsaure Kali- Alaun. Thonerde. **Alaun:** $K_2S_2O_8 \cdot Al_4 3(S_2O_8) + 48 \text{ aq.}$ oder $K_2SO_4 \cdot Al_2^{III} 3SO_4 + 24 H_2O$ oder $2 KO \cdot S_2O_6 \cdot 2 Al_2O_3 \cdot 3 S_2O_6 + 48 \text{ aq.}$ 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 Kalium und schwefelsaurem Aluminium. 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:

Gewinnung
im Grossen.

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

2. Durch Auslaugen alauhaltiger vulcanischer Erde, oder des namentlich bei Tolfa in der Nähe des von Rom vorkommenden Alaunsteins: $K_2S_2O_8 \cdot 3(Al_4 3S_2O_8) + 12 \text{ aq.}$, nach vorgängigem Rösten des letzteren (römischer Alaun).

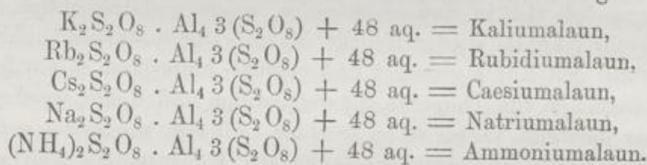
3. Aus dem Alaunschiefer, einem mit Braunkohle und Schwefel-eisen gemengten Thon, indem man denselben der freiwilligen Verwitte-

nung überlässt oder röstet, wobei sich das darin enthaltene Zweifach-Schwefeleisen zu schwefelsaurem Eisenoxydul und freier Schwefelsäure oxydirt: $(2\text{FeS}_2 + 14\text{O} + 2\text{HO} = \text{Fe}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8)$, welche letztere mit dem Aluminium sich zu schwefelsaurem Aluminium vereinigt. Die geröstete oder verwitterte Masse wird mit Wasser ausgelaugt, die Salzlauge concentrirt, wobei schwefelsaures Eisenoxydul sich ausscheidet und die Mutterlauge, mit schwefelsaurem Kalium 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 Kalium, mit schwefelsaurem Rubidium- oder Caesium, mit schwefelsaurem Natrium oder schwefelsaurem Ammonium 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.

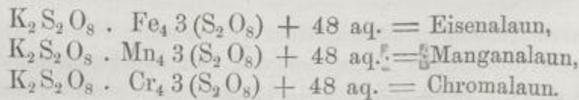
Der gewöhnliche Alaun und diese Verbindungen enthalten eine gleiche Aequivalentenzahl auf gleiche Weise verbundener Elemente, sie sind daher isomorph. Die Uebereinstimmung des Typus dieser Doppelsalze ergibt sich aus nachstehender Formelzusammenstellung:



Die Beziehungen dieser Verbindungen drückt man auch wohl so aus, dass man sagt, das Kalium im Alaun könne durch das damit isomorphe Natrium, Rubidium, Caesium oder Ammonium vertreten oder ersetzt werden, man nennt daher auch alle diese Verbindungen Alaune.

Der Ammoniumalaun kommt nicht selten statt des Kaliumalauns in den Handel und ersetzt letzteren in seinen Anwendungen vollkommen.

Indem in den Alaunen Aluminium durch die damit isomorphen Metalle Eisen, Mangan und Chrom 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 Kalium wieder durch Natrium oder Ammonium vertreten werden, woraus ein Natrium-, ein Ammonium-Eisenalaun u. s. w. hervorgehen.

Auf die Existenz dieser Verbindungen gründet sich hauptsächlich die Lehre von der Isomorphie (vgl. S. 66).

Thonerde-Doppelsilicate.

Kommen im Mineralreiche in zahlreichen Varietäten vor. Die wichtigsten sind: Thonerde-Doppelsilicate.

Kieselsaure Kali-Thonerde bildet das unter dem Namen Feldspath bekannte Mineral, welches für sich in zahlreichen Mineralspecies in Krystallen des klinorhombischen Systemes 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 Kaliumalaun das Kalium durch Natrium vertreten lässt, ohne Aenderung der Krystallform, ebenso ist im Feldspath das Kalium zuweilen durch Natrium ersetzt.

Kieselsaure Natron-Thonerde 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.

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	Mg O, Al ₂ O ₃ ,
Gahnit	Zn O, Al ₂ O ₃ ,
Pleonast	Fe O, Al ₂ O ₃ ,
Chrysoberyll . .	Be ₂ O ₃ , Al ₂ 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 Aluminiums.

Chloralu-
minium.

Chloraluminium: Al₂ Cl₃ oder Al₃^{III} oder Al₂^{III} Cl₆. 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 Al₂ Cl₃ + 12 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.

Fluoralu-
minium.

Fluoraluminium: Al₂ Fl₃ oder Al₃^{III} Fl₃ oder Al₂^{III} Fl₆. 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 Flussssäure. 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 Flussssäure, 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 Fluor-

natrium das Doppelsalz $3\text{NaFl} \cdot \text{Al}_2\text{Fl}_3$, welches als Mineral vorkommt und den Namen Kryolith führt. Der unter dem Namen Topas bekannte Edelstein ist eine Doppelverbindung von Fluoraluminium mit kieselsaurem Aluminium. Kryolith.
Topas.

Aluminium und Schwefel.

Schwefelaluminium. Schwarze bis schwarzgraue zusammengesinterte Masse, unter dem Namen 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 Aluminiumhydroxyd, in ähnlicher Weise in dieselben Producte beim Liegen an der Luft, wobei es zu einem weissgrauen Pulver zerfällt. Schwefel-
aluminium.

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, Legirungen mit Kupfer (Aluminiumbronze) sind durch grosse Härte und Zähigkeit ausgezeichnet. Eine Legirung von 10 Proc. Aluminium und 90 Proc. Kupfer findet bereits zur Herstellung von astronomischen und geodätischen Instrumenten, von Tischgeräthen, Dessertmessern u. s. w. Anwendung. Auch für den Kanonenguss hat man Aluminiumbronze vorgeschlagen. Legirungen
des Alumi-
niums.

Beryllium.

Symb Be. Aequivalentgewicht = 7. Atomgewicht Be^{III} = 14. 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 Chlorberyll. Eigen-
schaften.

lium. 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.

Vorkommen
und Dar-
stellung.

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.

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.

Verbindun-
gen des
Berylliums.

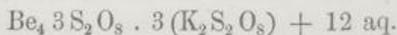
Sie bieten mit den Aluminiumverbindungen die grösste Analogie dar, wie denn überhaupt Aluminium und Beryllium in einem ähnlichen Verhältnisse zu einander stehen, wie Kalium und Natrium oder Baryum und Strontium.

Beryllerde.

Das **Berylliumoxyd**, die Beryllerde oder Süsserde: Be_2O_3 oder $\text{Be}^{\text{III}}_2\text{O}_3$, verbindet sich mit Wasser zu einem Hydroxyde, mit Säuren zu den Beryllerdosalzen und mit Basen zu ähnlichen Verbindungen, wie sie die Thonerde eingeht.

Beryllerde-
salze.

Die **Beryllerdosalze** haben einen zusammenziehenden, aber zugleich süsslichen Geschmack, reagiren sauer, sind grösstentheils in Wasser löslich und farblos. Kohlensaures Ammonium fällt daraus kohlensaure Beryllerde, die in überschüssigem kohlensauren Ammonium 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: $\text{Be}_4 3 \text{S}_2 \text{O}_8$ oder $\text{Be}^{\text{III}}_2 3 \text{S} \text{O}_4$, giebt mit schwefelsaurem Kalium ein Doppelsalz, welches aber nur schwierig krystallisirt zu erhalten ist und eine von den Alaunen ganz abweichende Zusammensetzung besitzt. Seine Formel ist nämlich:



Die Beryllerdosalze unterscheiden sich von den Thonerdesalzen hauptsächlich dadurch, dass das aus ersteren gefällte Hydrat in kohlensaurem Ammonium löslich ist und dass es aus den alkalischen Auflösungen beim Kochen herausfällt. Auch verbindet sich Aluminium nicht mit Kohlensäure, während Beryllium sich damit zu einem Salze vereinigt und sein Hydroxyd schon an der Luft Kohlensäure absorbiert.

Berylliumverbindungen sind fernerhin folgende Mineralien: Phenakit, reines Berylliumsilicat; Beryll, ein Doppelsilicat aus kieselsau-

rem Aluminium und kieselsaurem Beryllium bestehend; der als Smaragd Beryll und Smaragd. bekannte schöne grüne Edelstein; eine Varietät davon, der Chrysoberyll; Beryllium-Aluminat, $Al_2O_3 \cdot Be_2O_3$, und endlich der Euklas, ein Aluminium-Beryllium-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 theilweise wenig gekannt, sehr selten und ohne Verwendung 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 Zirkonium ist ein Bestandtheil des Zirkons oder Hyacinths: Zirkonium. ZrO_2, SiO_2 , eines ziemlich seltenen und als Edelstein verwendeten Minerals. Es findet sich besonders schön auf der Insel Ceylon, im Ilmengebirge, bei Mialsk im Ural und im südlichen Norwegen.

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

Erbium findet sich neben Yttererde in den Yttererde enthaltenden Erbium. Mineralien.

Thorium findet sich in der Thorerde, welche an Kieselsäure ge- Thorium. bunden in dem Thorit, an Tantalsäure gebunden, im Pyrochlor vorkommt.

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