Einwirkung von Ammoniakgas aussetzt, wobei das Gas verschluckt und der Phosphor in einen dunklen, fast pulverartigen Körper verwandelt wird, dessen Eigenschaften bis jetzt noch nicht weiter untersucht sind.

Das Ammoniak löst verschiedene Metalle auf, und giebt mit einigen derselben sehr merkwürdige Zusammensetzungen. So sind Knallgold und Knallsilber Verbindungen der Oxyde dieser Metalle mit Ammoniak. Ich werde sie in der Folge beschreiben. Ihre knallende Eigenschaft rührt daher, daſs sie bei höherer Temperatur zerlegt werden, der Wasserstoff des Alkali's auf Kosten des Sauerstoffes des Oxyds verbrennt, und das neugebildete Wasser nebst dem Stickstoffgase, welches im Augenblicke des Verbrennens von der Hitze ausgedehnt wird, eine Explosion verursachen.

Thierische Stoffe werden vom Ammoniak wenig angegriffen oder verändert, und sehr wenige werden davon aufgelöst. — Es hat schwächere Verwandtschaften als das Natron.

Erden.

Die Erden haben viele Aehnlichkeit mit den Alkalien, sie geben eigene Salze mit den Säuren, sind ihrer Zusammensetzung nach mit diesen gleichartig, bestehen aus eigenen Metallen mit Sauerstoff verbunden, und machen den gröſsten Theil der festen Masse unsres Erdkörpers aus.

Sie unterscheiden sich von den Alkalien hauptsächlich durch folgende Eigenschaften: *a)* sie sind feuerbeständig und können durch Brennen für sich selbst nicht verflüchtiget werden; *b)* sie geben mit verschiedenen Säuren, vorzüglich mit der Kohlensäure, schwerlösliche oder auch unlösliche Salze, und *c)* mit fetten Oelen im Wasser unlösliche Seifenarten.

Sie werden in zwei Klassen, nämlich in alkalische und in eigentliche Erden eingetheilt. Die ersteren

haben grofse Aehnlichkeit mit den Alkalien; in ihrem ätzenden Zustande sind sie im Wasser löslich und können aus diesen Auflösungen zum Krystallisiren gebracht werden. Sie verändern die Pflanzenfarben fast auf dieselbe Weise wie ein Alkali, und die Verwandtschaft zu den Säuren ist bald stärker, bald schwächer, als die der Alkalien. Mit Kohlensäure geben sie unlösliche Salze, die aber durch einen Ueberschufs von Kohlensäure im Wasser löslich werden. Es giebt deren vier, nämlich: Baryt-, Strontian-, Kalk- und Talkerde. Die beiden ersteren sind, wegen ihrer gröfseren Leichtlöslichkeit im Wasser von mehreren Chemikern, vorzüglich von Fourcroy, in seinem *Système des connaissances chimiques*, in die Klasse der Alkalien versetzt worden; andere haben wohl auch die Kalkerde noch dazu gerechnet. Allein, da die oben angeführten Eigenschaften, die sie mit den übrigen Erden gemein haben, sie deutlich von den Alkalien unterscheiden, so habe ich die alte Eintheilung beibehalten zu müssen geglaubt. Jedoch habe ich, um die Aufmerksamkeit mehr auf ihre Verschiedenheit von den übrigen Erden zu lenken, dieselben in einer besonderen Unterabtheilung zusammengefafst. Sie wurden von den ältern Chemikern *Terrae absorbentes* genannt.

Die eigentlichen Erden sind gänzlich unlöslich im Wasser, in der gröfsten Hitze unserer Oefen für sich selbst unschmelzbar und verlieren durch Brennen in höherem und geringerem Grade ihre Leichtlöslichkeit in Säuren. Einige von ihnen können sich nicht mit der Kohlensäure verbinden; die übrigen geben damit unlösliche Verbindungen, selbst wenn die Säure im Ueberschusse zugesetzt wird. Die Pflanzenfarben werden durch sie nicht verändert. Ihre Anzahl beläuft sich auf sechs: Thon-, Ytter-, Beryll-, Zirkon-, Thor- und Kieselerde.

a) Alkalische Erden.

1. Baryterde.

Diese Erde wurde im J. 1774 von Scheele entdeckt. Ihrer Schwere wegen wurde sie anfangs Schwererde genannt, erhielt aber nachher den gleichbedeutenden Namen Baryt oder Baryterde. Sie kommt in der Natur am häufigsten mit Schwefelsäure verbunden vor, in einer schweren, spathartig krystallisirten Steinart, welche man Schwerspath nennt; aufserdem findet sie sich zuweilen mit Kohlensäure verbunden, in dem sogenannten Witherit.

Aus dem schwefelsauren Baryt oder Schwerspathe zieht man die Baryterde gewöhnlich auf folgende Weise: 8 Theile feingeschlämmter Schwerspath und 1 Th. Kohle werden zum feinsten Pulver zerrieben, ganz genau mit einander gemengt und dann mit 2 Th. Harz und Roggenmehl zusammengerieben. Das Gemenge wird dann in einem hessischen Tiegel $\frac{3}{4}$ Stunden lang im Windofen einer, dem Weifsglühen nahe kommenden Hitze ausgesetzt. Während dieses Glühens verbindet sich die Kohle mit dem Sauerstoffe der Schwefelsäure und der Baryterde zu Kohlen-Oxydgas, welches entweicht, und der Schwefel bleibt mit dem Metalle der Baryterde verbunden zurück. Das Harz oder Mehl wird defswegen zugesetzt, weil es durch die Hitze geschmolzen wird und mit der Kohle vollkommener in die Masse eindringt, dadurch wird aber bewirkt, dafs das an sich unschmelzbare Kohlenpulver und der Schwerspath in mehrere Berührung kommen. Die erhaltene Masse ist blafs leberfarbig. Sie wird in 20 Th. kochendem Wasser aufgelöst und damit in einem wohl verschlossenen Gefäfse einige Stunden lang digerirt, wobei das Gemenge oft umgeschüttelt wird. Die Lösung wird filtrirt und der Rückstand von neuem ausgelaugt, wenn man bemerkt, dafs es noch etwas Schwefelbarium enthält. Die erhaltene Lösung von Schwefelbarium wird darauf mit einer Auflösung von reinem, von Kieselerde und Schwefelsäure be-

freitem, kohlensaurem Kali, so lange gemengt, als noch ein Niederschlag erfolgt. Dabei verbindet sich das Kalium mit dem Schwefel, und das Barium fällt mit dem Sauerstoff und der Kohlensäure des kohlensauren Kali's verbunden in der Gestalt eines weifsen lockeren Pulvers nieder. Es gehen dabei $2\frac{1}{2}$ Th. kohlensaures Kali auf, und man erhält dabei etwas mehr als 5 Theile kohlensauren Baryt, welcher mit kochendem Wasser wohl ausgewaschen und dann getrocknet wird. Um ihn von dem noch anhängenden Schwefel völlig zu befreien, mufs man ihn wieder in Salzsäure auflösen und nach der Abrauchung und Glühung des Salzes, mittelst eines kohlensauren Alkali's daraus niederschlagen.

Man erhält die Baryterde auch, wenn man fein gepulverten Schwerspath eine Stunde lang mit doppelt so viel kohlensaurem Kali schmelzt, oder mit einer Auflösung desselben lange kocht. Die Schwefelsäure des Schwerspaths verbindet sich dann mit dem Kali zu schwefelsaurem Kali und die Kohlensäure mit der Baryterde; das erstere löst sich dann in kochendheifsem Wasser auf und der kohlensaure Baryt bleibt zurück. Auf diese Weise wird jedoch der Schwerspath unvollkommen zerlegt und der kohlensaure Baryt von einer Menge noch unzerlegtem Schwerspathpulver verunreiniget. Er mufs defshalb wiederum in Salpeter, oder Salzsäure aufgelöst und nachher mit kohlensaurem Kali gefällt werden.

Von der Kohlensäure kann die Baryterde auf folgende Weise befreit werden. 100 Theile schwach geglühten reinen kohlensauren Baryts werden auf das genaueste mit 6 bis 10 Th. fein gepulverter Holzkohle gemengt, dann mit etwas Tragantschleim zu einer steifen Masse, in Gestalt einer Kugel gebildet, und in einen Tiegel eingelegt, in Kohlenpulver eingefüttert und mit einem kleineren Tiegel gut verdeckt. Der Tiegel wird hierauf $\frac{3}{4}$ bis 1 Stunde lang unter der Esse der Hitze eines guten Blasebalges ausgesetzt. Hat man Gelegenheit gute Steingutretorten zu erhalten, so legt man die Masse in eine solche Retorte und setzt sie in einem Windofen

so lange dem Feuer aus, als noch Gas aus der Retorte entweicht. Während der erhöhten Temperatur wird die Kohlensäure von der zugesetzten Kohle zerstört und zu Kohlen-Oxydgas reduzirt, welches keine Verwandtschaft zur Baryterde hat und in Gasgestalt entweicht. Der Baryt bleibt rein zurück, jedoch mit etwas Kohlenpulver und zuweilen noch mit ein wenig unzerlegtem kohlensauren Baryt vermengt. In diesem Zustande wiegt er nur 80 bis 85 Prozent von dem Gewichte des dazu gebrauchten kohlensauren Baryts.

Man kann auf diese Weise die ätzende Baryterde auch aus dem natürlichen kohlensauren Baryt oder Witherit herstellen, doch wird dieser weit schwerer zerlegt, weil seine kleinsten Theilchen dichter zusammengefügt sind, als in dem durch Fällung erhaltenen. — Auch kann man den kohlensauren Baryt in Salpetersäure auflösen, und sodann das salpetersaure Erdsalz im Silbertiegel oder in einer Retorte von Steingut, oder am liebsten von ächtem Porzellan, erhitzen, bis die Säure zerlegt ist, worauf sodann der Baryt rein und ätzend zurück bleibt.

Die auf eine oder die andere Weise bereitete Baryterde ist nun wasserfrei und schmilzt nicht anders, als in einem brennenden Strahle von Sauer- und Wasserstoffgas, oder im Brennpunkte des Brennspiegels. Sie löst sich in 100 bis 200 mal soviel kochendem Wasser in einem, vor dem Zutritte der Luft gut verwahrten Gefäfse, auf. Wenn man die geklärte Lösung in einer Retorte bis zu $\frac{2}{3}$ abdampft und abkühlen läfst, so schiefst die Baryterde in Krystallen an. Die rückständige Mutterlauge wird dann wieder bis auf $\frac{2}{3}$ abgedampft und dem Krystallisiren überlassen, welches am besten vor sich geht, wenn die Flüssigkeit stark abgekühlt wird; und diefs wiederholt man, so lange noch Baryt krystallisiren will. Die gebildeten Krystalle sind ein Hydrat der Baryterde, und mit soviel Krystallwasser verbunden, dafs sie mehr wie doppelt soviel, als die wasserfreie Baryterde wiegen.

Das Hydrat besitzt einen scharfen, ätzenden, laugenartigen Geschmack und wirkt auf lebende Thiere wie

Gift. Sein specifisches Gewicht ist = 4,0. In höherer Temperatur schmilzt es in seinem Krystallwasser, welches allmählig verfliegt und das Hydrat ohne Krystallwasser, in Gestalt eines Pulvers zurückläſst. Es verliert dabei genau die Hälfte seines Gewichts. Bei einer noch etwas höheren Temperatur, welche jedoch die Schmelzhitze des Silbers nicht erreichen darf, schmilzt es für sich selbst und wird flüssig wie ein Oel. Beim Ausgieſsen gerinnt es und nimmt ein krystallinisches Aussehen an, das es dem geschmolzenen und gegossenen Kali nicht unähnlich macht. Es hat dabei das Wasser, wodurch es zum Hydrate wird, nicht verloren, weil dieses durch Feuer nicht ausgetrieben werden kann. Es wird in kaltem Wasser aufgelöst, welches bei + 12° $\frac{1}{24}$ seines Gewichts krystallisirtes, oder $\frac{1}{48}$ geschmolzenes Baryterdehydrat aufnimmt. Von kochendem Wasser soll es, nach Bucholz und Gehlen, in allen Verhältnissen aufgelöst werden. Uebergieſst man wasserfreien Baryt mit ein wenig Wasser, so erhitzt er dieses, ungefähr wie gebrannter Kalk, aber weit stärker; und war das Wasser hinreichend, so verhärtet er sich zu einem Steine von nadelförmigem krystallischen Gefüge.

In der Luft zieht er Kohlensäure an sich und zerfällt zu kohlensaurem Baryt. Wenn eine Lösung von Baryt in Wasser mit der freien Luft in Berührung kommt, so überzieht sie sich mit einer Rinde von kohlensaurem Baryt, die am Ende zu Boden fällt, und so oft von einer neuen ersetzt wird, als noch etwas Baryt in der Lösung vorhanden ist. Läſst man das Barytwasser langsam gefrieren, so krystallisirt die Baryterde, und man kann auf diese Weise sehr groſse und regelmäſsige Krystalle erhalten. Aetzende Baryterde wird auch im Alkohol aufgelöst; doch wird dazu 150 bis 200 mal soviel kochender Alkohol erfordert.

Gegen die Thon- und Kieselerde verhält sich Baryterde stets wie das Kali und Natron. Barytwasser löst die Thonerde auf; mit der Kieselerde aber verbindet sie sich nur durch Schmelzen und giebt dann ein grünliches Glas.

Selbst

Selbst Metalloxyde werden davon aufgelöst und geben damit eigene salzartige Verbindungen.

Die Baryterde ist merkwürdig wegen ihrer starken Verwandtschaft zur Schwefelsäure, worin sie alle andere Stoffe übertrifft. Ihre Verbindung mit dieser Säure ist im Wasser gänzlich unlöslich, daher der Baryt bei chemischen Versuchen benutzt wird, die Anwesenheit und Menge der Schwefelsäure zu bestimmen. Selbst bei Analysen schwefelhaltiger Stoffe ist sie das sicherste Mittel, die Menge des Schwefels auszumitteln. Diefs geschieht, indem man den Schwefel durch Salpeter oder Salpetersäure in Schwefelsäure verwandelt, und diese sodann mit irgend einem Barytsalze niederschlägt. 100 Theile schwefelsaurer Baryt enthalten 34,4 Theile Schwefelsäure und 13,78 Th. Schwefel.

Die Baryterde besteht aus 89,55 Th. metallischem Radikal und 10,45 Th. Sauerstoff.

2. Strontianerde.

Diese Erde hat ihren Namen von Strontion in England, wo sie zuerst in Verbindung mit Kohlensäure gefunden wurde, in einem Fossile, welches man Strontianit nannte, und lange mit dem kohlensauren Baryte oder Witherite verwechselte. Crawford und Cruikschank, besonders der letztere, ahneten erst im J. 1790, dafs der Strontianit eine eigene Erde enthalte, und Klaproth und Hope bewiesen diefs drei Jahre später.

Die Strontianerde verhält sich zur Baryterde, wie das Natron zum Kali. Sie kommt in der Natur selten vor, und ist dann immer mit Schwefel- oder Kohlensäure vereiniget.

Man erhält sie ganz auf dieselbe Weise, wie die Baryterde, rein und ätzend. Die natürliche kohlensaure Strontianerde, oder der Strontianit, wird durch Brennen mit Kohlenpulver weit leichter zerlegt, als der Witherit. Die dadurch erhaltene, mit Kohlenpulver gemengte, ätzende, wasserfreie Strontianerde ist, wie die Baryterde, un-

schmelzbar. Sie ist im Wasser löslich und kann in Krystallgestalt dargestellt werden, wenn man sie mit 50 bis 100 Theilen Wasser kocht, noch kochendheifs filtrirt, und in einem gut verschlossenen Glasgefäfse langsam erkalten läfst, worauf kleine nadelförmige Krystallchen anschiefsen. Aus der rückständigen Lösung können, durch Abdampfen im Destillationsgefäfs, noch mehrere Krystalle gewonnen werden. Diese Krystalle sind das Hydrat der Strontianerde, mit Krystallisationswasser verbunden. Sie sind durchsichtig, und bilden, je nachdem die Lösung verschieden gesättiget war, oder mehr und minder schnell abgekühlt wurde, entweder Nadeln, oder zusammengehäufte Tafeln. Sie enthalten bis 0,68 Krystallwasser, welches sie in der Luft verlieren, während die Erde kohlensauer wird und zerfällt.

Sie ist leichter als Baryterde, hat auch einen weniger scharfen kaustischen Geschmack als diese, aber einen stärkeren als die Kalkerde, und ist nicht giftig, wie der Baryt. Bei + 15° erfordern 2 Theile krystallisirte Strontianerde 104 Th. Wasser zu ihrer völligen Auflösung. Kochendes Wasser löst die Hälfte seines Gewichtes davon auf. Im Platintiegel erhitzt, verliert das Hydrat sein Krystallwasser, schmilzt aber nur erst bei sehr hoher Temperatur, wobei es jedoch sein Wasser nicht verliert. Im Thontiegel schmilzt es mit der Masse des Tiegels zu einem grünlichen Glase zusammen. Auch in der Löthrohrflamme ist es unschmelzbar, giebt aber ein so blendendes Licht von sich, dafs das Auge es kaum zu ertragen vermag.

Die Strontiansalze haben die Eigenschaft, die Flammen brennender Körper schön purpurroth zu färben, wenn man z. B. den Docht eines brennenden Lichts mit ein wenig salzsaurer Strontianerde bestreicht, oder Alkohol über Baumwolle verbrennen läfst, die mit diesem Salze bestreut ist. Man bedient sich dieser Erscheinung, um Strontianerde schnell von der Baryterde zu unterscheiden.

Wasserfreie Strontianerde erhitzt sich, wenn sie mit Wasser übergossen wird und erstarrt damit in Krystall-

form. Sie verhält sich übrigens zu Schwefel, Phosphor, Kieselerde, Thonerde und den Metalloxyden völlig so, wie die ätzenden Alkalien. Das Schwefel-Wasserstoffgas, welches durch Säuren aus dem geschwefelten Strontium entwickelt wird, hat die Eigenschaft, mit rother Flamme zu brennen, wahrscheinlich von ein wenig Strontianerde, die es mit sich führt.

Die Strontianerde besteht aus 84,55 Th. metallischem Radikal und 15,45 Th. Sauerstoff. Sie ist in ihren Verwandtschaften schwächer, als Kali, Natron und Baryt.

3. Kalkerde.

Die Kalkerde war schon im Alterthume bekannt und macht einen der allerhäufigsten Bestandtheile der Masse unseres Erdkörpers aus. Sie kommt niemals rein, sondern stets in Verbindung mit Säuren vor, z. B. mit Kohlensäure in der Kreide, dem Marmor, Kalkspath, Kalkstein, in den Schneckenschaalen; mit Schwefelsäure in den verschiedenen Arten des Gypses, und mit Phosphorsäure in den thierischen Knochen.

Um die Kalkerde rein zu erhalten, braucht man bloſs kohlensauren Kalk in einem Windofen zwischen Kohle zu brennen, wobei die Kohlensäure und das Krystallwasser verfliegen und die Kalkerde rein und ätzend zurückbleibt. Zu chemischem Gebrauche wendet man dazu den weiſsen Marmor an, der bei den Bildhauerarbeiten abfällt, oder auch Schnecken- und Austerschaalen, und im Nothfalle Kreide. Der Kalk von Schneckenschaalen ist bisweilen von geschwefeltem Calcium verunreiniget, das vom Schwefel thierischer Stoffe herrührt.

Im Handel kommt unter dem Namen ungelöschter Kalk eine Art ätzende Kalkerde vor, die man durch das Brennen des gemeinen Kalksteins in besonders dazu eingerichteten Oefen erhält; allein diese Kalkerde ist unrein, mehr oder weniger grau oder gelblich von Farbe, und enthält Thon, Kieselerde, Eisenoxyd, zuweilen auch etwas Talkerde und Manganoxyd.

Wenn Marmor, Kreide oder Schneckenschaalen zwischen glühenden Kohlen gebrannt werden, werden die Stücken auf der Oberfläche grau und bräunlich, von der Asche, die sich daran hängt und zuweilen mit der Kalkerde zusammenschmilzt. Diese unreine Rinde muſs man abschaben und jedes Stück entzweibrechen, weil es zuweilen der Fall ist, daſs inwendig noch ein unzerstörter Kern von kohlensaurem Kalke sitzt, der vom gebrannten abgesondert werden muſs. Die gebrannte Kalkerde wird in wohlverschlossenen Gefäſsen, am besten in verkorkten Glasflaschen aufbewahrt. Wenn unreine Kalkarten bei zu hoher Temperatur gebrannt werden, so verbindet sich die Kalkerde genauer mit den fremdartigen Beimengungen, verliert an Aetzkraft und an Löslichkeit im Wasser und wird todtgebrannt genannt. Dasselbe soll auch bei reineren Kalkarten vorkommen, wenn die Temperatur so hoch ist, daſs die Kalkerde zum Erweichen kommt, und sonach gewissermaſsen dem Schmelzen sich nähert.

Um der Verunreinigung der Kalkstücken auf ihrer Auſsenseite vorzubeugen, hat man vorgeschlagen, den Marmor oder Kalkspath in einem bedeckten Tiegel oder in einer steinernen Retorte zu brennen. In diesem Falle wird aber eine vielfach gröſsere Hitze zur Austreibung der Kohlensäure erfordert, und wenn man den Kalk zu stark zusammendrückt und einer zu schnellen Hitze aussetzt, so schmilzt er um den Rand des Tiegels herum, ohne seine Kohlensäure zu verlieren, und widersteht sodann der Einwirkung des Feuers. Leitet man dagegen Wasserdämpfe über den Kalk, wenn das Brennen in der Retorte geschieht, so entwickelt sich die Kohlensäure weit schneller und der Kalk wird fast eben sobald durchgebrannt, als im offenen Feuer. Diese Erscheinung, die gemeiniglich unrichtig erklärt wird *) und zu mehreren

*) Man behauptete nämlich, daſs ein Körper nicht Gasgestalt annehmen könne, ohne zugleich eine gewisse Menge Wasser zu binden, und daſs das kohlensaure Gas in der strengsten Hitze mit dem Kalke vereiniget bleiben könne, wenn ihm das zu seiner Gasgestalt nöthige Wasser abgehe.

verschiedenartigen Meinungen über die Natur der Gasarten Anlaſs gegeben hat, entsteht nicht bloſs durch die Wasserdämpfe, sondern auch durch die atmosphärische Luft und durch jede andere Gasart, mit Ausnahme des kohlensauren Gases. Die Ursache davon ist, daſs das kohlensaure Gas in einer anderen Gasart sich leichter verflüchtigt, als wenn es die Schicht von reinem kohlensauren Gase füllen muſs, welches den Apparat anfüllt und durch seine Trägheit oder seinen Druck der Entwickelung des übrigen entgegenwirkt. Dieses Verhältniſs ist ganz einerlei mit dem, wenn das Wasser in einer mit Wassergas gesättigten Luft nicht mehr verdunstet, dagegen aber sich desto schneller verflüchtiget, je öfter die Luft über der Oberfläche desselben wechselt. Auf dieselbe Weise verliert ein mit kohlensaurem Gase geschwängertes Wasser, in freier Luft, und bei der gewöhnlichen Temperatur derselben, seinen ganzen Gasgehalt sehr schnell, dahingegen zur Austreibung desselben im Destillir-Apparat völliges Kochen erfordert wird. Sowie die Entwickelung des kohlensauren Gases durch Wasserdämpfe befördert wird, kann auch die Entwickelung anderer Gasarten, wenn sie durch Brennen geschieht, dadurch beschleuniget werden, wie z. B. die Entwickelung des Sauerstoffgases aus Braunstein, welches man in weit gröſserer Menge erhält, wenn der Apparat so eingerichtet ist, daſs Wasserdämpfe über den glühenden Braunstein geleitet werden können.

Ich muſs hierbei nochmals erinnern, daſs alle andere Luftarten, mit Ausnahme derjenigen, welche entwickelt werden soll, ganz auf gleiche Weise, wie das Wassergas wirken; allein das letztere verdient den Vorzug, theils wegen seiner leichten Anwendung, theils weil es sich wieder verdichtet, ohne in dem Gas eine andere Beimengung zurück zu lassen, als die atmosphärische Luft, die im Wasser enthalten ist, wenn man dasselbe ungekocht in den Apparat bringt. — Will man zu chemischem Behuf eine Kalkerde haben, die ganz vollkommen frei von Kohlensäure ist, so löscht man sie mit ein wenig Wasser,

und brennt sie von neuem sehr stark in einem bedeckten Platintiegel. Auf diese Weise erhält man sie ohne Schwierigkeit so ätzend, dafs sie sich in der Salpetersäure ohne das mindeste Brausen auflöst.

Die reine Kalkerde ist weifs und fühlt sich in Stücken leicht an, wiewohl ihr specifisches Gewicht 2,3 beträgt. Sie hat einen scharfen, fressenden Laugengeschmack, und, wenn sie mit Wasser übergossen wird, einen eigenthümlichen Geruch, fast wie die Beuchlauge. Zum Wasser hat sie eine starke Verwandtschaft; wenn man gebrannten Kalk damit übergiefst, erhitzt er sich, braust, als ob man Wasser auf heifsen Sand gösse, und zerfällt zu einem weifsen voluminösen Pulver, welches das Hydrat der Kalkerde ist, und in trockener Gestalt 25 Prozent Wasser enthält. Sie bindet dabei das Wasser in einer weit festeren Gestalt, als es im Eise hat; denn aus Kalkerde, die mit Schnee zusammengerieben wird, entwickelt sich ebenfalls Wärme. Man hat das Kalkhydrat gelöschten Kalk, zum Unterschiede von ungelöschtem genannt, worunter man im gemeinen Leben ätzende und wasserfreie Kalkerde versteht. Uebergiefst man sie mit mehr Wasser, als zu ihrem Ablöschen erfordert wird, so erhärtet sie beim Austrocknen zu einer festen, zusammenhängenden Masse. — In der Luft zerfällt der gebrannte Kalk allmählig, während er Feuchtigkeit und Kohlensäure an sich zieht, mit welcher letztern er langsamer, als die Baryt- und Strontianerde gesättiget wird. Man nennt ihn dann zerfallenen Kalk. Der Unterschied zwischen dem gelöschten und zerfallenen Kalke liegt darin, dafs der erstere aus Kalkerdehydrat besteht, der letztere aber ein Gemenge aus Kalkhydrat und kohlensaurem Kalke ist, das desto mehr von letzterem enthält, je älter es ist.

Die reine Kalkerde wird ebenfalls, doch in weit geringerer Menge im Wasser gelöst, als die beiden vorhergehenden Erdarten. Ein Theil Kalk erfordert 450 bis 520 Theile Wasser zu seiner vollkommenen Auflösung. Der Unterschied zwischen seiner Löslichkeit im kalten

und warmen Wasser ist nicht untersucht. Dalton hat gezeigt, dafs kaltes Wasser eine gröfsere Menge davon auflöse, als warmes. Nach seiner Angabe würden zur Auflösung eines Theils wasserfreier Kalkerde 1270 Theile kochendes Wasser und nur 778 Theile + 15° warmes Wasser erforderlich sein, daher trübt sich auch kalt bereitetes Kalkwasser, wenn man es aufkocht.

Eine Auflösung von reiner ätzender Kalkerde in Wasser nennt man Kalkwasser. Es überzieht sich in der Luft mit einer Haut von kohlensaurem Kalk, die späterhin zu Boden sinkt, worauf sich eine neue bildet, welches so lange fortgeht, bis die Kohlensäure der Luft den ganzen Kalkgehalt der Lösung niedergeschlagen hat, ganz so wie beim Baryt- oder Strontianwasser. Kocht man das Kalkwasser in einer Retorte zur Hälfte ein und läfst es dann langsam abkühlen, so schiefst die Kalkerde daraus in kleinen nadelförmigen Krystallen an. Gay-Lussac hat gefunden, dafs, wenn man Kalkwasser unter der Glocke der Luftpumpe abdunstet, das Kalkerdehydrat in regelmäfsigen sechsseitigen Prismen krystallisirt.

Die Kalkerde ist für sich unschmelzbar. Mit Phosphor verbindet sie sich bei höherer Temperatur sehr leicht. In einen kleinen Kolben mit langem Halse legt man 3 Theile ungelöschten Kalk, setzt den Kolben in einen Tiegel mit Sand, und erhitzt ihn bis zum Dunkelrothglühen, über welches hinaus die Hitze nicht gehen darf. Hierauf bringt man mittelst einer kleinen Zange 1 Theil in Stückchen geschnittenen Phosphor hinein, und zwar ein Stückchen schnell nach dem andern. Das erste entzündet sich auf Kosten des Sauerstoffs der im Kolben eingeschlossenen atmosphärischen Luft; die übrigen aber verbinden sich mit der Kalkerde, die davon aufschwillt und sich in eine dunkel chokoladenbraune Masse verwandelt. Zu starke Hitze verjagt den Phosphor wieder. Der Kolben wird schnell aus dem Feuer genommen, seine Oeffnung mit einem passenden Kreidepfropf verschlossen, und die Masse erst nach dem völligen Erkalten herausgenommen. Man mufs sich dabei in Acht

nehmen, sie nicht mit feuchten Händen zu berühren, wovon sie sich sogleich entzündet. Sie wird in wohlverschlossenen Glasgefäſsen vor Luft und Wasser verwahrt. Der Phosphorkalk ist im Wasser unlöslich, zerlegt aber dasselbe sehr schnell, und entwickelt Phosphorwasserstoffgas, das in kleinen Bläschen aufsteigt, die sich über der Oberfläche des Wassers entzünden. Der ungelöste Phosphorkalk wird dabei, auf dieselbe Weise wie der Phosphorbaryt, in ein Salz verwandelt, welches aus Kalkerde und der, den wenigsten Sauerstoff enthaltenden Säure des Phosphors besteht. Uebergieſst man Phosphorkalk, der im Wasser gelegen hat, mit Salzsäure, so entzündet er sich mit Heftigkeit, weil durch die Säure Phosphor und Phosphor-Wasserstoffgas entwickelt wird. Ob der Phosphorkalk eine Verbindung der Kalkerde mit dem Phosphor, oder ein Gemenge von Phosphorcalcium mit phosphorsaurer Kalkerde ist, wissen wir noch nicht. Eine Verbindung der Kalkerde mit Kohle ist nicht bekannt.

Zur Kiesel- oder Thonerde hat die Kalkerde starke Verwandtschaft, hauptsächlich zur erstern, mit welcher sie in einem, nicht sehr gemeinen Fossile, dem sogenannten Tafelspathe verbunden ist. Sie schlägt die Kieselerde aus ihrer Auflösung in ätzendem Alkali nieder und verbindet sich sogar mit feinerem und gröberem Quarzsande, wenn sie ungelöscht damit vermengt und dann mit Wasser übergossen wird. Sie erhärtet dabei zu einer steinartigen Masse, die man Mörtel nennt. — Gleiche Theile Kiesel- und Kalkerde kommen bei höherer Temperatur in Fluſs. Ein Theil Kalkerde schmilzt mit 3 Theilen Thonerde, und wenn man alle drei Erdarten mit einander vermengt, so wird die Schmelzung noch vollkommener. Sie löst verschiedene Metalloxyde auf, vornämlich die von Blei und Quecksilber.

Die Kalkerde wird im gemeinen Leben, in Fabriken und Künsten zu unzählig vielen Dingen angewandt. Am häufigsten benutzt man sie als Mörtel und zum Düngen der Aecker. Im letztern Falle wirkt sie jedoch nicht als Nahrungsstoff für die Gewächse, sondern nur dadurch,

dafs sie die in der Erde enthaltenen organischen Ueberreste schneller zerlegt, und diese dadurch für den Vegetationsprozefs tauglicher macht.

Sie besteht aus 71,91 Theilen metallischem Radikal und 28,09 Theilen Sauerstoff. In ihren Verwandtschaften steht sie meistens dem Baryt, Strontian, Kali und Natron nach, geht aber stets dem Ammoniak und der Talkerde vor.

4. Talkerde.

Im Anfange des letztverflossenen Jahrhunderts verkaufte man in Rom ein weifses Pulver, unter dem Namen *magnesia alba*, das alle Krankheiten heilen sollte. Zehn Jahre nachher fand man, dafs sich dieses Pulver, welches man für Kalkerde hielt, aus dem englischen Salze ziehen lasse, und 1755 bewies Black, dafs es eine eigene Erdart sei. Sie wird bald Magnesia, bald Bittererde, bald Talkerde genannt; das letztere, weil sie einen Bestandtheil des Talkes ausmacht. Sie kommt weniger häufig, als die Kalkerde, aber doch in allen drei Naturreichen vor.

Man erhält sie aus dem schwefelsauren Talk, der gewöhnlich englisches Salz genannt und aus einigen Quellen in England und Deutschland in Ueberflusse gewonnen wird. Man löst 1 Theil schwefelsauren Talk in 6 Theilen kochendem Wasser auf, und vermischt die filtrirte, noch heifse Lösung mit einer ebenfalls kochendheifsen Auflösung von 1 Theil reinen, kieselfreien, kohlensauren Kali in 4 Theilen reinen Wassers. Dabei entsteht ein Niederschlag, welcher abgesondert, gewaschen und getrocknet wird. Er besteht aus kohlensaurem Talk, und in der Lösung bleibt schwefelsaures Kali zurück. Die Fällung mufs bei Siedehitze geschehen, weil sonst die, für die Talkerde zu grofse Menge der Kohlensäure des Kali einen grofsen Theil davon aufgelöst hält. Der erhaltene Niederschlag wird bis zum Weifsglühen erhitzt, wobei er

seine Kohlensäure sehr leicht fahren läſst, und die Talkerde rein und ätzend zurück bleibt.

Die ätzende Talkerde erhitzt sich nicht mit dem Wasser, verbindet sich aber damit in fester Gestalt, und enthält dann 30,32 Prozent ihres Gewichts Wasser. Die Talkerde ist, wie die Kalkerde, im kalten Wasser leichter auflöslich, als in kochendem. Nach Fife werden 36000 Theile kochenden Wassers erfordert, um 1 Theil caustische Talkerde aufzulösen, da sie sich hingegen in 5142 Theilen + 15° warmen Wassers auflösen läſst. Ihr specifisches Gewicht beträgt 2,3; sie stellt die blaue Farbe des gerötheten Lakmuspapieres wieder her, und färbt das Fernambukpapier blau. Malven- und Rothkohl-Tinktur wird davon grün gefärbt. Sie ist für sich gänzlich unschmelzbar, selbst im Brennpunkte des Brennspiegels, und vermindert die Leichtschmelzbarkeit anderer Erdgemenge. Mit Wasser zu einer Kugel geformt und darauf hart und lange gebrannt, wird es leuchtend, wenn man sie im Dunklen gegen eine warme Eisenplatte streicht. In der Luft nimmt sie sehr langsam Kohlensäure auf. Mit Phosphor verbindet sie sich langsam. Die Verbindung ist dunkel von Farbe und übrigens wenig bekannt.

Unter den Erden verbindet sie sich vorzüglich mit der Thonerde, jedoch ist diese Verbindung nicht schmelzbar. Ihre Verwandtschaft zur Thonerde ist so groſs, daſs sie einen groſsen Theil derselben dem ätzenden Kali entzieht, welches eine bedeutende Schwierigkeit verursacht, wenn bei chemischen Analysen Thonerde aus talkhaltigen Erden getrennt werden soll. In der Natur kommt eine solche Verbindung der Thon- und Talkerde in einer eigenen Gattung von Edelsteinen, dem Spinelle, vor. Eine Verwandtschaft derselben zu Metalloxyden ist nicht bekannt.

Mit Säuren giebt sie sehr bittere, widerlich schmeckende Salze, woher sie auch den Namen Bittererde erhalten hat. Von anderen Erden zeichnet sie sich hauptsächlich durch die Eigenschaft aus, daſs sie mit Schwefelsäure ein leicht lösliches, neutrales, bitteres (englisches)

Salz giebt, wogegen die andern alkalischen Erden schwerlösliche, und die eigentlichen Erden süfse oder zusammenziehende Salze mit dieser Säure geben.

Die Talkerde wird nur in der Medicin benutzt. Sie besteht aus 61,29 Theilen metallischem Radikal und 38,71 Theilen Sauerstoff. In den Graden ihrer Verwandtschaft wetteifert sie mit dem Ammoniak, welches bisweilen von ihr ausgetrieben wird, dagegen aber umgekehrt auch die Talkerde zum Theil niederschlägt. Ammoniak und Talkerde bilden aufserdem mit den meisten Säuren häufig Doppelsalze.

b) Eigentliche Erden.

1. Thonerde.

Die Thonerde kommt in der Natur sehr häufig, aber *niemals rein*, sondern mit anderen Erden, mit Metalloxyden und zuweilen selbst mit Säuren verbunden, vor. Um sie rein zu erhalten, wird sie aus dem Alaun, einem aus Thonerde, Kali und Schwefelsäure bestehenden Doppelsalze ausgeschieden. Sie wird defshalb auch von einigen Alaunerde genannt.

Es ist schwierig, vollkommen reine Thonerde zu erhalten; doch kann es auf folgende Weise geschehen. Man *löst fein gepulverten Alaun in lauwarmem Wasser auf, mischt die erhaltene Lösung so lange mit blausaurem Kali (Blutlauge), bis sie eine grüne Farbe annimmt,* und läfst sie dann einige Tage lang in einem lose bedeckten Gefäfse stehen. Dabei setzt sich langsam blausaures Eisen (Berlinerblau) ab, das durch Filtriren abgesondert wird. Die nunmehr eisenfreie Flüssigkeit wird mit reinem, kieselerdefreiem, kohlensaurem Kali oder Natron gefüllt, welches in einem geringen Ueberschusse zugesetzt und womit die niedergeschlagene Thonerde digerirt wird. Das Alkali verbindet sich dabei mit der Schwefelsäure des Alauns, die Thonerde wird ausgeschieden und die Kohlensäure, welche keine Verwandtschaft zu dieser Erde

hat, entweicht mit Aufbrausen. Der erhaltene Niederschlag ist aber noch nicht reine Thonerde. Setzt man nämlich zu wenig Alkali zu, so enthält derselbe, aufser reiner Thonerde, noch ein schwerlösliches Salz aus Thonerde und Schwefelsäure; und setzt man Alkali in Ueberschufs zu, so besteht er aus einer Verbindung mit Thonerde und kohlensaurem Alkali. Dieses letztere kann aber am leichtesten entfernt werden. Der Niederschlag wird nämlich auf dem Filtrum so lange mit kochendheifsem Wasser gewaschen, als die durchgehende Flüssigkeit auf Fernambuk- und geröthetes Lakmuspapier noch alkalisch reagirt, sodann aber mit destillirtem Wasser digerirt. Dabei wird das Alkali langsam und mit Aufbrausen aufgelöst, der gröfste Theil der Thonerde aber bleibt unaufgelöst zurück; wenn dann alles Aufbrausen aufgehört hat, so wird die Flüssigkeit, wenn auch der zugesetzte Essig noch als Säure reagirt, so lange mit ätzendem Ammoniak vermischt, als noch Thonerde aus dem Essige abgeschieden wird, sodann durch Papier geseiht, mit kochendem Wasser gut ausgewaschen und getrocknet. — Manche geben den Rath, die alkalihaltige Thonerde, statt der Digestion mit Essig, in Salzsäure aufzulösen, und die Thonerde mit ätzendem Ammoniak daraus niederzuschlagen; dieses Verfahren liefert allerdings auch reine Thonerde, ist aber kostbarer. 100 Theile Alaun geben ungefähr $10\frac{2}{3}$ Theile reine, wasserfreie Thonerde.

In Frankreich bereitet man eine Art von Alaun, der aus Schwefelsäure, Ammoniak und Thonerde besteht; dieses Salz braucht man blofs in einem Platintiegel so lange zu glühen, bis es nichts mehr am Gewichte verliert, um reine Thonerde zu erhalten.

Die reine Thonerde ist weifs, in Pulvergestalt, leicht und locker. Bisweilen ist sie gallertartig und erhärtet beim Trocknen; diefs scheint der Fall zu sein, wenn sie aus einer sehr verdünnten Auflösung niedergeschlagen wird, und findet aber eigentlich dann statt, wenn sie noch einen Theil Säure in Gestalt eines basischen Salzes enthält. Sie besitzt weder Geschmack noch Geruch, hängt

sich aber an die Zunge an, und wirkt etwas zusammenziehend auf dieselbe. In der Hitze, welche das, in die Flamme einer Weingeistlampe geblasene Sauerstoffgas giebt, schmilzt die Thonerde langsam zu einem klaren, farbenlosen Glase. In dem unreinen Zustande, worin sie in mehreren Thonarten vorkommt, giebt sie beim Anhauchen einen eigenthümlichen Geruch.

Ihr specifisches Gewicht ist = 2,0. Sie ist im Wasser völlig unlöslich, ob sie gleich eine starke Verwandtschaft zu ihm hat, und selbst im getrockneten Zustande sehr viel Wasser enthält, welches sie erst durch Glühen verliert. *Fällt man salzsaure Thonerde durch kaustisches Ammoniak in grofsem Ueberschusse, so erhält man ein Hydrat der Thonerde, welches nach dem Trocknen noch* $35\frac{1}{4}$ Prozent durch Glühen verliert. Die geglühte wasserfreie Thonerde condensirt die Feuchtigkeit aus der Luft in weit höherem Grade, als andere Erden, so dafs sie bei feuchtem Wetter bis 15 Prozent an Gewicht zunimmt. Auf dieser Eigenschaft der Thonerde, das Wasser leicht einzusaugen und lange an sich zu behalten, beruht ihr wohlthätiger Einflufs auf die Ackererde, welche dadurch der Trockenheit der Luft besser widersteht, und das zum Gedeihen der Gewächse erforderliche Wasser an sich hält. — Ungeachtet die Thonerde im Focus des Brennspiegels oder im brennenden Strahle des Sauerstoff- und Wasserstoffgases geschmolzen werden kann, so ist sie doch in der strengsten Hitze unserer Oefen völlig unschmelzbar; auf der Kohle vor dem Löthrohre aber sintert sie zuweilen mit der Asche zusammen und scheint etwas an den Kanten zu schmelzen. — So lange die Thonerde feucht und frisch gefällt ist, verbindet sie sich leicht mit Säuren, mit Ausnahme der Kohlensäure. Nach dem Trocknen löst sie sich schwieriger auf; nach gelindem Glühen ist sie schwer löslich, aber nach starkem Brennen wird sie fast ganz unlöslich und mufs, um ihre Löslichkeit wieder zu erlangen, mit einem feuerbeständigen Alkali gebrannt werden. Die Thonsalze haben einen süfslichen, zusammenziehenden Geschmack.

Die Thonerde geht in keine Verbindung mit den einfachen Körpern ein. Vom ätzenden *Kali* und Natron wird sie in Menge, und selbst auch von der Baryt- und Strontianerde, aufgelöst; vom ätzenden Ammoniak aber in geringerer Menge. Ueberhaupt hat dieselbe zu den Alkalien, den alkalischen Erdarten und zu einigen der stärkeren Metalloxyde eine so ausgezeichnete Verwandtschaft, dafs sie sich gegen dieselben wie eine Säure verhält.

Man bedient sich bei chemischen Analysen der ätzenden Kalilauge, um die Thonerde aufzulösen und von den Metalloxyden und anderen Erdarten abzuscheiden, welche damit verbunden sein können. Zur Talkerde, welche in der Kalilauge unlöslich ist, hat indessen die Thonerde eine so starke Verwandtschaft, dafs das Kali aus einem talkhaltigen Thone eine geringere Menge Thonerde auflöst, und das meiste davon ungelöst mit der Talkerde in Verbindung bleibt. Aus den Auflösungen in ätzenden Alkalien wird die Thonerde wieder durch Säuren und Ammoniaksalze gefällt, deren Säure das feuerfeste Alkali sättiget, während das Ammoniak ausgetrieben, und die Thonerde gefällt wird. Dabei mufs man jedoch beobachten, dafs man die Thonerde, nach ihrer Wiederauflösung in der zugesetzten Säure, wenn das Resultat gewogen werden soll, durch kohlensaures, nicht aber durch ätzendes Ammoniak niederschlagen mufs, weil sonst ein Ueberschufs des Fällungsmittels ein wenig Erde in der Auflösung zurückhält. Mit kohlensauren feuerfesten Alkalien geht sie eine im Wasser unlösliche Verbindung ein, die sich in Säuren durch Brausen auflöst und sich glühen läfst, ohne dafs sich die Thonerde näher mit dem reinen Alkali verbindet und ohne dafs die Kohlensäure ausgetrieben wird.

Zur Kieselerde hat die Thonerde sehr starke Verwandtschaft. Sie kommt in der Natur fast stets mit ihr verbunden vor, und der gewöhnliche Thon, der daraus entsteht, hat die Eigenschaft, mit Wasser eine zähe Masse zu geben, welche geformt und gebildet werden kann.

Durch Brennen wird die gebildete Masse hart, und oft so hart, dafs sie Glas ritzt und am Stahle Feuer giebt. Darauf gründet sich die Bereitung des Porzellans, Steinguts, der künstlichen Feuersteine u. s. w. Während des Brennens zieht sich der Thon etwas zusammen, und darauf beruht Wedgewood's Pyrometer. Ein Umstand, welcher dieses Schwinden des Thons zu einer unsichern Pyrometerprobe macht, ist der, dafs dasselbe von dem Austreiben des Wassers aus dem Thone abhängt, und dafs dieses durch eine langsame und schwache Hitze eben so gut, als durch eine grofse und heftige Hitze bewirkt wird. Mit Kieselerde und Kali geht die Thonerde mehrere Verbindungen ein, wovon die eine, unter dem Namen Feldspath, im Mineralreiche, als einer der häufigsten Gemengtheile der Gebirgsarten unsers Erdkörpers, vorkommt. Mischt man eine Auflösung von Kieselerde in Kali mit einer Lösung der Thonerde in Kali, so entsteht ein Niederschlag, welcher aus 39,34 Theilen Kieselerde, 28,62 Theilen Kali und 32,04 Theilen Thonerde besteht, also weniger Kieselerde, als der Feldspath, die Thonerde und das Kali aber in gleicher gegenseitiger Proportion enthält.

Die Anwendung des Thons im gemeinen Leben ist sehr mannigfaltig und ist für eine Menge Fabriken und Künste unentbehrlich, z. B. beim Modelliren, beim Bereiten des Porzellans, des Steinguts, der Fayence u. s. w., beim Kattundrucken, Färben, Walken, Fleckausmachen u. s. w.

Die Thonerde besteht aus 53,3 Theilen metallischem Radikale und 46,7 Theilen Sauerstoff. Sie hat weit schwächere Verwandtschaften, als die vorhergehenden Erdarten.

2. Beryllerde.

Diese Erde wurde 1797 von Vauquelin in zwei Edelsteinen, dem Smaragd und Beryll, entdeckt, und ist seitdem noch in einigen wenigen anderen Steinarten

aufgefunden worden. Man erhält sie am besten aus dem Beryll, von welchem sie auch ihren Namen erhalten hat. Dieses Fossil enthält $13\frac{2}{3}$ Prozent Beryllerde, in Verbindung mit Kiesel- und Thonerde. Der Beryll wird im Porphyrmörser ganz fein gepulvert und geschlämmt, nachher aber mit 3 Theilen basisch kohlensaurem Kali im Platintiegel zusammengeschmolzen. Die gebrannte Masse wird in Salzsäure aufgelöst und dann vorsichtig bis zu einer trocknen Masse abgedunstet, nachher aber wieder in Wasser aufgelöst, wobei die Kieselerde ungelöst zurückbleibt. Die Lösung, welche nun salzsaure Thon- und Beryllerde enthält, wird mit ätzendem Ammoniak gefällt, der Niederschlag gut ausgewaschen und, ohne ihn vorher zu trocknen, mit einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak, macerirt, wodurch die Beryllerde aufgelöst wird, die Thonerde aber ungelöst zurückbleibt; wozu jedoch eine sehr grofse Menge kohlensaures Ammoniak erfordert wird. Die Lösung wird dann abgeseiht und nachher das kohlensaure Ammoniak durch Kochen ausgetrieben. Dabei schlägt sich ein weifses Pulver nieder, welches kohlensaure Beryllerde ist. Durch Waschen, Trocknen und Glühen bekommt man die Erde rein und frei von Kohlensäure.

Die reine Beryllerde hat weder Geruch noch Geschmack. Sie ist im Wasser völlig unlöslich und giebt damit einen Teig, der zwar einigen Zusammenhang, aber keine Bildsamkeit besitzt. Sie ist unschmelzbar und erhärtet nicht, wie die Thonerde im Feuer. Ihr specifisches Gewicht ist 2,967. Sie geht mit Schwefel, Phosphor und Kohle keine Verbindung ein. Man gab anfangs an, dafs sie von schwefel-wasserstoffhaltigem Alkali nicht gefällt werde; diefs ist aber unrichtig: vielmehr giebt sie damit einen schleimigen Niederschlag, der sich, unter Entwickelung von Schwefel-Wasserstoffgas, in Säuren auflöst. Sie wird, wie die Thonerde, von den ätzenden feuerbeständigen Alkalien, nicht aber vom Ammoniak aufgelöst. In kohlensauren Alkalien und insonderheit im kohlensauren Ammoniak ist sie sehr leicht löslich.

lich. Ihre Verwandtschaft zu den Säuren ist stärker, als die der Thonerde, aber schwächer, als die der Talkerde. Sie giebt mit Säuren süſse, zusammenziehende Salze, wovon sie auch den Namen Glycin, oder Süſs-Erde (vom griechischen Worte γλυκυς, süſs) erhalten hat. Da jedoch auch die Yttererde, und unter den Metallen das Blei und Cerium süſse Salze geben, so habe ich den Namen Beryllerde beibehalten.

Sie besteht aus 68,83 Theilen metallischem Radikal und 31,17 Theilen Sauerstoff.

3. Yttererde.

Diese Erde wurde im J. 1794 durch Gadolin in einer Steinart von Ytterby in Roslagen entdeckt, die man anfangs Ytterit, dann aber Gadolinit nannte. Sie wurde nachher von Ekeberg untersucht, der sie uns näher kennen lehrte, und dieselbe auch, mit einem neuen Metalle verbunden, in einem Fossile auffand, dem er den Namen Yttrotantal beilegte.

Die Yttererde ist noch sehr selten. Man erhält sie aus dem Gadolinit, welcher aus Yttererde, Kieselerde, Eisenoxydul und Ceroxydul besteht, auf folgende Weise: das Fossil wird gepulvert und in einer Mischung von Salpeter- und Salzsäure aufgelöst, die erhaltene Lösung von der Kieselerde abgeseiht, mit Krystallen von schwefelsaurem Kali gemengt und damit 24 Stunden stehen gelassen. Man muſs dazu mehr schwefelsaures Kali nehmen, als das Liquidum auflösen kann, und am besten ist es, eine Rinde von Krystallen anzuwenden und diese so zu stellen, daſs ein Theil derselben über die Flüssigkeit hervorragt. In dem Maaſse, wie die Flüssigkeit gesättiget wird, schlägt sich ein weiſses Pulver nieder, welches ein Doppelsalz von schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Ceroxydul ist. Dieses Salz ist im Wasser für sich löslich, in einer gesättigten Auflösung von schwefelsaurem Kali aber unlöslich. Die Mischung wird hierauf filtrirt, und wenn man will, der Niederschlag mit einer gesättigten

Auflösung von schwefelsaurem Kali in Wasser ausgewaschen, sodann das Durchfiltrirte mit ätzendem Ammoniak neutralisirt, und das Eisenoxyd mit bernsteinsaurem Ammoniak niedergeschlagen. Der Niederschlag wird auf dem Filtrum abgesondert und die klare Flüssigkeit mit ätzendem Ammoniak gefällt. Das Gefällte ist nunmehr Yttererde, mit etwas Manganoxydul verunreiniget. Um dieselbe von diesem Oxyde zu befreien, wird sie noch feucht mit kohlensaurem Ammoniak, das in vielem Wasser aufgelöst ist, macerirt, filtrirt und die Lösung durch Kochen vom Ammoniak befreit, wobei die Yttererde kohlensauer niederfällt. Ist die Lösung des kohlensauren Ammoniaks zu concentrirt, so tritt der Fall ein, dafs die Erde, ohne aufgelöst zu werden, sich mit einem Theile kohlensauren Ammoniak zu einem weifsen körnigen Pulver verbindet. Von der Kohlensäure wird die Yttererde durch Brennen gereiniget.

Die Yttererde ist im Wasser unlöslich, geschmacklos, unschmelzbar und farbenlos, wenn sie vom Mangan frei ist. Es glückt jedoch selten, dieselbe ganz farbenlos zu erhalten, und es ist ungewifs, ob diefs von fremdartigen Unreinigkeiten herrührt, oder die wahre Farbe der Erde sich wirklich in das Gelbliche zieht. Hält sie einen geringen Antheil Schwefelsäure, so ist sie immer schneeweifs. Sie ist schwerer, als Baryterde; ihr specifisches Gewicht beträgt 4,842. Sie hält, wie die anderen Erden, beim Trocknen einen Theil Wasser zurück, und verliert daher beim Glühen $\frac{1}{5}$ ihres Gewichts. Mit Kohle, Schwefel oder Phosphor kann sie sich nicht verbinden. Sie ist in ätzenden Alkalien gänzlich unlöslich und unterscheidet sich dadurch von den beiden vorhergehenden Erden; von den kohlensauren Alkalien aber, und am meisten vom kohlensauren Ammoniak wird sie aufgelöst, wiewohl in weit geringerer Menge als die Beryllerde. Von dieser letztern unterscheidet sie sich hauptsächlich dadurch, dafs sie durch blausaure Salze gefällt wird und im ätzenden Kali nicht löslich ist. Mit Säuren giebt sie süfse Salze, wovon manche in amethystfarbenen Krystal-

len anschiefsen. In ihren Verwandtschaften wird sie von den Alkalien und den alkalinischen Erden übertroffen. Die Farbe ihrer Salze — das einzige Beispiel unter den Erdarten — gab schon bei ihrer ersten Entdeckung Anlafs zu der Meinung, dafs sie metallischer Natur sei.

Sie besteht aus 80,1 Theilen metallischem Radikal und 19,9 Theilen Sauerstoff.

4. Zirkonerde.

Weniger selten, als die vorhergehende Erde, aber immer noch selten genug ist die Zirkonerde, welche Klaproth im J. 1789 in einem Edelsteine von Zeylon, dem sogenannten Zirkon, entdeckt hat. Man hat sie auch nachher im norwegischen Zirkon, so wie im Hyazinth gefunden, und sie daher auch Hyazintherde genannt.

Der Zirkon von Zeylon besteht aus 68 Theilen Zirkonerde, 31,5 Theilen Kieselerde und einer Spur von Eisen. Man erhält die Erde aus demselben auf die Weise, dafs man 1 Theil ganz fein gepulverten und geschlämmten Zirkon zwei Stunden lang mit 5 Theilen Aetzkali im Silbertiegel schmelzt. Die geschmolzene Masse wird im Wasser aufgeweicht, wobei die Kieselerde mit dem Kali aufgelöst wird, die Zirkonerde aber mit einem Theile unzersetzten Steinpulver ungelöst zurückbleibt. Sie wird mit kochendem Wasser gut ausgelaugt, und darauf in Salzsäure aufgelöst. Die Lösung wird mit vielem Wasser verdünnt, bis zum Kochen erhitzt und $\frac{1}{4}$ Stunde wirklich gekocht. Die Erde wird dabei ausgeschieden und in der Flüssigkeit bleibt das Eisenoxyd zurück, womit die Erde gewöhnlich verbunden ist. Der Niederschlag bildet ein weifses, schweres Pulver, das auf das Filtrum gebracht und mit kochendheifsem Wasser gut ausgesüfst wird. Er ist das Hydrat der Zirkonerde und darf nicht geglüht werden, weil sonst die Erde dadurch ihre Löslichkeit in Säuren verliert.

Eine andere Art, die Zirkonerde vom anhängenden

Eisenoxyd (welches die hartnäckigste Verunreinigung desselben verursacht) zu trennen, ist die, dafs man in der sauren Auflösung derselben soviel schwefelsaures Kali auflöst, als zu deren Sättigung erforderlich ist. Es schlägt sich dabei ein aus schwefelsaurem Kali und schwefelsaurer Zirkonerde bestehendes Doppelsalz nieder, das in der gesättigten Flüssigkeit unlöslich ist und mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kali ausgewaschen werden kann. Dieses Salz wird sodann in etwas reinem Wasser aufgelöst, mit Salzsäure oder Salpetersäure versetzt, und die Erde daraus durch ein Alkali oder durch Kochen niedergeschlagen.

Die reine wasserfreie Zirkonerde ist ein feines weifses Pulver, welches sich rauh anfühlt, und weder Geruch noch Geschmack hat. Sie schmilzt nicht in der Hitze, wenn sie aber ein Alkali enthält, sintert sie zu einer porzellanartigen grauen Masse zusammen und wird so hart, dafs sie am Stahle Funken giebt. Ihr specifisches Gewicht ist = 4,3. Sie ist im Wasser nicht löslich, hält aber einen Antheil davon nach dem Trocknen zurück, und wenn sie aus ihrer Auflösung in einer Säure mit Aetzammoniak niedergeschlagen wird, bildet sie beim Trocknen eine halb durchsichtige gelbliche Masse, die dem Kirschharze nicht unähnlich ist.

Durch starkes Glühen verliert das Zirkonerdehydrat sein Wasser und zugleich 0,37 am Gewichte. Dabei bemerkt man eine Feuererscheinung; es scheint, als ob sie auf einen Augenblick Feuer finge, und sie wird zugleich in Säuren unlöslich, ohne einen Antheil von Sauerstoff aufgenommen, oder irgend eine andere Veränderung erlitten zu haben. Sie verliert ihr Wasser, ehe die Feuererscheinung eintritt, die man übrigens einem näheren Zusammenrücken der kleinsten Theilchen der Erde beigemessen hat, wodurch ihre Wärmecapacität vermindert wird. Sie ist aber, wie wir in der Folge sehen werden, ein Phänomen, welches von einer vor sich gehenden näheren Verbindung der Bestandtheile der Erde herrührt, wodurch diese eine chemische Indifferenz annehmen und

ihre Neigung verlieren, sich mit anderen Körpern zu vereinigen. Ihr Verhalten gegen Kohle, Schwefel und Phosphor ist unbekannt. In ätzenden Alkalien ist sie völlig unlöslich; von den kohlensauren aber wird sie aufgelöst, wodurch sie sich von der Thonerde unterscheidet, welcher sie sonst am meisten ähnlich ist. Ungebrannte Zirkonerde wird von den Säuren aufgelöst und giebt damit eigene Salze von zusammenziehendem Geschmack. Die gebrannte Zirkonerde hingegen ist in Säuren völlig unauflöslich und muſs erst mit Alkalien geglüht werden, um diese Eigenschaft wieder zu erlangen.

Ihre Verwandtschaften sind schwächer, als die der vorhergehenden Erdarten.

5. Thorerde.

Einige Fossilien, die auf einem, bei Finbo, unweit Fahlun, im Gneiſse aufsetzenden Granitgange einbrechen, enthalten, als zufälligen Bestandtheil, einen Mineralkörper, der bis jetzt nur erst in geringer Menge zu erlangen gewesen ist, und daher noch wenig Untersuchungen hat unterworfen werden können, dabei aber dennoch sich als eine Erde charakterisirt hat, die sich durch ihre Eigenschaften von den vorhergehenden unterscheidet und welcher man (nach der skandinavischen Gottheit Thor) den Namen *Thorerde* beigelegt hat. Sie findet sich in einem Gemenge mit *fluſssaurer* Yttererde und *fluſssaurem* Ceroxyd, und wird auf *die* Weise erhalten, daſs man das Fossil schlämmt, nachher, um die Fluſssäure auszutreiben mit concentrirter Schwefelsäure kocht, hierauf die Masse mit Wasser auflöst und filtrirt. Die Lösung wird darauf mit Aetzammoniak gefällt; der Niederschlag in Salpetersäure wieder aufgelöst und zur Trockene abgedunstet, wobei die Thorerde einen Theil der Säure fahren läſst und mit einem Antheile von Yttererde und Ceroxydul ungelöst zurückbleibt. Der lösliche Theil des Salzes wird hierauf mit Wasser ausgelaugt, der ungelöste aber in möglichst wenig, mit Wasser verdünnter

Salpetersäure aufgelöst, bis zum Kochen erhitzt und $\frac{1}{4}$ Stunde im Kochen erhalten. Dabei trübt sich die Lösung und die Thorerde fällt in Gestalt einer durchsichtigen gallertartigen Masse zu Boden. Aus der sauren Flüssigkeit kann man noch etwas weniges Thorerde mehr erlangen, wenn man sie mit Aetzammoniak neutralisirt und wieder aufkocht.

Diese Erde ist weifs, verändert im Glühen die Farbe nicht, verliert aber dabei gröfserentheils ihre Löslichkeit in Säuren und kann dann nur durch Kochen mit concentrirten Säuren aufgelöst werden. Ist sie mit etwas Yttererde verunreiniget, so bleibt sie selbst nach dem Glühen noch ziemlich leicht löslich. Ihre Auflösungen haben einen rein zusammenziehenden Geschmack, ohne dabei süfs oder bitter zu sein. Sie wird durch Kochen gefällt, und der Niederschlag ist ein basisches Salz, welches während des Trocknens stets Kohlensäure an sich zieht und sich dann in Säuren mit Aufbrausen auflöst. Dunstet man die sauren Auflösungen dieser Erde in Glasgefäfsen ab, so bildet sich an den Seiten des Glases, wo die Lösung eintrocknet, ein emailartiger Ueberzug, der am besten zum Vorschein kommt, wenn man das heifse Glas ein wenig umschüttelt, so dafs ein Theil der Auflösung die warmen Stellen des Glases berührt. Diefs ist mit keiner Auflösung der vorher genannten Erden der Fall, und kann dazu dienen, die Anwesenheit dieser Erde auszumitteln, wenn sie nicht zu sehr mit Ceroxyd oder Yttererde vermengt ist.

Die Thorerde wird von ätzenden Alkalien gar nicht, von kohlensauren aber nur in sehr geringer Menge aufgelöst. Sie unterscheidet sich von den übrigen Erdarten, die Zirkonerde ausgenommen, durch ihre Eigenschaft, beim Kochen aus ihren neutralen und verdünnten Auflösungen niedergeschlagen zu werden; von der Zirkonerde aber unterscheidet sie sich dadurch, dafs der Niederschlag bei letzterer weifs, schwer und undurchsichtig, bei der Thorerde hingegen leicht, gallertartig und durchscheinend ist. Sollten beide Erdarten zusammen vorkommen, so

würde man sie von einander scheiden können, daſs die Zirkonerde, wie das Ceroxyd, aus ihren Auflösungen selbst dann, wenn sie einen Ueberschuſs an Säure haben, niedergeschlagen werden kann, wenn man die Flüssigkeit mit schwefelsaurem Kali sättiget, welches bei der Thorerde nicht der Fall ist, da diese in der Auflösung zurückbleibt.

Die Thorerde hat im Kohlentiegel, bei einer Hitze, durch welche Mangan reduzirt wird, nicht reduzirt werden können. Ihre Zusammensetzung und ihr metallisches Radikal sind daher nicht bekannt. In ihren Verwandtschaften zu den Säuren übertrifft sie die Zirkonerde, bleibt aber darin dennoch bedeutend hinter den übrigen Erden zurück. — Eine ausführlichere Beschreibung dieses bis jetzt noch seltenen und wenig bekannten Mineralkörpers findet man übrigens im 5ten Hefte der *Afhandlingar i Fysik, Kemi och Mineralogi*, S. 76. *).

6. Kieselerde.

Die Kieselerde macht den häufigsten Bestandtheil der festen Masse unseres Erdkörpers aus. Sie ist der Hauptbestandtheil einer groſsen Menge Mineralien, unter andern des Feuersteins, Sandsteins, Bergkrystalls u. s. w. Ihre Eigenschaften und ihr Verhalten gegen andere Körper wurden zuerst von dem unvergeſslichen Bergman erforscht.

Die Kieselerde kommt ziemlich rein im Bergkrystall, auch im weiſsen, sogenannten Milchquarz, vor, wo sie nur durch eine, oft unwägbare Spur von Eisenoxyd verunreiniget ist. Bei Anwendung dieser Erde bei chemischen Versuchen muſs man sie jedoch gewöhnlich durch Kunst erst von allen zufälligen Beimengungen reinigen, welches auf folgende Weise geschieht. Man schmelzt 1

*) Daraus in Schweiggers Journal für Chemie und Physik B. XXI. S. 25.

Theil fein gepulverten Bergkrystall, oder Quarz mit 4 Theilen kohlensaurem Kali, löst die zusammengeschmolzene Masse in Salzsäure auf, dunstet die Lösung bis zur Trockenheit ab, und übergiefst dann den trockenen Rückstand mit Wasser, dem etwas Salzsäure zugesetzt ist. Die reine Kieselerde bleibt ungelöst zurück und wird dann auf Filtrirpapier gebracht, gewaschen, getrocknet und geglüht.

In diesem Zustande ist sie weifs, pulverförmig, rauh im Anfühlen, knistert zwischen den Zähnen, und ist im Wasser, in Säuren und den meisten Flüssigkeiten in der Regel vollkommen unlöslich. Ihr specifisches Gewicht ist = 2,66. Sie ist in der strengsten Hitze unserer Oefen unschmelzbar; vor der Flamme einer Weingeistlampe aber, auf welche Sauerstoffgas geblasen wird, schmilzt sie zu einem hellen farbenlosen Glase. Mit Kohle, Schwefel und Phosphor geht sie keine Verbindungen ein.

In der Natur kommt die Kieselerde häufig krystallisirt vor. Durch Kunst ist es nur einigemal gelungen, sie aus einer Auflösung in Flufssäure, oder aus einer sehr verdünnten Auflösung in Aetzkali krystallisiren zu lassen. Es können aber mehrere Jahre vorübergehen, ehe sich ein Krystall von der Gröfse einer Perlgraupe bildet. Wenn sich die Kieselerde schneller absetzt, so bildet sich ein weifser, schleimiger Niederschlag.

Die Kieselerde kann sowohl im Wasser, als in Säuren aufgelöst werden; jedoch sind dazu mancherlei Umstände erforderlich. Im Wasser kann sie durch die Kunst nicht unmittelbar aufgelöst werden; in den grofsen Werkstätten der Natur aber bildet sich diese Auflösung unaufhörlich. Alle unsere Quellwasser enthalten Kieselerde und nicht selten ist sie der häufigste fremdartige Bestandtheil derselben. Sie kann nur durch Abdunstung des Wassers daraus abgesondert werden. In der heifsen Quelle von Reikum auf Island fand Klaproth bis zu 9 Gran Kieselerde auf 100 Kubikzoll, und die kochenden Wasserstrahlen des Geysers setzen auf beiden Seiten des Kraters, sowie das Wasser erkaltet oder verdunstet, eine

Steinkruste, den sogenannten Kieselsinter oder Kieseltuff, ab, der aus Kieselerde besteht, die mit $1\frac{1}{2}$ Prozent Thonerde und $\frac{1}{2}$ Prozent Eisenoxyd gemengt ist.

In Säuren kann die Kieselerde aufgelöst werden, wenn sie vorher mit einem Alkali geschmolzen oder gebrannt worden ist, wo sich dann die gebrannte Masse in einer Säure, am besten in Salzsäure, auflösen läfst. Beim Abdunsten scheidet sich die Kieselerde wieder aus, und die Lösung erstarrt anfangs zu einer durchscheinenden, wasserhellen Gallerte, die so steif ist, dafs man das Gefäfs umwenden kann, ohne dafs etwas herausfällt. Diese Gallerte bekommt nachher beim ferneren Abdunsten Risse und wird einem trocknen Gummi ähnlich. Nach völliger Austrocknung bildet die Masse ein weifses Pulver, aus welchem die Kieselerde weder im Wasser, noch in Säuren aufgelöst werden kann. Sie enthält in diesem trockenen Zustande einen Antheil Wasser, den sie beim Glühen fahren läfst.

Blofs eine einzige Säure löst die trockene oder geglühte Kieselerde auf, nämlich die Flufsspathsäure, wovon weiter unten die Rede sein wird. Im gasförmigen Zustande löst diese Säure mehr Kieselerde, als im flüssigen, auf, und versetzt selbst die aufgelöste Kieselerde in Gasgestalt. Aus diesem Gas kann die Kieselerde wieder gefällt werden, wenn es von Wasser absorbirt wird, vorzüglich wenn dieses mit Natron, Borax oder Boraxsäure versetzt ist. Die auf diese Weise gefällte Kieselerde ist im Wasser ein wenig löslich, so dafs sie bei fortgesetztem Aussüfsen sichtbar sich vermindert, und wenn man dann das Aussüfswasser abdunstet, sich halb gallertartig absetzt.

Die Lösungen der Kieselerde in Flufssäure und, nach vorangegangenem Brennen mit Alkali, in den übrigen Säuren haben keine Aehnlichkeit mit den Salzen und die saueren Eigenschaften der Säure werden dadurch nicht aufgehoben. Dadurch unterscheidet sich die Kieselerde von den übrigen Erdarten und bildet einen Uebergang aus diesen in die Säuren. Wir haben früher gesehen,

daſs die Alkalien durch die alkalischen Erdarten wie eine Kette mit den übrigen Erdarten zusammenhängen; die Talkerde steht auf der Gränze zwischen den beiden letztern, und von den eigentlichen Erdarten nähert sich eine nach der andern, Glied für *Glied*, der Natur der Kieselerde. Die Thonerde wird durch Brennen schwerlöslich; die Zirkonerde völlig unauflösbar, und die Kieselerde wird dieſs schon durch bloſses Trocknen. Alle drei erhalten ihre Löslichkeit durch das Brennen mit einem Alkali wieder; allein die Verwandtschaft der Kieselerde ist so gering, daſs die Säuren durch sie nicht neutralisirt werden.

Die Kieselerde giebt mit den feuerbeständigen Alkalien, mit der *Kalk- und Thonerde*, sehr merkwürdige Verbindungen, welche in den Künsten und zu ökonomischen Zwecken unentbehrlich sind. Die meisten Mineralien, welche zur Klasse der Steinarten gehören, sind Verbindungen von Kieselerde, als Säure, mit *Alkalien*, Erdarten und Metalloxyden; und obgleich die Kieselerde weder einen sauren Geschmack hat, noch als Säure reagirt, so besitzt sie doch mehrere Haupteigenschaften der Säuren, und wir nennen daher ihre Verbindungen mit anderen oxydirten Körpern Silicate, (Siliciates), sowie wir die Verbindungen des Wassers Hydrate benennen.

Die Kieselerde kann für sich mit Kohle geschmolzen nicht reducirt werden; wenn man aber zugleich ein *Metall*, z. B. Eisen, Silber, Kupfer, Mangan u. s. w. zusetzt, so bekommt man ihr metallisches *Radikal*, verbunden mit dem zugesetzten *Metalle*. *Sie besteht* aus 49,7 Theilen *metallischem Radikal* und 50,3 Th. Sauerstoff.

Kieselerde und feuerbeständiges Alkali. Glas.

Die aus sauren Auflösungen abgeschiedene, aber noch nicht geglühete, Kieselerde löst sich durchs Kochen in kohlensauren Alkalien, besonders im kohlensauren Natrum, auf. Die Auflösung gestehet während des Erkaltens zu einer Gallerte, wird aber durch Erwärmen wieder klar.

Wenn man einen Theil Kieselerde mit 4 Theilen Kali zusammenschmelzt, so erhält man eine im Wasser vollkommen lösliche Masse, die den Namen Kieselfeuchtigkeit *(liquor silicum)* führt. Löst man sie in wenig Wasser auf, so wird die Kieselerde von Säuren in Gestalt eines schleimigen Pulvers niedergeschlagen. Geschieht die Auflösung hingegen in 24 mal soviel Wasser, so wird sie darin zurückgehalten. Diesen Umstand benutzt man bei Mineral-Analysen, so dafs man einen unlöslichen Körper nicht eher als Kieselerde ansieht, als bis er auf diese Weise aufgelöst, und dann, nach dem Abdunsten und Eintrockenen, unter den angeführten Erscheinungen niedergeschlagen worden ist. Läfst man eine solche stark verdünnte Kieselfeuchtigkeit locker bedeckt ganz ruhig stehen, so wird das Alkali allmählig kohlensauer, und die Kieselerde abgesondert, ohne gefällt zu werden. Während dann das Wasser langsam, d. h. in einer Zeit von mehreren Jahren verdunstet, setzt sich die Kieselerde in kleinen Krystallen an, mit kohlensaurem Kali untermengt. — Wenn man einen Theil mit Kali geschmolzene Kieselerde in 10 Theilen Wasser auflöst und ein Stück trockenes Metallsalz, z. B. schwefelsaures Eisen oder Kupfer hineinlegt; so verbindet sich die Säure mit dem Kali, und das Metalloxyd schlägt sich zugleich mit der im Kali aufgelösten Kieselerde nieder, welche dabei eine sehr schöne, vom Metalloxyd (im erstern Falle, roth, im zweiten, grün) gefärbte Vegetation bildet.

Aus einer Auflösung von gemeiner Potasche, welche, wie oben erwähnt worden ist, vermöge ihrer Bereitungsart die in der Asche befindliche Kieselerde enthält, wird letztere, während das Kali noch vollkommener kohlengesäuert wird, in Begleitung von etwas kohlensaurem Kalke niedergeschlagen. Dieser Niederschlag hat in neuerer Zeit viele Aufmerksamkeit erregt. Winterl, Professor der Chemie zu Pesth, glaubte darin eine eigene Erdart entdeckt zu haben, die er für ein Hauptelement der Schöpfung hielt und Andronia nannte. Durch einen flüchtigen, unsicheren Blick, und durch eine reiche, aus-

schweifende Einbildungskraft verleitet, baute er auf diese und mehrere andere vermeinte Entdeckungen ein neues chemisches System, welches, in Verbindung mit dem Hange des Zeitalters zu dichterischer Schwärmerei, Erfahrung und genaue Versuche aus der Chemie zu verbannen drohte.

Schmelzt man die Kieselerde mit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ ätzenden, oder $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ kohlensaurem Kali, so wird die geschmolzene Masse im Wasser und in Säuren völlig unauflöslich, und giebt ein schönes, farbenloses Glas, welches um so schöner und dichter wird, je mehr Kieselerde man mit dem Alkali zusammenschmelzen kann. — Das Glas wurde von phönizischen Kaufleuten entdeckt, welche Natron aus Egypten verführten, indem sie sich eines Tages an den Ufern des Belus lagerten, und beim Anzünden eines Feuers ein paar Stücken Natron als Dreifuſs brauchten, welche dabei mit dem Sande zu Glas zusammenschmolzen. Die Anwendung des Glases ging indessen so langsam vor sich, daſs man noch im dritten und vierten Jahrhunderte erst an wenig Orten Fensterscheiben davon besaſs.

Im Groſsen wird das Glas aus Kieselsand oder Feldspath mit Potasche bereitet. Es giebt zwei Hauptarten davon, das weiſse und grüne. Das erstere theilt man, nach den verschiedenen Graden seiner Durchsichtigkeit, in Krystallglas, Flintglas, Spiegelglas u. s. w. Weiſses Fensterglas wird aus 60 Theilen Kieselsand, 30 Theilen reiner Potasche, 15 Theilen Salpeter, 1 Theil Borax und 1 bis $1\frac{1}{2}$ Theil weiſsem Arsenik zusammengeschmolzen. — Krystallglas bereitet man aus 120 Theilen Kieselsand oder Feldspath, 46 Theilen Potasche, 7 Theilen Salpeter, 6 Theilen weiſsem Arsenik und $\frac{1}{8}$ Braunstein. — Flintglas aus 120 Theilen weiſsem Sand, 35 Theilen Potasche, 40 Theilen Mennige, 13 Theilen Salpeter, 6 Theilen weiſsem Arsenik, und $\frac{1}{2}$ Theil Braunstein. — Spiegelglas aus 60 Theilen Kieselsand, 25 Theilen Potasche, 15 Theilen Salpeter, 7 Theilen Borax und $\frac{1}{8}$ Braunstein. — Uebrigens sind die Vorschrif-

ten dazu sehr mannigfaltig. Das grüne Glas oder Bouteillenglas wird aus 2 Theilen Asche, 1 Theil Sand und einem Antheile von Kochsalze zusammengeschmolzen. Zum grünen Fensterglase nimmt man 60 Theile Sand, 25 Theile Potasche, 10 Theile Kochsalz, 5 Theile Salpeter, 2 Theile weifsen Arsenik und $\frac{1}{4}$ Braunstein.

Diese Körper werden alle fein gepulvert und auf das genaueste mit einander vermengt, dann aber gebrannt, bis die Masse zu einem Klumpen zusammengesintert ist. Darauf wird sie in grofsen Tiegeln im sogenannten Glasofen geschmolzen, und wenn man findet, dafs das Glas vollkommen geschmolzen und ohne Blasen ist, so wird das Ungeschmolzene, welches man Glasgalle nennt, davon abgeschäumt, und das Glas verarbeitet. — Das fertige Glas mufs in einem besondern Ofen (dem Kühlofen) langsam abkühlen, weil es sonst spröde wird, und bei der geringsten Gewalt, oder bei unbedeutenden Temperatur-Veränderungen leicht zerspringt. Je langsamer es abkühlt, desto haltbarer ist es, und umgekehrt. Inzwischen hat man beobachtet, dafs Glas, welches zu schnell abgekühlt und spröde geworden ist, wenn man es in einen Topf voll Wasser steckt, dieses bis zum Kochen erhitzt, dann zugedeckt hinstellt und so langsam als möglich erkalten läfst, durch dieses langsamere Abkühlen sehr verbessert wird.

Die Ursache von der Sprödigkeit des schnell erkalteten Glases ist, dafs das Aeufsere durch das Abkühlen sich schneller zusammenzieht, als das Innere; dadurch gerathen die kleinsten Theilchen des Glases in eine andere Stellung gegen einander, und werden dann durch die geringste Gewalt von einander getrennt, oder durch eine unvorsichtig schnelle Erwärmung oder Erkältung geneigt gemacht, ihre Lage gegen einander zu ändern. Man sieht diefs an den sogenannten Glastropfen und Springkolben. Die ersteren sind Tropfen von geschmolzenem Glase, die man in kaltes Wasser fallen läfst, wobei sie einen langen dünnen Schweif bekommen, der zuerst ab-

kühlt. Auf das dickere Ende, welches langsamer erkaltet, kann man pochen u. s. w., ohne daſs es entzwei geht; bricht man aber die Spitze ab, so zerfällt der ganze Tropfen mit einem starken Knall zu Pulver. Springkolben sind gewöhnliche kleine Glaskolben mit dickem Boden, welche aber nicht in den Kühlofen gekommen sind. Ihre innere Oberfläche ist am langsamsten erkaltet, und hält den ganzen Kolben so zusammen, daſs er kleine Stöſse von auſsen, und das Auffallen runder, glatter Körper innerlich aushält; sobald man aber einen eckigen Körper, selbst einen ganz kleinen, z. B. ein kleines Splitterchen Feuerstein, hineinfallen läſst, so fällt der Boden heraus und der Kolben zerspringt entweder augenblicklich, oder eine kleine Weile nachher, in unzählige Stückchen, und zwar durch Aufhebung der Spannung, in welcher die äuſsere Oberfläche vorher erhalten wurde. Man kann sich dieses Verhalten durch die Vergleichung mit einem straff ausgespannten Stück Zeuch versinnlichen, welches der Spannung so lange widersteht, als es noch unverletzt ist, aber bei der kleinsten Ritze, den man mit einer Scheere oder einem Messer darein macht, zerreiſst.

Alkali und Kieselerde sind die Hauptbestandtheile des Glases. Natron giebt ein schöneres Glas, als Kali, macht es aber theurer. Ein Zusatz von Kochsalz dient meist dazu, dem Glase einen Zusatz von Natron zu geben, indem die Salzsäure sich theils mit dem Kali verbindet, theils während des Brennens von der Kieselerde ausgetrieben wird. Auf dieselbe Weise kann auch Glaubersalz dazu angewandt werden. Salpeter, Arsenik und Mangan setzt man deſshalb zu, um mittelst ihres Sauerstoffs solche brennbare Stoffe zu verbrennen, welche etwa in die Masse gekommen sein und dieselbe färben könnten. Das Bleioxyd macht das Glas leichter schmelzbar und daher gleichförmiger, und weniger blasig und streifig. Das grüne Glas hat seine Farbe von dem in der Asche enthaltenen Eisenoxyd. Sie wird vermindert durch einen passenden Zusatz von Braunstein, den man auch dem

weiſsen Glase zusetzt, um ihm allen Schein ins Grüne zu benehmen.

Zuweilen setzt man sogar einen geringen Antheil von in der Luft zerfallenem Kalke zu, weil die Glasmasse dadurch leichter schmelzbar wird; doch darf dieser Zusatz nicht $\frac{1}{20}$ von dem Gewichte der Masse übersteigen, weil sonst das Glas theils von Säuren angegriffen wird, theils die Tiegel durchfriſst. Schlechtes Glas, welches zuviel Alkali enthält, wird mit der Zeit trübe und verwittert auf der Oberfläche. Wenn man es erhitzt, wird es selbst noch unter der Siedehitze, auf der Oberfläche zerlegt und undurchsichtig.

Gutes Glas ist vollkommen durchsichtig. Sein specifisches Gewicht wechselt zwischen 2,3 und 4,0, nach Verhältniſs der darin enthaltenen Menge Bleioxyd. In der Glühhitze läſst es sich zu so feinen Fäden ziehen, daſs man sie kaum mit bloſsen Augen erkennen kann. Es ist elastisch und klingend, und wird, auſser von der Fluſssäure und von starken Laugen ätzender Alkalien, nur von wenigen Stoffen angegriffen. In höherer Temperatur wird es selbst von concentrirter Schwefelsäure und Phosphorsäure angegriffen, und durch langwieriges Kochen wird es sogar vom Wasser zerlegt, wie ich oben S. 274. schon erwähnt habe.

Ehe man Glas zum chemischen Gebrauche anwendet, muſs man es zuvor prüfen, welches am besten auf die Weise geschieht, daſs man einige Stunden lang ein Gemenge von Salpeter- und Salzsäure darin bis zur Trokkenheit einkocht, und dann das Glas auswäscht und trocknet. Wenn dann das Glas bei völliger Trockenheit keinen Fleck auf dem Boden hat, und folglich nicht angegriffen ist, so ist es gut. Bei Mineral-Analysen kann man kein Glas anwenden, welches nicht diese Probe ausgehalten hat; und solches ist (in Schweden) selten, weil man zur Bereitung desselben fast allgemein Potasche und keine Soda anwendet.

Flüsse nennt man gefärbte Glassorten, welche verschiedene Edelsteine nachahmen. Man bereitet sich dazu

erst eine helle Glasmasse, Strafs genannt, aus 2 Loth feingeriebenem Bergkrystall, 1 Loth geglühtem kohlensauren Natron, $\frac{3}{4}$ Loth gebranntem Borax und 30 Gran kohlensaurem Blei, die genau mit einander durchmengt, und nach $\frac{1}{4}$ stündigem gelinden Glühen in der stärksten Hitze, die man hervorzubringen vermag, geschmolzen werden. Läfst man den Ofen mit den eingesetzten Tiegeln langsam abkühlen, so springt die Glasmasse nicht. Aus diesem Glase, welches nachher wieder mit Metalloxyden zusammengeschmolzen wird, erhält man dann gefärbte Glasflüsse. Roth färbt man sie durch Goldpurpur und Kupferoxydul. Das letztere giebt ein sehr schönes rothes Glas, nur geht es leicht in Oxyd über und färbt dann das Glas grün. Durch einen geringen Zusatz von einem reducirenden Körper, z. B. von Eisenspähnen oder Lampenrufs, kann man es aber wieder roth erhalten. Gelb giebt das Antimonoxyd, besonders das verglaste. Eine Beimengung von Eisen färbt pomeranzengelb. Silberoxyd färbt das Glas ebenfalls gelb, wird aber leicht reducirt. Grün erhält man von Kupferoxyd. Ein paar Gran davon sind hinreichend, ein Loth Strafs zu färben. Auch der Nickel färbt grün, und am schönsten Chromoxyd. Blau giebt das Koboltoxyd; schwarz ein reichlicher Zusatz von Eisenoxydul (Hammerschlag); violet das Mangan. Durch Veränderung der Menge und durch mancherlei Vermischung dieser färbenden Stoffe kann man eine unendliche Verschiedenheit in den Farbenabänderungen dieser Flüsse hervorbringen.

Undurchsichtiges weifses Glas, oder sogenanntes Beinglas oder Milchglas erhält man durch Zusammenschmelzen des Glases mit weifsgebrannten Knochen; $\frac{1}{3}$ Knochenmehl macht dasselbe vollkommen weifs und undurchsichtig.

Email oder Schmelz wird ein weifses, undurchsichtiges Glas genannt, welches man auf folgende Weise bereitet. Man schmelzt unter der Muffel eines Probirofens 3 Theile reines Zinn und 10 Theile Blei zusammen und brennt es so lange, bis es in ein weifses farbenloses Oxyd ver-

verwandelt ist. Dieses wird darauf mit 10 Theilen reiner Kieselerde, 2 Theilen kohlensaurem Kali und, auf jedes Pfund der Masse, mit 8 Gran Braunstein, zusammen geschmolzen. Mit dieser Masse überzieht man nachher Bleche von Gold oder Kupfer auf die Weise, daſs man dieselbe fein reibt, schlämmt, auf der Oberfläche der Metalle gleichförmig verbreitet und dann unter der Muffel des Probirofens darauf festbrennt; worauf sie abgeschliffen und polirt werden. Auf diese Weise werden die Emailzifferblätter auf unseren Uhren verfertigt *).

Zum Schlusse muſs ich noch die Veränderung des Glases erwähnen, die man, nach ihrem Entdekker, Réaumur'sches Porzellan nennt. Man erhält sie, wenn man Glas mit Gyps oder Sand umgiebt, in einen Ofen einsetzt, und darin lange glühend erhält, ohne es zu schmelzen. Es verliert dabei seine Durchsichtigkeit, bekommt eine unebene Oberfläche, widersteht dem Temperaturwechsel und äuſserer Gewalt kräftiger als vorher, ritzt das Glas, giebt Funken am Stahl und gleicht

*) Auf dieses Email kann man nachher mit eigenen Farben malen, die nach dem Trocknen eingebrannt werden. Purpur erhält man aus Goldpurpur, oder noch besser aus Knallgold, das mit 4 bis zu 20 Theilen feingeriebenem Email und ein wenig Salpeter und Borax zusammen gemengt wird. Roth erhält man aus Alaun und Eisenvitriol, die mit einander gemengt und so lange gebrannt werden, bis die Schwefelsäure ausgetrieben ist. 3 Theile Alaun und 1 Theil Vitriol geben Fleischfarbe, mehr Vitriol giebt ein dunkleres Roth. Eisenoxyd für sich, ohne Thonerde, würde zu einem grünlichen Glase schmelzen. Gelb erhält man von gleichen Theilen (oder anderen Verhältnissen) Spiesglanz und Bleioxyd, welche mit gleichen Theilen Alaun und Salmiak vermischt und so lange gebrannt werden, bis sie eine schöne gelbe Farbe annehmen. Auch giebt schwefelsaures und phosphorsaures Silber diese Farbe. Grün erhält man von Chrom- und Kupferoxyd; doch muſs letzteres mit einem schwerer schmelzbaren Emailpulver gemengt werden, weil es sonst ausläuft. Blau erhält man aus Kobalt und Violet vom Mangan. Alle diese Farben werden mit gepulvertem Email gemengt. Eisenoxyd und Kobaltoxyd geben schwarz; oder vielmehr ersteres eine so dunkelgrüne, und letzteres eine so dunkelblaue Farbe, daſs sie als schwarz erscheinen.

einigermaſsen dem Porzellan. Man glaubte lange, daſs das Glas bei dieser Behandlung einen groſsen Theil seines Alkali's verliere und das Zurückbleibende mehr Kieselerde enthalte; dieſs ist aber unrichtig. Die Zusammensetzung bleibt dieselbe; allein die kleinsten Theilchen des Glases ändern in dem erweichten Zustande, während des langen Glühens, ihre Lage gegen einander, und nehmen, ihrer Aggregationskraft folgend, ein krystallinisches Gefüge an. Réaumur's-Porzellan ist daher nichts anderes, als eine krystallinische Glasmasse.

Kieselerde und Kalk. Mörtel.

Wenn 3 Theile feiner Sand, 4 Theile grober Sand und 1 Theil frisch gelöschter Kalk mit etwas Wasser zu einem Brei gemengt werden, so erhärtet dieser nach einiger Zeit zu einer steinartigen Masse, womit beim Mauern die Steine verbunden werden. Dieses Erhärten rührt von der Verwandtschaft der Kieselerde zum Kalke her, der sich mit der Oberfläche der Sandkörner verbindet. Den besten Mörtel erhält man aus 3 Theilen feinem Sand, 3 Theilen gepulvertem Ziegelstein, 2 Theilen gelöschtem und 2 Theilen ungelöschtem Kalk, die mit der möglich geringsten Menge Wasser zusammengerührt werden. Ein Zusatz von Braunstein soll diesem Gemenge die Eigenschaft ertheilen, unter dem Wasser zu erhärten. Einen Mörtel, der im Wasser hart wird, erhält man auch, wenn man 4 Theile gemeinen blauen Thon, 6 Theile Braunstein und 90 Theile rohen Kalkstein erst zerstöſst, dann gut untereinander mengt und brennt, nachher aber mit 60 Theilen Sand und einer hinlänglichen Menge Wasser einrührt. Gemeiniglich benutzt man dazu einen vulkanischen Sand aus Italien, Puzzolanerde genannt, den man mit ungelöschtem Kalke zu Mörtel macht. Geglühter und gepulverter Basalt soll dieselben Dienste thun.

Kieselerde und Thonerde. Porzellan. Fayence. Steingut.

Aus reiner Kieselerde und reiner Thonerde, die mit Wasser und ein wenig schwefelsaurem Kalk oder Feldspath zu einer bildsamen Masse zusammen gemengt werden, erhält man durch Brennen Porzellan. Es war schon vor langer Zeit bekannt, die Bereitung desselben war aber ein Geheimnifs der Chinesen. In Deutschland wurde es erst i. J. 1706 von Böttcher entdeckt, und dann durch Réaumur, Tschirnhausen u. a. genauer bekannt.

Das Porzellan wird aus einer reinen, farbenlosen, Kieselerde haltigen Thonart und aus fein gepulvertem Quarz bereitet, die mit etwas Gyps oder Feldspath, oder mit beiden zugleich, vermengt werden. Die Masse wird dann mit Wasser eingerührt und längere Zeit sich selbst überlassen. Man sucht sie gern mehrere Jahre lang so aufzubewahren, weil während dessen die Einwirkung des Wassers wahrscheinlich den Zusammenhang zwischen den kleinsten Theilchen vermindert und dadurch bewirkt, dafs sie sich feiner zertheilen und vollkommener mengen. Hierauf wird die Masse geformt und gelinde gebrannt, welches man Verglühen nennt. Das verglühte Porzellan wird dann auf die Weise glasirt, dafs man es mit einer fein gemahlenen Masse von Feldspath, (der früherhin zuweilen mit etwas Gyps gemengt wurde, jetzt aber an den meisten Orten allein dazu benutzt wird) überzieht und von neuem brennt. Die Kieselerde und Thonerde sind in diesem Gemenge unschmelzbar, werden aber mit Gyps oder Feldspath gemengt, damit die sonst erdartige Masse sich mit einem geschmolzenen, halbverglasten Körper durchziehe, wovon das Porzellan seine Durchscheinenheit bekommt. Durch dieses Brennen schmilzt die Glasur mit dem halbverglasten Porzellan zusammen, so dafs nachher beim Zerschlagen desselben keine scharfe Grenze zwischen der glasigen Oberfläche und dem Innern sichtbar ist. Diefs nennt man ächtes Por-

zellan und erkennt es an seiner Durchscheinenheit. Es hält einen bedeutenden Temperaturwechsel aus, ohne zu zerspringen. Man pflegt es auf mannichfache Weise zu mahlen, was auf dieselbe Weise wie beim Emailmahlen geschieht.

Fayence oder unächtes Porzellan wird aus Pfeifenthon und Kieselerde gemacht. Es ist völlig undurchsichtig und giebt eine poröse Masse, welche durch das Glasiren ihre Dichtigkeit bekommt. Die Glasur wird aus Glas gemacht, welches aus 1 Theil feinem Sand, 2 Theilen Bleiglätte, $\frac{3}{4}$ Potasche und $\frac{1}{3}$ des ganzen Massengewichts Zinnasche besteht. Schlägt man dieses Porzellan entzwei, so liegt die Glasur wie ein Blatt auf der Oberfläche auf. Wedgewood's Steinporzellan hält das Mittel zwischen ächtem und unächtem Porzellan.

Steingut wird aus gemeinem Thon mit beigemengtem Quarzmehl verfertiget. Es ist ein gröberes Fayence, welches vom beigemengten Eisenoxyd roth oder röthlichgelb gefärbt ist. Man glasirt es mit Kochsalz, das in den Ofen geworfen wird und sich in Dämpfen an die Waare anlegt, wobei auf deren Oberfläche das Natron mit der Erde verglast, und die Salzsäure entweicht. Auch wird es mit Thon und Bleioxyd glasirt, die man schlämmt und mit Wasser zusammenrührt, und worin man darauf das Gefäſs eintaucht. Dieses saugt dabei das Wasser ein, und das Pulver setzt sich auf der Oberfläche der Waare an und schmilzt beim Brennen zu Glas. Wenn diese Glasur richtig gemacht und gut eingebrannt wird, so ist das Blei darin völlig unlöslich und kann daher niemals die befürchteten Nachtheile hervorbringen, über die man so viel geschrieben hat. Man hat versucht, bessere Glasurmassen zu erfinden, die kein Blei enthielten; diese Versuche haben aber bis jetzt alle keinen günstigen Erfolg gehabt.

Dachziegel oder Ziegelsteine werden aus gemeinem Thone verfertiget, welcher fein gestampft, mit Sand gemengt, geformt und gebrannt wird. Die kleinsten Theilchen werden mit der Zeit durch die Feuchtig-