

Biblioteka
U. M. K.
Toruń

89378

W
86

Ms. 86
P

LEHRBUCH
DER
CHEMIE

von

E. MITSCHERLICH.



ZWEITER BAND.

ERSTE ABTHEILUNG.

ZKWT



Mit Holzschnitten von F. L. Unzelmann.

BERLIN, 1835.

BEI ERNST SIEGFRIED MITTLER.



89.3.8

II

M e t a l l e.

Bei den Metallen, wie bei den Metalloïden und ihren Verbindungen, bestehen die eigenthümlichen Eigenschaften einer jeden Substanz in ihrem chemischen und physikalischen Verhalten; unter dem letzteren versteht man sowohl alle Erscheinungen, welche wir der Schwerkraft und der Anziehung in kleinen Entfernungen, als die, welche wir dem Lichte, der Wärme, der Elektricität und dem Magnetismus zuschreiben. Bei vielen Metallen sind wegen ihrer Anwendung im gewöhnlichen Leben einige der physikalischen Eigenschaften, z. B. die Dehnbarkeit, die Wärmeleitung, von großer Wichtigkeit. Ich werde bei den einzelnen Metallen, wobei dieses der Fall ist, diese besonders anführen, späterhin aber diese Eigenschaften in der Physik, welche sich mit der Natur dieser Eigenschaften in allen ihren Beziehungen beschäftigt, nach ihrem wissenschaftlichen Zusammenhang abhandeln; so werde ich z. B. das Leitungsvermögen der Metalle für die Elektricität bei der Elektricität, und nicht bei den einzelnen Metallen erwähnen. Uebrigens sind schon bei der atmosphärischen Luft und beim Wasser die physikalischen Erscheinungen, deren Kenntnis für das weitere Fortschreiten im Studium der Chemie notwendig war, angeführt worden.

Eine strenge Grenze kann man zwischen den Metallen und Metalloïden, indem man von ihren physikalischen Eigenschaften ausgeht, nicht ziehen; denn wenn auch Platina und Wasserstoff sehr von einander verschieden sind, so stehen doch Schwefel, Selen, Tellur, Antimon, Phosphor und Arsenik einander so nahe, daß man sie bald zu den Metalloïden, bald zu den Metallen zählt. Noch leichter, als durch ihre physikalischen Eigenschaften, lassen sich die einfachen Körper durch ihre chemischen Eigenschaften in Gruppen theilen. Bei den Metalloïden wird eine solche Gruppe von Chlor, Brom, Jod und Fluor gebildet. So kann man die Metalle in drei Gruppen theilen, nämlich in die der Metalle der Alkalien und alkalischen Erden, in die der Metalle der Erden, und in die der eigentlichen Metalle; aber auch hierbei finden solche Uebergänge statt, daß man keine strenge Grenze ziehen kann. Aufserdem kommen noch Verbindungen von Metalloïden vor, welche ganz dieselben chemischen Eigenschaften haben, wie die Metalloxyde, so daß man, um nicht das Studium der Chemie zu erschweren, gezwungen ist, sie neben die Metalloxyde zu stellen; dahin gehört z. B. das Ammoniak, welches aus Stickstoff und Wasserstoff besteht, und dessen zahlreiche Verbindungen mit Säuren ganz denen des Kali's entsprechen. Für die eigentlichen Metalle hat man ihre Verwandtschaft des Sauerstoffs als Eintheilungsgrund benutzt, und edle Metalle diejenigen genannt, deren Oxyde durch bloße Temperatur-Erhöhung ihren Sauerstoff abgeben; dahin gehören Silber, Gold u. s. w. Unedle Metalle nannte man diejenigen, deren Oxyde nicht durch erhöhte Temperatur zerlegt werden, z. B. Blei, Kupfer u. s. w. Auf die Abtheilung, welche man unter den einfachen Körpern machen kann, werde ich später zurückkommen, und jetzt sie und ihre Verbindungen nach einer solchen Reihefolge abhandeln, welche mir das Studium derselben am meisten zu erleichtern scheint und zugleich an die ältere Eintheilung sich anschließt. Nach jedem Metall werde ich

die Oxyde, dann die Salze desselben, darauf die Schwefelverbindungen, die Schwefelsalze, die Chlorverbindungen u. s. w. abhandeln.

Die Metalle der Alkalien und Erden.

Noch weniger, wie sich eine scharfe Grenze zwischen den Metalloïden und Metallen ziehen lässt, kann man die Metalle der Alkalien, der Erden und die übrigen Metalle von einander trennen und in besondere, durch ausgezeichnete Charaktere von einander geschiedene Klassen abtheilen. Obgleich jetzt die Darstellung des Kaliums und Natriums nicht viel schwieriger ist, als die des Zinks, so ist die Natur der Alkalien und Erdarten doch erst spät entdeckt worden, und dieses ist der Grund gewesen, dass man die Alkalien und Erden von den schon zerlegten Metalloxyden trennte. Eben so wie jeder Substanz oder chemischen Verbindung gewisse Eigenschaften zukommen, so kann man künstliche Abtheilungen zwischen den verschiedenen Metallen machen, indem man eine gewisse Anzahl dieser Eigenschaften als das Charakteristische einer Klasse aufstellt. Man könnte diese Abtheilung ohne grossen Nachtheil ganz weglassen, und die einzelnen Körper neben einander, wie sie durch ihre in wissenschaftlicher oder in praktischer Hinsicht am meisten wichtigen Eigenschaften zusammen gehören, abhandeln, wenn es hier nicht besonders nöthig wäre, auf die schon in anderen Lehrbüchern und Wissenschaften gebräuchlichen Abtheilungen und Namen aufmerksam zu machen, und den Studirenden an diese Abtheilung, worauf man sich so häufig bezieht, zu gewöhnen. Jede Eintheilung, von welcher Art sie sein mag, hat ihre grossen Schwierigkeiten; will man z. B. die chemischen Eigenschaften des Metalls berücksichtigen, so muss man das Silber neben das Gold, das Blei neben das Kupfer stellen; berücksichtigt man dagegen die chemischen Eigenschaften der Oxyde, so muss man das Silber neben das Natrium, das Blei neben Strontium und Ba-

rium stellen. Auch aus diesen Gründen ist hier die gewöhnliche Abtheilung beibehalten.

Zu den Alkalien rechnet man Kali, Natron, Lithion und Ammoniak. Die drei ersten bestehen aus einem Metall mit Sauerstoff verbunden; das letztere aus Stickstoff und Wasserstoff. Das Ammoniak hat in seinen Verwandtschaften zu den Basen so viel Aehnlichkeit mit dem Kali, daß man das Studium der Salze dieser Verbindungen erschweren würde, wenn man das Ammoniak an einer anderen Stelle abhandeln wollte. An das Ammoniak schließen sich die Alkalien an, welche fertig gebildet in Pflanzen vorkommen, und wovon einige durch Zersetzung thierischer Körper oder Destillation gewonnen werden können. Es ist höchst wahrscheinlich, daß diese Alkalien aus Ammoniak und einer Verbindung aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sind, wie bei den Säuren die Benzinschwelsäure aus Benzin und Schwefelsäure, die Benzoësäure aus Benzin und Kohlensäure. Schon bei dem Harnstoff, welcher aus kohlensaurem Ammoniak und wenigem Wasser ($2\text{C}4\text{O}4\text{N}12\text{W} - 2\text{O}4\text{W}$) besteht, habe ich angeführt, daß er sich gegen Salpetersäure und Oxalsäure als eine Basis verhält. Mit dem Harnstoff kann man diese Basen am passendsten vergleichen, da die Säuremenge, welche sich mit dem Harnstoff und diesen Basen verbindet, zu dem Stickstoffgehalt in einem ähnlichen Verhältnis steht; dieser beträgt nämlich so viel, daß, wenn er mit Wasserstoff zu Ammoniak verbunden wäre, er mit der Säure in den Salzen dieser Alkalien ein neutrales Ammoniaksalz, und in den Verbindungen des Harnstoffs ein basisches bilden würde. Ich werde diese Basen gleich nach den Metallen abhandeln, so wie ich die auf ähnliche Weise zusammengesetzten Säuren am Ende der Säuren abgehandelt habe.

Zu den alkalischen Erdarten rechnet man Baryterde, Strontianerde, Kalkerde und Magnesia (Talkerde).

Zu den eigentlichen Erdarten rechnet man

Thonerde, Beryllerde, Yttererde, Zirconerde und Thorerde. Die Thonerde, das Kali, das Natron, das Ammoniak, die Kalkerde und die Magnesia sind unter diesen Substanzen von der größten Wichtigkeit; sie bilden, mit der Kieselsäure und Kohlensäure verbunden, die Hauptmasse der festen Erdenrinde; mit Kieselsäure verbunden, das Glas, das Porcellan und andere Gegenstände dieser Art. Die Baryerde ist für sich und durch einige Verbindungen, welche sie eingeht, von Interesse; vom Lithion dagegen, von der Strontianerde, Beryllerde, Thorerde, Yttererde und Zirconerde werde ich nur sehr wenig anzuführen haben.

Die Namen der Metalle sind nach den Namen ihrer Oxyde, welche man viel früher als das Metall kannte, gebildet, indem man zu dem Staminworte des lateinischen Namens die Endigung *um* hinzufügte; z. B. hat man aus Kali Kalium gebildet. Für den Namen des Oxyds und den Namen des Metalls einen neuen Namen, wie bei den gewöhnlichen Metalloxyden, bilden zu wollen, und statt Kali Kalumoxyd zu sagen, würde etwa nur dann zulässig, wenn man dem Anfänger einen Zersetzungspocess erklären wollte, sonst aber eben so wenig passend sein, als wenn man für Wasser Wasserstoffoxyd sagen wollte, da die Namen der Alkalien und Erdarten, weil sie so sehr häufig vorkommen, wie andere Namen für gewöhnliche Gegenstände in die Sprache aufgenommen sind. Unter den Ausdrücken, welche häufig bei den Alkalien vorkommen, gehört kaustisch und mild, flüchtig und feuerbeständig, mineralisches und vegetabilisches Alkali. Kaustisch oder ätzend nennt man die Alkalien, wenn sie mit keiner Säure, außer mit Wasser, verbunden sind, weil sie alsdann die Eigenschaft haben, thierische Stoffe und Theile des lebenden Organismus aufzulösen; auf die Zunge gebracht, bringen sie das Gefühl von Brennen hervor (*καυσινός*, brennend, fressend, *καίω*, ich brenne). Mild nennt man sie, wenn sie mit Kohlensäure verbunden sind. Flüchtiges Alkali nennt man das Ammoniak, weil es bei der gewöhnlichen

Temperatur gasförmig ist; feuerbeständig (fix) das Kali und Natron. Vegetabilisches Alkali nannte man das Kali, weil man es aus den Pflanzen erhielt; mineralisches Alkali das Natron, weil man es aus Mineralien, besonders dem Kochsalz, erhielt. Diese Benennungen sind unpassend; Kali und Natron sind nämlich bei der Rothglühhitze flüchtig; das Kali kommt in großer Menge in den Mineralien vor, im Feldspath u. a. m., und das Natron erhält man gleichfalls durch Einäscherung von Pflanzen, welche am Meeresstrande wachsen. Der Name Alkali und Kali stammt aus dem Arabischen; قلْجُون (kaljun) und قلْجُون (kiljun) bedeutet nämlich die Asche verschiedener Pflanzen, der Salicornien und anderer, von قلْ (khalah), braten, rösten; *al* ال ist der arabische Artikel.

1. Kalium.

Das Kalium ist bei $+15^{\circ}$ weich und läßt sich kneten. Dieser weiche Zustand geht bis 55° , bei welcher Temperatur es vollständig flüssig ist; es gleicht alsdann dem Quecksilber. Bei 10° läßt es sich schneiden und hat den Glanz des polirten Silbers; bei 0° ist es spröde und zeigt eine deutliche krystallinische Textur. Bis zur Rothglühhitze erhitzt, verflüchtigt es sich, indem es ein grünes Gas bildet.

Das spec. Gewicht des Kaliums ist bei 15° 0,865; es ist also, eben so wie das Natron, leichter als Wasser. Was das spec. Gewicht der Metalle anbetrifft, so findet ein allmäßlicher Uebergang vom Kalium zum Barium, welches schwerer als Schwefelsäure ist, zum Antimon, welches ein specifisches Gewicht von 6,7 hat, bis zum Platin statt, welches ein specifisches Gewicht von 21,4 hat; das specifische Gewicht ist daher kein charakteristisches Kennzeichen für die Metalle.

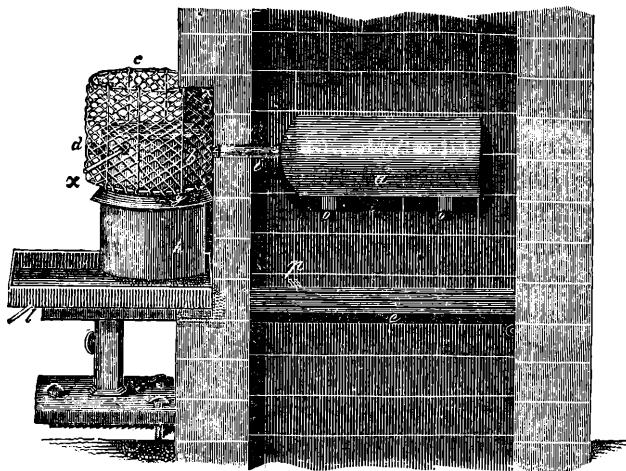
Der atmosphärischen Luft ausgesetzt, oxydirt es sich allmälig, ohne sich zu entzünden; erhitzt man es, bis es sich zu verflüchtigen anfängt, so entzündet es sich und brennt mit Flamme. Auf Wasser geworfen, zerlegt es das Wasser, entzündet sich, und indem es sich rasch auf der Oberfläche des Wassers bewegt, oxydirt es sich unter fortdauerndem Verbrennen. Wenn die Flamme aufgehört hat, so bleibt das Kaliumoxyd als eine Kugel auf dem Wasser zurück, bei welcher, wenn ihre Temperatur etwas sinkt, dieselbe Erscheinung eintritt, welche statt findet, wenn man Wasser in einen glühenden Platinatiegel tröpfelt; wenn die Kugel nämlich so weit erkaltet ist, daß zwischen ihr und dem Wasser keine Schicht von Wasserdampf sich befindet, so wird sie, sobald sie mit dem Wasser in Berührung kommt und sich dadurch eine grosse Menge Wasserdampf erzeugt, fortgeschleudert. Man muß bei der Anstellung dieses Versuchs, sobald dieser Moment eintritt, die Augen verschließen, weil kleine Mengen Kali, wenn sie in's Auge kommen sollten, gefährliche Verletzungen hervorbringen können.

Das Kalium übertrifft alle andere Substanzen an Verwandtschaft zum Sauerstoff, so daß es mit oxydirtten Körpern gemengt und erwärmt diesen Sauerstoff entzieht. Bei verschiedenen Gasarten, dem Stickstoffoxydul, dem Stickstoffoxyd, habe ich erwähnt, wie man diese Eigenschaft benutzt hat, um die Zusammensetzung dieser Verbindungen zu bestimmen; beim Kiesel und Bor, wie man die Kieselverbindungen und Borverbindungen dadurch zerlegt und Kiesel und Bor darstellt, und späterhin habe ich noch andere Zersetzung dieser Art anzuführen. Das Kohlenoxydgas wird davon noch bis zur Rothglühhitze zerlegt; bei einer höheren Temperatur dagegen zerlegt die Kohle das Kali, indem Kohlenoxydgas gebildet wird.

Diese Zerlegung des Kali durch Kohle benutzt man, um in größerer Menge Kalium darzustellen. Bei allen Zerlegungen durch Kohle, besonders der schwer reducirebaren Metalloxyde, ist es nothwendig, daß die Kohle auf's

innigste damit gemengt sei. Bei dem kohlensauren Kali ist dieses um so nothwendiger, weil dieses schon bei der Rothglühhitze schmilzt, und bei einem unvollkommenen Gemenge also leicht der Fall eintreten kann, daß die flüssige Masse zu Boden sinkt und die Kohle obenauf schwimmt, und alsdann nur wenig mit dem kohlensauren Kali in Berührung kommt, welches dagegen, wenn die Kohle in hinreichender Menge und gut mit dem kohlensauren Kali gemengt worden ist, nicht statt findet; denn das schmelzende kohlensaure Kali zieht sich dann in die Kohle hinein, so wie dieses mit dem Wasser der Fall ist, wenn man damit Kohle anfeuchtet. Man erreicht diese vollkommene Mengung am besten, wenn man ein vegetabilisches Kalisalz anwendet, welches, der Destillation unterworfen, viel Kohle hinterläßt. Das wohlfeilste unter diesen Kalisalzen ist der rohe Weinstein. Den Tiegel, worin man ihn erhitzt, verschließt man mit einem Deckel, und verschmiert die Fugen mit Lehm, so daß die Gasarten, welche sich entwickeln, entweichen können, die atmosphärische Luft aber nicht hineintreten kann; wenn sich keine brennbaren Gasarten mehr entwickeln, ist die Operation vollendet. Man läßt nun den Tiegel rasch erkalten, mengt den erhaltenen Rückstand in einer Rettorte noch warm mit der Kohle, wovon man den zehnten Theil vom Gewichte des angewandten Weinstins nimmt, und schüttet dieses Gemenge sogleich in eine eiserne Flasche. Die eisernen Flaschen, in welchen man das Quecksilber von Spanien aus verschickt, passen dazu sehr gut; doch mußt man sie vor dem Gebrauche in einem gut ziehenden Ofen bis zum Rothglühen erhitzten, damit das etwa zurückgebliebene Quecksilber verflüchtigt werde. Die Schraube, welche in der Oeffnung der Flasche eingeschnitten ist, läßt man herausfeilen und ein eisernes Rohr einschleifen: Dieses Rohr wählt man so kurz als möglich, so daß, wenn man die Flasche in den Ofen hineinlegt und befestigt hat, es nur so viel aus der Wand.

des Ofens heraussteht, dass die Vorlage *h* fest darauf aufgesteckt werden kann. Den zu dieser Operation passen



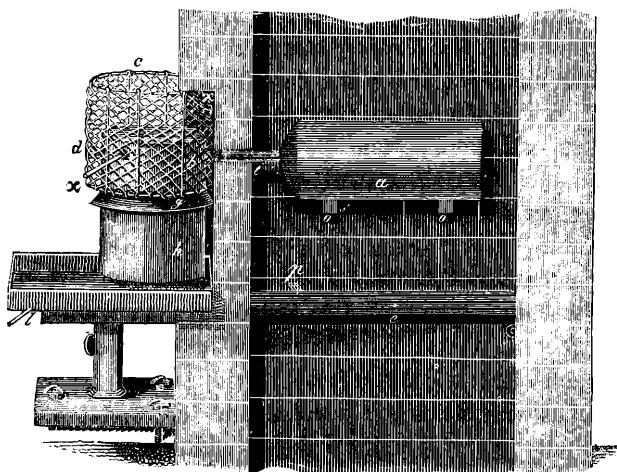
den Ofen habe ich schon früher (Bd. I., pag. 256.) angeführt. Die Flasche *a* legt man auf zwei Eisenstäbe *o o*, worauf man sie mit starkem Draht festbinden kann. Die Vorlage besteht aus einem kupfernen Gefäse, von der Form einer ovalen Dose. Der Deckel *n* desselben geht in den unteren Theil inwendig fast bis auf den Boden hinein; er ist rund herum mit einem Rand *g*, und über diesem mit einem Netz von Kupferdraht umgeben, welches nur lose aufgesteckt ist. An dem einen Ende des Deckels ist eine Tille *b* angebracht, deren äufseres Ende aus dünnem Kupferbleche besteht. Auf diese Tille ist das Rohr *i* der Flasche aufgeschliffen; das dünne eingeschnittene und etwas nach innen gebogene Kupferblech hält es durch seine Federkraft fest. Gerade gegenüber bei *d* ist eine zweite Tille, welche mit einem Kork verschlossen wird, und bei *x* eine dritte Tille angebracht, worin man mit einem Kork ein Glasrohr befestigt. Das ganze Gefäss



stellt man auf einen Untersatz, welcher bei *l* ein Loch hat und vermittelst Stellschrauben so gestellt werden kann, dass das Gefäls gut darauf steht. In dem Deckel ist noch eine Scheidewand *i* angebracht, um die Erkaltung der hineintretenden Substanzen zu beschleunigen. In die Vorlage gießt man destillirtes Steinöl, bis ungefähr ein Drittel damit gefüllt ist. Die Länge der Flasche beträgt 11, die Höhe 4 Zoll; nach diesem Maassstabe sind die übrigen Theile des Apparats gezeichnet.

Wenn kohlensaures Kali mit Kohle erhitzt wird, so besteht unstreitig die Hauptzerlegung darin, dass sich Kohlenoxydgas und Kalium bilden; aufser diesen beiden trifft man in der Vorlage noch andere Substanzen, nämlich eine schwarze Masse, welche viel Kalium enthält, croconsaures Kali, oxalsaures Kali, fein vertheilte Kohle, die mechanisch mit herübergerissen wird, und Kali geht gleichfalls über. Ob diese Substanzen gleich bei der Zersetzung gebildet werden, oder erst später durch Einwirkung des Kaliums, Kohlenoxydgases und Steinöls auf einander entstehen, ist noch nicht ausgemacht. So viel hat jedoch die Erfahrung gelehrt, dass die Darstellung des Kaliums am besten gelingt, wenn man das Rohr *i* bis zu der Tille der Vorlage rothglühend erhält und die Retorte sehr kalt gehalten wird; es tröpfelt alsdann das Kalium aus dem Rohre in die Vorlage herunter, und bleibt nur sehr kurze Zeit mit dem Kohlenoxydgas in Berührung. Die Abkühlung der Vorlage geschieht dadurch, dass man Eis auf den Deckel der Retorte in das Netz hineinlegt, und auch den unteren Theil derselben mit Eis umgibt; das gebildete Wasser fließt vom Deckel über den kupfernen Rand *g* in den Untersatz, und aus diesem sogleich durch das Rohr bei *l* ab, so dass, selbst wenn an der Vorlage eine undichte Stelle entstanden sein sollte, kein Wasser hineindringen kann. Man setzt die Vorlage an das Rohr *i*, sobald Kaliumdämpfe sich an der Mündung desselben entzünden; zuerst entweicht nämlich

noch etwas Wasser und Quecksilber, welches in der Flasche als Dampf beim Erhitzen zurückgeblieben war. Ehe die Flamme herausschlägt, bemerkt man das grüne gasförmige Kalium in der Flasche. Sollte das Rohr *i* auch nicht vollkommen dicht schliessen, so verbrennt etwas Kalium; das so gebildete Kali verstopft aber sogleich die



Fugen. Ist das Rohr *i* stets glühend und findet die Abkühlung gehörig statt, so geht zuweilen die Darstellung des Kali ohne Unterbrechung vor sich. Manchmal verstopft sich jedoch das Rohr, welches man sogleich dadurch bemerkt, dass die Dämpfe aufhören, aus dem Rohr bei *x* sich zu entwickeln; alsdann muss man sogleich mit einem starken Eisendraht, dessen vorderes Ende platt ge-



schlagen und umgebogen ist, in das Rohr *i* durch die Oeffnung, indem man den Kork wegnimmt, hineinfahren und die angesetzte Masse herauskratzen. An dem Draht bezeichnet man mit einem Feilstrich *l* die Länge, bis zu welcher man es in den Apparat hineinstoszen muss, um

bis in die Flasche zu gelangen; den Feilstrich macht man an der entgegengesetzten Seite, nach welcher man das Ende umgebogen hat, um sich beim Herauskratzen darnach zu richten. Als Brennmaterial wendet man am besten 3 Theile Holzkohle und 1 Theil Coaks an; den Zug leitet man durch einen Schieber im Schornstein, und durch sorgfältiges Nachstoßen der Kohlen verhindert man das Hohlbrennen. Die Entwickelung des Dampfs aus dem Rohre *a* dient als Leiter für das Feuern. Will man die Operation beendigen, so zieht man die Stange *p*, worauf der Rost ruht, heraus, und die Kohlen fallen alsdann herunter.

Je sorgfältiger die Operation geleitet ist, um so grösster ist die Masse von geschmolzenen Kaliumkugeln in der Vorlage; im entgegengesetzten Fall ist die Menge der schwarzen Masse bedeutender. Das Kalium enthält Kohle chemisch gebunden, man destillirt es daher zugleich mit der schwarzen Masse, schüttet beides zu diesem Endzweck in ein Gefäß von Schmiedeeisen *a*, und übergieft es mit



Steinöl; das Gefäß verschließt man hierauf mit einem gebogenen Flintenlauf *b*, welcher luftdicht darin eingeschliffen ist, und erwärmt es langsam in einem gut ziehenden tragbaren Windofen. Zuerst geht das Steinöl

über, welches man, so wie das übergehende Kalium, in einer weiten Flasche auffängt, indem man das offne Ende des Rohrs nur wenig unter die Oberfläche des Steinöls heruntergehen lässt, wodurch man dasselbe, wie bei der Destillation des Phosphors (Bd. I., pag. 54.), bezweckt. Sobald die Temperatur der Flasche bis zur Rothglühhitze steigt, so klopft man von Zeit zu Zeit an das Rohr *b*, wodurch Kugeln von halbflüssigem Kalium in das Steinöl herunterrinnen. Fürchtet man ein Verstopfen des Rohrs, so kann man mit einem dünnen gebogenen Drahte hineinfahren.

Vermittelst der galvanischen Säule, wie ich im physi-

kalischen Theile dieses Lehrbuchs anführen werde, und dadurch, daß man Kalihydrat in Dämpfen über stark glühende Eisenspähne leitet, kann man gleichfalls Kalium, doch nur in geringer Menge und verhältnismäßig, zur Ausbeute mit großen Kosten erhalten.

Kalium und Sauerstoff.

Wird Kalium in atmosphärischer Luft erhitzt, welche weniger Sauerstoff enthält, als hinreichend ist, um Kali zu bilden, so scheint sich eine niedrigere Oxydationsstufe, ein Kaliumsuboxyd, zu bilden, welches man jedoch bisher noch nicht rein hat darstellen können, und dessen Zusammensetzung man daher noch nicht genau kennt. Mit Wasser in Berührung gebracht, oxydirt es sich zu Kali. Wasserfrei kann man das Kali nur darstellen, wenn man zu Kalium so viel Sauerstoff treten läßt, daß sich Kali bildet, oder wenn man 1 Theil Kalium mit 1,4 Theile Kalihydrat zusammenschmilzt; es ist weiß, schmilzt und verflüchtigt sich in der Rothglühhitze. Mit so viel Wasser in Berührung gebracht, daß das Hydrat gebildet wird, verbindet es sich unter Entwicklung von so viel Wärme damit, daß das gebildete Hydrat bis zur Rothglühhitze sich erhitzt. Kaliumsuperoxyd erhält man, wenn man Kalium auf einem Stückchen Chlorkalium oder auf einer silbernen Platte in einem Ueberschus von Sauerstoff verbrennt; es ist gelb, schmilzt, wenn es bis zur Glühhitze erhitzt wird, und nimmt beim Erkalten ein krystallinisches Gefüge an; an Wasserstoff, schweflichte Säure, Stickstoffoxydul und Ammoniak, wenn es darin erhitzt wird, giebt es Sauerstoff ab. Es bildet sich gleichfalls, wenn Kalihydrat beim Zutritt der Luft eine Zeit lang im Schmelzen erhalten wird.

Die Zusammensetzung des Kali's findet man, indem man im Chlorkalium durch Fällung mit salpetersaurem Silberoxyd das Chlor bestimmt, und aus der Chlorverbindung die Sauerstoffverbindung berechnet, oder, indem

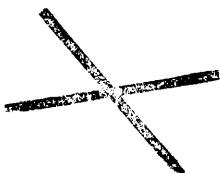
man im schwefelsauren Kali durch Fällung mit einem Barrysalze die Schwefelsäure bestimmt, und, da in den neutralen schwefelsauren Salzen der Sauerstoff der Basis zum Sauerstoff der Säure wie 1:3 sich verhält, aus der Schwefelsäure die Sauerstoffmenge der Basis berechnet. Nach den genauesten Versuchen sind im Kali 100 Theile Kalium mit 20,409 Theilen Sauerstoff verbunden; das Kali enthält demnach 16,95 p. C. Sauerstoff. Durch diese Verbindung des Kaliums mit dem Sauerstoff kann man die Zusammensetzung des Kali's nur annähernd bestimmen, da es dabei sowohl mit Superoxyd, als mit Suboxyd gemengt erhalten werden kann. Das Superoxyd enthält drei Mal so viel Sauerstoff, als das Oxyd.

Die Salze des Kali's.

Das Kalihydrat. Das Kaliumsuperoxyd wird noch leichter vom Wasser zersetzt, wie Mangansuperoxyd von der Schwefelsäure; übergießt man es damit, so wird Sauerstoff ausgetrieben, und eine Verbindung von Kali und Wasser, Kalihydrat, bildet sich, so dass also die Verwandtschaft des Wassers zum Kali sehr gross ist. Man erhält das Kali stets mit Wasser verbunden, wenn man es aus seinen Verbindungen ausscheidet. Die Darstellung des Kalihydrats, sowohl im festen Zustande als in Wasser aufgelöst, ist von großer Wichtigkeit, weil es bei vielen Untersuchungen angewandt wird; man gewinnt es am reinsten und am bequemsten aus dem kohlensauren Kali, dessen Darstellung und Reinigung ich gleich anführen werde. Einen Theil reines kohlensaures Kali löst man in 10 Theilen Wasser auf; ist die Auflösung nicht klar, so lässt man sie sich absetzen. Die klare abgegossene Flüssigkeit erhitzt man in einem blanken eisernen Kessel bis zum Kochen, und setzt in kleinen Mengen zu der kochenden Auflösung von Zeit zu Zeit Kalkhydrat hinzu. Wenn man zu 10 Theilen kohlensaures Kali etwas mehr als 4 Theile reiner Kalkerde (gebrannter Kalk aus

aus Marmor, welcher mit Säuren nicht aufbraust), welche mit der hinreichenden Menge Wasser versetzt worden ist, um sie in Kalkhydrat umzuändern, nach und nach hinzugesetzt hat, indem man die Masse fortdauernd im Kochen erhält, so nimmt man ein Wenig von der Flüssigkeit, welche, wenn man sie stchen läfst, bald klar wird, und versetzt sie mit einer Säure; findet Aufbrausen statt, so fährt man mit dem Kochen fort, indem man noch so lange Kalkerde hinzusetzt, bis Säuren kein Aufbrausen mehr bewirken. Nimmt man weniger Wasser, nur drei oder vier Theile auf einen Theil kohlensaures Kali, so findet zwar eine Zerlegung des kohlensauren Kali's *) statt, es wird aber nicht vollständig zerlegt; setzt man zu viel Kalkerde hinzu, so bleibt bei der überschüssig zugesetzten Kalkerde zu viel Kali zurück. Eigentlich bedürfen 866,303 Theile kohlensaures Kali ($\text{KC} = 489,916 + 100 + 76,743 + 200 = 866,353$) nur 356,019 Th. Kalkerde ($\text{Ca} = 256,019 + 100$), oder 10 Th. nur 4,03 Th. Kalkerde zur Zersetzung; gewöhnlich pflegt man 6 bis 8 Theile hinzuzusetzen, weil die Operation als dann rascher beendigt ist. Will man das Kali in Wasser aufgelöst aufbewahren, so gießt man zuerst eine kleine Menge der heißen Flüssigkeit in die zur Aufbewahrung bestimmte Flasche, und schwenkt sie darin herum, damit die Flasche sich erwärmt und nicht springe, wenn man gleich darauf die ganze Masse hineingießt; dieses geschieht durch einen Trichter, damit die Auflösung nirgend die innere Wand des Halses der Flasche, welcher mit einem Glasstöpsel verschlossen wird, berühre. Das Gefäß stellt man auf ein Brett; wird es auf einen Stein gestellt, so

*) Die Gegenwart von Kali oder Natron in einer Auflösung von kohlensaurem Kali oder Natron kann man durch salpetersaures Silberoxyd bestimmen; ist Kali oder Natron gegenwärtig, so fällt, bis dieses mit Salpetersäure gesättigt ist, Silberoxyd nieder, und nachher erst kohlensaures Silberoxyd. Man unterscheidet die Fällungen leicht durch ihre Farbe.

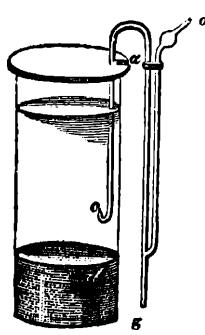


springt es der raschen Abkühlung wegen sehr oft. Die Flasche verschließt man mit dem Stöpsel, und am andern Tage hat sich die Auflösung vollständig geklär, indem der kohlensaure Kalk und die überschüssige Kalkerde sich abgesetzt haben; in der Auflösung ist ein Wenig Kalkerde, so viel, wie sich in Wasser auflöst, enthalten, welche sich mit der Kohlensäure, die aus der Luft beim Oeffnen oder bei einem nicht ganz vollständigen Verschluss aufgenommen wird, sogleich verbindet. Ist



bei einigen Versuchen diese Kalkerde schädlich, so fällt man sie durch einen Zusatz von einigen Tropfen einer Auflösung von kohlensaurem Kali. Will man diese Kali-
auflösung, welche man mit dem Bodensatze aufbewahrt, benutzen, so nimmt man sie mit einer Pipette heraus; den Stöpsel beschmiert man mit etwas Talg, damit derselbe luftdicht schließt. Die Kali-
auflösung greift die glatte Glasoberfläche nicht an; da, wo das Glas angeschliffen ist, findet dieses jedoch leicht statt.

Will man das Kali in festem Zustande sich verschaffen, so gießt man die Masse, wenn die Zersetzung erfolgt ist, in ein weites Gefäß, auf dieselbe Weise, wie in die Flasche, und bedeckt es mit einem gut schließenden Deckel. Sobald die Flüssigkeit sich abgesetzt hat,



senkt man sehr vorsichtig einen Heber hinein, bis nahe an die Oberfläche des Bodensatzes *d*, und unter das Ende *g* des Hebers stellt man eine silberne Schale. Diese Oeffnung verschließt man mit dem Finger, und zieht alsdann sehr langsam durch die Oeffnung *o* die Luft an. Sobald die Flüssigkeit der Oeffnung *g* sich nähert, nimmt man den Finger weg; die Flüssigkeit fliesst alsdann, ohne

getrübt zu werden, in die Schaale, welches besonders noch durch das Umbiegen des Endes *e* bewirkt wird, weil dadurch stets die Flüssigkeit oberhalb dieses Endes abfließt und der Bodensatz nicht aufgerührt wird. Auf den Bodensatz kann man wieder Wasser gießen, und die Flüssigkeit, welche man erhält, als eine verdünnte Auflösung verwenden. Die Flüssigkeit kocht man rasch in der silbernen Schaale ein, und die fortdauernd entweichenden Wasserdämpfe verhindern alsdann, daß Kohlensäure zur Flüssigkeit kommen kann. Das Kali dampft man bis nahe zur Rothglühhitze ab; es schmilzt alsdann wie Oel. Hat sich kohlensaures Kali während des Abdampfens gebildet, so schwimmt dieses auf dem Kali, und man kann es, da es bei der Temperatur, wobei das Kali schmilzt, noch nicht flüssig wird, durch Abschäumen mit einem silbernen Löffel davon trennen. Beim Erkalten erstarrt das Kali zu einer krystallinischen Masse, welche man zerschlägt und in gut schließenden Gefäßen aufbewahrt.

Im Handel erhält man Kalihydrat, welches man zu vielen Zwecken von fremden Beimengungen leicht reinigen kann; es enthält gewöhnlich so viel kohlensaures Kali, daß es durch Schmelzen und Abschäumen nicht davon getrennt werden kann. Man übergießt es mit wasserfreiem Alkohol, und wenn es eine Zeit lang damit gestanden hat, so hat sich ein fester Bodensatz gebildet, welcher aus Chlorkalium, schwefelsaurem Kali und anderen Kalisalzen besteht; über diesem steht eine ölartige Flüssigkeit, welche eine Auflösung von kohlensaurem Kali in Wasser ist. Die darüber stehende Flüssigkeit besteht aus einer Auflösung von reinem Kali in Alkohol, welchen man durch Abdampfen verjagen kann. Man kann die Auflösung in Alkohol zu vielen Versuchen anwenden.

Das Kalihydrat schmilzt noch vor der Rothglühhitze; stärker erhitzt, verflüchtigt es sich vollständig als Kalihydrat. Man kann das Wasser nur davon trennen, wenn

man eine stärkere Säure zusetzt; 100 Theile Kalihydrat geben alsdann 16 Theile Wasser ab. Das Wasser und das Kali enthalten folglich in dieser Verbindung gleiche Mengen Sauerstoff. Löst man Kalihydrat in sehr wenig heissem Wasser auf, so krystallisirt beim Erkalten eine Verbindung heraus, welche mehr Wasser enthält. Man erhält sie auf diese Weise und unter der Luftpumpe aus einer verdünnten Auflösung vermittelst Schwefelsäure in recht grossen Krystallen. Diese zweite Verbindung, welche das Kali eingehen kann, ist der Grund, weswegen bei der Auflösung des geschmolzenen Kalihydrats in Wasser sich Wärme entwickelt, wodurch, wenn man wenig Wasser anwendet, die Auflösung bis zum Kochen erhitzt wird.

Der Luft ausgesetzt, zerfliest das Kalihydrat sehr schnell, indem es zuerst Wasser, und dann Kohlensäure anzieht.

Das Kalihydrat löst animalische Verbindungen auf, z. B. die Hornsubstanz. Man wendet es zu diesem Endzweck in der Chirurgie an, indem man es auf ähnliche Weise, wie ich beim salpetersauren Silberoxyd anführen werde, in Stangen gieft; in diesem Zustande nennt man es *kali causticum in baculis* oder *lapis causticus chirurgorum*. Die Auflösung desselben pflegt man auch Seifensiederlauge zu nennen, weil das Kali die Oele und Fettarten zersetzt, und dadurch Seifen gebildet werden. Eine Auflösung, welche durch organische Substanzen verunreinigt ist, erhält durch Zersetzung derselben den bekannten unangenehmen Geruch der gewöhnlichen Lauge. Mit Kieselerde geschmolzen, verbindet es sich; man darf das Kali daher nicht in gläsernen oder porcellanenen Gefäßen entwässern oder schmelzen.

Kohlensaures Kali. Dieses wichtige Salz erhält man aus der Asche der Pflanzen, welche das Kali aus dem Boden aufnehmen. Hauptbestandtheil nämlich des fruchtbaren Bodens und eine nothwendige Bedingung für den Wachsthum der meisten Pflanzen ist der Thon, wel-

cher darin mit verschiedenen Substanzen gemengt vor kommt, wie ich bei der Zusammensetzung der Erdoberfläche weitläufiger anführen werde; in jedem Thon, welcher auf Kali untersucht worden ist, hat man stets Kali gefunden, und manchmal bis zu 4 p. C. *). Aus dem ausgepressten Saft der Pflanzen kann man, wie ich gleich beim sauren kleesauren und sauren weinsteinsauren Kali anführen werde, Verbindungen von Kali mit verschiedenen Säuren, von denen der größte Theil aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, darstellen. Verbrennt man diese Verbindungen, so erhält man kohlensaures Kali, mehr oder weniger mit etwas kohlensaurem Natron gemengt; so wie man auch sehr oft im Thon etwas Natron findet. Aufser diesen Salzen enthalten die Pflanzen noch Chlorkalium, Kieselsäure, welche z. B. bei den Gräsern und beim Bambusrohr auf eine ausgezeichnete Weise die oberste Schicht des Stammes der Pflanze bildet, etwas Magnesia, Kalkerde, oxydirtes Eisen und Mangan, Schwefelsäure und Phosphorsäure. Die Substanzen, welche beim Verbrennen nicht als Gase fortgehen, findet man natürlich in der Asche der Pflanzen wieder. Sträucher geben dem Gewichte nach drei Mal, und Kräuter fünf Mal mehr Asche als Bäume, Zweige mehr als Holz, die Blätter mehr als Zweige, reife Kräuter mehr, als wenn

*) Wenn man Thon mit Schwefelsäure übergießt, und die Schwefelsäure auf einem heißen Sandbade damit eintrocknen lässt, so wird der Thon schon so weit dadurch zersetzt, dass, wenn man Wasser auf die Masse gießt und die filtrirte Auflösung eindampft und zum Krystallisiren hinstellt, man Krystalle von Alaun erhält; sowohl der Thon, welcher noch die Form des zersetzen Feldspaths hat, als der Thon der verschiedenen Formationen des Uebergangs- und Flötzgebirges, wie der der jüngsten Bildungen der Umgebungen von Berlin, enthält so viel Kali, dass man es noch auf diese Weise nachweisen konnte. Eine genaue Bestimmung des Kaligehaltes ist nur durch Zersetzen des Thons vermittelst kohlensaurer Baryterde, indem er damit gebrüht wird, möglich.

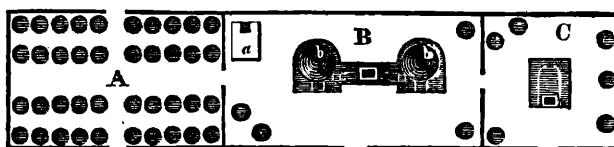
sie noch im Wachsthum begriffen sind; Erscheinungen, welche davon herühren, daß die Substanzen der Asche hauptsächlich aus im Safte befindlichen Verbindungen gebildet worden sind.

An Asche giebt die Eiche, die Fichte und Tanne 0,4 p. C.; nach anderen Versuchen die Eiche 1,2, die Buche 0,58, die Weinrebe 3,4, die gemeine Nessel 10,6, die gemeine Distel 4,0, das Farrenkraut 5,0 p. C., u. s. w. An in Wasser löslichen Salzen sind in der Asche der Eiche 15 p. C., der Buche 24 p. C., der Linde 11 p. C., der Birke 16 p. C., der Tanne 17 p. C., und der Fichte 14 p. C. In 100 Theilen der in Wasser löslichen Bestandtheile der Asche dieser Hölzer hat man gefunden:

	Eiche.	Buche.	Linde.	Birke.	Tanne.	Fichte.	Weinrebe.
Kohlensäure	== 28,4	22,4	28,2	17,0	30,2	30,0	23,8
Schwefelsäure	== 5,9	7,3	7,6	2,3	3,1	2,5	7,6
Chlorwasserstoffsäure	== 4,0	5,2	1,8	0,2	0,3	0,2	1,5
Kali, gemengt mit etwas Natron	== 60,7	64,1	60,7	79,5	65,4	67,3	65,7
Kieselsäure	== 1,0	1,0	1,7	1,0	1,0		

Durch Eindampfen der in Wasser löslichen Bestandtheile der Pflanze erhält man die Pottasche; nur in Ländern, wo das Holz und der Dünger wenig Werth haben, kann man sie mit Vortheil darstellen. Im preußischen Staat erhält man sie größtentheils aus Russland; je nachdem man an Holz oder anderen vegetabilischen Substanzen Ueberfluss hat, werden auch dort verschiedene Materialien zum Verbrennen angewandt. Um ein Beispiel der Bereitungen derselben anzuführen, will ich die Methode angeben, welche man auf den großen Landgütern in der Nähe von Kiew anwendet. Zur Fabrikation der Pottasche wird dort die Asche, welche man bei den technischen Anlagen auf den Landgütern gewinnt, bei der Bierbrauerei, der Branntweinfabrikation etc., angewandt; der größte Theil wird aber von den Bauern geliefert, welche verpflichtet sind, dem Gutsherrn eine bestimmte Menge Asche abzuliefern. Die Asche, welche nach und

nach im Winter und Sommer gewonnen, und in ein Loch auf dem Hofe geschüttet wird, ist schlecht; die Asche dagegen, welche man im Frühjahr und Herbst durch Verbrennen des Unkrauts auf ein Mal gewinnt, ist sehr gut. Diese Asche wird unter einem Dache aufbewahrt und Ende Mai verarbeitet. Das Arbeitshaus besteht aus einer Strohhütte, worin drei Abtheilungen **ABC**



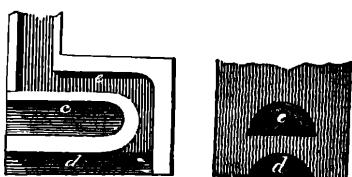
gemacht werden. In der Abtheilung **A** stehen die Gefäße zum Auslaugen, wozu man Theertonnen verwendet, welche in zwei Hälften gesägt werden; diese werden zur Hälfte mit Asche gefüllt, worauf vermittelst Leitungsrinnen Wasser gepumpt wird. Wenn das Wasser 24 Stunden darauf gestanden hat, so wird es in ein großes, in der Ecke gemauertes Bassin **a** gebracht, und auf die Asche wird noch ein Mal Wasser gegossen, welches man aber länger darauf stehen lässt, und alsdann auch in das Bassin bringt; hierauf wird zum dritten Mal Wasser auf die Asche gegossen, und diese damit stark angerührt. Die Flüssigkeit, welche man alsdann erhält, wird in Gefäße gegossen, worin frische Asche eingefüllt worden ist. Den Rückstand wirft man aus den Gefäßen heraus, und füllt sie von neuem mit Asche. Aus dem großen Reservoir **a** wird die Auflösung in kupferne Kessel **bb**, von 8—10 Fuß Durchmesser und 2—3 Fuß Tiefe, hineingepumpt und abgedampft. Die Feuerung geschieht mit Stroh, welches unter der Pfanne brennt, und der Rauch entweicht durch einen Schornstein, welcher in der Mitte zwischen beiden Pfannen angebracht ist; anfangs wird stark, nachher mit Vorsicht gefeuert, und die Flüssigkeit dann auch fortdauernd umgerührt. Wenn die Lauge gehörig con-

centirt worden ist, wird sie in hölzerne Bottiche gebracht, in welchen man sie erkalten läfst, indem man sie einige Male des Tages umröhrt. Aus diesen Bottichen nimmt man die Krystalle, welche sich bilden und braun aussehen, mit einem Siebe heraus und wirft sie in Kästen. Was nicht krystallisirt, wird in das große Reservoir **a** zurückgeschüttet. Die Krystalle werden in einem Ofen, welcher einem Backofen ähnlich ist und aus Steinen aufgemauert wird, entwässert (calcinirt); dieser Ofen steht in der Abtheilung **C**. In dem gewölbten Raum **c** und unter demselben in **d** macht man Feuer an. Ist

der Ofen gehörig heiß, so nimmt man aus dem gewölbten Raumne **c** das Feuer heraus und schüttet die Krystalle hinein; das Feuern unterhalb in **d** setzt man fort. Der

Raum **c** wird von unten und oben erwärmt, und oberhalb des Raumes **c** ist ein Schornstein, wodurch der Rauch entweicht. Die Pottasche nimmt zuerst eine rothe, dann eine bläuliche und zuletzt eine weisse Farbe an; man läfst sie alsdann erkalten und füllt sie zum Verschicken in Fässer. So unvollkommen diese Methode auch ist, so ist sie doch in einem Lande, wo die kupfernen Kessel mehr Werth haben, als das ganze Gebäude, und wo man aus der Asche des zur Verbrennung angewandten Strohs und der Reiser das Brennmaterial bezahlt erhält, sehr vortheilhaft. Da der Transport der Asche mehr kosten würde, als der der Gefäße, so pflegt man diese von einem Lande zum anderen zu bringen.

Wie man den Gehalt der Pottasche an reinem kohlensauren Kali genau untersucht, werde ich am Ende dieses Lehrbuchs genau anführen. Man untersucht nämlich, wie viel Schwefelsäure eine gewogene Menge derselben zur Neutralisation bedarf (866,35 Theile reines kohlensaurer Kali werden durch 613,64 Theile, oder 142,2 Theile



durch 100 Theile concentrirte Schwefelsäure gesättigt); der Gehalt derselben ist natürlich nach der grössten oder geringeren Sorgfalt, welche bei der Darstellung angewandt worden ist, verschieden, die entwässerte russische Kronasche enthält 82 p. C., und die käufliche wasserhaltige 73 p. C kohlensaures Kali.

Aus der Pottasche kann man sich kohlensaures Kali für verschiedene Zwecke hinreichend rein verschaffen, wenn man auf einen Theil Pottasche einen Theil Wasser gieft, sie einige Tage damit stehen lässt, indem man sie von Zeit zu Zeit umröhrt und zuletzt abgieft, der grösste Theil der fremden Beimengungen bleibt alsdann ungelöst zurück; oder indem man sie in Wasser auflöst, die Auflösung filtrirt, abdampft, bis sich eine Krystallhaut zeigt, und dann erkalten lässt. Da die beigemengten Salze schwer löslicher als das kohlensaure Kali sind, so krystallisiren sie zuerst heraus. Das Eindampfen kann man mehrere Male wiederholen.

Vollkommen reines kohlensaures Kali erhält man, wenn man reines saures weinsteinsaures Kali (Weinstein) beim Zutritt der Luft verbrennt, wobei man aber kiesel-säurehaltige Gefäße vermeiden muss, und nur Gefäße von Eisen oder Platina dazu anwenden kann; am bequemsten jedoch, wenn man zwei Theile reinen Weinstein und einen Theil reinen Salpeter innig mit einander mengt, und das Gemenge auf einer eisernen Pfanne mit einem glühenden eisernen Draht entzündet. Die Masse brennt alsdann ab, indem der Sauerstoff der Salpetersäure sich mit dem Wasserstoff und Kohlenstoff der Weinsteinsäure verbindet, so dass die Säuren sich gegenseitig zerstören und kohlensaures Kali mit Kohle gemengt zurückbleibt. Man löst das kohlensaure Kali auf, filtrirt es und dampft es zur Trockene in silbernen Gefäßen ab.

Das kohlensaure Kali schmeckt scharf, wirkt aber nicht ätzend, deswegen nannte man es mildes Alkali; der Luft ausgesetzt, zerfliesst es zu einer ölartigen Flüssigkeit (*oleum tartari per diliquum*). Wenn man die Auflösung

dasselben durch Abdampfen sehr concentrirt und dann erkalten läfst, so krystallisirt ein Theil heraus. Die primitive Form der Krystalle gehört zu derselben Classe, wie die der Krystalle des kohlensauren Natrons, die Winkel sind jedoch sehr verschieden; sie enthalten 20 p. C. Wasser.

Zweifach kohlensaures Natron. Man erhält diese Verbindung, wenn man das neutrale kohlensaure Kali in wenigem Wasser auflöst und von der Auflösung Kohlensäure absorbiren läfst. Recht leicht kann man es darstellen, wenn man beim Branntweinbrennen das gährende Gefäfs dicht mit einem Deckel verschließt und die sich entwickelnde Kohlensäure durch die Auflösung, welche man in ein Fafs gieft, treten läfst; man kann auch Schalen mit der Auflösung in das Fafs stellen, worin die Flüssigkeit gährt.

Das saure kohlensaure Kali, welches nur in 4 Theilen kalten Wassers löslich ist, sondert sich in Krystallen ab; sie werden in kochendem Wasser aufgelöst, wo von 6 Theile Salz 5 Theile bedürfen. Beim Erkalten der Auflösung erhält man sie rein, wenn man reines kohlensaures Kali angewandt hat; enthielt es Kieselsäure, so ist dieses ihnen gleichfalls beigemengt. Die Krystalle enthalten 9 p. C. Wasser und verändern sich nicht an der Luft. Die Auflösung dieses Salzes bläut das Lackmuspapier nur schwach.

Durch Kochen, wenn man dieses nicht sehr lange fortsetzt, verliert es nur wenig Kohlensäure, und geglüht ändert es sich in das neutrale Salz um; es enthält doppelt so viel Kohlensäure, wie das neutrale Salz. Dieses Verhältnis kann man durch einen schnellen Versuch ermitteln. Man nimmt gleiche Gewichtsmengen des zweifach kohlensauren Salzes, und glüht die eine Menge; bringt man sie nun in ein getheiltes Rohr, welches mit Quecksilber gefüllt und damit abgesperrt ist, und in welches man Salzsäure hat hineintreten lassen, so entwickelt die

ungeglühte Menge gerade doppelt so viel Kohlensäure, als die geglühte.

Salpetersaures Kali, Salpeter. Der Salpeter wird fertig gebildet in der Natur gefunden, und auch durch Kunst erzeugt. Die künstliche Erzeugung beruht darauf, daß man animalische stickstoffhaltige Substanzen in Berührung mit kohlensauren Salzen, deren Basis zu der stärksten gehört, also mit kohlensaurem Kali oder kohlensaurer Kalkerde, dem Zutritt der atmosphärischen Luft aussetzt. Zuerst bereitet man sich die Erde, indem man gewöhnliche fruchtbare Erde mit Mist auf's engste mengt. Diese Erde breitet man nachher auf einem Boden von festgestampftem Thon aus, welchen man mit einem Dach versieht, damit der Regen die Salpetererde nicht auswasche, und der Salpeter sich nicht in den Boden ziehe. Von Zeit zu Zeit übergießt man die Erde mit Pferdeurin oder Mistjauche; enthält die Erde keinen kohlensauren Kalk, so setzt man reinen kohlensauren Kalk, oder Mergel, oder ausgelaugte Holzasche, worin kohlensaure Kalkerde mit anderen Substanzen gemengt ist, hinzu. In Preusen bildete man aus der Salpetererde Mauern, deren eine Wand eben war, die andere aber Absätze hatte, auf denen sich in Rinnen die ablaufende Flüssigkeit ansammelte; was zuletzt herunterfloß, wurde in ein Reservoir gesammelt, von wo aus es wieder auf die Mauern, und zwar auf die Wand, woran die Absätze angebracht waren, gegossen wurde. Die Mauern wurden so aufgebaut, daß die ebene Seite dem gewöhnlich wehenden Winde zugekehrt war. Da auf dieser Seite die Verdampfung statt findet, so zieht sich nach und nach der gebildete Salpeter dorthin; hatte sich genug darin angesammelt, so wurde von dieser Seite ein Theil weggenommen und ausgelaugt. Was ungelöst blieb, wurde mit Mist und neuer Erde gemengt und an die andere Wand der Mauer angelegt. Außerdem gewinnt man in Frankreich Salpeter aus altem Schutt und Baustenen, in welchen sich Salpeter gebildet hat, oder

aus der Erde von Pferdeställen; dieser Schutt und die Erde wird von sogenannten Salpetergräbern aufgesucht.

Der grösste Theil des Salpeters, welcher in der Natur vorkommt, bildet sich sehr wahrscheinlich auf ähnliche Weise. In Preusen erhält man ihn jetzt, da die angeführte Methode zu kostbar ist, aus Ostindien, wo er an vielen Orten gewonnen wird; so wittert z. B. aus dem Boden in der Provinz Coimbatore, von Combetare bis zu den Grenzen von Malabar, an einigen Stellen Kochsalz, an anderen Salpeter heraus. Der Boden, wo der Salpeter gesammelt wird, ist steinig; er wird in der heissen Jahreszeit gesammelt, indem die Auflösung, womit der Boden getränkt ist, verdampft, sich durch Capillarattraktion in die Höhe zieht, und der Salpeter ganz so wie beim Kriechen der Salze an die Oberfläche kommt. Die salzige Erde wird abgekratzt, ausgelaugt und zwei Mal krystallisiert; Kali wird nicht zugesetzt. Das Gestein einer Höhle auf Ceylon, und die Salpetererde, woraus in Bengalen der Salpeter gewonnen wird, sind untersucht worden. In 100 Theilen besteht

	das Gestein aus:	die Salpetererde aus:
Salpeter	2,4	8,3
Salpetersaurem Magnesia	0,7	
Salpetersaurer Kalkerde		3,7
Schwefelsaurem Magnesia	0,2	
Wasser	9,4	12,0
Kohlensaurer Kalkerde	26,5	35,0
Schwefelsaurem Kalk		0,8
Kochsalz		0,2
in Salpetersäure und in Wasser unlöslichen Substanzen	60,8	40,0.

In Bengalen wird die Salpetererde mit Wasser ausgelaugt, und die erhaltene Flüssigkeit in Gruben geleitet, worin sie durch die Sonnenhitze verdampft; ist sie hinreichend concentrirt, so wird sie abgedampft und in die Krystallisierungsgefäße gebracht. Den salpetersauren Kalk berücksichtigt man nicht weiter.

Wie der in der Natur vorkommende Salpeter gebil-

det wird, ist noch nicht ganz ausgemacht. Es scheint ziemlich gewifs zu sein, dafs an vielen Stellen, wo Salpeter vorkommt, keine thierische Substanzen sich finden; wenn man jedoch berücksichtigt, dafs auf sehr große Erstreckung das Wasser des Bodens Salpeter enthalten kann, wie z. B., so viel man jetzt untersucht hat, alle Brunnen Berlins Salpeter enthalten, obgleich in der Nähe von manchen keine animalische Substanzen vorkommen; ferner dafs viele Gebirge, z. B. der Muschelkalk, die Kreide u. s. w., voll von Ueberresten von Thieren sind *); ferner dafs wir durch die Bildung von Salmiak bei den Vulkanen, bei brennenden Steinkohlenflötzen, durch Bildung von Ammoniak bei der Destillation von fast jeder Steinkohle auf die Anwesenheit des Ammoniaks in Gebirgen aufmerksam gemacht werden, wo wir bisher keine stickstoffhaltige Verbindungen vermuteten, so möchte die Bildung der Salpetersäure in der Natur der künstlichen wohl ganz ähnlich sein, obgleich Salpetersäure, wie ich schon angeführt habe, sich durch direkte Verbindung von Sauerstoff und Stickstoff bilden kann (Bd. I., pag. 35.), und es nicht unmöglich ist, dafs der bei der Zersetzung des Feldspaths sich bildende poröse kalihaltige Rückstand auf ähnliche Weise, wie poröses Platina die Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff, die des Stickstoffs mit Sauerstoff bewirken könne, welches man jedoch noch durch keinen Versuch hat beweisen können.

Die Auflösung, welche man durch Auslaugen der Salpetererde oder Salpetersteine erhält, enthält Salpeter, sal-

*) Muschelkalk, Kreide oder andere Gebirgsartikel dieser Art, welche man bisher der Destillation unterworfen hat, haben dabei Ammoniak gegeben. Setzt man zu einem solchen Destillat Quecksilberchlorid, so erhält man einen weissen Niederschlag; wäre Kali oder Kalk darin enthalten, so würde dieser braun oder gelb sein. Wenn man den Kalk in Salzsäure auflöst, so giebt der lösliche kohlige Rückstand viel Ammoniak bei der Destillation, so dafs eine Verbindung, welche Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthält, zurückbleibt,

petersaure Kalkerde, salpetersaure Magnesia, Chlorcalcium, Chlorkalium, salzsäure Magnesia, und vegetabilische und animalische Substanzen; 100 Theile eines solchen Gemenges enthalten nach einer Untersuchung:

Salpeter und Chlorkalium	10
Salpetersaure Kalkerde und Magnesia	70
Kochsalz	15
Chlorcalcium und Chlormagnesium	5.

Die Auflösung wird zuerst kochend durch eine Auflösung von Pottasche (kohlensaurem Kali) gefällt; die Kalkerde und Magnesia fallen, mit Kohlensäure verbunden, zu Boden und werden durch Filtration getrennt. Die Flüssigkeit wird dann eingekocht, und während des Kochens bildet sich fortwährend ein Schaum auf der Oberfläche, welcher abgenommen wird; ferner sondert sich noch kohlensaure Kalkerde und Magnesia aus. Die Ablagerung derselben auf dem Boden würde den Salpeter verunreinigen und Stosse hervorbringen. In diesem Fall, so wie in manchen anderen Fällen, kann man solche sich ausscheidende unlösliche Substanzen dadurch fortschaffen, daß man in die kochende Flüssigkeit einen kleinen Kessel hineinhängt; da darin die Flüssigkeit sehr viel weniger bewegt ist, als in dem großen Kessel, so setzen sie sich darin ab, und von Zeit zu Zeit kann man ihn herausnehmen und ausleeren. Das Kochsalz, welches in einer kochenden Salpeterauflösung nur etwas löslicher ist, als in einer kalten, sondert sich beim Abdampfen aus; es wird mit einem Schaumlöffel herausgeholt. Wenn ein Tropfen der Auflösung, welcher auf ein kaltes Blech geworfen wird, fest wird, so hört man mit dem Kochen auf, und wenn die im Wasser suspendirten ausgesonderten Substanzen sich abgesetzt haben, gießt man die klare Flüssigkeit vorsichtig ab und läßt sie krystallisiren; die Mut-

und sich zu den animalischen Substanzen, woraus sie entstanden ist, verhält, wie die Steinkohle zu den vegetabilischen, durch deren Zersetzung sie gebildet worden ist.

terlauge, welche man erhält, wird zu einer anderen Flüssigkeit, welche man eindampft, hinzugesetzt. Um die Krystalle vollständig zu reinigen, setzt man zu den Krystallen so viel Wasser hinzu, daß der Salpeter kochend davon genau aufgelöst wird. Das Kochsalz, welches ungelöst bleibt, nimmt man heraus, schäumt die Auflösung häufig ab, und setzt eine Leimaauflösung und noch zwei Dritteln so viel Wasser hinzu, als man zuerst angewandt hat. Wenn sich kein Schaum mehr bildet und die Auflösung klar geworden ist, so läßt man sie bis auf 88° erkalten, und bringt sie dann in ein sehr flaches Krystallisierungsgefäß, indem man sie mit einer Krücke so gleich in Bewegung bringt, welche man während des ganzen Krystallisierungsprocesses stets erhalten muß, damit sich nur kleine Krystalle bilden; so wie sich die Krystalle bilden, so zieht man sie mit einer Harke aus der Flüssigkeit an den Rand des Gefäßes, damit diese davon abläuft. Die Krystalle werden in Gefäßen, welche unten ein Loch haben, das mit einem Stöpsel verschlossen wird, mit einer concentrirten Auflösung von Salpeter vermittelst einer Gießkanne übergossen; wenn diese 2 bis 3 Stunden mit dem Salpeter in Berührung war, zieht man den Stöpsel heraus und läßt die Flüssigkeit ablaufen. Diese Operation wird noch ein Mal wiederholt, und zum dritten Male wendet man reines Wasser an; die concentrirte Auflösung, welche man alsdann erhält, und die letzten zwei Dritteln der zweiten wendet man zum Auswaschen einer neuen Menge an. Eine concentrirte Salpeterauflösung nimmt nämlich nur die fremden Beimengungen des Salpeters weg. Theils wegen des Auswaschens, theils weil große Salpeterkrystalle aus mehreren kleineren bestehen, welche, indem sie an einander liegen, geschlossene Höhlungen bilden, worin Mutterlauge zurückbleibt, ist die Darstellung kleiner Krystalle, welche man die präcipitirte Krystallisation nennt, nothwendig. Von 300 Theilen rohem Salpeter erhält man 175 bis 180 Theile; den

Salpeter, welcher in den Mutterlaugen und Nebenprodukten bleibt, sucht man natürlich so viel als möglich wieder zu gewinnen. Die Salpeterkrystalle werden in Kesseln, welche man erhitzt, für die Pulverfabrikation vollständig getrocknet. In Preussen kann man jetzt, bei den wohlfeilen Preisen der Pottasche und dem hohen Preise des kohlensauren Natrons, mit Vortheil durch Zersetzen von kohlensaurem Kali und salpetersaurem Natron Salpeter und kohlensaures Natron darstellen; wenn man die concentrirten Auflösungen dieser Salze in dem zur vollständigen Zersetzung nöthigen Verhältnisse zusammen mengt, so krystallisiert der Salpeter heraus, und das kohlensaure Natron bleibt in der Auflösung und kann am besten im Winter durch die Krystallisation gewonnen werden.

Der Salpeter ist farblos und hat einen kühlenden, scharfen, etwas bitteren Geschmack. Man kann ihn leicht in grossen durchsichtigen Krystallen, welche häufig Zwillinge sind, erhalten. Sein spec. Gewicht beträgt 1,933. Er enthält kein Wasser. 100 Theile Wasser lösen bei 0° 13,32, bei 18° 29, bei 45° 74,6, und bei 97° 236 Th. Salpeter auf. Er schmilzt bei 350°; stärker erhitzt, giebt er Sauerstoff ab, und salpetrichsaures Kali bildet sich, welches durch eine erhöhte Temperatur in Kali, und beim Zutritt der Luft in Kaliumsuperoxyd sich umändert.

Da der Sauerstoff in der Salpetersäure nur durch eine schwache Verwandtschaft gebunden ist, so bewirkt der Salpeter sehr heftige Verbrennungsprocesse. Auf glühende Kohlen geworfen, verpufft er stark, und ist dadurch leicht zu erkennen. Zwei Theile Salpeter und ein Theil Schwefel in einen glühenden Tiegel geworfen, erzeugen ein dem Auge unerträglich intensives Licht. In vielen Fällen kann man durch Schmelzen mit Salpeter Oxydationsstufen hervorbringen, welche man auf keine andere Weise darstellen kann, z. B. die Selensäure; in diesen Fällen wirkt nämlich die Verwandtschaft des Kali's zu der sich bildenden Säure mit ein.

Das

Das Schießpulver. Die Verhältnisse, nach welchen das Schießpulver für verschiedene Zwecke verfertigt werden muss, und die Art, es zu bereiten, hat man durch unzählige Versuche zu ermitteln versucht; die Theorie, welche man sich über die Wirkung nach den erhaltenen Thatsachen machen kann, spricht gleichfalls für die Richtigkeit derselben. Die Wirkung des Schießpulvers nämlich beruht darauf, dass man durch einen Zersetzungssproces des festen Gemenges Gasarten erzeugt, welche einen mehr als tausendfach gröfseren Raum als der feste Körper einnehmen. Geschieht die Entwickelung augenblicklich, so werden alle Gegenstände, welche dieser Kraft nicht widerstehen können, nachgeben; geschieht dieses z. B. in einem Flintenlauf, indem man ihn mit einem Gemenge, welches sich sehr schnell zersetzt, statt des gewöhnlichen Pulvers ladet, so wird, wenn die Kraft von einer gewissen Intensität ist, der Flintenlauf gesprengt. Am besten sieht man diese Wirkung an den leicht detonirenden Verbindungen, z. B. am Chlorstickstoff, wo von ein Tropfen bei seiner Zersetzung die Unterlage durchschlägt, während seine Wirkung auf einem gewissen Abstand in der Luft nur gering ist; dasselbe findet beim Knallsilber statt. Man kann die Geschwindigkeit, womit verschiedene Substanzen sich zerlegen, bestimmen, wenn man sie in sehr langen Rinnen, welche hin und her gehen, abbrennen lässt. Bei einem solchen Versuch findet man, dass das Zersetzen des Knallsilbers sehr viel geschwinder statt findet, als das des gewöhnlichen Schießpulvers. Bei der Verfertigung des Schießpulvers hat man also zwei Punkte zu berücksichtigen, den Raum, welchen die gebildeten Gasarten einnehmen, und die Zeit, innerhalb welcher sie sich bilden.

Man kann Kohle, Salpeter und Schwefel, wenn man mit einer geringen Quantität viel Gas erhalten will, entweder so mengen, dass man Schwefelkalium, Stickstoff und Kohlenoxydgas, oder statt des letzteren Kohlensäure

erhält. Im ersten Falle muss man auf 1266,952 Salpeter ($N=177,036+50=500+O=100+K=489,916$) 201,165 Schwefel (S) und 458,622 Kohle ($6C=6\cdot 76,437$), und im zweiten die Hälfte der Kohle (229,311) nehmen; im ersten Falle würde man 691,081 Schwefelkalium ($K+S$), 177,036 Stickstoff ($=N$) und 958,622 Kohlenoxydgas ($6O+6C$), und im zweiten 829,311 Kohlensäure ($6O+3C$) erhalten. Nach diesem Verhältnisse müfste also das Schießpulver in 100 Theilen bestehen aus:

$$\left. \begin{array}{l} 65,8 \text{ Salpeter} \\ 23,8 \text{ Kohle} \\ 10,4 \text{ Schwefel} \end{array} \right\} \text{ oder aus} \left. \begin{array}{l} 74,6 \\ 13,5 \\ 11,9 \end{array} \right\}$$

Das erste Verhältnis hat sich stets als untauglich erwiesen. Das preußische Militair-Pulver, wozu 75 Salpeter, 11,5 Schwefel und 13,5 Kohle genommen werden, stimmt am genauesten, das englische und französische, wozu 75 Salpeter, 12,5 Schwefel und 12,5 Kohle genommen werden, sehr nahe mit dem zweiten überein. Nach dem zweiten Verhältnis müfsten 100 Theile Pulver 10,43 Stickstoff und 48,8 Kohlensäure geben, oder 1 Maaf's Pulver würde, wenn das Gewicht Wasser, welches dasselbe Maaf's füllt als das Pulver, sich dazu wie 10:9 verhält, 74 Maaf's Stickstoff und 226 Maaf's Kohlensäure von 0° und bei 760^{mm} geben; auf einen kleinen Wassergehalt, welcher aus dem Pulver nicht ganz zu entfernen ist, muss man bei dieser Berechnung außerdem noch Rücksicht nehmen. Dafs man übrigens bei weiten aus einer angewandten Pulvermenge die Menge an Gas nicht erhält, welches die Rechnung angiebt, ersieht man schon daraus, dafs, wenn man gegen einen Bogen Papier schießt, man sehr viele Pulverkörner, welche unentzündet herausgeworfen werden, wieder aufsammeln kann. Bei der berechneten Gasmenge muss man noch in Rechnung bringen, dafs ihre Temperatur über 1000° beträgt, also ein Maaf's Pulver ungefähr 1500 Maaf's Gas

giebt. Die Berechnungen dieser Art können kein genaues Resultat geben, und können um mehr als die Hälfte falsch sein, dienen aber stets dazu, um die Ursache der Wirkung des Schießpulvers anschaulich zu machen. Zu dem Pulver, welches man zum Sprengen anwendet, nimmt man 65 Theile Salpeter, 20 Theile Schwefel und 15 Theile Kohle; einen Ueberschufs von Schwefel, welcher die Geschütze angreift, hat man dabei nicht zu vermeiden.

Ein Gemenge von 3 Theilen Salpeter, 4 Theilen kohlenaurem Kali und 1 Theil Schwefel zersetzt sich augenblicklich, wenn es erhitzt wird, und detonirt sehr heftig; wenn man es auf einem dünnen Löffel erwärmt, so erhält der Löffel da, wo er lag, eine Vertiefung. Mengt man drei Theile mit einem Theil Holzkohle, so kann man, je nachdem das Gemenge inniger gemacht wird und man eine leicht entzündlichere Kohle nimmt, eine Masse erhalten, welche blos rasch oder fast wie Schießpulver abbrennt, aber doch nie ganz so stark explodirt. Der Schwefel bewirkt also das rasche Abbrennen des Schießpulvers, und die Kohle giebt die Gasarten und die Hitze. Die Kohlen, welche wenig Asche geben und leicht entzündlich sind, verdienen den Vorzug. Die Entzündlichkeit kann man noch durch den Verkohlungsproceß vermehren. Am besten verkohlt man Zweige von ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll Dicke, welche man in Büchsen von Eisenblech einfüllt, und diese in ähnliche Cylinder, wie die, welche man zur Gasfabrikation anwendet, einschiebt; die Temperatur darf dabei kaum bis zur Rothglühhitze steigen. In diesen Büchsen läßt man die Kohlen erkalten. Wenn man die Operation sehr langsam leitet und die Verkohlung zu einer gewissen Zeit unterbricht, so erhält man eine braune Kohle, die ein Schießpulver liefert, welches sich sehr rasch zerstetzt.

Die drei Substanzen kann man durch Stampfen zerkleinern und mengen, indem man zuerst die Kohle stampft, und dann Salpeter und Schwefel zusetzt. Sehr häufig ge-

schieht die Zerkleinerung in Tonnen vermittelst Kugeln. Zuerst wird Schwefel und Salpeter zusammen mit Kugeln von Bronze in einer Tonne, welche um ihre Achse gedreht wird, zerkleinert; dann wird der Salpeter und 2 p. C. Wasser zugesetzt, und Kugeln von Zinn werden angewandt; nachher wird die Masse mit 4 p. C. Wasser auf eine runde, horizontale, marmorne Platte ausgebreitet, worauf zwei sehr schwere, gusseiserne Läufer sich im Kreise bewegen, welche zugleich ein Zusammenpressen und Mengen der Masse bewirken. Der feste Teig wird dann in ein vierkantiges Gefäß gebracht, dessen Boden aus durchlöchertem Pergament oder Kupferblech besteht; auf die Masse legt man einen Läufer oder Kugeln, und bewegt den Kasten hin und her, damit durch den schweren aufliegenden Gegenstand, welcher gleichfalls in Bewegung kommt, der Kuchen durch die Löcher gedrückt wird. Die Körner, welche man so erhält, sondert man durch zwei Siebe; durch das eine fallen die zu kleinen Körner hindurch, auf dem andern bleiben die zu großen zurück, und beide kommen wieder in die Arbeit. Das Pulver, dessen Körner die richtige Grösse haben, wird an der Luft oder in einer Kammer, welche man mit Wasserdämpfen erwärmt, getrocknet. Das Pulver, welches zur Jagd bestimmt ist, wird noch in Tonnen geschüttet; indem diese um ihre Achse gedreht werden, schleifen sich die Körner ab und erhalten einen matten Glanz. Vor Feuchtigkeit muss das Pulver sorgfältig bewahrt werden, da diese davon leicht, wie von jedem anderen porösen Körper, angezogen wird. Die Entzündung des Pulvers erfolgt ungefähr bei der Rothglühhitze, bei der Temperatur also, wobei der Schwefel (Bd. I, pag. 45.) sich entzündet. Die vollständigste Wirkung vom Schießpulver erhält man, wenn innerhalb des Geschütz so viel als möglich davon zersetzt wird; daher bedarf man auch, wenn man das Knallsilber als Entzündungsmittel anwendet, weniger Pulver, als wenn man es nach den anderen üblichen Weisen entzündet.

Oxalsaures Kali. Die Oxalsäure erhält man in drei Verhältnissen mit Kali verbunden. Das doppelt oxalsaure Kali und das Sauerkleesalz kommt in verschiedenen Pflanzen vor, deren Saft sauer schmeckt. Man gewinnt es aus dem Sauerklee und dem Sauerampfer; beide sind bekannte, in den meisten Gegenden von Deutschland wildwachsende Pflanzen. Die Pflanze wird kurz nach der Blüthe eingesammelt und ausgepresst; der Saft wird aufgekocht, wobei das vegetabilische Eiweiß gerinnt, welches man sich absetzen lässt. Die abgegossene Flüssigkeit wird eingedampft, und beim Erkalten krystallisiert das Salz heraus. Durch Umkrystallisiren erhält man es rein; 100 Pfund Sauerklee geben ungefähr 20 Pfund Saft, und dieser $\frac{3}{4}$ Pfund Salz. Es ist in 6 Theilen kochenden und 40 Theilen kalten Wassers löslich. Dieses Salz löst Eisenoxyd auf, indem ein lösliches Doppelsalz von kleesaurem Kali und kleesaurem Eisenoxyd sich bildet; man wendet es deswegen zum Wegnehmen von Rost- und Dintenflecken an.

Vierfach kleesaures Kali erhält man, wenn man zwei Theile Kleesalz in einem Theil concentrirter Salpetersäure, welche man mit zwei Theilen Wasser verdünnt, auflöst, aus der Auflösung in schönen Krystallen; oder wenn man einen Theil Kleesäure mit kohlensaurem Kali sättigt, und zu der Auflösung noch drei Theile Kleesäure hinzusetzt. Dieses Salz kommt häufig dem gewöhnlichen Kleesalz beigemengt vor; es ist merkwürdig, weil es vier Mal mehr Säure enthält, als das neutrale Salz. Im Allgemeinen kommen beim Kali, als der stärksten Basis, die Salze mit dem größten Ueberschus von Säure häufiger vor, als bei den übrigen; so erhält man z. B., wenn man Kali mit der Chromsäure, und saures chromsaures Kali in Salpetersäure aufgelöst, aus der Auflösung ein Salz in schönen Krystallen, welches dreifach chromsaures Kali ist.

Das einfach kleesaure Kali erhält man, wenn man saures oxalsaures Kali oder Oxalsäure mit kohlensaurem

Kali neutralisiert und die Auflösung abdampft und erkalten läfst, in Krystallen; es ist in 3 Theilen kalten Wassers löslich.

Schwefelsaures Kali. Bei der Darstellung der Salpetersäure aus dem Salpeter, und der Darstellung der Schwefelsäure erhält man als Nebenprodukt eine Verbindung von Kali mit einem Ueberschus von Säure; durch starkes Glühen, oder durch Sättigung mit Pottasche erhält man daraus das neutrale Salz, und 100 Theile Wasser lösen bei 12° 10 Theile, und bei 100° 26 Theile davon auf. Aus der Auflösung erhält man es in gutbestimmmbaren Krystallen, welche kein Wasser enthalten, beim Erhitzen stark decrepitiren, bei einer erhöhten Temperatur schmelzen, und sich unter den Salzen durch eine grosse Härte auszeichnen. In Alkohol ist dieses Salz unlöslich.

Das saure schwefelsaure Kali erhält man, wenn man zum neutralen noch eben so viel Säure hinzusetzt, als es enthält; es ist leicht löslich in kaltem, noch leichter in warmem Wasser. Mit Alkohol übergossen, bleibt das neutrale Salz zurück, und die überschüssige Säure löst sich darin auf. Es enthält 6,6 p. C. Krystallisationswasser, welches es beim Erhitzen nicht verliert. Bei 200° schmilzt es; stärker erhitzt, zersetzt es sich, indem Schwefelsäure weggeht. Aus der wässerigen Auflösung erhält man es zuweilen in seidenglänzenden Nadeln, gewöhnlich jedoch in grossen Krystallen, deren Form der des Schwefels in jeder Hinsicht gleich kommt. Läfst man das geschmolzene Salz erkalten, so erhält man es gleichfalls in grossen Krystallen, welche mit denen des Feldspaths übereinstimmen; es ist also eine dimorphe Substanz. Die Nadeln sind noch nicht untersucht. — Setzt man nur ungefähr halb so viel Säure zum neutralen schwefelsauren Kali hinzu, als es enthält, so krystallisiert ein Salz heraus, welches zwischen beiden, was den Schwefelsäuregehalt anbetrifft, steht. Durch den Zusatz von etwas mehr Wasser, als es zur Auflösung bedarf, zerfällt es

in das neutrale, welches ungelöst zurückbleibt, und in das saure.

Kieselsaures Kali. Auf diese Verbindung werde ich in einer besonderen Abtheilung beim Glase zurückkommen.

Chlorsaures Kali. Will man einige Pfund chlor-saures Kali darstellen, so entwickelt man das Chlor aus einem Kolben, und leitet es vermittelst eines weiten Rohrs, welches man unten trichterförmig erweitert, oder vermittelst eines Rohrs, woran unten ein Trichter angelöthet ist, in eine Auflösung von kohlensaurem Kali hinein; das Chlorkalium verstopft nämlich, wenn es anfängt sich auszuscheiden, leicht ein enges Rohr. Will man es in grösserer Menge darstellen, so wendet man ein bleiernes Gefäss an, wie ich es gleich bei der Darstellung des Chlor-kalks anführen werde, und leitet das Chlor vermittelst eines weiten bleiernen Rohrs in die Auflösung. Oben in den Theil des Rohrs, welches perpendicular in die Flüssigkeit geht, macht man ein Loch, worin man luftdicht einen Kork, durch welchen ein Stab geht, einpaßt; man kann durch Herunterstossen des Stabes jede Verstopfung leicht verhindern.

In der ersten Hälfte der Operation bildet sich zweifach kohlensaures Kali, Chlorkalium, chlorichtsaures Kali, auf dessen Bildung ich beim Chlorkalk zurückkommen werde, und chlorsaures Kali. Das Chlorkalium sondert sich gröfsten Theils aus; man thut daher wohl, wenn die Kohlensäure anfängt sich stark zu entwickeln, die Auflösung von Chlorkalium abzugießen. Die Operation setzt man alsdann so lange fort, bis die Flüssigkeit stark nach Chlor riecht, oder bis die rothe Farbe, welche in der Flüssigkeit durch eine Manganverbindung im Anfange entsteht, in eine gelbe sich umgeändert hat. Die erkalte Flüssigkeit gieft man von den Krystallen ab, welche man in $2\frac{1}{4}$ bis 3 Theilen kochenden Wassers auflöst und erkalten läfst; da 100 Theile Wasser bei 104°

58 Theile Chlorkalium und 60 Theile chlorsaures Kali, und 100 Theile Wasser bei 0° 29,2 Theile Chlorkalium und $3\frac{1}{3}$ Theile chlorsaures Kali auflösen, so bleibt das Chlorkalium in der Auflösung zurück und das chlorsaure Kali krystallisiert heraus. Durch eine wiederholte Krystallisation erhält man es vollkommen rein. Da das chlorsaure Kali, auf glühende Kohlen geworfen, stark verpufft, so kann man dadurch eine kleine Menge, die beim Chlorkalium, welches man im Anfange der Operation erhält, zurückbleibt, leicht erkennen; man zieht es leicht durch etwas kochendes Wasser aus. Die Mutterlauge vom chlorsauren Kali wird zur Hälfte abgedampft, und beim Erkalten sondert sich zweifach kohlensaures Kali, chlorsaures Kali und Chlorkalium aus; das chlorsaure Kali gewinnt man daraus durch Auflösen und Krystallisiren.

Dieses Salz giebt seinen Sauerstoff, wie ich schon angeführt habe, sehr leicht ab. Phosphor und chlorsaures Kali zusammen in ein Papier gewickelt, detoniren sehr heftig, wenn man mit einem Hammer darauf schlägt; flüchtige Oele, Zucker, Schwefel und andere Körper mehr verhalten sich damit wie der Phosphor. Man hat versucht, statt Salpeter, es zum Schießpulver anzuwenden; die große Gefahr jedoch, womit die Bereitung eines solchen Schießpulvers verbunden ist, macht die Anwendung derselben unmöglich.

Mit Schwefel kann man es innig mengen, wenn man es damit zu einem Brei anfeuchtet; läßt man diesen trocknen und schüttet das Gemenge auf concentrirte Schwefelsäure, wovon man einige Tropfen auf eine Glasplatte gießt, so findet Entzündung des Schwefels statt, indem nämlich die chlorichte Säure (Bd. I., pag. 519.) sich zersetzt, und der Schwefel sich mit den Bestandtheilen derselben verbindet.

Aus diesem Versuche ersieht man, worauf das gewöhnliche chemische Feuerzeug beruht. Die Hölzchen

dazu verfertigt man aus Tannenholz, welches gewöhnlich durch eine Maschine zerschnitten wird. Das eine Ende derselben taucht man zuerst in Schwefel, und dann in einen Brei, welchen man bereitet, indem man zuerst 30 Theile feingeriebenes chlorsaures Kali, 8 Theile Zucker und 5 Theile arabisches Gummi zusammenreibt, mit Wasser versetzt und zuletzt mit feingeschlemmtem Schwefel innig mengt. Man setzt zu diesem Brei so viel Zinnober, dass er roth wird, so dass man recht deutlich sieht, dass der Schwefel des Hölzchens mit einer dünnen Schicht der Masse überzogen ist; die Hölzer müssen aber gut getrocknet werden. Taucht man alsdann die Spitze des Hölzchens in Schwefelsäure, so entzündet sich die rothe Schicht, diese den Schwefel, und dieser das Hölzchen. Die Schwefelsäure bewahrt man in einem Fläschchen auf, welches mit Asbest gefüllt wird. Man gieft nur so viel Säure hinein, dass der Asbest damit getränkt ist; drückt man nun das Hölzchen darauf, so wird so viel Schwefelsäure ausgepresst, als zur Entzündung nöthig ist. Durch die Anwendung des Asbestes verhindert man das Herumspritzen der Säure, welche Kleider und andere Gegenstände zerstören würde. Der Verbrauch dieser Hölzer ist in Berlin so grofs, dass in einer Fabrik täglich über 50 Pfund chlorsaures Kali dazu verbraucht werden. Eine Zeit lang verfertigte man Zündhölzer, indem man in ein kleines Glasrohr Schwefelsäure hineinbrachte, das Rohr zuschmolz und es mit dem angeführten Gemenge in Papier einklebte; wenn man nun das Glas durch einen Schlag, oder indem man das Papier durch die Zähre zog, zerbrach, fand die Entzündung statt. Eine ähnliche Einrichtung hat man mit Glück zur Entzündung von Geschützen angewandt.

Man hat das chlorsaure Kali auch zum Percussionspulver angewandt; da man jetzt aber allgemein das knallsaure Quecksilber vorzieht, so werde ich bei diesem Artikel diese Anwendung des chlorsauren Kali's erwähnen.

Essigsaures Kali. Man erhält dieses Salz, wenn man destillirten Essig mit kohlensaurem Kali sättigt und zur Syrupsconsistenz abdampft; langsam erkaltet, erhält man es in Blättchen, daher der ältere Name *terra foliata tartari*, und rasch erkaltet, in Schuppen krystallisiert. Es ist sehr löslich in Wasser, zerfließt an der Luft und löst sich in Alkohol. Durch Krystallisation kann man es nicht reinigen, man erhält es daher nur rein, wenn man zur Darstellung reine Substanzen anwendet. Da es beim Abdampfen etwas alkalisch wird, so mußt man etwas Essigsäure zusetzen; nimmt die Auflösung eine gelbe Farbe an, so kocht man sie mit Kohle.

Saures weinsteinsaures Kali, Weinstein. Der Weinstein kommt fertig gebildet in dem Saft der Tamarinden und der Weinreben vor; man erhält ihn aus dem Saft der verschiedenen Theile der Reben, der Beeren, der Ranken, der Blätter u. s. w. sehr leicht in Krystallen, wenn man ihn nur etwas eindampft. Der Weinstein, welcher im Handel vorkommt, erhält man als Absatz aus sauren Weinen, wenn sie auf den Fässern liegen. Diese saure Weine sind nämlich eine gesättigte Auflösung von Weinstein, und da dieser in Alkohol unlöslich ist, so scheidet er sich in dem Verhältniß aus, wie der Alkoholgehalt des Weins entweder durch die langsame Nachgärung zunimmt, oder dadurch, daß durch die Wände der Fässer Wasser, aber kein Alkohol, wie durch die Blase (Bd. I., pag. 373.), verdampft; er setzt sich an die inneren Wände der Fässer an, und wird, wenn die Rinde hinreichend dick ist, und das Fäß von den Fässbindern aus einander genommen wird, abgeschlagen. Diese Rinde, deren eine Seite deutlich ausgebildete Krystalle zeigt, besteht aus Weinstein, neutralem weinsteinsauren Kalk, Hefe *), und überhaupt aus den Substanzen, welche sich aus dem Wein abgesetzt haben; war

*) Die Hefe ist manchmal in solcher Menge darin vorhanden, daß der rohe Weinstein statt Bierhefe angewandt werden kann.

der Wein roth, so ist auch der Weinstein durch den Farbestoff desselben roth gefärbt.

Um ihn zu reinigen, wird er zuerst fein gemahlen und dann in kochendes Wasser geschüttet; ein Theil Weinstein bedarf 14 Theile kochendes und 180 Theile kaltes Wasser zu seiner Auflösung. Die heifse Auflösung läfst man einige Augenblicke ruhig stehen, bis sie klar geworden ist, dann giefst man sie in die Krystallisationsgefäße; die krystallinische, etwas gefärbte Rinde, welche sich beim Erkalten dieser Auflösung bildet, löst man wieder in kochendem Wasser auf, und setzt zur Auflösung 4 bis 5 p. C. mageren Thon (Thon mit Sand gemengt) hinzu, welcher sich mit dem Farbestoff zu einer unlöslichen Verbindung vereinigt. Die Auflösung giefst man, wenn sie klar geworden ist, ab, und dampft sie ein, bis sich eine Krystallhaut zeigt; dann giefst man sie in die Krystallisationsgefäße. Wenn die Krystallisation vollendet ist, so setzt man die Krystalle dem Sonnenlichte aus, wodurch sie weifser werden, indem der Farbestoff noch vollständiger dadurch zerstört wird. Die Mutterlaugen werden zu neuen Auflösungen angewandt. Der Weinstein enthält stets weinsteinsauren Kalk an 2 bis 5 p. C., manchmal bis zu 14 p. C.; gewöhnlich ist diese Beimengung unschädlich. Reinen Weinstein kann man nur durch Verbindung von Weinsteinsäure und Kali erhalten. Der Weinstein enthält $4\frac{3}{4}$ p. C. Krystallwasser, welches er durch Erhitzen nicht verliert. Der Destillation unterworfen, sind die Produkte nach der Temperatur, welche man anwendet, verschieden; außer Essigsäure, Wasser und Brandöl, erhält man eine eigenthümliche Säure. Das Destillat des rohen Weinsteins enthält Ammoniak, welches durch die Zersetzung der Hefe gebildet wird.

Aus dem Weinstein stellt man verschiedene wichtige Verbindungen dar, indem man die überschüssige Säure mit Basen vereinigt. Das weinsteinsaure Kali liefert nämlich eine grofse Anzahl Doppelsalze; die wichtigsten werde ich

bei den Basen, welche neben dem Kali darin vorkommen, beim Eisenoxyd, der Thonerde, dem Antimonoxyd u. s. w. erwähnen. So wie sich das Antimonoxyd, welches sich gegen starke Basen als Säure verhält, mit der Weinstinsäure und dem weinsteinsauren Kali verbindet, so ist dieses gleichfalls mit der arsenichten Säure und der Borsäure der Fall. Die Verbindung von weinsteinsaurem Kali und weinsteinsaurer Borsäure krystallisiert nicht; es scheint auch, als wenn die Borsäure sich in verschiedenen Verhältnissen mit der Weinstinsäure verbinden kann. Das Doppelsalz zeichnet sich dadurch aus, daß es sehr leicht löslich in Wasser ist. Wenn man auf 4 Theile Weinstein 1 Theil Borsäure setzt, so erhält man, wenn man die Verbindung an der Luft trocknen läßt, $4\frac{1}{2}$ Theile an Salz, indem sowohl das Wasser der Borsäure als des Weinstins fortgeht; es löst sich die so erhaltene Verbindung in $\frac{1}{4}$ kochendem und $\frac{3}{4}$ warmem Wasser auf. Eine Verbindung, welche hierher gehört, erhält man, wenn man 3 Theile Weinstein und 1 Theil Borax (borsaures Natron) in 10 Theilen Wasser auflöst und zur Trockne abdampft. Diese Menge giebt an trocknem Salz 3,6 Theile, und bildet eine zähe, klebrige Masse, die an der Luft feucht wird und sich in einer gleichen Menge Wasser auflöst; sie besteht aus einem Gemenge von weinsteinsaurer Kali-Borsäure und weinsteinsaurer Natron-Borsäure, indem die überschüssige Säure des Weinstins sich zugleich mit dem Natron und der Borsäure verbindet. Es geht nämlich das weinsteinsaure Natron gleichfalls eine Verbindung mit weinsteinsaurer Borsäure ein, welche man erhält, wenn man zu saurem weinsteinsauren Natron Borsäure setzt.

Neutrales weinsteinsaures Kali. Man kann dieses Salz als Nebenprodukt bei der Darstellung der Weinstinsäure erhalten, wenn man nämlich, nachdem man die überschüssige Säure des Weinstins mit kohlen-saurem Kalk abgesättigt hat, die Auflösung filtrirt und abdampft (Bd. I., pag. 562.); gewöhnlich gewinnt man es,

indem man Weinstein mit kohlensaurem Kali neutralisiert. Die Auflösung wird filtrirt, um das ausgeschiedene Kalksalz zu trennen, und gewöhnlich zur Trockne abgedampft; doch kann man es leicht in großen und schönen Kristallen erhalten, welche sich an der Luft, wenn diese nicht sehr feucht ist, nicht verändern. Es ist leicht in Wasser löslich. Dieselbe Menge Kali ist im Weinstein mit doppelt so viel Säure verbunden, als in diesem Salz.

Kalium und Schwefel.

Kalium und Schwefel verbinden sich in fünf verschiedenen Verhältnissen; die erste Verbindung entspricht dem Oxyd, die dritte dem Superoxyd. Man kann diese direkt erhalten, indem man Kalium und Schwefel erhitzt, oder indem man in eine gläserne Kugel schwefelsaures Kali mit Wasserstoff reducirt, und das erste Schwefelkalium, welches man so erhält, in verschiedenen Verhältnissen mit Schwefel zusammenschmilzt. Außerdem erhält man diese Verbindungen noch auf verschiedene andere Weisen; drei von diesen Verbindungen sind von besonderer Wichtigkeit.

Einfach Schwefelkalium. Außer mit Wasserstoff kann man auch dieses Salz noch erhalten, wenn man schwefelsaures Kali mit Kohle in verschlossenen Gefäßen erhitzt; es schmilzt bei einer etwas erhöhten Temperatur, und erkaltet bildet es eine zinnoberrote krystallinische Masse. Mengt man 2 Theile schwefelsaures Kali und 1 Theil Kienruß innig mit einander, und erhitzt das Gemenge bis zur starken Rothglühhitze, so erhält man das Schwefelkalium, da man einen Ueberschuss von Kohle anwendet, in so fein vertheiltem Zustande, daß jedes Stäubchen davon, an die Luft gebracht, sich entzündet; es ist also ein Pyrophor (Bd. I., pag. 226.). Durch Säuren wird dieses Schwefelkalium so zersetzt, daß sich Schwefelwasserstoffgas und ein Kalisalz bilden, ohne daß sich Schwefel abscheidet; da aber gewöhnlich bei der

Darstellung etwas Kieselsäure der Gefäße sich mit dem Kali des schwefelsauren Kali verbindet, so wird etwas kieselsaures Kali und eine höhere Schwefelungsstufe gebildet, welche, wenn sie durch Säuren zersetzt wird, Schwefel abscheidet.

Dreifach Schwefelkalium. Wenn man 100 Theile wasserfreies kohlensaures Kali mit 58,22 Theilen Schwefel mengt, diese bei einer schwachen Rothglühhitze so lange schnellzend erhält, bis alle Kohlensäure ausgetrieben ist, und die Masse ruhig schmilzt, so haben von 4 Theilen Kali 3 Theile ihren Sauerstoff an $\frac{1}{10}$ des Schwefels abgegeben, wodurch Schwefelsäure gebildet worden ist, welche mit dem vierten Theile des Kali's neutrales schwefelsaures Kali bildet, und die drei Theile Kalium haben sich mit $\frac{1}{10}$ des Schwefels zu dreifach Schwefelkalium verbunden; hat man mehr kohlensaures Kali angewandt, so bildet sich stets diese Schwefelverbindung, und der angewandte Ueberschufs an kohlensaurem Kali bleibt unzersetzt. Das Schwefelkalium lässt sich sowohl mit kohlensaurem als schwefelsaurem Kali zusammen-schmelzen, so dass diese Verbindungen sich also gegenseitig auflösen. Erhitzt man dieses Gemenge bis zur Weifsglühhitze, so wird Kohlensäure ausgetrieben und eine niedrigere Schwefelverbindung gebildet.

Fünffach Schwefelkalium. Man erhält dieses Salz durch Zusammenschmelzen von 100 Theilen kohlensaurem Kali und 94 Theilen Schwefel. Die Verbindung findet schon beim Schmelzpunkt des Schwefels statt; hat man einen Ueberschufs von Schwefel angewandt, so kann man ihn abdestilliren. Die Zersetzung ist dieselbe, wie bei der vorhergehenden Verbindung, nur dass eine höhere Schwefelungsstufe sich bildet. Setzt man zum einfachen Schwefelkalium einen Ueberschufs von Schwefel hinzu, und erhitzt das Gemenge, so destillirt so viel Schwefel ab, bis diese Verbindung zurückbleibt; schmilzt man sie nachher mit mehr Schwefel zusammen, so bil-

den sich beim Erkalten zwei Schichten, wovon die unterste fünffach Schwefelkalium, und die oberste reiner Schwefel ist.

Wegen der Leberfarbe, hat man dieses erstarrete Gemenge von schwefelsaurem Kali und Schwefelkalium Schwefelleber (*hepar sulphuris*) genannt; die Schwefelleber der preussischen Pharmacopoe, zu welcher man auf 2 Theile kohlensaures Kali 1 Theil Schwefel nimmt, besteht aus dreifach Schwefelkalium, schwefelsaurem und etwas kohlensaurem Kali.

Erhitzt man Kalihydrat mit Schwefel, so bildet sich unterschweflichtsaures Kali und Schwefelkalium. Dasselbe findet statt, wenn man eine concentrirte Auflösung von Kali mit Schwefel kocht; von drei Theilen Kali geben zwei Theile ihren Sauerstoff an Schwefel ab, und Schwefelkalium und unterschweflichtsaures Kali (Bd. I., pag. 491.) werden gebildet. Nimmt man einen Ueberschuss von Schwefel, so bildet sich die höchste Schwefelungsstufe. Diese Auflösung wendet man zur Darstellung des praecipitirten Schwefels an. Setzt man zu derselben diluirte Schwefelsäure hinzu, so wird zuerst das Schwefelkalium zerlegt, indem Schwefelwasserstoff entweicht, Schwefel niederfällt und schwefelsaures Kali sich bildet, und nachher das unterschweflichtsaure Kali, wodurch gleichfalls schwefelsaures Kali sich bildet, Schwefel niederfällt und schweflichte Säure frei wird; der Schwefelwasserstoff, welcher noch in der Auflösung vorhanden ist, wird davon zerlegt, indem Wasser und Schwefel sich bilden. Würde das unterschweflichtsaure Kali und Schwefelkalium zu gleicher Zeit sich zersetzen, so würde nur Schwefel niederfallen und schwefelsaures Kali sich bilden, indem nämlich so viel schweflichte Säure frei werden würde, als nothwendig ist, um den Schwefelwasserstoff zu zersetzen. Welche Erscheinungen bei der Zerlegung des Schwefelkaliums sonst statt finden, habe ich schon früher angeführt (Bd. I., pag. 615.).

Die Verbindungen des Schwefels mit dem Kalium, welche sich alle in Wasser auflösen, machen es höchst wahrscheinlich, daß die Schwefelverbindungen, Chlorverbindungen, Bromverbindungen und andere Verbindungen dieser Art, ohne sich zu zerlegen, sich in Wasser auflösen; denn wenn sie sich in Wasser so auflösten, daß Kali gebildet würde, so müßte man eben so viele Verbindungen von Schwefel mit Wasserstoff annehmen, als es Schwefelverbindungen giebt, deren Existenz man durch nichts bisher hat beweisen können.

Die Salze des Schwefelkaliums.

Schwefelwasserstoffsäures Schwefelkalium. Leitet man in eine Auflösung von Kali, welche man in eine tubulirte Retorte gießt, so lange Schwefelwasserstoff hinein, bis sie nichts davon mehr aufnimmt, und dampft diese Auflösung in der Retorte bis zur Syrupsdicke ein, so krystallisirt beim Erkalten diese Verbindung heraus; der Luft ausgesetzt, zerfließt sie.

Außerdem verbindet sich noch das Schwefelkalium mit Schwefelkohlenstoff und mit vielen Schwefelmetallen, welche Verbindungen ich jedoch bei den Schwefelmetallen selbst erst anführen werde.

Kalium und Chlor.

Chlorkalium. Man erhält es aus der Mutterlauge verschiedener Salzsoolen, wie ich später anführen werde. Ferner besteht das Salz, welches bei dem Raffiniren des Salpeters in der Mutterlauge zurückbleibt, größtentheils aus Chlorkalium; in der Pottasche ist gleichfalls Chlorkalium enthalten. Man erhält es ferner, wenn man die Kaliseifen durch Chlornatrium zersetzt, um sie in Natronseifen umzuändern. Dieses unreine Chlorkalium wird bei der Alaunfabrikation verwandt; ich werde dabei darauf zurückkommen. Da 1 Theil gepulvertes Chlorkalium, wenn man es zu 4 Theilen Wasser schüttet, eine Tem-

pe-

peraturerniedrigung von $11^{\circ},4$, während eine gleiche Menge Kochsalz nur eine von $1^{\circ},9$ hervorbringt, so hat man das Thermometer als ein Prüfungsmitte für den Chlorkaliumgehalt angewandt. Wenn das Salz, um Gefornes zu machen, angewandt wird, so ist diese Prüfungsmethode anwendbar; bei der Alaunfabrikation ist es besser zu bestimmen, wie viel Alaun durch eine bestimmte Quantität des Salzgemenges gebildet wird, wenn man es zu einem concentrirten Auszug der gerösteten Alaunerde hinzusetzt.

Jodkalium. Man erhält diese Verbindung, wenn man Jod zu einer Auflösung von Kali (Bd. I., pag. 515.) hinzusetzt. Das jodsaure Kali, welches sich ausscheidet, glüht man, wodurch es in Jodkalium unverändert wird die Auflösung des Jodkaliums dampft man ab, und glüht sie gleichfalls, um das etwa beigemengte jodsaure Kali zu zersetzen. Das so erhaltene Jodkalium löst man in Wasser auf und dampft es ab; man erhält es leicht in Krystallen, als Würfel mit den secundären Flächen deselben. Diese Verbindung, so wie mehrere andere Jodverbindungen, lösen Jod auf, und bilden damit eine braun gefärbte Auflösung.

Cyankalium. Man stellt es am bequemsten dar, wenn man Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz), von welchem man durch gelindes Erhitzen das Krystallisationswasser ausgetrieben hat, bis zur Rothglühhitze in einer eisernen Retorte erhitzt, welche der ähnlich ist, die man zur Destillation des Kaliums anwendet (Bd. II., pag. 14.). Das Cyaneisen wird zersetzt, und man fährt, so lange sich Gas entwickelt, ohne die Temperatur zu steigern, mit dem Heizen fort; das Stickstoffgas entweicht, das zurückbleibende Cyankalium schmilzt und trennt sich größtentheils vom Kohleneisen, und man sucht so viel als möglich die kleinen Krystalle von der schwarzen Masse zu trennen, welche man pulvrisirt und mit Wasser auszieht. Die filtrirte Auflösung dampft man in einer Retorte, bis

sich eine Krystallhaut zeigt, ab; beim Erkalten desselben krystallisirt Cyankalium heraus, und man erhält es in Würfeln, mit den secundären Flächen desselben. Man kann es sehr gut anwenden, um andere Cyanmetalle darzustellen, wenn man die Auflösung derselben mit einer Auflösung von Cyankalium fällt.

2. Natrium.

Das Natrium ist bei $+58^{\circ}$ weich, bei 90° schmilzt es, bei der gewöhnlichen Temperatur lässt es sich schneiden und ist dehnbar, bei einer niedrigen Temperatur zeigt ein zerbrochenes Stückchen einen krystallinischen Bruch, und bis zur Rothglühhitze erhitzt, lässt es sich überdestillieren; es ist flüchtiger als Kalium. Das Natrium ist weifs, dem Silber ähnlich; sein spec. Gewicht ist bei 15° 0,9348.

Das Natrium stellt man genau auf dieselbe Weise wie das Kalium dar. Ein inniges Gemenge aus Kohle und kohlensaurem Natron erhält man durch Glühen von essigsaurem Natron, welches man durch Sättigung von kohlensaurem Natron mit Holzessig darstellen, gewöhnlich jedoch im Handel erhalten kann; weder bei der Darstellung, noch bei der Destillation darf man von der beim Kalium angegebenen Methode abweichen, so dass in dieser Hinsicht nichts zu bemerken ist. Die Darstellung des Natriums, da es flüchtiger als Kalium ist, findet bei einer etwas niedrigeren Temperatur als die des Kaliums statt, und ist daher leichter.

Natrium und Sauerstoff.

Der Luft ausgesetzt, oxydirt sich das Natrium allmählig; wenn es bis zur Rothglühhitze erhitzt wird, entzündet es sich. Auf Wasser geworfen, oxydirt es sich, ohne sich zu entzünden; mit wenig Wasser angefeuchtet, oder auf einer klebrichten Flüssigkeit, findet dieses jedoch statt.

Das Suboxyd, das wasserfreie Oxyd und das Superoxyd stellt man beim Natrium wie beim Kalium dar;

sie sind den entsprechenden Kaliumverbindungen sehr ähnlich.

Die Zusammensetzung des Natrons hat man auf dieselbe Weise wie die des Kali's gefunden, 100 Theile Natrium sind darin mit 34,37 Theilen Sauerstoff verbunden; das Natron enthält also 25,58 p. C. Sauerstoff.

Der Name Natron kommt von *νιτρον*, Laugensalz, Waschsalz, her, und dieses von *νιτρω*, *νιπτω*, ätzen, waschen; von *νιτρον* ist *νιτρων*, mit Lauge waschen, abgeleitet. Mit *νιτρον* konnten die Griechen also nie Salpeter bezeichnen; erst bei den Römern wurden efflorescirende Salze im Allgemeinen *nitrum* genannt, und daher erhielt später der Salpeter den Namen Nitrum.

Die Salze des Natrons.

Das Natronhydrat. Man erhält das Natronhydrat ganz auf dieselbe Weise, wie das Kalihydrat, doch mußt man etwas mehr Kalkerde anwenden:

667,334 (Na₂O) : 356,019 (Ca) 100 : 53,3.

Das Natronhydrat ist fast in jeder Hinsicht dem Kalihydrat ähnlich; erhitzt bleibt, wie beim Kalihydrat, eine Proportion Wasser, 22 $\frac{1}{3}$ p. C. mit dem Natron verbunden, zurück, und bis zur starken Rothglühhitze erhitzt, verflüchtigt sich das Natronhydrat (Na₂H). Aus einer concentrirten Auflösung in Wasser krystallisiert eine Verbindung mit mehr Wasser heraus. Der Luft ausgesetzt, zerfließt es zuerst, indem es Wasser anzieht, und wird nach einiger Zeit, indem es Kohlensäure anzieht, wieder fest. Da man das kohlensaure Natron viel leichter rein, und besonders leicht frei von Kieselsäure darstellen kann, so ist, wenn es gleichgültig ist, ob man Kali oder Natron anwendet, das Natron stets vorzuziehen.

Das Natron ist eine schwächere Basis als das Kali; schwefelsaures Natron mit Kali versetzt, giebt Natron und schwefelsaures Kali.

Schwefelsaures Natron, Glaubersalz. Das

einfach schwefelsäure Natron (NS + 10 Aq) erhält man im Handel ganz rein in grofsen durchsichtigen Krystallen, welche Anfangs kühlend, nachher bitter schmecken; sie enthalten 55,76 Wasser, und schmelzen in diesem Wasser zu einer klaren Flüssigkeit. Es verwittert an der Luft, und aus einer Auflösung, deren Temperatur über 33° ist, krystallisiert es, so wie das selensaure Natron, wasserfrei heraus. Seine Löslichkeit in Wasser ist schon früher angeführt worden (Bd. I., pag. 372.); in Alkohol ist es unlöslich. Bei der gewöhnlichen Temperatur und unter derselben krystallisiert es mit 10 Atomen Wasser; aus einer erwärmten Auflösung, wahrscheinlich zwischen 20—33°, erhält man es mit weniger Wasser verbunden, und bis zur Rothglühhitze erhitzt, schmilzt es.

Das einfach schwefelsaure Natron kommt im Meerwasser, in Salzsoolen, in Mineralquellen und überhaupt häufig im Quellwasser vor. In Frankreich stellt man es durch Zersetzung des Kochsalzes dar; wenn man die Salzsäure nicht verwenden kann, in Flammenöfen, indem man auf den Heerd des Flammenofens das Kochsalz schüttet und darauf die Schwefelsäure gießt. Die salzsäuren Dämpfe, welche aus dem Schornstein des Flammenofens entweichen und die Vegetation der Umgegend zerstören würden, pflegt man in unterirdische Kalksteinbrüche, wodurch Chlorcalcium und Kohlensäure gebildet werden, in Flüsse oder Bäche zu leiten; den Zug erhält man dadurch, daß man einen besonderen Abzugsschornstein erhitzt. Will man die Salzsäure gewinnen, so zersetzt man das Kochsalz auf ähnliche Weise in eisernen Cylindern, wie den Salpeter. In Preussen, wo der Verbrauch dieses schwefelsauren Natrons, und zugleich der der unreinen Salzsäure unbedeutend ist, und überhaupt die Glasspreise sehr niedrig sind, wird das Kochsalz gewöhnlich in gläsernen Retorten in Galeerenöfen (Bd. I., pag. 450.) zerlegt; die Salzsäure ist alsdann sehr rein, das schwefelsaure Natron ist jedoch sauer und muß mit so viel

Kochsalz geglüht werden, als nöthig ist, um die neutrale Verbindung zu erhalten.

In Schöningen zersetzt man schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol) und Kochsalz, indem man die concentrirten Auflösungen beider Verbindungen bei einer niedrigen Temperatur zur Zeit des Winters zusammenmengt. Das schwefelsaure Natron krystallisiert fast ganz heraus, indem Eisenchlorür und unzersetztes Kochsalz in der Auflösung bleiben.

Wenn man Eisenvitriol und Kochsalz zusammen im Flammenofen erhitzt, so erhält man gleichfalls schwefelsaures Natron, indem theils Eisenchlorid sich verflüchtigt, theils Eisenoxyd zurückbleibt und Chlorwasserstoffsäure sich entwickelt.

Bei verschiedenen Salinen, z. B. in Schönebeck, wie ich beim Kochsalz anführen werde, wird sowohl aus der Mutterlauge, als aus dem Pfannenstein der Soole schwefelsaures Natron gewonnen. Der Pfannenstein wird in grossem Kasten mit Wasser zu wiederholten Malen übergossen; was ungelöst zurückbleibt, ist fast nur Gyps. Die nicht gesättigten Auflösungen werden auf neuen Pfannenstein gegossen; die gesättigten Auflösungen werden in grosse Behälter, in denen bei sehr niedriger Temperatur im Winter das schwefelsaure Natron heraukrystallisiert, gegossen. Je gröfser die Kälte ist, desto mehr Glaukersalz gewinnt man. Aus der zurückbleibenden Flüssigkeit gewinnt man durch Eindampfen Kochsalz, Mutterlauge und Pfannenstein; der Pfannenstein wird mit dem Pfannenstein der Soole, und die Mutterlauge mit der Mutterlauge der Soole verarbeitet. Aus der Mutterlauge der Soole gewinnt man im Winter schwefelsaures Natron, und aus der zurückbleibenden Auflösung wird durch Eindampfen Kochsalz gewonnen, welches man so lange fortsetzt, bis man bemerkt, dass sich ein anderes Salz ausscheidet.

Aus der Flüssigkeit, welche alsdann in einen Behäl-

ter abgelassen wird, scheidet sich beim Erkalten schwefelsaures Kali und Chlorkalium aus, und aus der zurückbleibenden Flüssigkeit gewinnt man noch beim Verdampfen Kochsalz. Die zurückbleibende concentrirte Mutterlauge enthält salzsäure Magnesia, wovon ein Theil beim Erkalten herauskrystallisiert, und keine Kalkerde. Das Glaubersalz aus dem Pfannenstein ist reiner als das aus der Mutterlauge, und wird in eisernen Gefäßen in heißem Wasser von 33° aufgelöst; die Auflösung läßt man in Tonnen erkalten, und das Salz an Stäben krystallisiren. Das Chlorkalium und schwefelsaures Kali wird zur Alaunfabrikation verwandt; die salzsäure Magnesia wird durch Kalkerde zerlegt. Das Chlorcalcium wird zur Salmiakfabrikation, und die Magnesia zur Darstellung von schwefelsaurer Magnesia verwandt. Der salzsäuren Magnesia ist eine geringe Menge bromwasserstoffsaurer Magnesia beigemengt. Bei diesem Salze werde ich anführen, wie man daraus Brom gewinnt.

Zweifach schwefelsaures Natron. Man erhält es, wenn man zu dem neutralen Salz eben so viel Säure hinzusetzt, als es enthält, und die Auflösung bis zur Krystallisation abdampft, in großen durchsichtigen Krystallen. Setzt man nur halb so viel Säure zum neutralen Salz hinzu, so erhält man ein saures Salz in schönen Krystallen, welches weniger Säure als das zweifach schwefelsaure Natron enthält.

Kohlensaures Natron. Das einfach kohlensaure Natron ist für wissenschaftliche Untersuchung und durch die Anwendung im praktischen Leben von sehr großer Wichtigkeit. Man erhält es im Handel ganz rein und in großen Krystallen ($\text{Na}\ddot{\text{C}} + 10 \text{ Aq}$), welche an der Luft verwittern; es ist in zwei Theilen kalten, und in einem Theil kochenden Wassers löslich. Läßt man die gesättigte Auflösung bei der gewöhnlichen Temperatur und darunter krystallisiren, so erhält man das gewöhnliche Salz, welches 62,9 p. C. Wasser enthält; enthält die Auf-

lösung Natronhydrat, so krystallisiert es gleichfalls in schönen Krystallen heraus, welche nicht verwittern, und in denen der Sauerstoff der Basis zum Sauerstoff des Wassers wie 1:7 sich verhält. Läßt man die Auflösung bei einer erhöhten Temperatur krystallisiren, so enthalten die Krystalle 17,74 p. C. Dampft man die Auflösung unter Aufkochen ein, so erhält man das sogenannte Natronmehl, welches ungefähr eben so viel Wasser enthält. Erhitzt man die gewöhnlichen Krystalle, so scheidet sich ein Theil kohlensaures Natron aus, welches einen Theil seines Wassers an einen andern Theil des Salzes abgegeben hat, das sich darin auflöst. Bei einer schwachen Rothglühhitze schmilzt das kohlensaure Natron zu einer klaren Flüssigkeit, welche beim Erkalten krystallisiert.

Das kohlensaure Natron wird in geringer Menge aus der Asche von Strandgewächsen, gewöhnlich aus schwefelsaurem Natron, gewonnen.

In den am Meerstrande wachsenden Pflanzen ist, wie das Kali in den Landpflanzen, das Natron, mit einer vegetabilischen Säure verbunden, enthalten, welches aus dem Meerwasser von der Pflanze aufgenommen wird. Zur Gewinnung des kohlensauren Natrons wird insbesondere *Salsola Soda* gesammelt, stark getrocknet und in Garben verbrannt. Die feste geschmolzene Masse kommt hauptsächlich aus Spanien, und ist unter dem Namen *Barilla* bekannt; sie enthält 25—30 p. C. kohlensaures Natron. *Kelp* nennt man eine Asche, welche man in England durch Verbrennung verschiedener Salsolaarten erhält; *Wareck* eine Soda, welche man durch Verbrennung von verschiedenen Tangarten erhält. Die beiden letzteren Sodaarten (das unreine kohlensaure Natron nennt man Soda, Sodesalz; Sode, Söde oder Sud kommt von Sieden, und versteht darunter eine Flüssigkeit, welche man hat sieden lassen) enthalten sehr wenig kohlensaures Natron.

Aus der Soda gewinnt man auf ähnliche Weise das kohlensaure Natron, wie aus der Asche der Landpflanzen

das kohlensaure Kali; aus der Mutterlauge kann man bei einer sehr niedrigen Temperatur das kohlensaure Natron am vollständigsten gewinnen. In der Mutterlauge des Warecks kommt etwas Jodnatrium (s. Jodnatrium) vor.

Da der Preis des Kochsalzes und des schwefelsauren Natrons viel niedriger als der des kohlensauren Natrons ist, so hat man unzählige Versuche angestellt, es daraus zu gewinnen. Wenn man 4 Theile Bleiglätte (Bleioxyd) mit einer Auflösung von 1 Theil Kochsalz in 4 Theilen Wasser vermischt, und damit einen Tag stehen lässt, so erhält man Natron und eine Verbindung von Chlorblei mit Bleioxyd; in feuchten Mauern findet zwischen Kochsalz und dem Kalk des Mörtels eine ähnliche Zersetzung statt, das Natron zieht aber bald Kohlensäure an und efflorescirt an den Wänden. Man kann also direct Natron und folglich auch kohlensaures Natron aus dem Kochsalz erhalten, jedoch nicht mit Vortheil; man wendet deswegen schwefelsaures Natron an, dessen Gewinnung ich schon angeführt habe. Schwefelsaures Natron wird am vollständigsten in kohlensaures umgeändert, wenn man ungefähr 1000 Pfund eines Gemenges, welches auf 100 Theile trockenes schwefelsaures Natron 100 Theile Kreide und 55 Theile Kohle enthält, in einem Flammenofen (Bd. I., pag. 259.), der 10 Fuß Länge und 4 Fuß Breite hat, allmählig bis zum Schmelzen erhitzt, und so lange im Schmelzen, wobei fortdauernd Blasen von Kohlenoxydgas aus der flüssigen Masse entweichen, welche sich mit blauer Flamme entzünden, unter fortwährendem Umrühren erhält, bis eine herausgenommene erkaltete Probe ein gleichmäsiges Korn zeigt. Man zieht die halbflüssige Masse mit einer Krücke aus dem Ofen heraus und zerschlägt sie, wenn sie erkaltet ist. Diese Masse besteht alsdann aus einem Gemenge von kohlensaurem Natron, von einer Verbindung von Schwefelcalcium mit Kalkerde, von etwas Schwefelnatrium und etwas unzersetztem schwefelsauren Natron, Kochsalz und Kohle. Die Zer-

setzung im Ofen besteht darin, daß, indem die Kohle sich mit dem Sauerstoff der Schwefelsäure und des Natrons verbindet, der Schwefel sich mit Calcium, und der Sauerstoff und die Kohlensäure sich mit dem Natrium vereinigen. Das Schwefelcalcium ist in Wasser etwas löslich, würde daher, wenn man Wasser auf die geschmolzene Masse gießt, sich mit dem kohlensauren Natron auflösen und es zersetzen; die Verbindung dagegen aus 1 Atom Kalkerde mit 2 Atomen Schwefelcalcium ist in Wasser unlöslich. Auf 1 Atom schwefelsaures Natron ($\text{NO} + \text{S} 3\text{O} = 892,062$) muß man daher $1\frac{1}{2}$ Atome kohlensaure Kalkerde ($1\frac{1}{2} \cdot (\text{CaO} + \text{C}2\text{O}) = 1\frac{1}{2} \cdot 632,456 = 948,684$) nehmen, und an Kohle muß man etwas mehr anwenden, als hinreichend ist, damit Kohlenoxydgas sich bilde.

Um aus dieser rohen Soda die reine Verbindung zu gewinnen, wird die zerschlagene Masse unter einem verticalen Mühlsteine gemahlen und dann gesiebt; das feine Pulver wird auf ähnliche Weise ausgezogen, wie bei der Gewinnung des kohlensauren Kali's die Asche, man pflegt jedoch vier Mal frisches Wasser aufzugießen. Diese Auflösung wird in einer Pfanne, welche den Salzpfannen ähnlich ist, eingedampft; so wie sich das kohlensaure Natron anfängt auszusondern, wird es mit einem Schaumlöffel herausgenommen, und wenn die anhängende Auflösung hinreichend abgetropft ist, so trocknet man es entweder in Trockenstuben oder in Flammenöfen. Läßt man die concentrirte Auflösung erkalten, so krystallisiert das wasserhaltige Salz in großen Krystallen heraus; man pflegt zur Bereitung desselben den Winter zu benutzen. Um die Transportkosten zu vermindern, pflegt man diese Krystalle in einem platten Kessel, welchen man erhitzt, zu entwässern. Die Darstellung des kohlensauren Natrons aus dem salpetersauren Natron habe ich schon erwähnt (Bd. II., pag. 32.); eine andere Methode werde ich noch beim Salmiak anführen.

Das anderthalb kohlensaure Natron, *Trona* ($\text{N}\ddot{\text{C}} + 2\text{H}$), kommt an vielen Orten in der Natur vor, indem gewöhnlich eine Auflösung von kohlensaurem Natron zur regnigen Jahreszeit in Vertiefungen sich anhäuft, wovon das Wasser in der wärmeren Jahreszeit verdampft; so kommt es in Aegypten, in Ungarn bei Debreczin, und in Mexico vor. Es verändert sich nicht an der Luft, und der Sauerstoff der Basis verhält sich zum Sauerstoff des Wassers wie 1 zu 2.

Das doppelt kohlensaure Natron ($\text{N}\ddot{\text{C}}^2 + 2\text{H}$) erhält man, indem man, wie bei der Bereitung des doppelt kohlensauren Kali's, Kohlensäure in eine concentrirte Auflösung von kohlensaurem Natron leitet, woraus es sich, da es nur in 13 Theilen kaltem Wasser löslich ist, als kry stallinischer Niederschlag aussondert; an der Luft verändert es sich nicht. In grossen Krystallen kann man es erhalten, wenn man eine verdünnte Auflösung von kohlensaurem Natron anwendet.

Salpetersaures Natron. Man erhält es rein, wenn man kohlensaures Natron mit Salpetersäure zersetzt und die concentrirte Auflösung erkalten lässt, in durchsichtigen Rhomboiden krystallisiert. Im District Atacama, nicht weit vom Hafen Yquique in Peru (3 Tagereisen von Conception), kommt es in Lagern von wechselnder Dicke in einer Erstreckung von mehr als 30 Meilen, mit Thon bedeckt, vor. Nach Europa wird jetzt davon eine grosse Menge gebracht, und so rein und wohlfeil, dass man es statt des Salpeters zur Darstellung der Salpetersäure allgemein anwendet. Zum Schießpulver kann man es, da es Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, nicht anwenden; ein Schießpulver damit dargestellt brennt viel langsamer ab, als das gewöhnliche, und man stellt daher daraus Salpeter (Bd. II., pag. 32.) zur Schießpulverfabrikation dar. Erhitzt giebt es Sauerstoff ab, und salpetricht-saures Natron wird gebildet (Bd. I., pag. 455.).

Phosphorsaures Natron. Das einfach phos-

phorsaure Natron erhält man, wenn man zu der Auflösung des sauren phosphorsauren Kalks, welchen man durch Zersetzen der Knochen vermittelst Schwefelsäure (Bd. I., pag. 53.) erhält, so lange kohlensaures Natron hinzusetzt, als noch Aufbrausen und ein Niederschlag statt findet. Die Kohlensäure wird ausgetrieben, basisch phosphorsaurer Kalk fällt zu Boden, und in der Auflösung ist einfach phosphorsaures Natron enthalten. Durch ein Wenig Gyps, welches in der Auflösung war, fällt etwas kohlensaure Kalkerde nieder, und ist etwas schwefelsaures Natron in der Auflösung. Durch Abdampfen und Erkalten kann man das phosphorsaure Natron in großen und schönen Krystallen ($2\text{Na} + \text{P} + 24\text{H}_2\text{O}$) erhalten, welche an der Luft fatesciren, in 4 Theilen kochendem und 4 Theilen kaltem Wasser löslich sind, alkalisch reagiren und in ihrem Krystallwasser schmelzen. Durch Umkrystallisiren reiniigt man es vollständig vom beigemengten schwefelsauren Natron. Läßt man die Auflösung des phosphorsauren Natrons bei ungefähr 30° krystallisiren, so erhält man Krystalle, welche an der Luft sich nicht verändern ($\text{Na}_2\text{P} + 16\text{H}_2\text{O}$).

Versetzt man dieses Salz mit etwas mehr als mit der Hälfte Basis, als es enthält, so krystallisiert aus der concentrirten Auflösung ein zweidrittel phosphorsaures Salz (Na_2P_2); setzt man dazu noch eben so viel Säure hinzu, als es enthält, so erhält man ein doppelt phosphorsaures Natron ($\text{Na}_2\text{P} + 4\text{H}_2\text{O}$) aus der concentrirten Auflösung.

Ich habe schon früher (Bd. I., pag. 505.) angeführt, welche merkwürdige Veränderung das einfach phosphorsaure Natron erleidet, wenn es erhitzt wird.

Chlorsaures Natron. Man erhält dieses Salz, wenn man eine concentrirte Auflösung von chlorsaurem Kali mit einer concentrirten Auflösung von saurem weinsteinsauren Natron in einem solchen Verhältniss versetzt, daß saures weinsteinsaures Kali, welches sich aussondert,

und chlorsaures Natron gebildet wird, das aus der Auflösung in schönen Tetraëdern krystallisiert, wenn man sie eindampft. Man trifft dieses Verhältnis am besten, wenn man auf 1 Atom chlorsaures Kali 1 Atom kohlensaures Natron und 2 Atome Weinstinsäure nimmt, oder wenn man 1 Atom kohlensaures Natron zuerst mit Weinstinsäure neutralisiert, und nachher noch eben so viel Weinstinsäure, als man zur Neutralisation angewandt hat, hinzusetzt.

Borsaures Natron, Borax. Im Handel erhält man dieses Salz in grossen krystallinischen Massen. Es ist in 2 Theilen kochendem, und in 12 Theilen kaltem Wasser löslich; die Auflösung reagiert alkalisch und schmeckt süßlich alkalisch. Lässt man die Auflösung bei der gewöhnlichen Temperatur krystallisiren, so enthalten die Krystalle ($\text{NaB} + 10\text{H}_2\text{O}$), deren Form ein schiefes rhombisches Prisma ist, doppelt so viel Atome Wasser, als die octaëdrischen Krystalle ($\text{NaB} + 5\text{H}_2\text{O}$), welche zwischen $56 - 70^\circ$ herauskrystallisiren. An der Luft verwittert der gewöhnliche Borax etwas auf der Oberfläche; erhitzt schmilzt er in seinem Krystallisationswasser, bläht sich, indem dieses entweicht, zu einer schwammigen Masse auf, und schmilzt bei einer erhöhten Temperatur zu einem farblosen Glase. Dieses Glas löst viele Metalloxyde auf, und wird durch sehr geringe Quantitäten derselben gefärbt. Aus der Farbe kann man das Metall erkennen, so dass für Löthrohrversuchen der Borax ein wichtiges Salz ist. Da beim Löthen die Oberfläche der Metallstücke, welche man zusammenlöthen will, nicht mit einer Oxydhaut überdeckt sein dürfen, so wendet man den Borax an, um diese aufzulösen und die Metalle vor Oxydation zu schützen.

Der Borax kommt fertig gebildet in der Natur vor in Siebenbürgen, der Tartarei und in China; die grösste Menge erhielt man sonst aus einigen Seen in Tibet. Er kommt in Krystallen im Handel vor, und ist unter dem

Namen Tinkal bekannt. Besonders auf seiner Oberfläche ist er mit einer fettigen Substanz verunreinigt. Um ihn rein zu erhalten, wird er pulverisiert, auf ein Filtrum geschüttet, und mit einer sehr schwachen Natronlauge gewaschen, welche die fettige Substanz auflöst; dann löst man ihn in Wasser auf, und setzt zu der concentrirten Auflösung 12 Theile kohlensaures Natron auf 100 Theile Tinkal hinzu. Hat sich der gebildete Niederschlag gut abgesetzt, so filtrirt man ihn, und läfst die Flüssigkeit, von welcher man grofse Massen anwenden muß, um grofse Krystalle zu erhalten, in grofsen trichterförmigen Gefäßen, welche inwendig mit Blei beschlagen sind, sehr langsam erkalten.

Jetzt stellt man den Borax durch Zersetzung von kohlensaurem Natron durch Borsäure, welche im Toscanischen (Bd. I., pag. 543.) gewonnen wird, dar. Man löst in einem sehr geräumigen Gefäße 1200 Pfund kry stallisirtes kohlensaures Natron in 1000 Pfund Wasser auf, und setzt 1000 Pfund Borsäure zu; den Borax, welcher beim raschen Erkalten fast ganz herauskrystallisiert, löst man wieder in Wasser auf, und die Mutterlauge wendet man bei der nächstfolgenden Operation wieder an. Zu der Auflösung des Borax setzt man noch kohlensaures Natron, nämlich $\frac{1}{6}$ von der früher angewandten Menge, hinzu, und läfst sie krystallisiren.

Essigsaures Natron. Man erhält dies, wenn man Natron mit Essigsäure sättigt und die Auflösung eindampft, beim Erkalten derselben in schönen Krystallen ($\text{NaA} + 6\text{H}_2\text{O}$), welche sich an der Luft nicht verändern; sie haben einen scharfen angenehmen salzigen Geschmack, und sind in 2,8 Theilen kaltem, und in weniger als einer gleichen Menge kochendem Wasser löslich. Man erhält es als Nebenprodukt bei der Reinigung des Holzessigs (Bd. I., pag. 547.).

Weinstein saures Kali und Natron. Wenn man eine Auflösung von kohlensaurem Natron mit ge-

pulvertem Weinstein sättigt, die Auflösung absetzen lässt, weil kohlensaurer Kalk sich ausscheidet, filtrirt und abdampft, bis ein Tropfen davon, auf ein kaltes Blech gebracht, krystallisiert, so erhält man aus der Auflösung, wenn man sie langsam erkalten lässt, große durchsichtige Krystalle ($\text{K}\bar{\text{T}} + \text{Na}\bar{\text{T}} + 10\bar{\text{H}}$), welche sich bei der gewöhnlichen Luft nicht verändern, wenn sie aber sehr warm und trocken ist, etwas verwittern; sie sind in $2\frac{1}{2}$ Theilen kaltem, und in viel weniger warmem Wasser löslich.

Natrium und Schwefel.

Einfach Schwefelnatrium. Man erhält es auf dieselbe Weise, wie das einfache Schwefelkalium; aus einer concentrirten Auflösung krystallisiert es in Quadrat-Octaëdern. An der Luft verändert es sich schnell in Natronhydrat und unterschweflichtsaures Natron; es wird vorzüglich benutzt, um krystallisierte Schwefelsalze darzustellen.

Chlor und Natrium.

Chlornatrium, Kochsalz, Steinsalz. Reines Chlornatrium für chemische Versuche erhält man, wenn man reines kohlensaures Natron mit Chlorwasserstoffsäure sättigt. Das käufliche Kochsalz kann man durch Erhitzen, wobei die chlorwasserstoffsäure Magnesia zerstört wird, indem Chlorwasserstoffsäure entweicht und Magnesia zurückbleibt, ziemlich reinigen; reiner erhält man es, wenn man die Auflösung desselben mit kohlensaurem Natron kochend fällt, wodurch Kalkerde und Magnesia als kohlensaure Salze ausgeschieden werden, und die Auflösung abdampft, wobei das Chlornatrium herauskrystallisiert.

Das reine Chlornatrium ist in heißem und kaltem Wasser gleich löslich, 100 Theile Wasser lösen 37 Theile davon auf; in einer gesättigten Auflösung sind also 27 p. C. Kochsalz enthalten. Ist jedoch Chlorcalcium oder chlor-

wasserstoffsäure Magnesia darin enthalten, so ist es in heißem Wasser löslicher als in kaltem, welches darin seinen Grund hat, daß diese Salze in heißem Wasser löslicher als in kaltem sind. Aus der heißen gesättigten Auflösung dieser Salze sondert sich beim Erkalten Chlornatrium aus, weil die beiden andern Salze das Wasser, welches sie zu ihrer Auflösung bei einer niedrigen Temperatur bedürfen, mit überwiegender Kraft dem Chlornatrium, das darin aufgelöst war, entziehen.

Aus einer heißen Auflösung krystallisiert daher beim Erkalten in verschlossenen Gefäßen kein Chlornatrium; verdampft man die Auflösung rasch, so sondert es sich in zusammengrupperten kleinen Würfeln aus, welche, indem sie sich treppenförmig an einander legen, größere Würfel bilden. Läßt man die Auflösung langsam verdampfen, so erhält man es in durchsichtigen größeren Würfeln mit den secundären Flächen desselben. Das Wasser, welches die einzelnen Würfel, welche die größeren Krystalle bilden, einschließt, verursacht beim Erhitzen ein starkes Decrepitiren. Bei einer schwachen Rothglühhitze schmilzt es, erkaltet krystallisiert es in Würfeln, und bei einer starken Rothglühhitze verflüchtigt es sich. Das specifische Gewicht des Chlornatriums beträgt 2,22. Setzt man eine concentrirte Auflösung von Chlornatrium einer Temperatur von -10° und darunter aus, so erhält man große Krystalle, welche 38 p. C. Wasser enthalten; dieses Wasser geben sie über -10° erwärmt, z. B. bei 0° , wieder ab, selbst unter Wasser.

Das Kochsalz gewinnt man aus dem Meerwasser, aus den Steinsalzlagern und den Salzsoolen.

Das Meerwasser besteht aus:

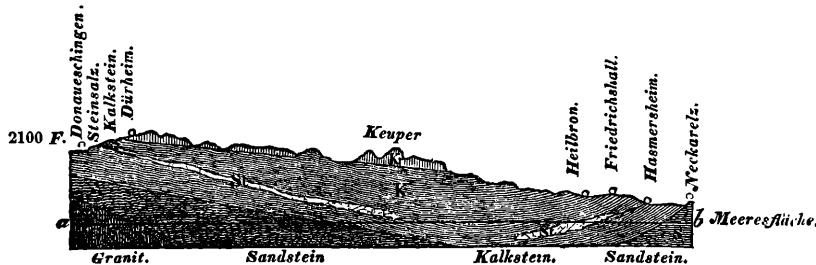
Chlornatrium	2,5
Chlormagnesium	0,35
Schwefelsaurer Magnesia	0,58
Kohlensaurem Kalk und kohlensaurer	
Magnesia	0,02
Schwefelsaurer Kalk	0,01
Wasser	96,54.

Die grosse Menge Wasser lässt die Gewinnung des Kochsalzes aus dem Meerwasser nur in Gegenden zu, wo ein rasches Verdampfen an der Luft statt findet, z. B. zu St. Ubes in Portugal, bei Marseille, am mittelländischen Meere und an mehreren anderen Orten; man nimmt die Arbeit vom April bis zum September vor. Zuerst lässt man das Meerwasser durch eine Schleuse in ein großes Bassin treten, und aus diesem Bassin fließt es durch Kanäle, welche eine sehr geringe Tiefe und eine große Oberfläche haben; einer dieser Kanäle hat eine Länge von 12000 Fuß. Wenn die Luft trocken, warm und stark bewegt ist, so geht die Verdampfung rasch vor sich; es sammelt sich eine Salzkruste auf der concentrirten Auflösung, welche man zerstößt, auf Haufen wirft und unter einer Strohbedeckung abtröpfeln lässt. Die concentrirte Auflösung der fremden Salze lässt man in's Meer wieder ablaufen. Die beste Sorte Salz von St. Ubes besteht aus 95,19 Th. Chlornatrium, 1,69 Th. schwefelsaurer Magnesia, 0,56 Th. schwefelsaurem Kalk und 2,45 Th. mechanisch beigemengtem Wasser.

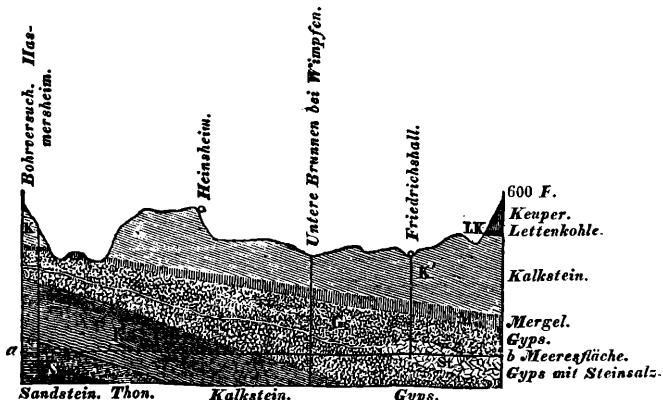
Aus den Steinsalzlagern gewinnt man es auf zwei Weisen, indem man entweder einen Stollen, oder ein Bohrloch bis in das Salz Lager hinunterführt; man zieht die eine oder andere Methode vor, je nachdem das Steinsalz rein oder mit vielen fremden Substanzen gemengt vorkommt und besondere Localumstände zu berücksichtigen sind.

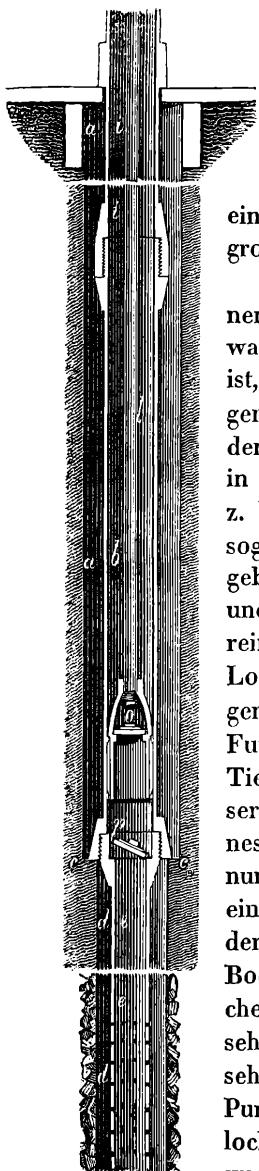
Auf die verschiedene Art, wie das Steinsalz in der Natur vorkommt, werde ich in dem Abschnitt, worin ich die chemische Veränderung der Erdoberfläche anführen werde, wieder zurückkommen; ich will hier nur das Vorkommen desselben in Württemberg, wo es deutlich, sehr gut untersucht und zugleich sehr ausgedehnt ist, anführen. An vielen Stellen hat man bis zu einer Tiefe von mehr als 500 Fuß die Gebirge durchbohrt, und ist in der Mitte des Muschelkalksteins auf das steinsalzhaltende

tende Lager gestoßen, so dass man mit Recht annehmen darf, dass man in der Mitte des Muschelkalksteins, welcher einen grossen Theil Würtembergs und der benachbarten Länder ausmacht, wie man aus dem Durchschnitt von Donaueschingen bis Neckarelz sehen kann,



stets auf das salzführende Lager stoßen wird. Bei Wimpfen und in der umliegenden Gegend, wo viele Bohrlöcher gemacht worden sind, stößt man, wenn man die erste Hälfte des Kalksteins durchbohrt hat, zuerst auf ein Mergellager, und dann auf Gyps. In der Mitte des Gypses trifft man auf das Steinsalz, welches in der Regel mit Gyps und Thon untermengt ist, zuweilen aber auch rein vorkommen kann; unter dem Steinsalz trifft man wieder Gyps, und dann wieder Muschelkalkstein. In anderen

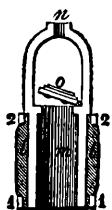




Gegenden trifft man das Steinsalz im bunten Sandstein, im Keuper und in der Kreide. Die Art, wie es in Würtemberg vorkommt, führt unzweifelhaft auf die Bildung des Salzlagers durch einen Absatz aus einer Salzauflösung, welche einst dieses grosse Bassin ausfüllte.

Zu dem Salzlager führt man einen Schacht (perpendulären oder etwas geneigten Kanal, welcher so weit ist, daß man hinuntersteigen und Gegenstände heraufschaffen [heraufwinden] kann) und schlägt das Steinsalz in Massen aus; das reine, wie dieses z. B. in Wielitzka der Fall ist, wird sogleich verpackt und in den Handel gebracht; das unreine wird aufgelöst und durch Abdampfen der Auflösung rein gewonnen. Oder man bohrt ein Loch *ad* bis in die Mitte des Steinlagers hinein; für die ersten 100 bis 150 Fuss hat es 5 bis 6 Zoll, und für die übrige Tiefe 3 bis $3\frac{1}{2}$ Zoll Weite im Durchmesser. In dieses Loch hängt man ein kupfernes Rohr *ibe* hinein, das, wie die Zeichnung zeigt, aus mehreren einzelnen, an einander geschrobenen Röhren besteht; der unterste Theil desselben hat einen Boden und ist unten mit vielen Löchern durchbohrt. Das Rohr, welches sehr schwer ist, ruht oben auf einer sehr starken Unterlage, und da, wo die Pumpe ist, auf einem Absatz des Bohrlochs *e*; es ist in seiner ganzen Länge wasserdicht.

Wenn man alsdann zwischen das Rohr und die Wand des Bohrloches Wasser, einen Bach zum Beispiel, hineinleitet, so wird das Wasser in den oberen Theil des Salzlagers hinunterfließen und so viel Kochsalz aufnehmen, daß eine gesättigte Auflösung entsteht, in welcher also der untere Theil *e* des Rohres sich befindet. Wenn das lange Rohr mit der concentrirten Salzauflösung angefüllt ist, so stellt sich die Wassersäule außerhalb des Rohrs mit der gesättigten Auflösung innerhalb des Rohrs ins Gleichgewicht, und die Höhen der Flüssigkeiten verhalten sich alsdann umgekehrt wie die spec. Gewichte derselben. Da eine gesättigte Kochsalzauflösung ein specifisches Gewicht von 1,207 hat, so wird sich die Höhe der inneren Säule zu der äußeren wie 1 : 1,207 verhalten; war z. B. die Entfernung des Salzlagers von der Erdoberfläche 600 Fuß, so wird die Salzauflösung nur bis zu 500 Fuß hinaufsteigen. Daher müssen die Ventile der Pumpe wenigstens 100 Fuß tief liegen. Die Pumpe selbst hat zwei Klappen *p* und *o*,



welche aus dicken Lederplatten bestehen und oben mit etwas Blei beschwert sind; das Charnier derselben ist gewöhnlich ein Stückchen Leder. Das Leder *l*, welches durch die Ringe 1 und 2 festgehalten wird, bewirkt, indem es fest an die Wände des Rohrs sich anpreßt, einen wasserdichten Verschluß. Die herausgepumpte concentrirte Auflösung wird, wie ich gleich anführen werde, zur Krystallisation abgedampft.

Die Bildung der Salzquellen geht ganz deutlich aus dieser Benutzung der Steinsalzlager hervor, denn wenn Regenwasser oder ein Bach, statt durch das durchgebohrte Loch, durch eine Spalte in das Salzgärtchen hineingelangt, und an einer anderen tiefer gelegenen Stelle das hineingedrungene Wasser wieder abfließt, so wird man, wenn

sich mit der gesättigten Auflösung kein anderes Wasser mengt, eine gesättigte Salzaufösung haben; die Lüneburger Soole enthält z. B. 25 p. C. Kochsalz (im gewöhnlichen Leben pflegt man statt p. C. löthig zu sagen, also hier 25 löthige Soole), ist also eine fast gesättigte Auflösung. Oder man wird, je nachdem mehr oder weniger gewöhnliches Wasser zu der Salzsoole strömt, eine Soole von verschiedenem Kochsalzgehalt erhalten. Manchmal ist es bei Salzsoolen gelungen, das Zuströmen von solchem Wasser abzuschneiden und dadurch die Soole zu verbessern.

Von sehr vielen Soolen besitzt man genaue Untersuchungen; ich will hier nur die Zusammensetzung der drei wichtigsten des preussischen Staats anführen. Es enthält in 100 Theilen die frische Soole von

	Schönebeck, 1815:	Dürrenberg:	Artern:
Chlornatrium	9,623	6,599	2,829
Schwefelsaures Natron	0,249	0,208	0,092
Magnesia	0,012	0,004	0,004
Kalkerde	0,339	0,250	0,158
Chlormagnesium	0,083	0,092	0,038
Kohlensaure Kalkerde	0,026	0,058	0,042
Kohlensaures Eiseoxydul	0,001	0,004	0,012
Schwefelsaures Kali	0,014	0,004	0,004
Chlorkalium	0,007	0,008	0,004
Harzige Theile	0,001	0,012	0,017.

In der Regel werden die Salzsoolen aus Soolenbrunnen heraufgepumpt, in denen die herausgepumpte Quantität, wenn sie eine gewisse Menge nicht überschreitet, stets durch neuen Zufluss ersetzt wird. Aus dieser Soole gewinnt man das Kochsalz, indem man es zuerst in der Luft verdampfen lässt (durch Gradiren).

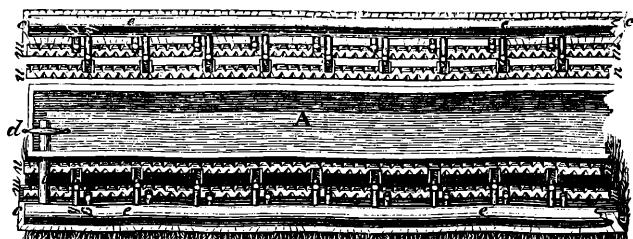
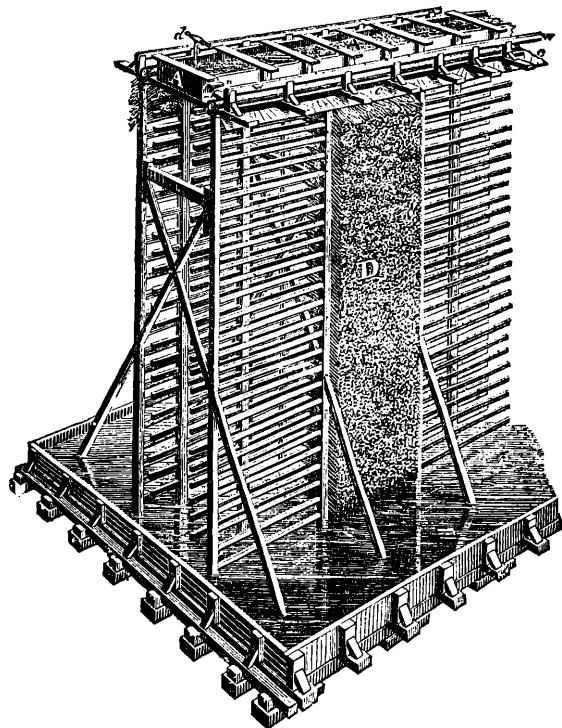
Enthält die Soole kohlensaures Eiseoxydul, so sondert sich, so wie sie herausgepumpt wird, Eiseoxydhydrat ab, indem die Kohlensäure entweicht und das Eiseoxydul sich höher oxydirt; enthält sie kohlensauren Kalk,

so sondert sich auch von diesem eine grosse Menge ab. Die Soole wird nun mit Pumpen in einen Kasten gepumpt, welcher über das ganze Gradirhaus geht; aus diesem Kasten rinnt sie auf zwei Reihen von dicht über einander geschichteten Reisern **D**, und tröpfelt unten in den unteren grossen Kasten, welcher vollkommen waserdicht gearbeitet wird. Je nachdem man mehr Soole zu verarbeiten und mehr Wasser zu verdampfen hat, ist die Grösse des Gradirwerkes und die Abtheilung desselben verschieden; was ich hier davon anführen werde, kann man bei jedem Gradirwerk beobachten. Das Schönebecker Gradirwerk bei Magdeburg, welches 13500 Last Salz jährlich, und doppelt so viel wie irgend ein anderes in Preussen liefert, hat eine Länge von ungefähr 6000 Fuß; die Dornwände haben dort eine Höhe von 50 Fuß, und jede eine Breite von 8 Fuß. Die Soole von 1832 enthielt im Cubik-Fuß 8 Pfund (11,3 p. C.) Salz, und auf ein Quadrat-Fuß Oberfläche beträgt die Verdampfung in einem Jahre bei sehr guter Gradirung 25,43 Cubik-Fuß. Hat man dort die Soole ein Mal durch die Dornen fallen lassen, so enthält sie bei einer guten Gradirung 10,81 Pfund, zwei Mal 14,63 Pfund, und drei Mal 19,49 Pfund im Cubik-Fuß an Salz; je nachdem die Luft trockener ist und der Wind günstig, ist dieser Gehalt verschieden.

Das Gradirwerk, welches die nachfolgende Zeichnung vorstellt, ist nach den neuesten Verbesserungen in Schöningen bei Helmstädt erbaut worden; die Dimensionen ersieht man aus der Zeichnung. Der obere Kasten **A** und der untere grosse Behälter ist, je nachdem man verschiedene Male die Soole durch die Dornen fallen lassen muss, in verschiedene Fächer eingetheilt, so dass die Soole, welche man aus der ersten Abtheilung hat fallen lassen, in die erste des unteren Kastens fällt, nachher in die zweite des oberen Kastens gepumpt wird und in die zweite des unteren herunterfällt, u. s. w.

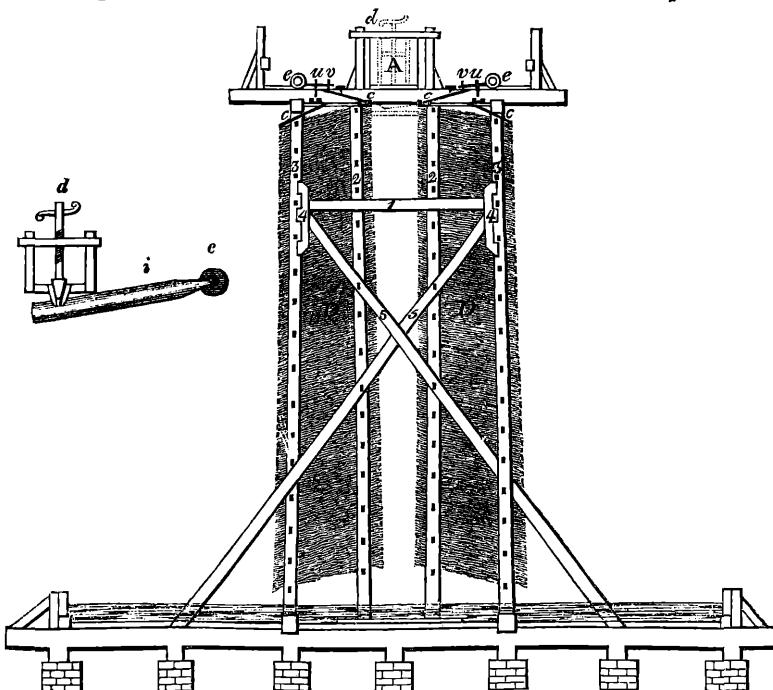
Das Gradirhaus baut man so, dass der herrschende

Wind durch die Wände hindurchstreicht. Aus dem Kasten *A* fliesst die Soole durch das Rohr *i* in das lange



Rohr *e*; das Zuströmen der Soole kann man, indem man durch Herumdrehen der Gradstange *d* die Communica-

tionsöffnung zwischen *i* und dem Kasten *A* bald vermehren, bald vermindern oder ganz aufheben kann, reguliren. Jede Abtheilung hat für jedes Rohr *e* eine besondere Stellung *d*; aus dem Rohr *e* führen in kleinen Abständen die Röhren *g* und *h* heraus, welche mit Hähnen *u*, *v* versehen sind. Aus dem Rohr *g* fließt die Soole auf die Tröpfelrinne *m*, und aus dem Rohr *h* auf die Tröpfel-



rinne *n*. Die Tröpfelrinnen haben eine große Anzahl Einschnitte, durch welche die Soole herauströpfelt. Die Soole der Rinnen *m* fällt noch zuerst auf die Tröpfelbretter *c*, vertheilt sich durch die darauf angebrachten Einschnitte noch mehr, und fließt dann auf die Dornen. Aus den Rinnen *n* fällt die Soole direct auf die Dornen. Die Dornen sind so geneigt eingebettet, dass die Soole an der äußersten Fläche heruntertröpfelt, und dass selbst die

Soole, welche aus den innern Rinnen *n* heruntertröpfelt, wenn sie etwas gefallen ist, an die vordere Fläche kommt. Man ersieht leicht, wie man mit diesen Einrichtungen jede Witterung benutzen kann, und die Quantität, welche man überhaupt herunterfallen lassen will, durch die Stellung *d*, so wie die, welche man an den verschiedenen Seiten und Stellen herunterfallen lassen will, durch die Hähne der Röhren *g* und *h* reguliren kann.

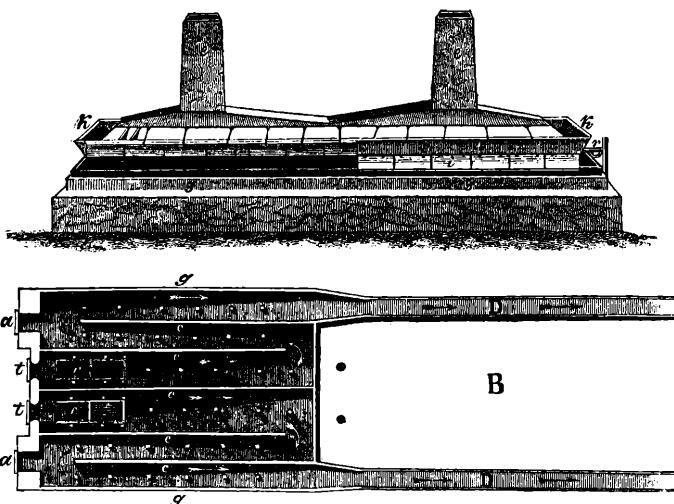
Ein Salzverlust ist jedoch bei der Gradirung nie zu vermeiden, indem stets durch den Windzug die sehr kleinen Tropfen fortgeweht werden; in Schönebeck beträgt er 12,4 p. C. bei guter Gradirung, man kann deswegen die Soole mit Vortheil nicht weiter als bis auf $22\frac{1}{2}$ bis 23 p. C. durch Gradiren concentriren.

Es ist von Wichtigkeit, dass besonders der obere und untere Soolebehälter dem Zutritt der Luft ausgesetzt sind; es verdunstet dadurch noch eine bedeutende Menge Wasser. Bei grossen Salinen sind grosse Soolebehälter, welche in der Regel unter dem ganzen Gradirhause sich befinden, durchaus unentbehrlich, damit man zur Versiedlung stets den nöthigen Vorrath von Soole hat, und darin durch ein zufälliges schlechtes Gradiren nicht gestört werde. An die Dornen setzt sich der Dornstein ab, welcher fast ganz aus Gyps besteht, der in dem verdampften Wasser aufgelöst war und sich in Krystallen absetzt; etwas kohlensaurer Kalk setzt sich gewöhnlich noch mit ab. Wenn dieser Gypsabsatz zu stark wird, müssen die Dornen herausgenommen und durch frische ersetzt werden.

Andere Einrichtungen zum Verdampfen, indem man die Soole über eine geneigte Ebne fliesen ließ (Tafelgradirung), gelingen allerdings, gewähren aber nicht den Vortheil der Dorngradirung.

Die concentrirte Soole wird aus dem Soolekasten in das Siedehaus durch Röhren geleitet und in die Siedepfannen gepumpt. Die Pfannen werden aus gehämmerten Eisenblechplatten, welche zusammen genietet werden,

verfertigt; die Länge derselben beträgt 30 Fuß, aus welcher Länge man leicht die übrigen Maafse nach der Zeichnung bestimmen kann; die Tiefe beträgt 21 Zoll. Sie ruhen theils auf gemauerten Pfeilern, theils auf den Mauern



g und *c*, durch welche zugleich der Zug bedingt wird. Der Grundrifs ist in einem um die Hälfte kleineren Maafsstabe als die Ansicht gezeichnet. Durch die Thüren *t* wird das Brennmaterial auf den Rost geworfen; die Thüren *a* werden nur geöffnet, wenn die Züge gereinigt werden sollen. Von der Pfanne tritt der Zug in die eisernen

Kanäle **D**, und dann in den Schornstein *x*, wodurch der Trockenraum **B** erwärmt wird, der durch eine Mauer

von dem Siederaum getrennt ist.

Die Soole, welche man in die Pfannen einfüllt, enthält 18 bis 24 p. C. Kochsalz, wenn sie von den Grädirwerken kommt, in der Regel aber 24 p. C., wenn sie



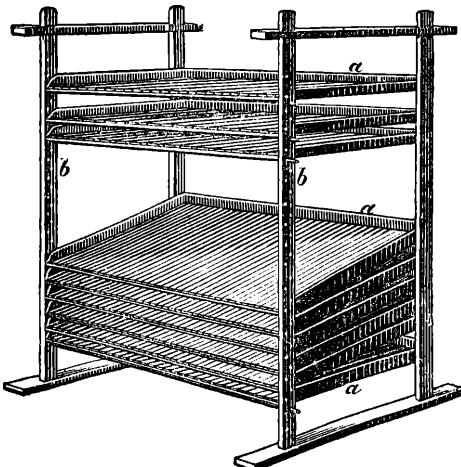
aus Bohrlöchern erhalten wird; die Pfannen werden bis zur Höhe von 11 Zoll damit gefüllt. Was von der stark kochenden Soole verdampft, wird so lange durch frische Soole ersetzt, bis sich auf der Oberfläche kleine Krystalle von Kochsalz aussondern; man nennt dieses Einkochen das Stören. Schwefelsaurer Kalk und schwefelsaures Natron sondern sich dabei aus, mit einigen Unreinigkeiten der Auflösung untermengt, theils als Schaum, welcher abgeschäumt wird, theils als Niederschlag, welchen man mit einer Krücke herausschafft.



Sobald das Kochsalz anfängt sich auszusondern, vermindert man das Feuer; wenn die Temperatur der Flüssigkeit bei 50° erhalten wird, so erhält man grosse Krystalle und sehr reines Salz. Gewöhnlich pflegt man jedoch eine viel höhere Temperatur anzuwenden, auch ist, wie man leicht aus der Feuerung ersehen kann, die Temperatur in der Pfanne nicht allenthalben gleich; oberhalb der Stelle, wo sie am höchsten ist, bringt man den hölzernen Brüthenfang *e* an, durch welchen die Dämpfe abgeführt werden. Die ganze Pfanne ist mit einem hölzernen Dache bedeckt, welches gegen den Brüthenfang ansteigt; an dem Rande der Pfanne ist es mit einer doppelten Reihe Klappen versehen. Die Klappen *i* dienen dazu, den Zutritt der Luft zu reguliren. Die erwärmte Luft streicht nämlich über die heifse Flüssigkeit, so dafs nur wenig Wasserdämpfe in der Nähe der Flüssigkeit niedergeschlagen werden; stärker findet dieses im Brüthenfange statt. Der starke Luftzug nimmt diese nebelähnlichen Niederschläge mit sich fort, so dafs das Abdampfen der Soole nicht durch Kochen, sondern durch den Luftstrom geschieht; wenn man daher die Klappen *i* verschließen würde und keine Kochhitze anwenden wollte, würde nur wenig Wasser fortgeschafft werden. Findet Kochen statt, so wird durch den Luftzug, aus den Gründen, welche ich schon früher angeführt habe (Bd. I., pag. 347.), Kochsalz mit den Dämpfen in die Höhe

gerissen, so daß das Wasser, welches an den Brüthenfang sich anschlägt, und das man durch Rinnen abführt, damit es nicht in die Pfanne zurückfließt, manchmal 1 p. C. Kochsalz enthält.

Zwischen die Klappe *c* und die Bretter des Daches wirft man das Salz, welches man, so wie es sich aus der Flüssigkeit ausscheidet, herauskrückt; die Flüssigkeit, welche mit dem Salze herausgekrückt war, fließt wieder in die Pfanne zurück. Ist der Zwischenraum mit Salz gefüllt und die Flüssigkeit gehörig abgetropft, so senkt man die Klappen, welche durch Haken festgehalten werden, und harkt das Salz in Körbe hinein. Aus den Körben wird es auf Horden geschüttet. Die Bretter dieser Horden haben eine grosse Anzahl Zwischenräume, welche jedoch so klein sind, daß das Salz nicht hindurchfällt. Sie laufen hinten in einer Angel, und ruhen vorn auf Pinnen *b*, die beliebig eingesteckt werden können,



so daß die Bretter horizontal und geneigt gestellt, und ganz gesenkt und ausgeleert werden können. Diese Horden stehen in doppelten Reihen neben einander, und die

hinteren Seiten jeder Reihe sind einander zugekehrt. Um die Wasserdämpfe aus einer solchen Trockenstube abzuleiten, hat man in einigen Salzwerken Röhren unter dem Feuerraum der Pfanne eingemauert, deren eine Oeffnung sich unter dem Rost, die andere, indem sie ansteigen, in der Trockenkammer sich befindet, aus welcher andere Röhren in die freie Luft führen. Auf diese Weise wird trockne heifse Luft in die Kammer geleitet und die nasse wieder abgeführt. Das trockne Salz wird in Fässern verpackt; enthält es Chlormagnesium beigemengt, so zerstört es *).

Wenn man so viel als möglich Kochsalz aus der Soole gewonnen hat, so bleibt eine Mutterlauge zurück, und auf dem Boden setzt sich ein fester Bodensatz, der Pfannenstein, an. Aus der Zusammensetzung der Soole ersieht man leicht die Bestandtheile dieser beiden Nebenprodukte, die ich beim schwefelsauren Natron weitläufig erwähnt habe. Der Pfannenstein muss losgeschlagen werden; er besteht hauptsächlich aus schwefelsaurem Natron und Kochsalz.

Jod und Natrium.

Jodnatrium erhält man auf dieselbe Weise rein, wie Jodkalium. Aus einer heissen Auflösung krystallisiert es wasserfrei in Würfeln, bei der gewöhnlichen Temperatur mit eben so viel Atome Wasser verbunden, wie das Chlornatrium, wenn dieses unter -10° krystallisiert, und in derselben Form; es zerstört an der Luft und ist sehr leicht in Wasser löslich. Jodnatrium bleibt in der Mutterlauge zurück, welche man erhält, wenn man Wareck

*) Was die Anlage von Salzwerken anbetrifft, so muss man berücksichtigen, dass das Salz keine grossen Transportkosten verträgt; eine Saline kann nur naheliegende Gegenden und solche, wohin der Transport wohlfeil ist, versorgen. Die Fabrikation des Kochsalzes kostet in Dürrenberg z. B. ungefähr für den Centner $\frac{2}{3}$ Rthlr., und eben so viel beträgt der Landtransport für ungefähr 20 Meilen.

(Bd. II., pag. 56.) mit Wasser auszieht, und aus der Auflösung durch Eindampfen und Erkalten alle krystallisirbaren Salze ausgeschieden hat. Aufser Jodnatrium sind noch Chlornatrium, Schwefelnatrium und andere Salze darin enthalten; man versetzt sie in einer Retorte mit Schwefelsäure im Ueberschusfs, welche das Jodnatrium so zerlegt, daß sich schweflichte Säure, schwefelsaures Natron und Jod bildet, welches man überdestillirt und als krystallinische Masse erhält, die man mit Wasser mehrere Male abspült, durch Pressen trocknet und alsdann sublimirt.

3. Lithium.

Das Lithium ist dem Kalium und Natrium ähnlich. Man erhält es mit Quecksilber verbunden, wenn man Quecksilber mit dem negativen Pol der Säule in Verbindung bringt, und darüber eine gesättigte Auflösung von Lithionhydrat gießt, welche man mit dem positiven Pol in Verbindung bringt.

Die Lithionsalze, so wie die Lithiumverbindung, gewinnt man durch Zersetzung dreier Mineralien, des Spodumens, Petalits oder des Lithionglimmers. Diese Mineralien werden sehr fein gerieben und geschlämmt, dann mit der doppelten Gewichtsmenge Kalkerde, welche man mit ein Wenig Wasser besprengt, damit sie zerfällt, innig gemengt und stark geglüht, wodurch eine Verbindung der Kalkerde mit der Kieselsäure der Mineralien entsteht. Hat man Spodumen oder Petalit angewandt, so löst man die gebrühte Masse in Salzsäure auf, setzt zur Auflösung so lange Schwefelsäure hinzu, als sich noch schwefelsaure Kalkerde bildet, dampft die Masse zur Trockne ab, glüht sie, und zieht sie, nachdem man sie zerstoßen hat, mit Wasser aus, worin sich schwefelsaures Lithion, schwefelsaure Thonerde und etwas schwefelsaure Kalkerde auflöst. Die Thonerde fällt man aus, indem man die Flüssigkeit mit kohlensaurer Kalkerde (Kreide) digerirt. Die Kalkerde wird mit oxalsaurem Ammoniak gefällt, und die Auflösung einge-

dampft und geglüht. Der Rückstand ist schwefelsaures Lithion.

Hat man den Lithionglimmer angewandt, welcher, da er nicht selten ist, zur Gewinnung des Lithions im Großen angewandt werden kann, so erhitzt man das Gemenge in einem Flammenofen bis zum Zusammensintern. Die geglühte Masse pulverisiert man, mengt sie mit der halben Gewichtsmenge Kalkerde, röhrt sie mit Wasser zu einem Brei an, kocht sie, indem man das verdampfende Wasser ersetzt, zwei Tage hindurch, und läfst sie sich absetzen. Den Bodensatz, von welchem man die überstehende Flüssigkeit abgiefst, kocht man noch ein Mal mit einem Zehntel Kalkerde, und sucht, durch wiederholtes Kochen, Absetzen und Abgießen, sie so viel als möglich auszuziehen. Die klare Flüssigkeit sättigt man mit Salzsäure; beim Abdampfen derselben sondert sich Chlorkalium ab. Die Kalkerde wird durch kohlensaures Ammoniak ausgefällt, die Flüssigkeit filtrirt und so lange mit Kali versetzt, als noch eine Trübung entsteht, dann wieder filtrirt und mit Schwefelwasserstoffgas gefällt, und hierauf nochmals filtrirt und zur Trockne abgedampft. Die von organischen Beimengungen braun gefärbte Masse wird bis zum Schmelzen geglüht, in Wasser aufgelöst, mit Salzsäure gesättigt, filtrirt, abgedampft, und die trockne Masse mit Weingeist von 60° ausgezogen. Die geistige Auflösung wird eingedampft, und die trockne Masse mit wasserfreiem Weingeist ausgezogen, welcher das Chlorlithium auflöst, aber Chlorkalium dagegen zurückläfst.

Das Lithionhydrat stellt man auf ähnliche Weise dar, wie das Kalihydrat; es enthält eine Proportion Wasser, welche man durch eine erhöhte Temperatur nicht davon trennen kann. Es ist dem Kalihydrat ganz ähnlich und weniger in Wasser löslich.

Das kohlensaure Lithion erhält man, wenn man das schwefelsaure Lithion in Wasser auflöst, mit essigsaurer

Baryterde fällt, und die filtrirte Auflösung zur Trockne abdampft und glüht. Es bleibt kohlensaure Baryterde und kohlensaures Lithion zurück; mit Wasser zieht man das kohlensaure Lithion daraus aus. War das Lithionsalz mit Magnesia verunreinigt, so bleibt diese gleichfalls zurück.

Das schwefelsaure Lithion erhält man entweder gleich bei der Darstellung, oder durch Zersetzen des Chlorlithiums vermittelst Schwefelsäure; man erhält es beim Erkalten einer concentrirten warmen Auflösung in schönen Krystallen.

Das salpetersaure und essigsaure Lithion sind sehr leicht in Wasser löslich und zerfliesen an der Luft.

Das einfach phosphorsaure Lithion ist in Wasser schwer löslich, noch viel unlöslicher ist das Doppelsalz von phosphorsaurem Lithion und Natron, welches als ein unlösliches Pulver beim Eindampfen einer Lithionauflösung mit einer Auflösung von phosphorsaurem Natron zurückbleibt; man wendet daher dieses Salz zum Entdecken des Lithions an.

Chlorlithium ist in Wasser und absolutem Alkohol sehr leicht löslich, und bei einer erhöhten Temperatur schmilzt es.

Der Schwefel verhält sich gegen Lithion, wie gegen Kali und Natron.

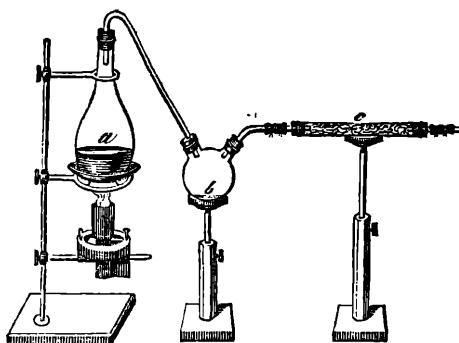
4. Ammonium.

Die grosse Aehnlichkeit der Salze des Ammoniaks und Kali veranlassen ganz natürlich den Versuch, in den Ammoniaksalzen ein Metalloxyd, dem Kali analog zusammengesetzt, aufzusuchen. Nachdem ich die verschiedenen Verbindungen des Ammoniaks angeführt habe, wird man leicht aus der Zusammensetzung derselben ersehen, daß darin eine Verbindung von 1 Mfs. Stickstoff und 4 Mfs. Wasserstoff dem Kalium analog sich verhält. Auf diese hypothetische Verbindung, welche man den Namen Ammo-

nium giebt, und welche man nicht isolirt darstellen kann, werde ich am Schlusse dieses Kapitels zurückkommen.

Das Ammoniak.

Das Ammoniak, welches bei der gewöhnlichen Temperatur ein farbloses Gas bildet, erhält man rein, wenn man 2 Theile reine Kalkerde (gebrannten Marmor) mit 1 Theil reinen Salmiak mengt, und das Gemenge in einem Kolben erhitzt, welchen man mit einer Vorlage und einem Rohr, das man mit geschmolzenem Kalihydrat füllt,



verbunden hat. Der Salmiak besteht aus chlorwasserstoffsaurem Ammoniak, und die Kalkerde treibt das Ammoniak aus und verbindet sich mit der Chlorwasserstoffsäure; Chlorcalcium und Wasser werden gebildet, so dass beim Erhitzen Chlorcalcium in dem Kolben bleibt, und Wasser und Ammoniak entweichen. Das Wasser wird in der Vorlage verdichtet, und das feuchte Ammoniak durch das Kalihydrat vollständig getrocknet. Chlorcalcium kann man zum Trocknen des Ammoniakgases nicht anwenden, weil es sich damit verbindet; man fängt es über Quecksilber auf. Das Gas wirkt auf Pflanzenfarben, wie die Auflösung der anderen Alkalien; es hat einen eigenthümlichen, reizenden, stechenden Geruch; Thiere sterben, und brennende Körper verlöschen darin. Ein hineingebrachtes

Licht

Licht bringt vor dem Verlöschen beim Zutritt der Luft eine partielle Entzündung des Ammoniaks hervor, wodurch eine grofse gelbliche Flamme entsteht. Läfst man es aus einem engen Rohre in Sauerstoffgas ausströmen, so brennt es, wenn man es entzündet hat, mit einer gelblichen Flamme, indem sich Wassergas und etwas Salpetersäure bilden, und Stickstoffgas ausgeschieden wird.

Durch ein glühendes Rohr geleitet, wird das Ammoniakgas theilweise zerlegt; leicht und vollständig geschieht die Zerlegung, wenn man in das Rohr gewisse Metalle, am bequemsten Metalldrähte, hineinlegt. Da Platina viel langsamer und unvollständiger als Eisen diese Zersetzung bewirkt, so wirken die Metalle nicht allein dadurch, dafs sie dem durchstreichenden Gase viele heifse Berührungs-punkte darbieten, sondern zugleich als Contactssubstanzen (Bd. I., pag. 105.); die Metalle erleiden dabei keine chemische Veränderung. Man findet die Zusammensetzung des erhaltenen Gemenges, indem man zu einem bestimmten Maafs desselben Sauerstoffgas, dessen Menge man gleichfalls bestimmt, hinzusetzt, und den elektrischen Funken durchschlagen läfst; 3 Maafs, welche, indem sie Wasser bilden, verschwinden, entsprechen 2 Maafs Wasserstoff. Auch kann man das Ammoniakgas über glühendes Kupferoxyd leiten. Man findet durch diese Versuche, dafs das Ammoniak aus 3 Maafs Wasserstoff und 1 Maafs Stickstoff besteht, und da man das specifische Gewicht des Ammoniakgases durch Abwägung zwischen 0,590 und 0,5967 gefunden hat, so ist

$$1 \text{ M. Ammoniakgas (0,5912)} = \left\{ \begin{array}{l} 1\frac{1}{2} \text{ M. Wasserstoffg. (1}\frac{1}{2} \cdot 0,0688 = 0,1032) \\ \frac{1}{2} \text{ Stickstoffgas (}\frac{1}{2} \cdot 0,976 = 0,488\text{)} \end{array} \right.$$

In 100 Theilen besteht es daher dem Gewichte nach aus 82,544 Th. Stickstoff und 17,456 Th. Wasserstoff.

Wie durch die Einwirkung des Chlors auf Ammoniak Chlorwasserstoffsäure und Stickstoff, und auf Ammoniaksalze Chlorwasserstoffsäure und Chlorstickstoff ge-

bildet werden, habe ich schon (Bd. I., pag. 34 u. 65.) angeführt.

Stickstoff und Wasserstoff hat man noch nicht direct verbinden können, doch gelingt es sehr leicht, aus Substanzen, welche mit dem organischen Leben in keinem Zusammenhange stehen, Ammoniak darzustellen, am leichtesten, wenn man Zink in eine diluirte Auflösung von Salpetersäure und Schwefelsäure stellt; sie muss ungefähr 2 p. C. Schwefelsäure enthalten. Die Salpetersäure setzt man in einem solchen Verhältnis hinzu, dass die Entwicklung von Gasblasen aufhört; es wird alsdann das Wasser und die Salpetersäure zugleich zersetzt, indem der Sauerstoff sich mit dem Zink, und der Wasserstoff des Wassers sich mit dem Stickstoff der Salpetersäure zu Ammoniak verbindet. In der Flüssigkeit ist folglich schwefelsaures Zinkoxyd und schwefelsaures Ammoniak enthalten. Vermittelst Zinn, Eisen und anderer Metalle findet auf ähnliche Weise eine Bildung von Ammoniak statt.

Bis zu -40° erkaltet, wird das Ammoniak flüssig; bei $+10^{\circ}$ findet dieses bei einem Druck von $6\frac{1}{2}$ Atmosphären statt. Am leichtesten erhält man es tropfbar-flüssig, wenn man Ammoniakgas zu Chlorsilber leitet, welches sich damit sogleich verbindet, und diese Verbindung



in ein Rohr schüttet, dessen Oeffnung man zublässt. Erhitzt man das Ende *a*, wo sich

das Chlorsilberammoniak befindet, so schmilzt es bei 38° , kommt ins Kochen, und giebt das Ammoniak ab, welches sich in dem Ende *b*, das man erkaltet, zu einem farblosen, dünnflüssigen Körper von 0,76 spec. Gewicht verdichtet. Lässt man nachher das Rohr eine Zeit lang stehen, so nimmt das Chlorsilber sehr bald das Ammoniak wieder auf, so dass man diesen Versuch, so oft man will, wiederholen kann.

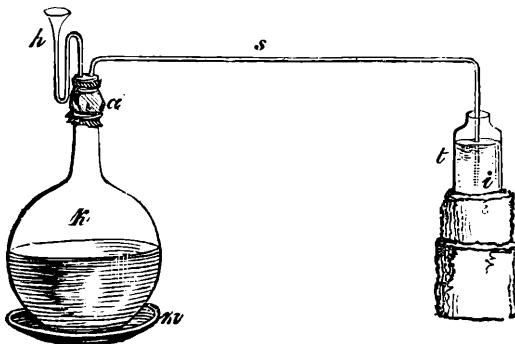
Bringt man in Ammoniakgas, welches über Quecksilber abgesperrt ist, ein Wenig Wasser, oder auch ein kleines Stückchen Eis, so wird das Gas sogleich vollständig verschluckt, und das Quecksilber steigt in das Gefäß hinein.

Die gewöhnliche Ammoniakflüssigkeit ist Wasser, welches Ammoniakgas absorbirt hat, und je niedriger die Temperatur, um so mehr wird an Ammoniakgas davon aufgenommen; es enthält eine Flüssigkeit von

0,8720	spec. Gew.	32,5	p. C. Ammoniak.
0,9054	-	25,37	
0,9692		9,50	

Erhitzt man die Flüssigkeit, so entweicht Ammoniakgas, indem der Kochpunkt der Flüssigkeit steigt. Ist sie bei 0° gesättigt, so kocht sie bei 10° , und hat sie ein spec. Gewicht von 0,91, so kocht sie bei 45° . Erkaltert man die gesättigte Flüssigkeit langsam bis -40° , so erstarret sie zu einer Masse von glänzenden Nadeln.

Am leichtesten erhält man das wässrige Ammoniak, wenn man gleiche Theile Salmiak und ungelöschten Kalk mit einander mengt, und einen Kolben oder Ballon *k*, wel-



chen man so gross nehmen kann, als man ihn im Handel erhält, damit zur Hälfte füllt. Ueber den Hals des Ballons zieht man den weiteren Theil eines Kautschuckbeutels *a*, welchen man in der Mitte entzweい geschnitten hat,

und in die engere Oeffnung des Beutels steckt man einen Kork mit einem Sicherheitsrohr *h* und einem Ableitungsrohr *s*. Das Ableitungsrohr fñhrt man in die Flasche *t*, worin man das Ammoniak aufbewahren will, und welche bis zu zwei Dritteln mit Wasser gefüllt ist; man muß es bis auf den Boden der Flasche gehen lassen, weil die gesättigte Flüssigkeit leichter ist als Wasser. Auf jedes Pfund Salmiak nimmt man ein Pfund Wasser. Man muß stets mehrere Flaschen bereit halten, weil, wenn man auch die Flasche kalt zu erhalten sucht, bei der raschen Entwicklung und Absorption des Ammoniaks dieses nur unvollständig geschieht; sobald also eine Flasche zu warm wird, vertauscht man sie mit einer erkalteten. Durch den Trichter des Sicherheitsrohres gießt man von Zeit zu Zeit Wasser hinein; der Kalk verbindet sich mit dem Wasser (er löscht sich), und die dadurch entstehende Wärme bewirkt eine rasche Entwicklung von Ammoniakgas, welches zuerst die Luft aus den Gefäßen austreibt. Entwickelt das zugesetzte Wasser kein Ammoniakgas mehr, so erhitzt man den Ballon, bis die breichte Flüssigkeit kocht, und setzt dieses so lange fort, als Ammoniak übergeht. Die Zersetzung geschieht auf diese Weise eben so vollständig und viel leichter, als wenn man Kalkerde und Salmiak ohne Zusatz von Wasser bis zum Schmelzen des Chlorcalciums erhitzt; das Ammoniak selbst ist viel reiner, da der Salmiak stets empyreumatische Substanzen enthält, welche bei dieser Darstellungsweise nicht mit übergehen. Die rückständige Masse kann man leicht aus dem Ballon herausschaffen, so daß nur durch Unvorsichtigkeit das Gefäß verloren geht. Bei der gewöhnlichen Darstellung des Ammoniaks in den Destillationsblasen erhält man es stets mit Zinnoxyd (durch die zinnernen Kühlgeräthschaften) verunreinigt.

Die Ammoniakflüssigkeit hat den Geruch des Gases, welcher, wie der des Ammoniakspiritus, allgemein bekannt ist; sie schmeckt scharf, wie eine schwache Auflösung von Kali; thierische Substanzen werden von der-

selben wenig angegriffen, nur einige werden davon aufgelöst; auf der Zunge und Haut zieht sie Blasen.

Verbindungen des Ammoniaks.

Bringt man in trocknes Ammoniakgas trocknen Phosphor hinein, so wird es absorbirt. Eben so absorbirt Jod Ammoniakgas, und bildet damit eine dunkle Flüssigkeit; ob die gebildeten Körper aus Verbindungen einfacher Körper mit Ammoniak, oder aus einer Wasserstoffverbindung und Stickstoffverbindung bestehen, ist noch nicht ermittelt.

Das Ammoniak verbindet sich mit Säuren zu Salzen, welche den Kalisalzen sehr ähnlich sind; außerdem liefert es noch eine besondere Klasse von Verbindungen, indem es sich mit Haloïdverbindungen, mit Chlor-, Brom-, Jod-, Fluor- und Cyanverbindungen nämlich, vereinigt.

Das Ammoniak in seinen Verbindungen kann man in der geringsten Menge durch einen Zusatz von Kali, welcher sich mit der Säure verbindet, entdecken; nähert man der Flüssigkeit einen mit Salzsäure befeuchteten Glasstab, so bildet sich an dem Glasstabe sogleich ein weißer Rauch, indem die Salzsäure sich mit dem sich verflüchtigenden Ammoniak verbindet.

Eine besondere Klasse von Verbindungen, die Amide, welche einem Ammoniaksalze entsprechen, aus welchem **1** Maafs Wasserstoff des Ammoniaks sich mit einem halben Maafs Sauerstoff der Säure verbunden und ausgeschieden hat, habe ich schon erwähnt.

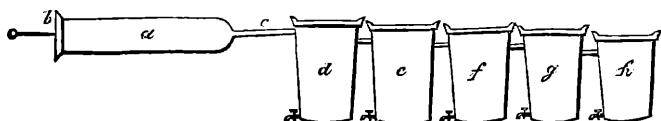
Ammoniak und Säuren.

Chlorwasserstoffsaures Ammoniak, Chlorammonium, Salmiak. Aus dem Salmiak wird der größte Theil der Ammoniakverbindungen und das Ammoniak selbst dargestellt; aus diesem Grunde ist es nicht unpassend, den Salmiak hier schon abzuhandeln.

Der Salmiak ist in 2,7 Theilen kaltem, und in gleichen Theilen kochendem Wasser löslich. Aus der heißen

concentrirten Auflösung krystallisirt er in Octaëdern mit den Flächen des Würfels; die Octaëder reihen sich gewöhnlich an einander, wie die des sublimirten Schwefels (Bd. I., pag. 40.), wodurch sowohl der Salmiak, den man aus den wässrigeren Auflösungen, als der, welchen man durch Sublimation erhält, so biegsam wird, daß er nur schwierig zu pulverisiren ist. Er ist in Alkohol löslich; an der Luft verändert er sich nicht. Bis nahe zum Rothglühen erhitzt, verflüchtigt er sich, ohne vorher zu schmelzen. Sein spec. Gewicht beträgt 1,45. Er besteht aus gleichen Maassen Chlorwasserstoffsäure und Ammoniak.

Bei der Darstellung von keiner Substanz hat man so mannigfaltige Methoden angewandt, als bei dieser, und keine hat, da die Quantität, welche davon verbraucht wird, nur sehr geringe ist, so wenig den Fabrikanten belohnt, wie diese. Ich darf hier nur zwei Methoden anführen, und zwar zuerst die, welche mit der Darstellung des Cyaneisenkaliums, auf welche ich beim Eisen zurückkommen werde, zusammenhängt. Zu dieser Darstellung kann man nur die Kohle von thierischen Substanzen anwenden, welche keine phosphorsaure Kalkerde enthält; man nimmt daher Horn, Hornspähne, Klauen, Haare und andere Substanzen dieser Art, insbesondere gebrauchtes Leder, abgenutzte Schuhe u. s. w. Diese Substanzen werden in eisernen Cylindern, welche so eingemauert werden, wie die Cylinder zur Salpetersäuredarstellung (Bd. I., pag. 452.), erhitzt. Das eine Ende des Cylinders *a* wird mit dem Deckel *b* verschlossen, wenn die anima-



lischen Substanzen eingefüllt worden sind, und die Fu-

gen werden verschmiert. Ist die Destillation vollendet, so nimmt man den Deckel, indem man eine Stange durch den Ring des Deckels steckt, weg, schüttet die Kohlen in ein Gefäß aus Eisenblech, welches man ebenfalls mit einem Deckel verschließt, um sie vor dem Zutritt der Luft zu schützen, und läßt sie darin erkalten. Die heißen Cylinder füllt man sogleich wieder von neuem, und setzt den Deckel *b* wieder vor. Am anderen Ende endigt sich der Cylinder in ein engeres Rohr *c*, welches luftdicht mit dem Rohre der ersten Tonne *d* verbunden wird; diese steht mit einer zweiten *e*, und diese mit einer dritten *f* u. s. w. in Verbindung. Man wendet so 6 bis 8 Tonnen an. Die Tonnen sind leer; auf den oberen Boden derselben gießt man Wasser, damit sie nicht zu stark austrocknen. In der ersten Tonne verdichtet sich wässriges Ammoniak und Oel, in den folgenden setzt sich außerdem noch festes kohlensaures Ammoniak an, und die letztere bleibt fast leer; aus ihr entweichen die Gasarten. Das Uebergegangene wird abgezapft, und das feste kohlensaure Ammoniak nimmt man heraus und löst es in der Flüssigkeit mit auf; zuweilen pflegt man es auch zu reinigen.

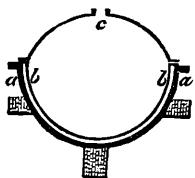
Die Flüssigkeit wird in ein großes Gefäß gegossen; das Oel, welches oben schwimmt, wird mit einem Löffel abgeschöpft. Sie wird darauf mit Chlorwasserstoffsaure versetzt, womit sich das Ammoniak, welches mit Kohlensäure, Essigsäure und Schwefelwasserstoff verbunden ist, vereinigt. Wenn man Chlorcalcium von der Bereitung der schwefelsauren Magnesia, des Ammoniaks u. s. w. erhalten hat, so wendet man es zur Fällung an. Das Oel, welches sich beim Sättigen und beim Eindampfen absondert, schöpft man ab, und die eingedampfte concentrirte Auflösung giebt beim Erkalten Salmiak in braunen Krystallen, welchen man in einem Ofen bis nahe zur Verflüchtigung erhitzt; das Brandöl entweicht alsdann oder zersetzt sich. Der Salmiak wird in Wasser aufge-

lässt, die Auflösung mit thierischer Kohle gekocht, und aus der filtrirten und eingedampften Auflösung erhält man ihn alsdann in weissen Krystallen. Ist eine Beimengung von schwefelsaurem Ammoniak schädlich, so zersetzt man es vor dem Eindampfen mit Chlorbarium.

Der Salmiak kommt theils in Krystallen, theils in Kuchen im Handel vor; in kleinen Kuchen erhält man ihn, wenn man den erhitzten Salmiak in thönerne Gefäße schüttet, welche man zur Hälfte damit füllt, und die in Kapellen in einem Galeerenofen (Bd. I., pag. 450.) stehen. Wenn der Salmiak anfängt sich zu sublimiren, so hält man mit einem eisernen Bohrer die Mündung der Gefäße stets offen, sonst entsteht häufig eine Explosion. Die Gefäße werden nachher zerschlagen, und der Salmiakkuchen hat die Form des oberen Theils des Gefäßes.

In Wien gewinnt man durch Zerlegung des Harnstoffs, indem man Urin, welcher eine Zeit lang gestanden hat, so lange in einer besonderen Vorrichtung destillirt, bis von 10 Eiern 3 übergegangen sind, eine diluirte Auflösung von kohlensaurem Ammoniak, welche man mit gemahlenem Gyps kalt leicht vollständig zerlegen kann. Die Auflösung des schwefelsauren Ammoniaks wird durch Abdampfen concentrirt. Zu den bis zu einem bestimmten Punkt concentrirten Auflösungen von schwefelsaurem Ammoniak setzt man so viel Kochsalz zu, daß beide Salze sich vollständig zerlegen und schwefelsaures Natron und Salmiak gebildet werden. Beim Eindampfen der Auflösung sondert sich das Glaubersalz aus und wird fortduernd herausgekrückt; man setzt dieses so lange fort, bis ein Tropfen beim Erkalten ein Netz von Krystallen bildet. Die Flüssigkeit läßt man in einem Behälter stehen, bis sie lauwarm ist; es sondert sich alsdann kein Glaubersalz, welches bei 100° und 30° gleich löslich ist, sondern nur Salmiak aus, welchen man auf ausgespannte Leinwand zum Abtröpfeln schüttet. Die Mutterlauge wird zu den concentrirten Auflösungen, welche nachher

eingedampft werden, gegossen. Der Salmiak wird auf Hürden so lange getrocknet, bis er noch etwas an den Händen haftet, und alsdann in thönerne Gefäße geschüttet, dicht eingedrückt und mit etwas Kohle bedeckt. Das thönerne Gefäß *b* wird mit weichem Thon in die eiserne Kapelle *a* fest und dicht eingepaft; die Kapelle ruht in der Mitte auf einem Stein und auf einem Rand, worauf hinten eine Zunge gemauert ist, wodurch man bewirkt, daß rechts und links gesonderte Züge um die Kapelle herum gehen. Da die Kapelle da, wo die Zunge sich befindet, zu kalt bleiben würde, so geht noch ein direchter Zug durch einen kleinen Kanal durch diese hindurch, und so in den Schornstein hinein. Dieser Kanal und der Zug rechts, so wie der Zug links um die Kapelle, gehen getrennt in den Schornstein und können durch besondere Schieber regulirt werden. Die Kapelle wird zuerst so stark erwärmt, daß alles Wasser des Salmiaks fortgeht, dann legt man auf den Rand derselben einen Ring von Lehm, und in diesen drückt man eine Haube von Blei ein, so daß der Rand derselben luftdicht schließt; Sprünge, welche sich bilden, werden noch späterhin verschmiert. Die Oeffnung der Haube *c* wird mit einem Stabe, welcher lose darin steckt, verschlossen; er wird aber von Zeit zu Zeit weggenommen, um mit einem anderen Stabe zu untersuchen, ob an irgend einer Stelle die Operation zurückbleibt, was man aus der ungleichen Abnahme der innern Masse ersicht. Man verstärkt alsdann dort das Feuer, und regulirt es durch die Schieber der Züge. Die Destillation muß so rasch gehen, daß der sublimirte Kuchen glasig wird, was im Handel gesucht wird. Verstopft sich die Oeffnung, so wird sie mit einem Bohrer wieder geöffnet. Fünf Pfund läßt man unsublimirt zurück, weil sich sonst Eisenchlorid mit sublimirt; man verwendet diesen Rest zur nächsten Subli-

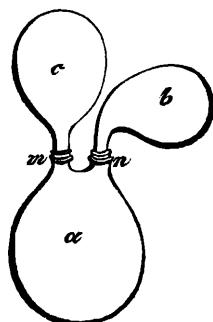


mation. Wenn man die Haube abgenommen hat, so trennt sich der Salmiakkuchen von selbst davon ab; die äußere Oberfläche, welche etwas schwarz ist, wird abgehobelt. Der Kuchen wiegt 43 Pfund. Bei dieser Sublimationsart kann man Galeerenöfen nicht anwenden, weil eine Kapelle manchmal 5 bis 6 Stunden hinter der anderen zurückbleibt.

Der Salmiak wird in Aegypten aus dem Russ von Kamehmist, den man dort als Brennmaterial anwendet, durch Sublimation in großen Glaskolben, welche man in Galeerenöfen erhitzt, gewonnen. Früher erhielt man ihn von dort her, und man hat ihm deswegen den Namen *Sal ammoniacum* (Salmiak), von *ἀμμωνίας* lybisch, gegeben. Der Salmiak ($\text{CH}_3\text{N}_3\text{H}$) besteht aus gleichen Maassen Chlorwasserstoffsäure und Ammoniak. Beim Barium werde ich noch eine Methode, ihn darzustellen, kurz zu erwähnen haben.

Kohlensaures Ammoniak. Das einfach kohlensaure Ammoniak erhält man, wenn man Kohlensäure und Ammoniak gasförmig zu einander treten lässt; durch Wasser wird diese Verbindung zersetzt, indem sich ein Anteil Ammoniak ausscheidet. Die Verbindung, welche dann entsteht, ist wahrscheinlich anderthalb kohlensaures Ammoniak; sie bildet sich bei der Destillation der thierischen Substanzen, und setzt sich, wie ich angeführt habe, in braunen Krusten in den Tonnen an. Um es zu reinigen,

mengt man 1 Theil mit $1\frac{1}{2}$ Theilen thierischer Kohle, schüttet das Gemenge in einen eisernen Kolben *a*, welcher zwei Mündungen *m n* hat; in diesen Mündungen befestigt man gläserne Kolben und Retorten (man nimmt gewöhnlich schon gesprungene, und verklebt dann die Sprünge mit



Papier). In den Kolben *c* selbst macht man oben ein rundes Loch, indem man eine Blase im Glase mit einem spitzen Hammer durchschlägt.

Die Sublimation muß bei einer sehr niedrigen Temperatur vor sich gehen. Zuerst läßt man das runde Loch offen; fängt kohlensaures Ammoniak an sich zu sublimiren, so verschließt man es mit einem Kork. Wenn man das sublimirte Salz noch ein Mal bei noch gelinderem Feuer sublimirt, so erhält man es weiß und rein. Man erhält es gleichfalls, wenn man zwei Theile kohlensaure Kalkerde und chlorwasserstoffsaures Ammoniak erhitzt und das kohlensaure Ammoniak sublimiren läßt, und zwar alsdann in Krusten mit krystallinischem Gefüge.

Setzt man dieses Salz der Luft aus, oder löst man es in Wasser auf und läßt die Auflösung an der Luft verdampfen, so entweicht Ammoniak, und zweifach kohlensaures Ammoniak bildet sich, welches aus der concentrirten Auflösung in schönen Krystallen sich aussondert.

Das kohlensaure Ammoniak bildet sich bei der faulen Gährung animalischer Substanzen. Die Zersetzung, welche dabei im Harn mit dem Harnstoff vorgeht, kennt man am besten (Bd I., pag. 157.).

Das feste Salz ist unter dem Namen *sal volatile cornu cervi siccum*, und die Flüssigkeit, welche man bei der Destillation thierischer Substanzen (besonders der Knochen, wohin seiner chemischen Natur nach auch das Hirschhorn gehört) erhält, als *spiritus cornu cervi* bekannt. Das feste Salz wird besonders verwandt, um Backwerk sehr locker zu erhalten; indem es sich verflüchtigt, bildet es im Teig große Blasen.

Schwefelsaures Ammoniak. Man erhält dieses Salz, wenn man die Flüssigkeit, welche man bei der Destillation thierischer Substanzen erhält, mit Schwefelsäure sättigt. Aus der concentrirten Auflösung krystallisiert es leicht heraus; die Krystalle erhitzt man, damit

das beigemengte Oel sich zersetzt oder verflüchtigt, und alsdann löst man sie wieder in Wasser auf. Aus dieser Auflösung erhält man durch Verdampfen das Salz rein; es kann statt Salmiak zur Darstellung von Ammoniak und von kohlensaurem Ammoniak verwandt werden. Die Krystalle sind in 2 Theilen kaltem und 1 Theil kochendem Wasser löslich. Es enthält 13,58 p. C. Wasser, welche man durch Erhitzen nicht austreiben kann; stark erhitzt, zersetzt es sich.

Leitet man trockenes Ammoniakgas in wasserfreie Schwefelsäure, so erhält man eine Verbindung, welche die Barytsalze nicht fällt. Man kann sie ziemlich rein darstellen, wenn man die Auflösung der Verbindung in Wasser mit Chlorcalcium fällt, den schwefelsauren Kalk durch Filtration trennt, und die Flüssigkeit eindampft und mit Alkohol auszieht; es bleibt alsdann die Verbindung, welche in Alkohol unlöslich ist, zurück.

Ein saures Salz erhält man in Krystallen, wenn man zu dem neutralen eben so viel Schwefelsäure hinzusetzt, als es enthält, und die Auflösung eindampft und erkalten lässt; es enthält weniger Säure, als nothwendig ist, um das doppelt schwefelsaure Ammoniak zu bilden, indem freie Säure in der Auflösung zurückbleibt.

Salpetersaures Ammoniak. Da man es gewöhnlich zur Darstellung des Stickstoffoxyduls (Bd. I., pag. 461.) verwendet, und es daher frei von Salmiak sein muss, so bereitet man es, indem man kohlensaures Ammoniak mit Salpetersäure sättigt; wird die Auflösung abgedampft und erkaltet, so erhält man es in Krystallen, sonst kann man sie in einem Wasserbade zur Trockne abdampfen.

Phosphorsaures Natron-Ammoniak. Man erhält dieses Salz, welches wegen seiner Anwendung zu Löthrohrversuchen wichtig ist, wenn man 6 bis 7 Theile krystallisiertes phosphorsaures Natron in 2 Theilen heißem Wasser, und in dieser Auflösung 1 Theil Salmiak

auflöst; aus der filtrirten Auflösung krystallisiert alsdann das Doppelsalz heraus. Dieses Doppelsalz kommt im Urin in großer Menge vor (*sal microcosmicum, sal fusibile urinae*).

Essigsaures Ammoniak. Man erhält es fest, wenn man ein Gemenge von essigaurem Kali, Natron oder Kalkerde mit Salmiak der Destillation unterwirft. Für die Anwendung in der Medicin wird es durch Sättigung von reinem wässerigen Ammoniak mit Essigsäure bereitet; das specifische Gewicht beider wird vorgeschriven, damit die Auflösung stets denselben Gehalt an Salz hat, da sie nämlich, weil das Salz sich theils verflüchtigt, theils Ammoniak beim Abdampfen abgiebt, nicht zur Krystallisation abgedampft werden kann. Die Auflösung des Salzes ist unter dem Namen *spiritus Mindereri* bekannt. Lange aufbewahren darf man sie nicht, weil sie sich zerstetzt, indem kohlensaures Ammoniak sich bildet.

Bernsteinsaures Ammoniak. Die neutrale Verbindung wendet man an, um Eisenoxyd von anderen Metalloxyden zu trennen; man erhält sie, indem man eine Auflösung von Bernsteinsäure mit Ammoniak neutralisiert. Hirschhornsalzauflösung, wässriges rohes kohlensaures Ammoniak (Bd. II., pag. 91.), mit unreiner Bernsteinsäure gesättigt, ist der *Liquor cornu cervi succinatus* der Medicin. Da die Beimengungen bei diesem Präparat auf die Wirkung desselben als Arzneimittel Einfluss haben, so darf man das reine Salz nicht statt dieses anwenden.

Schwefelwasserstoffsäures Ammoniak. Läßt man zu 4 Maafs Ammoniak $\frac{1}{2}$ Maafs Schwefelwasserstoff treten, so erhält man die Verbindung, in welcher sich der Wasserstoff der Basis zum Wasserstoff der Säure wie 3 : 1, also wie im Salmiak, verhält. Destilliert man Salmiak mit den verschiedenen Schwefelungsstufen des Kaliums, so bildet sich Chlorkalium, der Schwefel verbindet sich mit dem Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure, und

diese Verbindung mit dem Ammoniak; die Schwefelwasserstoffverbindung, welche gebildet wird, entspricht der Schwefelungsstufe des Kaliums. Den Salmiak muß man im Ueberschufs anwenden, weil sonst nicht alles Schwefelkalium zersetzt wird, und bei den niedrigen Schwefelungsstufen des Kaliums eine höhere oder die höchste sich bildet und zurückbleibt. Ich werde auf die Art, diese Verbindungen anzusehen, gleich zurückkommen.

Auf Schwefel wirkt Ammoniakgas kalt nicht ein, leitet man aber Ammoniakgas und Schwefel durch ein erhitzen Rohr, so erhält man, wenn man es mit einer erkalteten Vorlage verbindet, große gelbe Krystalle, welche aus Ammoniak, Schwefel und Wasserstoff bestehen, indem ein Theil Ammoniak zersetzt wird und Stickstoff abgibt. Destillirt man Kalkerde (ungelöschte), Schwefel und Salmiak, so erhält man eine gelbe, rauchende Flüssigkeit (Beguins rauchender Geist). Beim Erhitzen dieses Gemenges bildet sich nämlich schwefelsaure Kalkerde und Schwefelcalcium, welches letztere sich mit dem Salmiak, wie das Schwefelkalium, zerlegt; sie raucht nur in Gasarten, welche Sauerstoff davon abgeben, so daß dieser Rauch von einer Oxydation herröhrt, wodurch fixe Körper ausgeschieden werden.

Schwefelwasserstoffsäures Ammoniak mit Schwefelwasserstoff. Man kann diese Verbindung wasserfrei fest erhalten, wenn man gleiche Maaße Schwefelwasserstoff und Ammoniakgas zusammentreten läßt. In Wasser aufgelöst erhält man sie, wenn man durch wässriges Ammoniak so lange Schwefelwasserstoff durchstreichen läßt, als noch davon aufgenommen wird. Diese Auflösung ist für die Erkennung der verschiedenen Metalle von großer Wichtigkeit. Bei ihrer Anwendung muß besonders darauf gesehen werden, daß sie kein überschüssiges Ammoniak enthält; enthält sie es, so fällt sie die schwefelsaure Magnesia, wovon ein Theil durch das freie Ammoniak zersetzt wird, sonst nicht, weil alsdann

schwefelsaures Ammoniak und schwefelwasserstoffsaure Magnesia entsteht, welche in Wasser löslich ist. Der Luft ausgesetzt, sondert sich Schwefel ab, indem der Wasserstoff sich oxydirt.

Schwefelwasserstoffsaures Ammoniak mit Schwefelkohlenstoff. Schwefelwasserstoffsaures Ammoniak mit Schwefelcyanwasserstoffsäure. Diese Verbindungen habe ich schon früher (Bd. I., pag. 631 und 632.) angeführt.

Schwefelwasserstoffsaures Ammoniak und Schwefelmetalle. Diese Verbindungen erhält man, wenn man Schwefelmetalle, welche Säuren sind, als Arsenikschwefel, Antimonschwefel, mit der Auflösung des Ammoniaksalzes digerirt; — enthielt das Ammoniaksalz Schwefelwasserstoff, so wird dieses ausgetrieben.

Ammoniak und Haloïdverbindungen.

Läfst man zu Fluorkiesel, Chlorbor, Fluorbor und Chlorkohlenoxydgas Ammoniakgas treten, so entstehen feste oder flüssige Verbindungen, welche sich leicht verflüchtigen lassen. Fluorbor verbindet sich in drei Verhältnissen mit dem Ammoniak. Mit Wasser in Berührung, werden sie und das Wasser zerlegt; Sauerstoff- und Wasserstoffsäuren werden gebildet und verbinden sich mit dem Ammoniak.

Sehr häufig verbindet sich das Ammoniak mit Chlormetallen, z. B. mit Chlorcalcium in einem solchen Verhältnis, daß 4 Mal mehr Ammoniak in der Verbindung enthalten ist, als nothwendig ist, um Salmiak mit der Chlorwasserstoffsäure zu bilden, welche das Chlor des Chlorcalciums, wenn es sich zersetzt, giebt.

Ammoniak verbindet sich außerdem noch mit dem Schwefelarsenik, welchen es leicht auflöst, und mit dem Schwefelkohlenstoff, wenn man trocknes Ammoniakgas damit in Berührung bringt, zu einer festen gelben Masse, die sich verflüchtigen läfst.

Allgemeine Betrachtungen über das Ammoniak.

Es ist natürlich, wie ich schon angeführt habe, bei der Aehnlichkeit, welche das Ammoniak in seinen Verbindungen mit dem Kali zeigt, auch eine Aehnlichkeit in der Zusammensetzung nachzusuchen.

Wird Kalium oder Natrium in Ammoniakgas gebracht und darin erwärmt, so erhält man einen krystallinischen, dunkel olivengrünen Körper; an Wasserstoff bleibt ungefähr so viel zurück, als die Metalle, wenn sie das Wasser zerlegen, entwickeln würden. Wird dieser Körper erhitzt, so entwickelt sich Ammoniak, und Stickstoffgas und Wasserstoffgas in dem Verhältnisse, wie sie im Ammoniak enthalten sind, und ein graphitähnlicher Körper, welcher nicht schmilzt, bleibt zurück. Kommt dieser Körper mit Wasser in Berührung, so bildet sich nur Ammoniak und Kali oder Natron, so dass er also aus Stickstoff und Kalium oder Natrium, und zwar in einem solchen Verhältnisse, dass 1 Maaf Sauerstoff, welches sich mit dem Kalium zu Kali verbindet, $\frac{2}{3}$ Maaf Stickstoffgas aus der Verbindung ausscheidet, welches sich mit 2 Maaf Wasserstoffgas zu Ammoniak verbindet; der olivenfarbige Körper ist folglich eine Verbindung von Ammoniak mit Stickstoffkalium oder Stickstoffnatrium. Die Zerlegung des Ammoniaks durch Kalium oder Natrium giebt also interessante Verbindungen, aber keinen weiteren Aufschluss über einen Zusammenhang der Zusammensetzung der Alkalien. Etwas weiter führen die Versuche an der electrischen Säule; verbindet man den — Pol der Säule mit Quecksilber, worauf man flüssiges Ammoniak gegossen hat, und taucht den Draht des + Pol so weit ein, dass er eine Linie von der Quecksilberoberfläche entfernt ist, so giebt zuerst blos der — Pol Gas, späterhin auch der + Pol, wobei das Quecksilber zu einer butterähnlichen Masse aufschwillt. Wenn man in ein Stückchen Salmiak eine Grube macht, welche man

ein

ein Wenig anfeuchtet, und Kaliumamalgam hineindrückt, das man unter Feuerentwickelung erhält, indem man in Quecksilber kleine Mengen Kalium schüttet und es damit erwärmt, so erhält man diese butterähnliche Masse gleichfalls, welche sich so aufblättert, dass sie bald aus der Grube herausragt.

Amalgamirt man den negativen Draht der electrischen Säule, indem man dazu Platina nimmt und es in das Amalgam taucht, und lässt die Pole auf Ammoniak wirken, so bildet sich am negativen Pol eine bleifarbigre krystallinische Verästelung, welche, sobald sie sich wegen ihrer Leichtigkeit vom Pole losreift, sich sogleich unter Gasentwickelung in Ammoniak, Wasserstoff und Quecksilber, welches oft kaum $\frac{1}{200}$ von der Grösse der Masse beträgt, umändert.

Die Quecksilberverbindungen, welche man auf diese Weise erhält, zersetzen sich so schnell, dass man sie bisher wenig gründlich hat studiren können; mit Wasser in Berührung gebracht, zerlegen sie sich damit unter Wärmeentwickelung. Was man darin mit dem Quecksilber verbunden gefunden hat, betrug $\frac{1}{2000}$ bis $\frac{1}{800}$ der Masse; zerlegt giebt es Ammoniak und Wasserstoffgas, und zwar auf 2 Maafs Ammoniak (3H1N) 1 Maafs Wasserstoffgas, so dass also in diesem Amalgam eine Verbindung von 1 Maafs Stickstoff und 4 Maafs Wasserstoff enthalten war. Dieses Amalgam führt zu der Vermuthung, dass eine Verbindung von 1 Maafs Stickstoffgas und 4 Maafs Wasserstoffgas sich in ihren Verbindungen wie ein Metall verhalte, auf dieselbe Weise also, wie das Cyan, welches aus Kohlenstoff und Stickstoff besteht, ähnliche Verbindungen wie eine einfache Substanz, wie das Chlor, der Schwefel u. s. w., bildet, und man findet insbesondere, dass die Verbindungen dieses Körpers und des Kaliums einander sehr gleichen. Das Kali würde einer Verbindung von $108H2N$ entsprechen; und in der That finden wir, dass fast alle Sauerstoffsäuren sich mit dem Am-

moniak ($6H_2N$) und einer Proportion Wasser ($2H_1O$) verbinden. Diese Verbindungen haben, was sehr wichtig ist, dieselbe Krystallform, wie die entsprechenden Kaliverbindungen. Die Verbindungen des Kaliums mit dem Chlor, Jod u. s. w. entsprechen den Verbindungen von $8H_2N$ mit Chlor, Jod u. s. w., welche gleichfalls die Form der Ammoniakverbindungen haben. Die verschiedenen Schwefelverbindungen des Kaliums entsprechen den Verbindungen von Schwefel mit $8H_2N$. So wie man dem Cyan einen eigenen Namen gegeben hat, so hat man mit Recht dieser Verbindung einen eigenen Namen, Ammonium nämlich, ertheilt; ich habe in diesem Lehrbuch den Namen Chlorammonium statt chlorwasserstoffsaures Ammoniak, so wie die übrigen selten gebraucht, weil die Aufstellung dieser Verbindung nur eine Hypothese, obgleich eine sehr begründete, ist, und weil manche Zersetzung bei Versuchen sich leichter anschaulich und deutlich machen lassen, wenn man vom Ammoniak ausgeht.

5. Barium.

Das Barium hat die Farbe und den Glanz des Silbers; es ist etwas dehnbar, schmilzt vor dem Rothglühen und läfst sich nicht verflüchtigen; es ist schwerer als die concentrirte Schwefelsäure, denn es sinkt darin unter. Das Wasser zersetzt es sogleich, indem sich Baryterde bildet; an der Luft oxydirt es sich allmählig.

Man kann es entweder vermittelst einer intensiven galvanischen Säule gewinnen, indem man den negativen Pol mit Quecksilber verbindet, über dieses einen Brei von Wasser und Baryhydrat gießt, und damit den positiven in Verbindung bringt, oder indem man in einem eisernen Rohre Baryterde glüht, darüber Kaliumdämpfe leitet, und nachher das reducirtre Barium aus dem Rückstande mit Quecksilber auszieht. Aus der Verbindung des Bariums und Quecksilbers, welche man nach beiden Methoden erhält, gewinnt man das Barium, indem man

das Quecksilber abdestillirt; nur darf man die Temperatur dabei nicht bis zur Glühhitze steigern, weil das Barium alsdann das Glas der Retorte zerlegt.

Das Barium und die Verbindungen desselben zeichnen sich durch ein großes spec. Gewicht aus; der Schwer-spath (die schwefelsaure Baryterde) hat daher seinen Namen, so wie die Erde und das Metall (von *βαρίς*, schwer).

Man hat bisher zwei Verbindungen des Bariums mit Sauerstoff dargestellt, die Baryterde und das Bariumsperoxyd.

Die Baryterde erhält man, wenn man kohlensaure Baryterde bis zur starken Weifsglühhitze in einem Gebläseofen erhitzt, wobei die Kohlensäure entweicht; mengt man kohlensaure Baryterde mit $\frac{1}{6}$ Kohlenpulver, so bedarf man keiner so hohen Temperatur zur Zersetzung, weil durch die Verwandtschaft der Kohle zum Sauerstoff die Kohlensäure in Kohlenoxydgas zersetzt wird. Wenn man salpetersaure Baryterde in einem bedeckten Porcellantiegel, Silbertiegel, oder in einer Porcellanretorte so lange erhitzt, bis sich kein Gas mehr entwickelt, so ist der Rückstand gleichfalls reine Baryterde. Sie hat eine weifsgraue Farbe, und schmilzt bei einer starken Weifsglühhitze im Gebläseofen oder vor dem Sauerstoffgebläse. Mit Wasser und Kohlensäure verbindet sie sich rasch. Sie hat eine große Verwandtschaft zu den Säuren, und vereinigt sich mit allen. Die Baryterdesalze werden durch Ammoniak nicht zersetzt, aber durch Kali und Natron, so dass, wenn man eine concentrirte Auflösung derselben zu einer concentrirten Auflösung von Kali setzt, Baryterdehydrat sich ausscheidet. Die Zusammensetzung der Baryterde hat man auf ähnliche Weise, wie die des Kali's bestimmt; sie enthält 10,45 p. C. Sauerstoff.

Baryterdehydrat, welches bei verschiedenen chemischen Operationen, bei der Darstellung verschiedener Salze, der Untersuchung der Luft auf Kohlensäure u. s. w., angewandt wird, kann man sehr leicht gewinnen, wenn

man zu einer Auflösung von Schwefelbarium, deren Darstellung ich gleich anführen werde, so lange Kupferoxyd unter fort dauerndem Kochen derselben hinzusetzt, bis eine herausgenommene Probe eine Bleizuckerauflösung nicht mehr schwarz, sondern vollkommen weiß fällt, welches ein Beweis ist, daß die letzte Menge vom Schwefelbarium, das Schwefelblei bilden würde, in Baryterde umgeändert ist, welche Bleioxydhydrat ausscheidet. Das Kupferoxyd bereitet man sich entweder durch Glühen von salpetersaurem Kupferoxyd, oder man wendet Kupferglühspan an, welchen man von Kupferschmieden oder von Kupferhämtern erhält, wo er beim Ausglühen des Kupfers durch die Oxydation der Oberfläche desselben sich bildet und aufgesammelt wird. Hat man eine concentrirte Auflösung von Schwefelbarium angewandt, so krystallisiert das Baryterdehydrat größten Theils in großen durchsichtigen Krystallen heraus. Erhitzt, verlieren die Krystalle Wasser, und es bleibt eine Verbindung zurück (BaH_2), in welcher der Sauerstoff des Wassers und der Basis einander gleich sind, welche also 10,52 p. C. Wasser enthält; diese schmilzt etwas vor der Rothglühhitze, fließt wie Öl, und erstarrt zu einer krystallinischen Masse, welche sehr langsam aus der Luft Kohlensäure anzieht; in Wasser aufgelöst, verbindet sie sich sehr rasch damit, indem sie mehr Berührungs punkte darbietet.

Das Bariumsuperoxyd erhält man, wenn man über Baryterde, welche man in einem Porcellanrohr oder in einem Rohr von grünem Glase bis zur Rothglühhitze erhitzt, aus einem Gasbehälter Sauerstoffgas streichen läßt, welches jedoch zuerst durch ein Rohr gehen muß, das mit Stücken von angefeuchtetem Kalihydrat gefüllt ist, um es von Kohlensäure vollständig zu reinigen. Das Sauerstoffgas entwickelt man aus Braunstein. Das Superoxyd sieht grau aus; mit Wasser übergossen, verbindet es sich damit zum Hydrat, welches eine weiße Farbe hat. Dieses Hydrat erhält man gleichfalls, wenn man zu

1 Theil Baryterde, welche man in einem Platinatiegel bis zur Rothglühhitze erhitzt, 1 Theil chlorsaures Kali nach und nach hinzusetzt, wobei Chlorkalium und Bariumsuperoxyd gebildet werden. Das Chlorkalium zieht man mit kaltem Wasser aus; durch kochendes wird das Bariumsuperoxydhydrat zersetzt, man darf es daher nur an der Luft trocknen.

Das Bariumsuperoxydhydrat, welches nur sehr wenig in Wasser löslich ist, erhält man in krystallinischen Blättchen, wenn man zu einer Auflösung von Baryterde eine verdünnte Auflösung von Wasserstoffsuperoxyd hinzusetzt. Aus dem Bariumsuperoxyd (Ba_2O_2), in welchem doppelt so viel Sauerstoff mit derselben Menge Barium als in der Baryterde verbunden ist, gewinnt man das Wasserstoffsuperoxyd; verdünnte Säuren zersetzen nämlich das Bariumsuperoxyd, ein Baryterdesalz wird gebildet, und der ausgeschiedene Sauerstoff verbindet sich sogleich mit Wasser zu Wasserstoffsuperoxyd. Man erhält eine Auflösung von Wasserstoffsuperoxyd in Wasser, wenn man Bariumsuperoxydhydrat, welches man mit Wasser angerieben hat, in einer Schale von Silber oder Platin, die man in Eis stellt, in kalter diluirter Salzsäure auflöst, und zur Auflösung auf 100 Theile Bariumsuperoxyd 2 bis 3 Theile Phosphorsäure hinzusetzt. Uebersättigt man die Auflösung mit etwas Bariumsuperoxydhydrat, so fällt Kieselsäure, Thonerde, phosphorsaures Manganoxyd und Eisenoxyd, welche als freie Oxyde auf das Wasserstoffsuperoxyd zersetzen wirken, nieder. Die von dem Niederschlage vermittelst Filtration durch Leinwand getrennte Flüssigkeit wird so lange mit schwefelsaurem Silberoxyd, welches man durch Glühen von salpetersaurem Silberoxyd mit Schwefelsäure erhält, versetzt, bis keine Zersetzung mehr erfolgt; es bildet sich, da die Flüssigkeit aus einer Auflösung von Wasserstoffsuperoxyd und Chlorbarium besteht, Chlorsilber und schwefelsaure Baryterde, welche beide in Wasser unlöslich sind, und die man vermittelst Filtration durch Leinwand trennt. Ein

Wenig freie Schwefelsäure schützt das Wasserstoffsperoxyd vor der Zersetzung beim Filtriren; man nimmt sie nachher mit einigen Tropfen Barytwasser weg, und nachdem man die Flüssigkeit durch Papier filtrirt hat, läßt man sie unter der Luftpumpe abdampfen. Die Eigenchaften des Superoxyds, welches man so erhält, habe ich schon angeführt (Bd. I., pag. 32.); hat man mit Vorsicht gearbeitet, so enthält die Flüssigkeit vor dem Abdampfen schon so viel Wasserstoffsperoxyd, daß sie, wenn man es zersetzt, das 60- bis 80fache ihres Volumens an Sauerstoff giebt.

Schwefelbarium. Wenn man 4 Theile fein geriebenen Schwerspath (schwefelsaure Baryterde) mit 1 Theil Kohle oder mit 2 Theilen Mehl oder Harz, welches vorzuziehen ist, mengt, und in einem hessischen Tiegel bis zur Rothglühhitze erhitzt, so bildet sich Schwefelbarium, indem der Sauerstoff der Baryterde und der Schwefelsäure sich mit der Kohle verbinden; Harz oder Mehl ist vorzuziehen, weil sie, ehe sie sich zersetzen, schmelzen und mit dem Schwerspathpulver zusammenbacken. Kocht man die geglühte Masse mit Wasser, so löst sich das Schwefelbarium im Wasser auf, und krystallisirt aus der klar abgegossenen Flüssigkeit beim Erkalten derselben in durchsichtigen gutbestimmmbaren Krystallen heraus, welche Krystallisationswasser enthalten. Kocht man die Auflösung des so erhaltenen Einfach-Schwefelbariums mit mehr Schwefel, so erhält man, je nachdem man mehr davon zusetzt, verschiedene Schwefelungsstufen; mit einem Ueberschuß von Schwefel gekocht, erhält man das Fünf-fach-Schwefelbarium.

Chlorbarium. Wenn man das geglühte Gemenge von Schwerspath und Mehl mit diluirter Salzsäure übergiesst, so entwickelt sich Schwefelwasserstoff, und Chlorbarium erhält man aufgelöst; durch Abdampfen der Auflösung gewinnt man es beim Erkalten derselben in durchsichtigen gutbestimmmbaren Krystallen, welche 14,75 p. C.

Krystallisationswasser enthalten, das sie beim Erhitzen abgeben. Man erhält es gleichfalls, wenn man einen Theil Chlorcalcium, welches man als Nebenprodukt bei der Ammoniakbereitung (Bd. II., pag. 84.) gewinnt, mit 2 Theilen Schwerspath in einem Tiegel, oder bei grösseren Massen in einem Flammenofen erhitzt, auf die erkaltete zerstossene Masse Wasser gießt, damit häufig umröhrt, und die Auflösung so schnell als möglich abgießt und filtrirt. Es bildet sich durch das Glühen schwefelsaure Kalkerde und Chlorbarium. Das Wasser zieht das leichtlösliche Chlorbarium schnell aus; würde man aber die Auflösung desselben mit der schwefelsauren Kalkerde kochen, so würde diese, indem sie sich auflöst, das Chlorbarium zersetzen. Um dieses zu verhüten, kann man Kohle zu dem Gemenge hinzusetzen; es entsteht alsdann Schwefelcalcium, welches sehr wenig in Wasser löslich ist, und Chlorbarium.

Das Chlorbarium ist in 400 Theilen wasserfreiem Alkohol löslich; seine Löslichkeit in Wasser habe ich schon angeführt (Bd. I., pag. 373.). Es schmeckt unangenehm bittersalzig und schmilzt bei der Rothglühhitze.

Schwefelsaure Baryterde, Schwerspath. Dieses Salz kommt häufig in der Natur vor und bildet einen wichtigen Bestandtheil der Gangausfüllungen, so dass ich bei den Gängen wieder darauf zurückkommen werde. Zuweilen sind diese Barytgänge mehrere Fuß breit, einige Stunden lang, und von einer bisher noch nicht ergründeten Tiefe. Er wird zum Versetzen des Bleiweifses in großer Menge gewonnen, und in der Regel schon in der Nähe der Gruben ausgesucht und fein gemahlen. Da nur reiner und weißer Schwerspath als Beimengung des Bleiweifses angewandt werden kann, so ist der im Handel vorkommende gemahlene Schwerspath zur Darstellung der Bariumverbindungen hinreichend rein. Zuweilen kommt er in der Natur in großen durchsichtigen farblosen Krystallen vor, welche man mit denselben

Eigenschaften zuweilen künstlich erhält, wenn man lösliche schwefelhaltige Bariumverbindungen, z. B. Schwefelcyanbarium, an der Luft sich langsam oxydiren lässt.

Die schwefelsaure Baryterde ist in Wasser und diuirten Säuren vollkommen unlöslich; durch diese Eigenschaft ist diese Verbindung für die Bestimmung der Schwefelsäure besonders wichtig. Um die Schwefelsäure zu fällen, wendet man gewöhnlich eine Auflösung von Chlorbarium oder salpetersaurer Baryterde an; geschieht die Fällung bei der Kochhitze, so fällt die schwefelsaure Baryterde als dichtes krystallinisches Pulver nieder und ist sehr leicht zu filtriren und auszuwaschen. In kochender concentrirter Schwefelsäure ist sie löslich; beim Erkalten krystallisirt sie aus der Auflösung; bei der Weifsglühhitze schmilzt sie.

Kohlensaure Baryterde. Durch Fällung einer Auflösung von Chlorbarium mit kohlensaurem Ammoniak erhält man diese Verbindung am leichtesten rein; kohlensaures Kali und Natron wendet man nicht an, weil man zu lange auswaschen muss. Sie bildet ein weisses schweres Pulver, und in der Natur kommt sie krystallisirt vor; von den Mineralogen wird sie *Witherit* genannt. Sie ist in 2300 Theilen kochendem und 4300 Theilen kaltem Wasser löslich; enthält das Wasser Kohlensäure, so löst sie sich in gröfserer Menge darin auf, weil wahrscheinlich ein zweifach kohlensaures Salz gebildet wird.

Kocht man schwefelsaure Baryterde, die man durch Fällung einer löslichen Bariumverbindung sehr fein vertheilt erhalten hat, mit einer so concentrirten Auflösung von kohlensaurem Natron und Kali, daß die Masse breiicht ist, indem man das verdampfende Wasser fortdauernd ersetzt, so wird sie zum Theil zerlegt; den kohlensauren Baryt muss man heiss filtriren und mit heissem Wasser auswaschen. Setzt man dagegen bei gewöhnlicher Temperatur zu kohlensaurem Baryt schwefelsaures Natron, so bildet sich schwefelsaurer Baryt und kohlensaures Natron.

Auf dieser Zersetzung beruht eine Methode, kohlensaures Natron und Salmiak darzustellen, welche an mehreren Orten in Fabriken ausgeführt worden ist. Knochen werden destillirt (Bd. II., pag. 86.), gemahlener Schwerspath wird mit dem übergegangenen Oel gemengt und in einem Flammenofen erhitzt, das Schwefelbarium wird mit Chlorwasserstoffsäure, welche man in der Fabrik selbst gewinnt, zerlegt, das Chlorbarium wird mit dem unreinen kohlensauren Ammoniak gefällt, die erhaltene Auflösung zu Salmiak verarbeitet, und der Niederschlag mit dem schwefelsauren Natron, welches bei der Salzsäuredarstellung gewonnen wird, zerlegt, wodurch man schwefelsaure Baryterde, welche wieder zu Schwefelbarium verarbeitet wird, und kohlensaures Natron erhält.

Salpetersaure Baryterde. Wenn man Schwefelbarium oder kohlensaure Baryterde mit Salpetersäure zerlegt, erhält man beim Erkalten einer concentrirten Auflösung die salpetersaure Baryterde in schönen durchsichtigen farblosen Krystallen, welche Octaëder sind und kein Krystallisationswasser enthalten.

Setzt man zu einer Auflösung von salpetersaurer Baryterde Salpetersäure, oder zu einer Auflösung von Chlorbarium Salzsäure hinzu, so fällt ein krystallinischer Niederschlag nieder, weil diese Salze in den diluirten Säuren viel weniger löslich sind, als in reinem Wasser.

Essigsaure Baryterde. Durch Zersetzen von Schwefelbarium oder kohlensaurer Baryterde mit Essigsäure erhält man eine Auflösung von essigsaurer Baryterde. Wenn man eine sehr concentrirte Auflösung bei der gewöhnlichen Temperatur hinstellt, so krystallisiert allmählig und schwierig das Salz mit einer Proportion Krystallwasser heraus; setzt man sie dagegen einer Temperatur von 0° aus, so erhält man sehr bald schöne und grosse Krystalle, welche drei Proportionen Wasser enthalten und mit dem essigsauren Bleioxyd (Bleizucker) dieselbe Krystallform haben.

6. Strontium.

Das Strontium wird wie das Barium dargestellt und ist ihm sehr ähnlich; es hat seinen Namen von seinem Oxyde, der Strontianerde, und diese den ihrigen vom Strontianit, der kohlensauren Strontianerde, welche man zuerst bei Strontion in England gefunden hat, erhalten.

Strontianerde. Sie kommt mit Kohlensäure und häufiger mit Schwefelsäure in der Natur vor; aus der schwefelsauren Verbindung, welche (als *Coelestin* von Dornburg bei Jena) im Handel vorkommt, gewinnt man die Strontianerde, das Schwefelstrontium und die Verbindungen der Strontianerde genau wie die Verbindungen des Bariums.

Die Strontiumverbindungen sind so unbedeutend von den Bariumverbindungen verschieden, daß ich nur sehr wenig davon anführen darf; jeder Bariumverbindung entspricht eine Strontiumverbindung.

Strontiumsuperoxyd erhält man, wenn man eine diluirte Auflösung von oxydirtem Wasser zu einer diluirten Auflösung von Strontianerde hinzusetzt.

Chlorsstrontium ist in 19 Theilen kochenden wasserfreien Alkohols löslich, in welchem Chlorbarium fast ganz unlöslich ist. Diese Eigenschaft benutzt man, um Baryterde und Strontianerde von einander zu trennen.

Salpetersaure Strontianerde erhält man bei der gewöhnlichen Temperatur aus einer gesättigten Auflösung wasserfrei in Octaëdern, und bei einer niedrigeren Temperatur wasserhaltig in einer anderen Form in großen Krystallen.

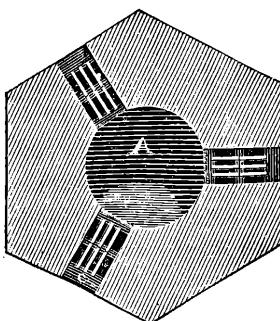
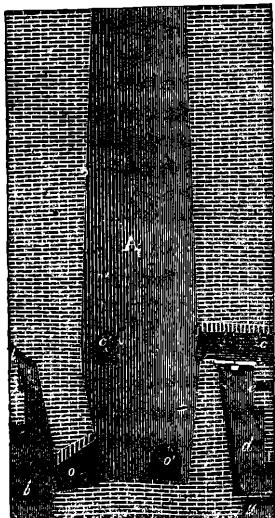
Die Strontianerdesalze und Strontiumverbindungen färben die Flamme brennender Körper schön roth, z. B. die Alkoholflamme; eine intensive rothe Beleuchtung erhält man, wenn man ein Gemenge von 40 Theilen salpetersaurer Strontianerde, 13 Theilen Schwefelblumen, 5 Theilen chlorsaurem Kali und 4 Theilen Schwefelspießglanz abbrennt.

7. Calcium.

Das Calcium wird wie das Barium dargestellt; es hat die Farbe des Silbers, und oxydirt sich an der Luft rasch zu Kalkerde. Versucht man das Calcium wie das Magnesium aus der Chlorverbindung mit Kalium auszuscheiden, so findet die Ausscheidung nur unvollständig statt.

Die Kalkerde erhält man, wenn man kohlensaure Kalkerde der Rothglühhitze aussetzt, wobei die Kohlensäure entweicht; auf der Spirituslampe (Bd. I., pag. 253.) findet diese Zerlegung mit geringeren Mengen schon vollständig statt. Sie wird zu technischen Zwecken, insbesondere zum Mörtel, in großer Menge dargestellt; die größten Anlagen dieser Art finden sich in der Nähe von Berlin bei Rüdersdorf, wo ein Gebirge von Muschelkalkstein aus dem Sande hervorragt, und von wo aus die Hauptstadt und die umliegende Gegend mit Kalkstein und Kalk versorgt wird. Der innere Raum des Ofens *A*, in welchem der Kalk gebrannt wird, hat eine Höhe von

$32\frac{1}{2}$ Fuß, nach welchem Maafsstabe sich die übrigen Dimensionen an der Zeich-

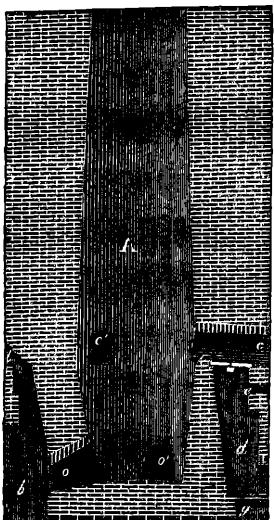


nung leicht bestimmen lassen. Wenn man die Operation beginnt, so legt man un-

ten in den Ofen zuerst Holz, und füllt ihn dann mit Kalkstein bis zur Oeffnung *c*. Das Holz entzündet man, und es erwärmt, wenn es verbrannt ist, den Ofen so stark, daß ein guter Zug statt findet; dann füllt man den Ofen ganz mit Kalkstein, verschließt die Räume *b*, welche mit Thüren versehen sind, und legt auf die drei Roste in dem Kanal *c* Feuer. Die Heitzung geschieht alsdann nur mit Torf, und der Rost bekommt seinen Hauptzug durch den Kanal *e*; der untere Raum *d* wird mit einer Thür verschlossen, welche geöffnet wird, wenn man die Asche herausnehmen will.

Der Kanal *c* ist gleichfalls mit einer Thür verschlossen, welche beim Aufwerfen von neuem Torf geöffnet wird. Von den drei Kanälen *c*, welche in gleichen Abständen und in gleicher Höhe im Ofen angebracht sind, findet also die Heitzung des Kalksteins im Ofen statt, der bis oben hinauf damit gefüllt wird, so daß fortwährend noch Kalkstein oben frei aufgehäuft liegt. Durch den heißen Luftzug

durch den glühenden Kalkstein wird ein doppelter Zweck erreicht. Der Kalkstein wird so stark erhitzt, daß die Kohlensäure ausgeschieden wird; sie wird durch den heißen Luftzug weggeführt, wodurch die Zersetzung beschleunigt wird, indem die Luft, womit sie sich mengt, die chemische Verwandtschaftskraft, durch welche sie gebunden ist, zum Theil aufhebt, da eine Gasart stets leichter aus einer Verbindung entweicht, wenn sie sich mit einer anderen Gasart mengen kann. Viele wasser-



haltige fatescirende Salze verlieren in mit Wasserdampf gesättigter Luft kein Wasser, dagegen findet dieses in trockner Luft sehr rasch statt. Alle 12 Stunden wird durch die drei Oeffnungen *o* der fertige Kalk herausgenommen. Damit dem Arbeiter, welcher in dem Raume *b* steht, die Hitze nicht zu beschwerlich falle, so ist dafür ein Abzugskanal *l* angebracht; die Räume *l* und *b* sind mit Thüren verschlossen. Um den Ofen herum gehen Gallerien, so dass der Arbeiter leicht zu der Feuerung *c* und anderen Stellen kommen kann. Manchmal stehen die Oefen frei, manchmal sind sie auch mit einer Seite an eine Anhöhe gelehnt. Der Kalkstein wird gewöhnlich auf schwach ansteigender Vorrichtung auf den Ofen heraufgekarrt. Das Brennen des Kalksteins kann, wie man aus dieser Beschreibung ersieht, so lange, als der Ofen hält, fortgesetzt werden, so dass der Ofen nie erkaltet, wodurch man bedeutend an Brennmaterial erspart. Aehnliche Oefen kann man mit Vortheil allenthalben anwenden, wo man Erze oder andere Substanzen von Kohlensäure und Wasser befreien will; ich werde sie bei verschiedenen metallurgischen Processen erwähnen.

Da der gewöhnliche Kalkstein theils in ganz dünnen Schichten, theils durch die ganze Masse hindurch mit Thon gemengt vorkommt, so ist der gewöhnliche gebrannte Kalk keine reine Kalkerde; er enthält Kiesel-säure, Thonerde, etwas Eisenoxyd, Magnesia u. s. w. Zu chemischen Operationen erhält man die Kalkerde rein, wenn man reinen kohlensauren Kalk, z. B. Marmor, welchen man als Abfall in den Bildhauerwerkstätten erhält, brennen lässt; man giebt am besten grösere Stücke dem Kalkbrenner, welcher sie an eine Stelle im Ofen hinlegt, wo er sie, wenn sie fertig gebrannt sind, wieder wegnehmen kann, und erhält sie alsdann in derselben Form wieder zurück. Löst sich die Kalkerde ohne Aufbrausen in Salpetersäure auf, so ist sie frei von Kohlensäure.

Die Kalkerde ist weifs und hat ein specifisches Ge-

wicht von 2,3. Sie hat einen ätzenden Geschmack und kann nur im Sauerstoffgebläse zum Zusammensintern gebracht werden. Die Zusammensetzung hat man aus der Zusammensetzung ihrer Salze gefunden, wie die des Kalii's und Natrons; sie enthält 28,09 p. C. Sauerstoff. Mit Wasser übergossen, verbindet sie sich damit unter Entwicklung von Wärme (das Löschen der Kalkerde) und bildet ein lockeres Pulver, Kalkhydrat, gelöschten Kalk. Die milchige Flüssigkeit, welche man erhält, wenn man Kalkhydrat mit vielem Wasser anreibt, nennt man Kalkmilch. Das Kalkhydrat ist in ungefähr 1000 Th. Wassers löslich. Wenn man diese Auflösung, welche man Kalkwasser nennt, der Luft aussetzt, so zieht sie rasch Kohlensäure an, und bedeckt sich mit einer Haut von kohlensaurer Kalkerde; dampft man sie unter der Luftpumpe oder in einer Retorte ab, so erhält man das Kalkerdehydrat in Krystallen. Das Kalkerdehydrat $\text{Ca} \ddot{\text{H}}$ enthält 24 p. C. Wasser.

Wird der gebrannte Kalk der Luft ausgesetzt, so zieht er Wasser und Kohlensäure an, zerfällt und löscht sich aber alsdann nicht mehr. Zuweilen erhält man gebrannten Kalk, welcher sich nicht löscht; man nennt ihn todtgebrannt. Dieses röhrt davon her, daß dem Kalkstein zu viel Thon beigemengt war; die Kieselsäure und Thonerde des Thons verbinden sich mit der Kalkerde chemisch; zuweilen findet man schöne Krystalle von Idocras darin, welcher ein Doppelsalz von kieselsaurer Thonerde und kieselsaurer Kalkerde ist.

Die Hauptanwendung der Kalkerde ist zum Mörtel; er verhält sich bei der Verbindung der Steine auf ähnliche Weise, wie der Leim bei der Verbindung zweier Holzstücke, welche dadurch so innig wird, daß, wenn man sie zu trennen sucht, eher das Holz in Stücke gerissen wird, als daß die Leimverbindung losläßt (Bd. I., pag. 362.). Wird nämlich gelöschter Kalk mit Wasser zu einem Brei angerührt, so gesteht dieser nach einiger Zeit

zu einer festen Masse, und lässt man diese trocknen, so verliert sie das Wasser, bis das Hydrat zurückbleibt, indem sie in Stücke zerreißt; drückt man den Brei aber zwischen Steine, so dass das Wasser hauptsächlich durch den porösen Stein entweicht, welcher fortdauernd auf den Kalkbrei drückt, so wird dieser beim Austrocknen hart wie Kalkstein. Da das Kalkhydrat eine stärkere Anziehung zum Sand hat, als zu sich selbst, so mengt man den Kalkbrei auf's innigste mit Sand; auf 1 Th. Kalk kann man 2 Th. gröberen oder 3 Th. feineren Sand nehmen. Mit diesem Brei bestreicht man mit der Mauerkelle den mit Wasser getränkten Stein, und drückt den gleichfalls benetzten Stein, welcher damit verbunden werden soll, fest auf, so dass der überschüssige Kalkbrei herausgepresst wird und nur eine dünne Verbindungsschicht zurückbleibt, welche zugleich die Fugen, die sich zwischen den Steinen finden, ausfüllt; der Sandzusatz dient also als Bindemittel, zugleich aber auch findet beim späteren Austrocknen nur ein höchst unbedeutendes Zusammenziehen statt, da die Kalkmasse zwischen den Steinen, des grossen Sandzusatzes wegen, nur gering ist. Chemisch wirkt der Kalk nicht auf den Sand; man wendet daher statt Sand auch Bruchstücke von anderen Steinarten an, z. B. Kalkstein von der Feinheit des Sandes.

Der Mörtel verliert nach und nach so viel Wasser, dass das Hydrat zurückbleibt, und dieses zieht so langsam Kohlensäure an, dass nach mehreren Jahrhunderten der Mörtel in der Mitte einer Mauer noch kaustisch war. Es scheint sich zuerst eine Verbindung von Kalkhydrat und kohlensaurer Kalkerde zu bilden, welche zuletzt vollständig in kohlensaure Kalkerde übergeht. Durch diesen Prozess wird durch den Mörtel eine so innige Vereinigung hervorgebracht, dass, wenn man zwei Steine von einander zu trennen sucht, die Steinmasse eher entzwei geht, als dass der Mörtel loslässt; daher ist er an Steinen bei sehr alten Gebäuden, z. B. von alten Burgen, sehr fest.

Der Mörtel, welcher früher angewandt wurde, ist jedenfalls nicht besser als der jetzige.

Der gebrannte Kalk darf höchstens 10 p. C. fremde Bestandtheile enthalten, um beim Anrühren mit Wasser noch einen zähen Brei bilden zu können. Hat man zum Brennen Magnesiakalkstein (*Dolomit*) oder einen Kalkstein, welcher viel Magnesiakalkstein enthält, so dass der Magnesiagehalt im Kalk auf 20 bis 25 p. C. steigt, angewandt, so zerfällt der Kalk beim Löschen, indem die beigemengte Magnesia verhindert, dass der Kalk einen zähen Brei bildet; einen solchen Kalk nennt man mager, den anderen fett.

Bei Bauwerken, welche der Einwirkung des Wassers ausgesetzt sind, wendet man den hydraulischen Mörtel an, dessen Wirksamkeit auf einem chemischen Proces beruht. Eisenoxyd oder Manganoxyd entzieht dem Kalkwasser keine merkliche Menge Kalkerde, Thonerde eine kleine Menge, gallertartige Kieselsäure viel mehr, am meisten der Thon, welcher hydraulischen Kalk giebt.

Mengt man ferner getrocknete, auf nassem Wege ausgeschiedene Kieselerde mit Kalkhydrat und etwas Wasser, und zerlegt das Gemenge, nachdem man es eine Zeit lang hat liegen lassen, mit Säuren, so scheidet sich ein Theil Kieselsäure als Gallerde aus, welcher beweist, dass dieser sich mit der Kieselsäure verbunden hatte. Mengt man sehr feingeriebenen Leuzit oder Feldspath, welcher aus Kieselsäure, Thonerde und Kali besteht, oder andere Fossilien, welche Kali und Natron enthalten, sehr innig mit Kalkhydrat und etwas Wasser, so scheidet sich, wenn man das Gemenge lange liegen lässt, der grösste Theil des Alkali's ab, indem die Masse steif wird. Nimmt man, statt dieser Fossilien, Thon, in welchem, da er auf nassem Wege entstanden ist, die Kieselsäure durch eine geringe Verwandtschaft gebunden ist, so wird die Verbindung mit der Kakerde noch leichter vor sich gehen. Mengt man den Thon mit kohlensau-

rer

rer Kalkerde und glüht das Gemenge, so erhält man eine Verbindung, welcher man, wenn man selbst einen grossen Ueberschuss von Kalkerde angewandt hat, mit Wasser nur so viel Kalkerde entziehen kann, bis einfach kieselsaure Kalkerde CaSi zurückbleibt. Röhrt man die Verbindung mit Wasser zum Teig an, so wird Wasser aufgenommen, und die Masse erhärtet. Aus diesem würde folgen, dass die Verbindung, welche unter Wasser fest wird, aus Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde und chemisch gebundenem Wasser bestehe, eine Verbindung, welche von einigen Mineralien nur durch das relative Verhältniss der Bestandtheile verschieden ist. Je inniger der Kalk und der Thon mit einander gemengt sind, um so rascher muss diese Verbindung sich bilden. Lägen die Atome neben einander, so würde die Verbindung augenblicklich statt finden; ist dieses jedoch nicht der Fall, so findet die Verbindung an den Berührungs punkten statt, die entfernt liegenden Kalktheile werden sich in Wasser auflösen, und so wird, indem der Thon stets die aufgelöste Kalkerde aufnimmt, diese Verbindung sich nach und nach bilden, so wie Chlorbarium und Gyps, mit etwas Wasser besprengt, sich sehr bald in schwefelsaure Barbyterde und Chlorcalcium zerlegen. Der Thon, welchen man anwendet, muss, damit er sehr porös wird, gebrannt werden.

Es ist also unbestreitbar, dass zwischen der Kalkerde und Kieselsäure auf nassem Wege eine chemische Verbindung statt findet. Mengt man sehr fein gemahlene Trafs (so nennt man eine hauptsächlich aus Bimstein bestehende Masse, welche, wie die rheinischen Vulkane in Thätigkeit waren, ausgeworfen und in die benachbarten Thäler, insbesondere in das Brohlthal, durch Wasser heruntergeschlämmt und abgesetzt wurde) oder pulverisierte Pozzuolane (eine ähnliche Substanz, welche in der Nähe von Pozzuoli bei Neapel vorkommt) — beide bestehen aus Kieselsäure und Thonerde — mit Kalk-

hydrat, so erhärtet dieses Gemenge unter Wasser. Man nimmt 2 Theile Pozzuolane, 1 Theil Kalk und 1 Theil Sand zu diesem hydraulischen Mörtel, welcher insbesondere in Holland und Italien gebraucht wird, und der älteste ist; die anderen bereitet man, indem man ein Gemenge von kohlensaurem Kalk und Thon erhitzt, bis die Kohlensäure fortgegangen ist, wobei man sich hüten muss, dass keine Schmelzung statt findet. Dieses Gemenge kann man künstlich bereiten, wenn man 4 Theile Kreide oder Kalkstein und 1 Theil Thon dem Maafse nach mit einander auf's innigste mengt, indem man sie mit Wasser anfeuchtet und unter perpendiculären Mühlsteinen sehr fein mahlt; man formt nachher aus der Masse Backsteine und brennt diese.

Ein inniges Gemenge von kohlensaurer Kalkerde und Thon kommt jedoch so häufig in der Natur vor, dass man nur an wenigen Orten gezwungen ist, diese künstliche Bereitung vorzunehmen; dieses Gemenge ist unter dem Namen Mergel bekannt. Ein Mergel, welcher 13 bis 19 p. C. Thon enthält, giebt einen guten hydraulischen Mörtel, und ist dem Thon ein Ueberschuss von Kieselsäure, welche sich in Kali auflöst, beigemengt, so erhöht dieses seine guten Eigenschaften.

Der Magnesiakalkstein verdient, nach Versuchen im Kleinen, den Vorzug vor dem kohlensauren Kalk. Außerdem muss der Mergel ein inniges Gemenge von Thon und kohlensaurer Kalkerde sein; der Thon darf nicht schichtenweise im Kalkstein vorkommen. Den besten hydraulischen Kalk gewinnt man aus einem thonhaltigen Kalkstein, welcher als Concrement im Mergel vorkommt, und der in isolirten Blöcken im Bette der Themse sich findet; wenn er gebrannt ist, wird er gemahlen und gesiebt. Mit Wasser zum dicken Brei angerührt, erhärtet er eben so schnell wie der Gyps; er wird fester, je länger er unter Wasser liegt, und zuletzt so hart wie Kalkstein. Man versetzt ihn mit Sand, wenn man ihn statt

des gewöhnlichen Mörtels oder zum Bewerfen der Häuser anwenden will. Dieser Mörtel wird also wohl das innigste Gemenge aus Thon und kohlensaurer Kalkerde darbieten.

Auf die Anwendung der Kalkerde zum Dünger und zu anderen Zwecken werde ich später zurückkommen.

Das Superoxyd der Kalkerde erhält man in kry-stallinischen Blättchen, wenn man zu einer Auflösung von Kalkerde eine diluirte Auflösung von oxydirtem Wasser setzt; es zersetzt sich sehr leicht.

Schwefelcalcium. Das einfache Schwefelcalcium erhält man wie das Schwefelbarium; es ist fast ganz weiß und nur ein Wenig röthlich; in Wasser ist es sehr unbedeutend löslich. Zweifach Schwefelcalcium erhält man, wenn man Kalkerdehydrat mit Wasser und Schwefel eine Zeit lang kocht, beim Erkalten der Flüssigkeit in rothen Krystallen, welche in 400 Theilen kaltem Wasser löslich sind. Kocht man es längere Zeit hindurch mit einem Ueberschus von Schwefel, so erhält man in der Auflösung Fünffach-Schwefelcalcium. Diese Auflösung wird statt Pottasche in den Leinwandbleichereien gebraucht; sie enthält, außer dem Fünffach-Schwefelcalcium, unterschweflichtsäure Kalkerde und gewöhnlich auch Zweifach-Schwefelcalcium.

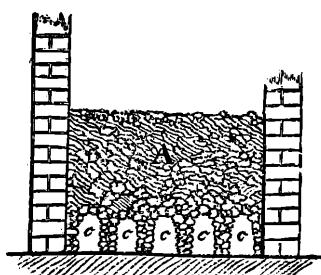
Schwefelsaure Kalkerde. Die schwefelsaure Kalkerde kommt gewöhnlich mit Wasser verbunden in der Natur vor, als Gyps ($\text{CaS} + 2\text{H}_2\text{O}$). Ich werde späterhin in der Geschichte der chemischen Veränderungen der Erdoberfläche anführen, dass Gypsablagerungen in der Regel zur Zeit der ruhigen und langsamen Bildung von Wasserabsätzen statt gefunden haben; am Ende der Bildung des Uebergangsgebirgs, in der Sandstein-, Muschelkalkstein-, und besonders in der Keuperformation; zur Zeit der tertiären Bildungen als Absatz von Flusswasser in Busen und Becken. Diese Bildungen sind von der Löslichkeit des Gypses in Wasser, wovon 1 Theil unge-

fähr 400 Theile erfordert, abhängig gewesen. Wir finden aus diesem Grunde im Gypsgebirge große, durch Wasser ausgewaschene Höhlen, und sehr häufig neuere Gypsabsätze in später entstandenen Spalten. Zuweilen kommt der schwefelsaure Kalk mitten in diesem, unbezweifelt aus Wasser abgesetzten, Gyps wasserfrei als Anhydrit vor; wie er sich gebildet haben kann, ist noch nicht ermittelt. Bei einer starken Rothglühhitze schmilzt der schwefelsaure Kalk, und man erhält ihn alsdann in derselben Krystallform, welche man beim Anhydrit beobachtet hat.

Der Gyps kommt zuweilen in der Natur in schönen Krystallen und in großen krystallinischen Massen vor; rein ist er vollkommen farblos und durchsichtig; aus der wässrigen Auflösung sondert er sich beim Verdampfen derselben manchmal in bestimmbaren Krystallen aus. Am schönsten erhält man ihn, wenn er sich beim Gradiren langsam an die Dornen absetzt. Die Form, Spaltungsrichtungen und andere Eigenschaften dieser Krystalle sind ganz wie die der natürlichen.

Erhitzt man den Gyps bis 115° , so verliert er sein Krystallisationswasser, welches 20,78 p. C. beträgt; röhrt man den entwässerten gepulverten Gyps mit Wasser zu einem Brei an, so wird Wärme entwickelt, und nach einigen Augenblicken gesteht er, selbst wenn er sehr flüssig war, zu einer festen Masse. Der Gyps verbindet sich nämlich wieder mit Wasser, und es entsteht ein Hanf-

werk von Krystallen, das, da es porös ist, das überschüssig zugesetzte Wasser chemisch einschließt. Der Gyps ist durch diese Eigenschaft zum Bauen, Abformen u. s. w. sehr wichtig geworden. Im Großen entwässert man ihn in vierkantigen Räumen, welche zu beiden Sei-



ten und hinten eine Mauer haben; sie sind 9 Fuß hoch, 18 Fuß lang, 9 Fuß breit, und oben mit einem Dache versehen. Der Gyps wird in diesen Räumen so aufgehäuft, dass er am Boden kleine Gewölbe bildet, worauf man den übrigen Gyps schüttet; in diese Gewölbe wirft man das Brennmaterial, wozu man gewöhnlich Substanzen nimmt, welche eine grosse Flamme geben, z. B. Reiser. Die Flamme durchdringt die ganze Masse und treibt das Wasser aus. Das Feuern muss langsam und mit Vorsicht geschehen, damit nicht die unteren Stücke bis zum Zusammensintern erhitzt werden, während die oberen ihr Wasser noch nicht verloren haben.

Der gebrannte Gyps, welcher zum Bauen, insbesondere im Inneren der Zimmer, verwandt wird, wird neben dem Ofen vom Brenner zerkleinert, von dem Gypsarbeiter nachher noch feiner zerstoßen und zum Theil gesiebt. Der gröbere wird zuerst, und über diesen der feinere aufgetragen. Man setzt mehr oder weniger Wasser hinzu, je nachdem man kürzerer oder längerer Zeit zum Auftragen bedarf.

Zum künstlichen Marmor, *Stucco*, welchen man sehr häufig zur Verzierung der Wände, Säulen u. s. w. benutzt, und der wie der natürliche aussieht und eine sehr schöne Politur annimmt, wendet man ausgesuchte reine und bis zu der Grösse eines Taubeneies zerkleinerte Gypsstücke an, welche man in einem geheizten Backofen so lange liegen lässt, bis nur noch eine kleine Spur unzersetzt geblieben ist. Er wird, wenn er erkaltet ist, sogleich pulverisiert und gesiebt. Das feine Pulver wird mit einer Auflösung von Hausenblase angerührt; man macht diese so concentrirt, und nimmt davon so viel, dass es einer halben Stunde zum Festwerden des Gypses bedarf. Will man gefärbten Marmor machen, so röhrt man den Gyps mit Farben an, gebänderten, so macht man aus dem gefärbten Gyps Kuchen, welche man übereinander legt und durchschneidet. Die Platten breitet

man alsdann über die Gegenstände aus, welche man damit überziehen will. Ist der Gyps gut erhärtet, so macht man zuerst die Oberfläche, welche man mit einem nassen Schwamm anfeuchtet, mit grobem und nachher mit einem feineren Bimsstein eben. Auf der Oberfläche des trockenen Gypses verbreitet man alsdann eine klarere Brühe von Gyps und einer stärkeren Leimlösung als vorher, und reibt sie mit den Händen ein; ist der Gyps ganz trocken, so polirt man ihn mit sehr feinem Tripel vermittelst eines Ballens von feiner Leinwand, fährt dann mit einer in Olivenöl getränkten Bürste über die ganze Oberfläche, und wiederholt, wenn sie trocken geworden ist, das Poliren mit Tripel und Ueberziehen mit Olivenöl noch ein Mal. Die Wände und Säulen im Museum zu Berlin zum Beispiel sind mit solchem Gyps bekleidet.

Kohlensaure Kalkerde. Sie gehört zu den verbreitetsten Substanzen der Erdoberfläche, so daß sie als Kalkstein die Hauptgebirgsmasse mancher Länder ausmacht. Je nachdem die Gebirge sich gebildet, kann der kohlensaure Kalk ein verschiedenes äusseres Ansehen haben. Hat er grössere Krystalle bilden können, so kommt er in zwei Formen vor, als Kalkspath, oder als Aragonit; der Aragonit ist bei weitem die seltnere Form. Man erkennt ihn leicht daran, daß, wenn er erhitzt wird, er sich blumenkohlartig ausbreitet und zum Pulver zerfällt, ohne an Gewicht zu verlieren; es wird nämlich bei der erhöhten Temperatur die Anziehung zwischen den einzelnen Theilen, wodurch die Krystallform des Kalkspaths gebildet wird, überwiegend über die, wodurch die des Aragonits gebildet wird, so daß man in dem zerfallenen Aragonit zuweilen die Rhomboëder des Kalkspaths erkennen kann.

Der Kalkspath zeigt stets 3 Spaltungsrichtungen, vermöge welcher man ein Rhomboëder herausschlagen kann. Der Kalkstein besteht in der Regel aus so kleinen Krystal-

len, daß man die einzelnen zu erkennen nicht im Stande ist; durch Auflösungsmittel kann man sich von dem Dasein derselben überzeugen. Der Kalkstein des Uebergangs- und Flötzgebirges und der tertiären Formationen ist aus einer wässerigen Auflösung krystallisiert; sehr selten kommen Kalksteingebirge vor, welche aus zusammengebackenen Bruchstücken bestehen.

Der Marmor besteht aus einer Anhäufung kleiner erkennbarer Kalkspathkrystalle; er ist entweder geschmolzen gewesen, wie im Urgebirge, oder in Wasser aufgelöst, wie im Uebergangsgebirge. Man erhält den kohlensauren Kalk in recht schönen Krystallen, wenn das Wasser des Bodens, welches Kohlensäure aufgenommen hat, durch Gewölbe dringt und den Mörtel auflöst; so bemerkt man z. B. im Heidelbergischen Schloß solche Bildungen. Auf diese Weise bildet sich noch fortdauernd Tropfstein in den Höhlen, aus welchem sich schöne Rhomboeder herausspalten lassen. Die feste Hülle mancher Thiere von niederer organischer Ausbildung, die Austernschaalen, Muschelschaalen u. s. w., bestehen gleichfalls aus kohlensaurer Kalkerde; auch die Knochen der Thiere von höherer organischer Ausbildung enthalten zum Theil kohlensaure Kalkerde. Die Knochen der Menschen enthalten auf 4 Theile phosphorsaurer Kalkerde 1 Theil kohlensaure.

Wird kohlensaure Kalkerde so erhitzt, daß die Kohlensäure leicht entweichen kann oder fortgeführt wird, so zersetzt sie sich; findet dieses nicht statt, so schmilzt sie, so daß die Temperatur, bei welcher sie schmilzt und sich zersetzt, sehr nahe liegt.

In Wasser ist die kohlensaure Kalkerde als unlöslich anzusehen; in Kohlensäure löst sie sich auf, und da unsere Quellen fast ohne Ausnahme Kohlensäure enthalten, so enthalten sie, wenn sie irgendwo mit kohlensaurer Kalkerde in Berührung kamen, diese aufgelöst.

Wenn die Kohlensäure entweicht, so setzt sich die

kohlensaure Kalkerde ab, welches schon statt findet, wenn dieses Quellwasser mit der Luft in Berührung kommt, und bei einigen Quellen so stark der Fall ist, dass Gegenstände, welche man von dem Quellwasser bespritzen lässt, sehr bald mit einer Kruste von kohlensaurer Kalkerde überzogen werden. Eine Quelle in Clermont benutzt man, um auf diese Weise Körbe mit Früchten, Thiere u. s. w. mit Stein zu überziehen; eben dieses findet mit dem Wasserfall bei Terni statt. Solche Bäche haben ganz neue Bildungen von Kalkstein, welche man Kalktuf nennt, und die noch jetzt fortdauern, veranlaßt, wie dieses z. B. im Leinethal bei Götsingen an mehreren Stellen der Fall ist. Kocht man ein solches Brunnenwasser, so setzt sich an den Boden der Gefäße der kohlensaure Kalk als Kruste ab. Bei größeren Apparaten, bei Dampfkesseln z. B., ist ein solcher Absatz schädlich; man vermeidet ihn, wenn man einige Kartoffeln in das Wasser hineinwirft. In kleinen Krystallen setzt sich die kohlensaure Kalkerde an die Wände der Gefäße ab, wenn man aus Wasser, worin kohlensaure Kalkerde aufgelöst ist, die Kohlensäure langsam entweichen lässt.

Löst man Kalk in einer Zuckerauflösung auf (man kann 1 Theil Zucker, 2 Theile Wasser und Kalk im Überschuss nehmen) und setzt die Auflösung der Luft aus, so bilden sich, indem der Kalk aus der Luft Kohlensäure anzieht, Krystalle, welche aus kohlensaurer Kalkerde mit Krystallisationswasser, dessen Sauerstoff sich zu dem der Kalkerde wie 5 : 1 verhält, bestehen; sie bilden sich am besten bei einer niedrigen Temperatur. Bei 28 bis 30° scheidet sich das Krystallisationswasser ab.

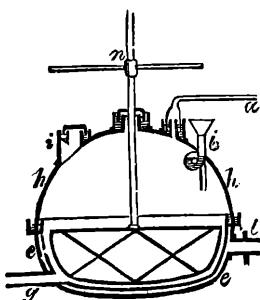
Wenn man zu einer Auflösung eines Kalksalzes ein kohlensaures Alkali setzt, so fällt zuerst ein voluminöser Niederschlag nieder, welcher diese wasserhaltige Verbindung zu sein scheint; dieser Niederschlag ändert sich jedoch sehr bald in ein dichtes Pulver um, welches die wasserfreie Verbindung ist.

Phosphorsaure Kalkerde. Einfach phosphorsaure Kalkerde $\text{Ca}^{\text{2}}\text{P}$ erhält man, wenn man zu der Auflösung eines neutralen Kalksalzes eine verdünnte Auflösung von krystallisirtem phosphorsauren Natron setzt. Digerirt man diesen Niederschlag mit Ammoniak, oder fällt man eine Auflösung von phosphorsaurer Kalkerde in Säuren mit Ammoniak, so fällt ein gallertartiger Niederschlag $\text{Ca}^{\text{3}}\text{P}$ nieder, in welchem mit derselben Säuremenge $1\frac{1}{2}$ Mal so viel Kalkerde verbunden ist, als in dem neutralen Salz. Brennt man Knochen an der Luft, bis sie weiss geworden sind, löst sie in Salzsäure auf, und bestimmt die Menge Kohlensäure, welche sich dabei entwickelt, fällt dann die Auflösung mit Ammoniak und die ammoniakalische Flüssigkeit mit Oxalsäure, so findet man, daß der Kalk, welchen man mit der Oxalsäure ausfällt, mit der entwickelten Kohlensäure neutralen kohlensauren Kalk giebt; die gebrannten Knochen bestehen also aus diesem phosphorsauren Kalk $\text{Ca}^{\text{3}}\text{P}$ und kohlensaurem Kalk $\text{Ca}^{\text{3}}\text{C}$. Aufser diesen beiden Verbindungen kommt noch Chlorcalcium und Fluorcalcium in den Knochen vor. Dieselbe Verbindung kommt gleichfalls mit etwas Chlorcalcium und Fluorcalcium verbunden in der Natur vor; dieses Mineral ist unter dem Namen Apathit bekannt.

Aufser in diesem Verhältnisse geht die Phosphorsäure noch mehrere andere Verbindungen mit der Kalkerde ein.

Als Hauptbestandtheil der festen Theile des thierischen Körpers, welche fort dauernd aufgelöst und wieder neu angesetzt werden, spielt die phosphorsaure Kalkerde eine wichtige Rolle bei der Erhaltung des thierischen Organismus; sie findet sich sowohl in den vegetabilischen als animalischen Nahrungsmitteln, auch in den verschiedenen Flüssigkeiten des thierischen Körpers, und wird durch den Harn ausgesondert.

Chlorichtsaure Kalkerde. Schon früher habe ich angeführt, von welcher grofsen Wichtigkeit das Chlor wegen der Leichtigkeit ist, wodurch es vegetabilische und animalische Verbindungen zersetzt. Die Anwendung und Darstellung des Chlors selbst ist für den gewöhnlichen Gebrauch mit Schwierigkeiten verknüpft. Die Auffindung des Chlorkalks, einer festen Verbindung, welche im Grofsen dargestellt und transportirt werden kann, und deren Anwendung noch manche Vortheile darbietet, ist von grofser Wichtigkeit geworden. Man bereitet ihn, indem man Chlor vermittelst Kochsalz, Schwefelsäure und Braunstein (Bd. I., pag. 62.) entwickelt. In ein grofses Gefäß von Blei *h*



schüttet man durch die Oeffnung *i* das Gemenge von Kochsalz und Braunstein, und dazu gießt man durch einen Trichter *b* die Schwefelsäure. Der untere Theil des Gefäßes steht in einem eisernen Kessel *e*. Zwischen die Wände dieses Kessels und des Gefäßes werden durch das Rohr *l* Wasserdämpfe geleitet, um das Gemenge zu erwärmen; damit eine

gleichmäfsige Einwirkung statt findet, wird die Masse, indem man vermittelst des Kreuzes *n* den unteren Rahmen herumdreht, fortwährend bewegt. Dieser Rahmen besteht aus Eisen, welches mit Blei überzogen ist. Die Absperrung der einzelnen Theile geschieht vermittelst Schwefelsäure; ist alles Chlor entwickelt, so schafft man den Rückstand durch die Oeffnung *g* heraus. Das darin enthaltene schwefelsaure Natron wird auf kohlensaures Natron verarbeitet (Bd. II., pag. 56.). Das Chlor wird durch das Rohr *a* in eine verschlossene Kammer, welche ganz aus Werksteinen errichtet ist, geleitet. In dieser Kammer stehen entweder Horden, welche denen, die man zum Trocknen des Salzes (Bd. II., pag. 75.) anwendet,

ähnlich sind, und auf deren Bretter eine dünne Schicht gelöschter Kalk ausgebreitet ist, oder es ist der Boden mit einer dünnen Schicht Kalk von 3 bis 4 Zoll bedeckt; im letzteren Fall sind in den Wänden Löcher angebracht, durch welche Stangen gehen, die mit einem Rahmen versehen sind, um den Kalk fortdauernd herumzurühren. Alle etwanigen Oeffnungen werden mit Kalkhydrat verstopft, mit welchem das herausdringende Chlor sich verbindet. Die luftdicht verschlossene Thür wird, wenn die Operation beendigt ist, geöffnet, der Chlorkalk wird in Fässer gepackt, und dann neues Hydrat hineingebracht.

In einigen Fabriken, wo man den Chlorkalk zu eigenem Gebrauch bereitet, leitet man Chlor in ein langes cylindrisches Gefäß, worin man fortdauernd Kalk, welcher mit vielem Wasser angerührt ist, bewegt, so daß es, da man es, um allen Druck zu vermeiden, nicht unter die Flüssigkeit leitet, dessen ungeachtet gleich absorbiert wird.

Das Chlor verbindet sich nicht mit der wasserfreien Kalkerde; wenn sie gehörig gelöscht ist, absorbiren 28,5 Th. Kalk 24 bis 28 Th. Chlor. Zehn Theile Wasser ziehen aus 1 Th. festen Chlorkalk die bleichenden Verbindungen aus, und es bleibt Kalkhydrat, welches im Ueberschufs darin vorhanden ist, zurück. Die Auflösung reagirt alkalisch; taucht man ein Lackmuspapier hinein, so verliert es seine Farbe nicht sogleich, was jedoch schneller statt findet, wenn man es herauszieht und Kohlensäure aus der Luft anziehen läßt. Beschreibt man rothes baumwollenes Zeug mit einer mit Amidon eingedickten Auflösung von Weinsteinsäure, so wird die Schrift, wenn man das Zeug eine Zeit lang in der Chlorkalkauflösung läßt, schon ganz weifs erscheinen, während an allen übrigen Stellen die Farbe unverändert bleibt. Will man daher die Auflösung im Großen anwenden, so muß man die zu bleichenden Substanzen schwach ansäuern, wozu man, wenn sie es vertragen, sehr verdünnte Chlor-

wasserstoffsäure anwenden kann, weil sich alsdann Chlorcalcium bildet, was aus den Zeugen, seiner grossen Löslichkeit wegen, leicht ausgewaschen werden kann. Will man den Chlorkalk anwenden, um riechende oder ansteckende Substanzen in der Luft zu zerstören, so taucht man ein Stück altes baumwollenes Zeug in eine verdünnte Chlorkalkauflösung, und hängt es in den Räumen auf, wo man es anwenden will; die Auflösung giebt die wirksame Substanz in dem Verhältnisse ab, wie sie Kohlensäure aus der Luft anzieht, also sehr langsam. Die Güte eines Chlorkalks bestimmt man nach der Menge einer Indigoauflösung, welche durch eine gewogene Quantität desselben entfärbt wird.

Ueber die Art der Zusammensetzung des Chlorkalks existiren verschiedene Meinungen; man sieht ihn entweder als ein Gemenge von chlorichtsaurer Kalkerde und Chlorcalcium, oder als eine Verbindung von Chlor und Kalkerde an. Bisher aber hat man weder die eine, noch die andere Verbindung krystallisiert erhalten; denn wenn man die Auflösung beim Ausschluss der Luft verdampfen lässt, so verliert sie ihre Eigenschaft, zu bleichen, und man erhält ein Gemenge von Chlorcalcium und chlor-saurer Kalkerde. Setzt man salpetersaures Silberoxyd zu der Auflösung, so erhält man Chlorsilber; doch dieses ist kein Beweis, dass Chlorcalcium darin enthalten ist, denn es bildet sich dieses gleichfalls, wenn man blosses Chlor in eine Auflösung eines Silbersalzes leitet, indem chlor-saures Silberoxyd und Chlorsilber entstehen.

Die grosse Anzahl von Versuchen, welche man zur Entscheidung dieser Frage angestellt hat, lassen beide Zusammensetzungarten zu; die Ansicht, dass im Chlorkalk chlorichtsaurer Kalkerde enthalten sei, ist jedoch bei weitem die wahrscheinlichere, indem die Flüssigkeit, wenn sie mit Salpetersäure sehr schwach sauer gemacht wird, den Geruch der chlorichten Säure hat, und wenn wir zwischen zwei Erklärungsarten zu wählen haben, stets

diejenige vorzuziehen ist, wofür die meisten analogen Fälle sprechen; in diesem Falle kann man kaum eine einzige Verbindung einer Basis mit einem einfachen Körper, welche durch genaue Versuche unbezweifelt ermittelt wäre, für die Annahme einer Verbindung von Chlor und Kalkerde anführen, statt dass dagegen die chlorsauren, jodsauren, bromsauren, schwefelsauren und unterschweflichtsauren Salze sich auf ähnliche Weise bilden, wie wir es hier von der chlorichtsauren Kalkerde annehmen. Das Bleichen vermittelst Chlorkalk beruht alsdann darauf, dass die Farbestoffe Wasserstoff an den Sauerstoff und das Chlor der chlorichtigen Säure abgeben, indem die Chlorwasserstoffsäure sich mit der Kalkerde zu Wasser und Chlorcalcium verbindet.

So wie man chlorichte Säure im Chlorkalk anzunehmen berechtigt ist, so ist man es gleichfalls in der Flüssigkeit, welche man erhält, wenn man eine gewisse Menge Chlor in eine Auflösung von kohlensaurem Kali oder Natron leitet. Gewöhnlich pflegt man 15 Theile krystallisiertes kohlensaures Natron in 40 Theilen Wasser aufzulösen und so viel Chlorgas hineinzuleiten, als man aus 2 Theilen Mangansperoxyd und 6 Theilen Salzsäure erhält (in der Auflösung ist alsdann chlorichtsaures Natron, Chlornatrium und zweifach kohlensaures Natron enthalten). Lässt man mehr Chlor hineintreten, oder dampft man die Flüssigkeit ab, so bildet sich ein chlorsaures Salz.

Eine Auflösung von chlorichtsaurem Natron erhält man gleichfalls, wenn man das Kalkhydrat mit schwefelsaurem Natron mengt, und dann Chlor hinzutreten lässt, oder den Chlorkalk in Wasser auflöst, und die Auflösung mit schwefelsaurem Natron zersetzt, wodurch schwefelsaure Kalkerde niederfällt.

Chlorcalcium. Man erhält diese Verbindung, wenn man den Rückstand bei der Ammoniakbereitung (Bd. II., pag. 84.) mit Wasser auszieht, und die klare

Flüssigkeit mit Chlorwasserstoffsäure neutralisiert. Dampft man die Auflösung zur Syrupsdicke ein, so erhält man beim Erkalten eine Verbindung von Chlorcalcium mit Wasser.

Wie man diese Verbindung zur Hervorbringung einer großen Kälte anwendet, habe ich schon angeführt (Bd. I., pag. 270.). Erhitzt geben die Krystalle ihr Krystallisationswasser ab. Bei der Rothglühhitze schmilzt das Chlorcalcium und erstarrt zu einer krystallinischen Masse; gewöhnlich pflegt man es auf ein kaltes Blech auszugießen, sogleich in Stücke zu zerschlagen und in einer luftdicht verschlossenen Flasche aufzubewahren, um es, wie ich dieses schon häufig angeführt habe, zum Austrocknen von Gasarten zu benutzen. Der Luft ausgesetzt, zieht es schnell daraus Feuchtigkeit an und zerfließt.

Kocht man eine Auflösung von Chlorcalcium mit Kalkerde im Ueberschusfs, und filtrirt die Auflösung noch heiß, so krystallisiert beim Erkalten eine Verbindung von Chlorcalcium, Kalkerde und Wasser $\text{Ca Cl} + 3 \text{Ca} + 15 \text{H}_2\text{O}$ heraus, welche sowohl durch Wasser als Alkohol zerstetzt wird, indem Kalkhydrat zurückbleibt.

Eine Verbindung von Chlorcalcium und oxalsaurer Kalkerde mit Krystallisationswasser $\text{Ca Cl} + \text{Ca C}_2 + 7 \text{H}_2\text{O}$ erhält man, wenn man so viel oxalsaurer Kalkerde in heißer Salzsäure auflöst, als sie aufzulösen vermag, in schönen luftbeständigen Krystallen beim Erkalten der Auflösung. Die Krystalle werden durch Wasser, welches das Chlorcalcium auflöst, zerlegt. Löst man gleiche Proportionen essigsaurer Kalkerde und Chlorcalcium in Wasser auf, und läßt die Auflösung langsam verdampfen, so erhält man eine Verbindung beider mit Krystallisationswasser $\text{Ca Cl} + \text{Ca C}_2 + 10 \text{H}_2\text{O}$ in schönen Krystallen, welche sich nicht an der Luft verändern. Die Krystalle beider Verbindungen verlieren bis 130° erhitzt ihr Krystallisations-

wasser, ohne zu zerfallen oder nachher an der Luft zu zerfliesen; beide sind also auch im wasserfreien Zustand eigenthümliche Verbindungen.

Fluorcalcium, Flußspat. Es kommt in derben Massen und in Krystallen in der Natur vor; man erhält es im Handel. Es wird zum Aetzen des Glases (Bd. I., pag. 607.) angewandt. Zersetzt man kohlensaure Kalkerde mit Fluorwasserstoffsäure, so erhält man das Fluorcalcium als körniges Pulver. Fällt man ein Kalksalz mit einer Fluorverbindung, so entsteht ein gallertartiger Niederschlag. Fluorwasserstoffsäure, Salzsäure und Salpetersäure lösen nur wenig Fluorcalcium auf; in Wasser ist es unlöslich. Wird es fein pulverisiert mit kohlensaurem Natron oder Kali erhitzt, so zersetzt es sich damit.

8. Magnesium.

Das Magnesium erhält man, wenn man Natrium auf den Boden eines Glasrohres, und darüber Chlormagnesium, dessen Darstellung ich gleich unten anführen werde, in Stücken schüttet, das Natrium alsdann bis zum Schmelzen erhitzt, und das Chlormagnesium durch Schütteln hineinfallen läßt; die Zersetzung findet erst bei der Rothglühhitze statt, und dann unter starker Feuerentwicklung. Durch Wasser zieht man das Chlornatrium aus, und das Magnesium bleibt in Kügelchen zurück, welche man unter einer Decke von Chlornatrium bei einer schwachen Rothglühhitze zusammenschmelzen kann.

Das Magnesium hat den Glanz und die Farbe des Silbers, ist dehnbar, verändert sich nicht an der Luft und nicht in Berührung mit Wasser; von Säuren wird es, indem Wasserstoff sich entwickelt, aufgelöst. Bis zur Rothglühhitze erhitzt, entzündet es sich und verbrennt mit intensivem Lichte. Mit Chlorgas verbindet es sich unter Lichtentwicklung.

Die Magnesia. Man hat bisher nur eine Oxyda-

tionsstufe des Magnesiums, die Magnesia, darstellen können; weil sie im Talk, einem Mineral, vorkommt, hat man sie auch Talkerde, und weil ihre Salze bitter schmecken, Bittererde genannt. Man erhält sie durch Glühen der kohlensauren Magnesia (*Magnesia alba*), welche schon bei einer viel niedrigeren Temperatur als die kohlensaure Kalkerde zersetzt wird. Die Magnesia hat eine weisse Farbe, ist selbst im Sauerstoffgebläse unschmelzbar, und hat ein spec. Gewicht von 2,3. Mit Wasser erhitzt sie sich nur unmerklich, und verbindet sich damit zu einem Hydrat $Mg\ddot{H}_2$, welches in der Natur krystallisiert vorkommt; es enthält 30,32 p. C. Wasser. Das Mineral zieht wegen seines dichten Zustandes keine Kohlensäure aus der Luft an, welches beim pulverförmigen fein vertheilten Hydrat dagegen statt findet. Die Magnesia ist in ungefähr 5000 Theilen kalten Wassers löslich. Die Zusammensetzung der Magnesia hat man gefunden, wie die der vorhergehenden Metalloxyde, nämlich durch die Untersuchung der schwefelsauren Magnesia; sie enthält darnach 38,71 p. C. Sauerstoff.

Schwefelsaure Magnesia. Dieses Salz bildet sich noch fortdauernd in der Natur, indem Schwefelkiese, wie ich dieses bei der Alaundarstellung sogleich weitläufiger anführen werde, sich oxydiren, und die Schwefelsäure Mineralien, welche Magnesia enthalten, zerlegt. Zu diesen Mineralien gehört der Serpentin, welcher ganze Berge bildet, und aus dem man mit Schwefelsäure die Magnesia ausziehen kann.

In der Natur kommen verschiedene Quellen vor, welche schwefelsaure Magnesia enthalten, z. B. die Mineralquellen von Seidschitz, Sedlitz und Pülna in Böhmen, von Epsom in England. Die Entstehung dieser Mineralwasser, welcher unstreitig die von vielen andern ähnlich ist, lässt sich mit einiger Gewissheit verfolgen. Bei Sedlitz und Seidschitz nämlich werden Gruben in den dortigen Mergel bis zu einer bestimmten Tiefe gegraben; in diesen

sen sammelt sich das Mineralwasser an, und je länger es darin steht, um so reichhaltiger ist es an festen Bestandtheilen, indem Wasser verdampft. Der Gyps, welcher im Mergel enthalten ist, löst sich im Wasser auf und zer-setzt die kohlensaure Magnesia des Mergels; neue Gypsmengen lösen sich auf und zersetzen sich wieder. Auf diese Weise kann z. B. eine Quelle einen geringen, aber constanten Gehalt an schwefelsaurer Magnesia zeigen, wenn sie nämlich zuerst durch ein Gypslager geht, davon, so viel sie vermag, auflöst, und dann durch ein Lager von Magnesiakalkstein; denn eine Gypsauflösung zer-setzt sich, wenn man kohlensaure Magnesia hinzusetzt, innerhalb 14 Tagen vollständig in kohlensaure Kalkerde und schwefelsaure Magnesia.

Durch Eindampfen dieser Mineralwasser kann man die schwefelsaure Magnesia in Krystallen erhalten. Zwei Methoden sind jedoch zur Bereitung derselben im Großen nur vortheilhaft, indem man entweder den Magnesiakalkstein brennt, mit Wasser anröhrt, um ihn fein zu vertheilen, und die Erde mit Schwefelsäure sättigt (die schwefelsaure Magnesia löst sich alsdann in der Flüssigkeit auf und schwefelsaure Kalkerde bleibt zurück), oder man fällt die Auflösung der chlorwasserstoffsauren Magnesia, welche in der bei der Verarbeitung der Salzmutterlaugen zuletzt übrig gebliebenen Flüssigkeit (Bd. II., pag. 54.) enthalten ist, mit Kalkerde, filtrirt sie, und löst sie in Schwefelsäure auf. Auf dieselbe Weise kann man auch das Meerwasser oder die Mutterlaugen von der Salzbereitung aus dem Meerwasser benutzen.

Die Auflösung der Magnesia dampft man ein, bis ein herausgenommener Tropfen, auf ein kaltes Glas getropft, sogleich krystallisiert; beim Erkalten erhält man das Salz in kleinen Krystallen $MgS + 7H_2O$, welche 7 Proportionen Wasser enthalten. Dampft man eine Auflösung bis zur Krystallhaut ein, und läßt sie an einem warmen Ort krystallisiren, so enthalten die Krystalle, deren

Form von der der vorigen verschieden ist, nur 6 Proportionen Wasser; 100 Theile Wasser lösen bei 0° 25,76 Theile schwefelsaure Magnesia auf (Bd. I., pag. 372.). Erhitzt zersetzt sie sich nicht; bei einer sehr hohen Temperatur schmilzt sie. Wird eine Auflösung von schwefelsaurer Magnesia und Kochsalz bei 50° abgedampft, so sondert sich Kochsalz aus, und schwefelsaure Magnesia bleibt in der Auflösung zurück; läfst man das Gemenge aber bei $12\frac{1}{2}^{\circ}$ krystallisiren, so krystallisiert Glaubersalz heraus und Chlormagnesium bleibt in der Auflösung.

Kohlensaure Magnesia. Die einfach kohlensaure Magnesia ($Mg\ddot{C}$) kommt in der Natur in Rhomboëdern krystallisiert vor; von den Mineralogen wird sie Magnesit genannt. Mit Wasser verbunden erhält man sie, wenn man Magnesia in kohlensaurem Wasser auflöst, und die Auflösung an der Luft verdampfen läfst, in Krystallen, welche drei Proportionen Wasser enthalten, $Mg\ddot{C} + 3H$. Kaltes Wasser zersetzt dieses Salz, indem eine Verbindung von Magnesia mit weniger Kohlensäure zurückbleibt, und 1 Theil des Salzes in der im Wasser aufgelösten Kohlensäure sich auflöst; kochendes Wasser bewirkt eine Entwicklung von Kohlensäure, indem nur die Verbindung mit weniger Kohlensäure zurückbleibt. Diese Verbindung erhält man daher gleichfalls, wenn man schwefelsaure Magnesia kochend mit kohlensaurem Natron fällt; das gut ausgewaschene getrocknete Pulver ist so zusammengesetzt, daß der Sauerstoff der Basis zum Sauerstoff der Säure wie $1\frac{1}{2}:2$, und zum Sauerstoff des Wassers wie $1:1$ sich verhält.

Ein solches Verhältniß des Sauerstoffs der Basis zu dem der Säure kommt in keinem anderen kohlensauren Salze vor, und wir sind daher berechtigt, diese Verbindung als aus kohlensaurer Magnesia mit Magnesiahydrat verbunden anzusehen, $2Mg\ddot{C}H + MgH_2$, welche Ansicht dadurch noch gerechtfertigt wird, daß eine kohlensaure

Verbindung beim Kupfer, welche aus $2\text{Cu}\ddot{\text{C}} + \text{Cu}\dot{\text{H}}$ besteht, und beim Zink eine, welche aus $3\text{Zn}^2\ddot{\text{C}} + 2\text{Zn}\dot{\text{H}}^3$ besteht, vorkommt; wollte man diese Verbindungen als basische ansehen, so müfste man drei Klassen von basischen Verbindungen annehmen, wofür man nur diese einzeln stehenden Fälle anführen kann.

Im Großen stellt man diese Verbindung, welche unter dem Namen *Magnesia alba* in der Medicin angewendet wird, vermittelst Fällung von schwefelsaurer Magnesia durch kohlensaures Natron oder Kali dar. In Bilin in Böhmen dampft man eine Quelle, welche Bittersalz enthält, und eine andere, welche kohlensaures Natron enthält, bis zu einem bestimmten Punkt ab, und mischt die Auflösungen mit einander; in anderen Fabriken fällt man verdünnte Auflösungen von kohlensaurem Natron und von schwefelsaurer Magnesia, wovon man einen kleinen Ueberschufs anwendet, weil sonst ein Doppelsalz von Magnesia und Natron sich bildet, kochend mit einander. Wenn man den voluminösen Niederschlag in einem vierkantigen Korbe, welcher inwendig mit Leinwand überzogen ist, filtrirt, kann man, da das Pulver etwas zusammenhaftet, es in parallelopipedische Stücke zertheilen. Die *Magnesia alba* so dargestellt, ist sehr locker; sie ist in Wasser sehr wenig löslich; schwach geäugt, giebt sie Kohlensäure und Wasser ab.

Sehr verbreitet ist die Doppelverbindung von kohlensaurer Magnesia und kohlensaurer Kalkerde, welche in der Natur in schönen Krystallen (Bitterspath) und in derben Massen (Magnesiakalkstein, Dolomit) vorkommt. Der Magnesiakalkstein bildet nicht allein einzelne Berge, sondern ganze Gebirgszüge, häufig auch im gewöhnlichen Kalkstein einzelne mehr oder weniger dicke Lager; manchmal ist er dem Kalkstein innig beigemengt. Der kohlensaure Kalk löst sich viel leichter in Säuren, als die Doppelverbindung; daher röhrt es, das Quell- oder Regenwasser, welche Kohlensäure enthalten, aus einem Ge-

menge von Magnesiakalkstein und Kalkstein nur den Kalkstein ausziehen. Der Tropfstein mehrerer Höhlen, welche im Magnesiakalkstein liegen, besteht aus reiner kohlensaurer Kalkerde. Kommt ein magnesiakalksteinhaltiges Kalksteinlager so vor, daß darunter ein Lager, z. B. ein Thonlager, liegt, welches das Wasser nicht durchläßt, oder durchschneiden Gänge, durch die das Wasser nicht durchgeht, ein solches Lager, so wird der Kalkstein aufgelöst, und der Magnesiakalkstein bleibt als eine löcherige krystallinische Masse zurück. Häufig findet dieses auch mit freistehenden Gebirgen statt, und öfters hat auch der Magnesiakalkstein sich gleich so aus seiner Auflösung abgesetzt. Bei einer erhöhten Temperatur, wie die der flüssigen Lava des Vesuvs, schmilzt der Magnesiakalkstein, und bildet, wenn er erkaltet, eine krystallinische Masse.

Kohlensaure Kali-Magnesia sondert sich, wenn man eine Auflösung von salzsaurer Magnesia mit zweifach kohlensaurem Kali im Ueberschuß mengt und einige Tage hinstellt, in großen Krystallen aus der Auflösung aus; mit Wasser übergossen, zerlegt es sich, indem *Magnesia alba* zurückbleibt. Dieses Doppelsalz ist seiner Zusammensetzung wegen interessant; es besteht nämlich aus zweifach kohlensaurem Kali mit einfach kohlensaurer Magnesia $\text{K}\overset{\circ}{\text{C}}^2 + 2\text{Mg}\overset{\circ}{\text{C}} + 9\text{H}_2\text{O}$.

Phosphorsaure Magnesia kommt in dem Saamen der Gräser, besonders der Getreidearten, und daher auch in unseren festen und flüssigen Nahrungsmitteln, z. B. im Bier, vor; sie wird assimiliert, und findet sich in den festen und flüssigen Theilen der Thiere.

Halbphosphorsaure Ammoniak - Magnesia. Diese Verbindung kommt in den Harnsteinen manchmal in bestimmbaren Krystallen vor. Man erhält sie, wenn man zu der Auflösung eines Magnesiasalzes zuerst Salmiak, dann Ammoniak, und nachher phosphorsaures Natron zusetzt; sie ist in einer Flüssigkeit, welche phos-

phorsaure Salze enthält, vollkommen unlöslich, in reinem Wasser dagegen etwas löslich.

Kieselsaure Magnesia. Einfach kieselsaure Magnesia $MgSi$ kommt mit Krystallisationswasser verbunden in der Natur vor; sie ist unter dem Namen von Meerschaum und Speckstein bekannt. Beide Substanzen enthalten Kieselsäure und Magnesia in demselben Verhältniss. Den Wassergehalt hat man in verschiedenen Exemplaren, sowohl der einen als der anderen Substanz, verschieden gefunden. Eine ähnliche Zusammensetzung hat auch der Talk.

Zwei drittel kieselsaure Magnesia mit Magnesiahydrat $2MgSi + MgH^2$ ist unter dem Namen Serpentin bekannt; er kommt theils rein vor, theils als Serpentinfels mit vielen Substanzen gemengt, und bildet alsdann ganze Berge. Häufig kommt darin Schwefelkies vor; oxydirt sich dieser, so zersetzt die entstandene Schwefelsäure den Serpentin, und schwefelsaure Magnesia wird gebildet. Der Serpentin wird leicht durch Säure, z. B. Schwefelsäure, Salzsäure, zerstört, und kann zur Darstellung von schwefelsaurer Magnesia angewandt werden.

Alle diese Verbindungen lassen sich schneiden und drehen, und werden daher zu verschiedenen Geräthschaften verarbeitet. Bei den Griechen wird *λιθος Μαγνησιος* als ein dem Silber ähnliches Mineral, woraus Sachen gedreht wurden, erwähnt; daher haben unstreitig *Magnesia alba* und Magnesia ihren Namen erhalten.

Mit Kieselsäure kommt die Magnesia im Olivin, in der Hornblende und im Augit vor, so wie in mehreren anderen Mineralien, worin kieselsaure Magnesia mit anderen kieselsauren Salzen zu einem Doppelsalz verbunden ist. Auf diese Verbindungen, welche eine wichtige Rolle bei den Veränderungen der Erdoberfläche spielen, werde ich in einer besondern Abtheilung wieder zurückkommen.

Schwefelmagnesium erhält man, wenn man in einem mit Kohle ausgefütterten Tiegel schwefelsaure Magnesia erhitzt. Magnesia und Schwefel zusammen erhitzt, bis der Schwefel abdestillirt, wirken nicht auf einander ein; kocht man Magnesia mit Schwefel und Wasser, so findet nur eine höchst unbedeutende Einwirkung statt. Magnesia, in Wasser suspendirt, wird von Schwefelwasserstoff aufgelöst; eine ähnliche Auflösung erhält man, wenn man schwefelsaure Magnesia mit Schwefelbarium fällt. Dampft man diese Auflösungen ab und erhitzt den Rückstand, so bleibt Magnesia zurück.

Mit der Magnesia hört die Zerlegung der Oxyde mit Schwefel in Schwefelmetalle und in Salze, in welchen Schwefelsäure oder unterschweflichte Säure enthalten ist, auf. —

Chlormagnesium. Man erhält diese Verbindung, wenn man über glühende Magnesia Chlorgas leitet, wobei Sauerstoffgas, oder Chlorwasserstoffgas, wobei Wasser entweicht; oder wenn man gleiche Gewichtsmengen Salzsäure mit Ammoniak und mit *Magnesia alba* sättigt, und die Auflösungen zusammengießt und abdampft. Die trockne Masse schüttet man nach und nach in einen Platinatiegel ein, und erhitzt sie so lange, bis aller Salmiak fortgegangen ist und das Chlormagnesium schmilzt. Man stellt daraus das Magnesium dar. Sättigt man Magnesia mit Chlorwasserstoffsäure und dampft ab, bis sie sehr concentrirt ist, so erhält man beim Erkalten der Auflösung grosse Krystalle von Chlormagnesium mit Krystallwasser; wenn man dieses durch Hitze austreiben will, so zersetzt sich die Verbindung, indem Chlorwasserstoffsäure entweicht und Magnesia sich bildet. Das Chlormagnesium findet sich in verschiedenen Salzsoolen, und bewirkt, daß das Kochsalz, welches man daraus gewinnt, an der Luft feucht wird und manchmal zerfliesst; außerdem kommt es im Meerewasser und in einigen Landseen vor, z. B. im todten Meer.

Brommagnesium. Diese Verbindung kommt im Meerwasser und in verschiedenen Salzsoolen vor, z. B. in der von Schönebeck, von Kreuznach u. s. w. Man gewinnt aus dieser Verbindung das Brom, indem man 4 Theile concentrirte Mutterlauge (Bd. II., pag. 54.), welche außer viel Chlormagnesium diese Verbindung enthält, mit 4 Theilen Schwefelsäure von 1,52 mengt und destillirt, bis 3 Theile Salzsäure übergegangen sind; die wässerige Bromwasserstoffsäure bleibt zurück. Denn eine wässerige Auflösung der Bromwasserstoffsäure lässt sich durch Abdampfen, bis sie bei 126° kocht und ein spec. Gewicht von 1,5 hat, concentriren, und verändert sich beim Ueberdestilliren dann nicht mehr; sie geht folglich bei einer höheren Temperatur über, als die wässerige Salzsäure. Man zersetzt sie durch einen Zusatz von Mangansuperoxyd; durch eine vorsichtige Destillation erhält man das ausgeschiedene Brom.

9. Aluminium.

Das Aluminium gehört, nächst dem Kiesel und Calcium, zu den verbreitesten Substanzen der festen Erdoberfläche, und zwar in seiner Verbindung mit Sauerstoff als Thonerde. Den Namen hat man diesem Metall vom Alaun (*Alumen*), welcher aus schwefelsaurer Thonerde und Kali besteht, gegeben. Aus der Thonerde das Metall zu gewinnen, ist mit großer Schwierigkeit verbunden; sehr leicht erhält man es aber, wenn Chloraluminium, dessen Darstellung ich gleich anführen werde, mit Kalium erhitzt wird. Man legt auf den Boden eines kleinen Porcellantiegels reine Kaliumstücke, und über diese eben so viel, dem Volumen nach, Chloraluminiumstücke; den Tiegel erhitzt man allmählig über der Spirituslampe bis nahe zum Rothglühen. Die Zersetzung findet rasch und mit Feuererscheinung statt; es ist daher gut, den Deckel des Tiegels mit einem Draht zu befestigen. Den erkalteten Tiegel wirft man in Wasser; das Chlorkalium der

schwarzgrauen Masse, welche gewöhnlich geschmolzen ist, löst sich in Wasser auf, und das Aluminium scheidet sich als ein graues Pulver aus, welches, wie man leicht sehen kann, wenn es gegen das Licht betrachtet wird, aus kry stallinischen Flittern besteht. Mit dem Polirstahl gerieben, zeigt es Metallglanz, ungefähr den des Zinns; bei einer schwachen Weißglühhitze schmilzt es noch nicht. An der Luft bis zur Rothglühhitze erhitzt, entzündet es sich, und im Sauerstoffgase verbrennt es mit einer solchen Wärmeentwickelung, daß die gebildete Thonerde schmilzt. Bei der gewöhnlichen Temperatur zerlegt das Aluminium das Wasser nicht; beim Kochpunkte des Wassers findet dieses zwar statt, jedoch nur in einem geringen Grade. Verdünnte Säuren lösen es unter Wasserstoffentwicklung auf, eben so die Alkalien; man muß deswegen bei der Darstellung einen Ueberschuss von Kalium vermeiden, weil bei der Auflösung des zersetzen Gemenges in Wasser sich alsdann Kali bilden würde.

Die Thonerde. Sie ist die einzige Sauerstoffverbindung des Aluminiums, welche man bis jetzt kennt. Man erhält sie, wenn man reinen Alaun in Wasser auflöst und mit kohlensaurem Natron fällt, welches man unter Kochen im Ueberschuss zusetzen muß, um die basische Verbindung der Schwefelsäure mit der Thonerde, welche zuerst niederfällt, zu zersetzen. Die Thonerde, welche man filtrirt und auswäscht, enthält stets noch etwas Kalisalz; man löst sie daher in Salzsäure auf, fällt sie durch Ammoniak im Ueberschuss, wäscht sie aus, trocknet sie langsam und glüht sie. Man erhält sie alsdann als ein weisses, lockeres Pulver, welches sehr rasch Wasser aus der Luft anzieht, mehrere Procent bei feuchter Luft, wie dieses bei den pulverförmigen Körpern im Allgemeinen der Fall ist (Bd. I., pag. 394.). Sie ist vollkommen unlöslich in Wasser; in einer Auflösung von Kali, Natron, Baryt- und Strontianerde löst sie sich auf, in Ammoniak dagegen nur sehr wenig. Vor dem Glü-

hen löst sich die Thonerde leicht in Säuren auf, und nach dem Glühen nur, wenn sie längere Zeit mit starken Säuren digerirt wird. Die Verwandtschaft der Thonerde zu den Säuren ist nur schwach; mit der Kohlensäure geht sie deswegen keine Verbindung ein (Bd. I., pag. 412.). Die Salze der Thonerde haben einen süßlichen, zusammenziehenden Geschmack.

Vor dem Sauerstoffgebläse schmilzt sie zu einer farblosen Kugel. In der Natur kommt sie krystallisiert vor; sie steht an Härte nur wenig dem Diamant nach. Die reinen Krystalle sind farblos. Zwei bekannte Edelsteine, der Saphir und der Corund, sind reine Thonerde, welche durch geringe Beimengungen gefärbt ist, und zwar ist der erste blau, der andere roth. Ihr spec. Gewicht beträgt 3,9.

Die Krystallform der Thonerde und des Eisenoxyds, welches auf 2 Atome Metall 3 Atome Sauerstoff enthält, ist dieselbe; in der Natur kommt sie zuweilen als Säure mit Basen verbunden vor, im Spinell $Mg\ddot{A}l$ mit Talkerde, im Gahnit mit Zinkoxyd $Zn\ddot{A}l$. Der Sauerstoff der Säure verhält sich in diesen Verbindungen zum Sauerstoff der Basis wie 3:1; dasselbe Verhältnis findet in den gewöhnlichen Doppelsalzen zwischen dem Sauerstoff der Thonerde und dem der zweiten Basis statt. Daraus ist man berechtigt zu schließen (Bd. I., pag. 436.), daß in der Thonerde 3 Atome Sauerstoff mit 2 Atomen Metall verbunden sind. Die Zusammensetzung der Thonerde hat man durch die Untersuchung des Alauns ermittelt; sie enthält 46,7 p. C. Sauerstoff.

Thonerdehydrat erhält man, wenn man salzaure Thonerde durch Ammoniak fällt, als einen gallertartigen Niederschlag; löst man diesen, welchen man im Ueberschus anwendet, sogleich nach dem Fällen in einer Kaliauflösung, ohne erhöhte Temperatur anzuwenden, auf, filtrirt die Auflösung, und stellt sie in einer luftdicht ver-

schlossenen Flasche hin, so sondern sich nach einiger Zeit an den Wänden der Gefäße Krystalle ab. Man erhält dieselben Krystalle gleichfalls, wenn man die Auflösung aus der Luft Kohlensäure anziehen läfst. Diese Krystalle AlH_3 sind weifs, an der Kante durchscheinend; sie enthalten 34,64 p. C. Wasser, welches sie bei 100° noch nicht verlieren. Von den Mineralogen wird diese Verbindung, welche in der Natur vorkommt, *Gib sit* genannt. In Schwefelsäure und Salzsäure ist diese Verbindung bei der gewöhnlichen Temperatur unlöslich; die erhitzten Säuren lösen sie nur langsam auf.

Die Aussonderung dieses Thonerdehydrats beruhet nicht auf einer Temperaturerniedrigung, sondern höchst wahrscheinlich darauf, dass Krystalle an den Wänden der Gefäße sich durch Flächenanziehung bilden, und diese der Auflösung alsdann noch mehr Thonerdehydrat entziehen; denn man darf, nach dem, was ich früher (Bd. I., pag. 376.) angeführt habe, annehmen, dass in der Mitte einer Flüssigkeit mehr, als an der Stelle, welche mit den Wänden von Gefäßen oder mit Krystallen in Berührung ist, aufgelöst bleiben kann, so dass z. B., wenn man Thonerdehydrat in der Mitte einer Flüssigkeit aufhinge, diese stets gallertartiges Thonerdehydrat auflösen würde, das sich an die Wände der Gefäse, oder an die Krystalle absetzen wird. Die Entstehung großer Krystalle, wenn man kleine Krystalle mit einer gesättigten Auflösung der Krystalle übergiesst und eine Zeit lang damit stehen lässt, beruht gleichfalls auf demselben Grunde. Das Verhalten des Thonerdehydrats zu der Säure zeigt schon hinreichend, dass die Krystalle durch eine Kraft gebildet worden sind, welche gröfser ist, als die, wodurch die einzelnen Theile im gallertartigen Thonerdehydrat sich anziehen.

Ein Thonerdehydrat AlH_3 , welches weniger Wasser enthält, ist ein seltenes Mineral; von den Mineralogen wird es *Diaspor* genannt.

Schwefel- und Phosphoraluminium erhält man, wenn man Aluminium in Schwefel- oder Phosphordämpfen erhitzt, unter Luftentwickelung. Das Schwefelaluminium (Al) ist eine schwarze halbmetallische Masse, welche, mit Wasser in Berührung, sich rasch in Thonerde und Schwefelwasserstoff zersetzt. Setzt man Schwefelwasserstoffammoniak zu der Auflösung eines Thonerdesalzes, so entwickelt sich Schwefelwasserstoff, Thonerde scheidet sich aus, und das Ammoniak verbindet sich mit der Säure des Salzes.

Chloraluminium. Läßt man durch Chlorcalcium getrocknetes Chlor in einem glühenden Porcellanrohr über ein inniges Gemenge von Thonerde und Kohle streichen, welches man sich bereitet, indem man durch einen Ueberschufs von kohlensaurem Kali gefällte Thonerde mit Zucker, Kohle und Oel zu einem Teig anreibt, und diesen in einem besonderen Tiegel glüht, so bewirkt die Verwandtschaft der Kohle zum Sauerstoff, und die des Chlors zum Aluminium eine Zersetzung der Thonerde, Kohlenoxyd als Gas entweicht, und das Chloraluminium setzt sich größten Theils in dem Theile des Rohrs an, welcher aus dem Ofen herausragt; ein anderer Theil geht in die mit dem Rohr verbundene Vorlage über. Von den Wänden des Rohrs löst es sich leicht ab, bildet eine kristallinische, durchscheinende Masse, und verflüchtigt sich ungefähr bei der Temperatur des kochenden Wassers; sein Kochpunct und Schmelzpunkt liegen einander sehr nahe. An der Luft zerfließt es rasch; in Wasser geworfen, löst es sich unter starker Wärmeentwickelung auf.

Löst man Thonerde in Chlorwasserstoffsäure auf und läßt die Auflösung in einer sehr trocknen Luft verdampfen, so erhält man Krystalle $\text{AlCl}_3 + 12\text{H}_2\text{O}$, welche chemisch gebundenes Wasser enthalten und in feuchter Luft schnell zerfließen. Erhitzt man eine eingedampfte Auflösung von chlorwasserstoffsaurer Thonerde, oder die Kry-

stalle, so geht Chlorwasserstoffsäure und Wasser fort, und Thonerde bleibt zurück, welches ein Beweis ist, daß die Verwandtschaft der Thonerde zum Sauerstoff, und die des Chlors zum Wasserstoff überwiegend über die des Chlors zum Aluminium, und des Wasserstoffs zum Sauerstoff sind; es ist dieses einer von den wenigen Fällen, wo man annehmen darf, daß ein Metalloxyd mit Chlorwasserstoffsäure verbunden sei.

In der Natur kommen mehrere Verbindungen von Fluoraluminium vor. Der Topas ist unter diesen als Edelstein die bekannteste; er besteht nämlich aus kieselsaurer Thonerde, Fluoraluminium und Thonerde ($3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_10 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5$).

Die kieselsaure Thonerde und die Doppel-salze der kieselsauren Thonerde mit kieselsaurem Kali (der Feldspath, der Glimmer und Leuzit), mit kieselsaurem Natron (der Albit), mit kieselsaurer Kalkerde u. s. w., sind für die chemischen Veränderungen, welche die Erdoberfläche erlitten hat, da diese Verbindungen Hauptbestandtheile derselben ausmachen, von großer Wichtigkeit, und da ihre Eigenschaften gerade in dieser Hinsicht besonders studirt werden müssen, so werde ich diese Verbindungen in einer besonderen Abtheilung abhandeln; den Thon jedoch muß ich, wegen der Darstellung des Alauns, des Porcellans u. s. w., gleich hier anführen.

Der Thon. Er ist eine bestimmte Verbindung von Kieselsäure und Thonerde; in welchem Verhältniß diese jedoch mit einander verbunden sind, ist schwer zu ermitteln, wie dieses aus der Untersuchung und aus der Art, wie sich der Thon gebildet hat, leicht zu ersehen ist. Es ist höchst wahrscheinlich, daß der Thon aus 57,42 p. C. Kieselsäure und 42,58 p. C. Thonerde besteht, also halb kieselsaure Thonerde $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_10$ ist; in dieser Verbindung kommt stets kieselsaures Kali und außerdem sehr häufig freie Kieselsäure vor. Sie wird weder durch

Säure, selbst nicht durch Schwefelsäure, noch durch Auflösung der Alkalien vollständig zersetzt; auf ihr Verhalten gegen Schwefelsäure komme ich bei der Alaundarstellung weitläufig zurück. Fast aller Thon ist durch Zersetzung des Feldspaths entstanden, doch kommt auch Thon vor, welcher durch Zersetzung von Albit, Labrador, Pyroxen und anderen Mineralien gebildet worden ist. Die Quantität dieses so entstandenen Thons ist jedoch so unbedeutend, dass die Zersetzung dieser Mineralien hier nicht erwähnt werden darf. Der Feldspath ist neutrales kiesel-saures Thonerdekalii $K\ddot{S}i + Al\ddot{S}i^3$; er wird entweder durch Wasser, welches Kohlensäure enthält, sehr langsam zersetzt, oder, und zwar, wie es scheint, rascher durch Schwefelkiese $F + 2S$, welche auf Kosten der Luft sich zu schwefelsaurem Eisenoxydul $\ddot{F}S$ und freier Schwefelsäure \ddot{S} oxydiren *).

An vielen Stellen findet man den Thon noch in der Form des Feldspaths; röhrt man die zersetzte Masse mit Wasser an, so suspendirt der Thon sich in Wasser, und das Sonnenlicht wird von den schwimmenden Theilchen so reflectirt, wie von schuppigen krystallinischen Substanzen, so dass man berechtigt ist, den Thon als einen krystallisirten Körper anzusehen. Mit wenigem Wasser angerührt, ist er bildsam, welches ein allgemeiner Charakter des Thons ist. Der Feldspath verliert bei seiner Zersetzung die Hälfte der Kieselsäure und über drei Viertel seines Kaligehalts. Das Kali ist in Verbindung mit einer Säure weggeführt, und die Kieselsäure hat sich im Wasser aufgelöst; zuweilen hat sie sich aus dieser Auflösung an den Feldspathkrystallen selbst noch in Krystallen abgesetzt, wie man dieses z. B. im Trachyt des Siebengebirges bei Bonn häufig beobachtet, oder sie ist, wie die-

*) Diese Oxydation ist sehr oft der Grund, weswegen manchmal mitten in einem unveränderten Feldspath zersetzte Stellen sich finden. Häufig ist an solchen Stellen das Eisenoxyd zurückgeblieben, welches man z. B. bei Teplitz und Carlsbad bemerkt.

ses bei den älteren Bildungen der Erdoberfläche statt gefunden, weiter geführt worden, und hat so die kieselhaltigen Formationen des Uebergangsgebirges, den Kieselschiefer z. B., die krystallirten Körner des bunten Sandsteins und anderer Gesteine gebildet.

Den Thon trifft man also zuerst auf primärer Lagerstätte, an Ort und Stelle, wo der Feldspath zersetzt wurde. Der Feldspath, welcher so zersetzt worden ist, kommt entweder in den älteren Formationen, welche einst im geschmolzenen Zustande sich befunden haben, vor, oder in Gebirgsformationen, welche aus zertrümmerten älteren Formationen bestehen; so enthält der Sandstein des Heiligenbergs bei Heidelberg viele unveränderte Stücke von Feldspath, welche an den Stellen, wo sie zersetzt werden konnten, in Thon umgeändert sind und weisse Pünctchen im Sandstein bilden. Der Porphyr, aus welchem die grossen Thonbildung bei Morl, nahe bei Halle, entstanden sind, besteht aus Quarz und Feldspath, welche als Krystalle von einer Masse eingehüllt sind, die aus dem innigsten Gemenge von Kieselsäure und Feldspath besteht; wird dieser Porphyr zersetzt, so giebt der Feldspath den gewöhnlichen Thon, das Gemenge dagegen einen Thon, welcher $87\frac{3}{4}$ p. C. Kieselsäure enthält, und welchen man als ein Gemenge von gewöhnlichem Thon mit Kieselsäure ansehen muss, die sich in einem so fein vertheilten Zustande befindet, dass sie durch Schlemmen nicht von dem Thon getrennt werden kann.

Aus der Eigenschaft des Thons, sich leicht im Wasser zu suspendiren, folgt nothwendiger Weise, dass er bei den verschiedenen Veränderungen an der Erdoberfläche durch Wasser von einer Stelle zur anderen geführt sei, und mehr oder weniger in allen auf nassem Wege gebildeten Gebirgsmassen der Erdoberfläche vorkommen muss; er findet sich alsdann auf secundärer Lagerstätte, und kann, je nachdem sich aus dem Wasser

verschiedene Substanzen abgesetzt haben, sehr verschiedene Beimengungen besitzen. Kommt er rein vor, so nennt man ihn fetten Thon oder Lehm; ist er mit Kie-selsäure, besonders mit Sand, gemengt, so verliert er von seiner Bildsamkeit, man nennt ihn alsdann mager; ist er mit kohlensaurer Kalkerde gemengt, welches man sogleich daran erkennt, daß er mit Säuren aufbraust, so nennt man ihn Mergel. Er ist stets ein Bestandtheil des fruchtbaren Bodens, so daß ich auf ihn bei den Veränderungen der Erdoberfläche und bei der vegetabilischen Chemie wieder zurückkommen muß.

Schwefelsaure Thonerde. Man erhält diese Verbindung durch Auflösen von Thonerde in Schwefelsäure; sie ist in Alkohol unlöslich, in 2 Theilen Wasser löslich, und krystallisiert aus der heißen Auflösung in Blättchen. Diese Blättchen enthalten 6 Proportionen Kry-stallisationswasser $\text{AlS} + 18\text{H}_2\text{O}$, welches sie durch Erhitzen verlieren. Das erhitzte Salz löst sich erst nach einiger Zeit in Wasser auf, geglüht wird es vollständig zersetzt, indem Thonerde rein zurückbleibt.

Drittel schwefelsaure Thonerde $\text{AlS} + 3\text{H}_2\text{O}$ erhält man, wenn man schwefelsaure Thonerde mit Ammoniak fällt. Es kommt in der Natur vor, z. B. bei Halle, und wird von den Mineralogen *Aluminit* genannt.

Alaun. Die schwefelsaure Thonerde verbindet sich mit dem schwefelsauren Kali, Natron und Ammoniak zu Doppelsalzen. Man hat diesen Verbindungen den Namen Alaun gegeben; gewöhnlich versteht man aber darunter das Kalidoppelsalz. Um das Ammoniak- oder Natron-doppelsalz darzustellen, muß man zu reiner schwefelsaurer Thonerde schwefelsaures Ammoniak oder Natron hinzusetzen. Das Ammoniakdoppelsalz $\text{NH}_3\text{HS} + \text{AlS} + 25\text{O}_2\text{H}_2\text{O}$ erhält man leicht, wenn man eine warme concentrirte Auflösung erkalten läßt, in großen durchsichtigen Octaëdern, welche an der Luft sich nicht verändern. Mit Kalialaun

gemengt erhält man ihn, wenn man die Auflösung der Alaunerze mit kohlensaurem Ammoniak versetzt. Das Natronsalz $\text{N}\ddot{\text{S}} + \text{Al}\ddot{\text{S}} + 26\text{H}_2\text{O}$, welches sehr löslich in Wasser und fast unlöslich in Alkohol ist, erhält man, wenn man die Auflösung desselben vermittelst eines langen Trichters auf den Boden eines Gefäßes, worin Alkohol befindlich ist, gieft, so daß der Alkohol eine Schicht oberhalb der Flüssigkeit bildet; in dem Verhältnis, wie der Alkohol das Wasser aus der Auflösung langsam anzieht, sondert sich der Natronalaun in schönen Octaëdern aus, welche an der Luft verwittern.

Der Kalialalaun $\text{K}\ddot{\text{S}} + \text{Al}\ddot{\text{S}} + 24\text{H}_2\text{O}$ kommt in dem Handel vor; besonders in der Färberei wird davon eine große Menge verbraucht. Er ist in 18,4 Theilen kalten und 0,75 Theilen warmen Wassers löslich; aus der warmen concentrirten Auflösung erhält man ihn beim Erkalten in großen durchsichtigen Octaëdern mit den Flächen des Würfels. Er schmeckt süßlich zusammenziehend. Erhitzt verliert er sein Krystallisationswasser und bläht sich zu einer sehr porösen Masse auf; gebrüht wird er zersetzt, es entweicht schwefliche Säure und Sauerstoff, und schwefelsaures Kali und Thonerde bleiben zurück. Er enthält 10,82 p. C. Thonerde. Erhitzt man 3 Theile entwässerten Alaun und 1 Theil Kienruß, so erhält man ein Gemenge aus Schwefelkalium, Kohle und Thonerde, welches sich, da das Schwefelkalium darin sehr fein verteilt ist, von selbst in feuchter Luft entzündet (Bd. I., pag. 224.).

Wenn man zu einer Alaunauflösung bis zu einem bestimmten Punct kohlensaures Kali hinzusetzt, so löst der entstandene Niederschlag sich wieder auf; es entsteht dabei basisch schwefelsaure Thonerde, welche in Wasser löslich ist. Wenn Alaun aus einer solchen Auflösung krystallisiert, so sind vorzugsweise die Flächen des Würfels ausgebildet, und die Octaëderflächen verschwinden zuweilen gänzlich.

Man

Man kann Alaun darstellen, wenn man Thon durch Schwefelsäure zersetzt; dieses geschieht am vollständigsten, wenn man reinen Thon erhitzt, unter Mühlsteinen fein mahlt und mit 0,45 Theilen Schwefelsäure von 1,45 mengt. Das Gemenge erhitzt man von oben in einem Flammenofen, bis die Masse steif wird; man lässt sie wenigstens einen Monat liegen, und zieht sie mit Wasser auf dieselbe Weise aus, wie ich es vom Alaunerz gleich unten anführen werde. Man versetzt die Auflösung mit schwefelsaurem Kali oder Ammoniak, wodurch der Alaun ausgeschieden wird.

Diese Methode hat sich nicht als vortheilhaft erwiesen, sie zeigt aber die grosse Zersetzbarkheit des Thons durch Schwefelsäure, da er fast ganz dadurch zerlegt wird. Dampft man die Auflösung ohne Zusatz von Kali oder Ammoniak ab, so krystallisiert aus der concentrirten Auflösung zuerst Kalialaun, — ein Beweis, dass im Thon schon Kali vorhanden war, — und dann neutrale schwefelsaure Thonerde heraus.

In PreusSEN und in vielen andern Ländern wird fast aller Alaun, welcher in dem Handel vorkommt, aus dem Alaunerz gewonnen. Dieses Alaunerz ist ein inniges Gemenge von magerem Thon, Braunkohle und Doppelt-Schwefeleisen (FeS^2). Der Absatz dieses Alaunerzes hat bei der Bildung der Erdoberfläche nach der Kreide statt gefunden, und gehört zur ersten Abtheilung der tertiären Bildungen; diese erste Abtheilung besteht nämlich aus Sand oder Sandstein, Braunkohlen, plastischem Thon und Alaunerz. Je nachdem beim Absatz dieser Substanzen verschiedene Umstände statt gefunden haben, zeigen diese Ablagerungen Verschiedenheiten. Bald haben sie in grossen weiten Seen statt gefunden, wie dieses z. B. in der grossen Ebene, worin Leipzig, Lützen, Halle u. s. w. liegen, oder in der zwischen Freienwalde, Gleisen, Muskau u. s. w., oder in kleineren und zuweilen sehr kleinen Seen, z. B. im Egerthal, auf dem Westerwalde, der Fall

war. Man kann im letzteren Falle leicht ihren Umfang übersehen, indem man rund herum noch das Gebirge hat, dessen Bruchstücke man in diesen Ablagerungen wieder entdeckt.

Bei einigen dieser Ablagerungen, insbesondere bei den grossen, findet man auf dem Sand oder dem Sandstein, welcher das erste Glied dieser Abtheilung ist, nur ein Lager, nur Braunkohle; an anderen Braunkohle und darüber Thon, welcher an einigen Stellen durch Alaunerz vertreten wird, z. B. bei Bonn; und an noch anderen ein Braunkohlenlager, welches durch Thoneinschlüsse unterbrochen ist. An einigen Orten bestehen diese Thoneinschlüsse aus Alaunerz; so kommt es z. B. in Freienwalde und in Gleissen vor. Bei den kleinen Ablagerungen, bei denen das nebenliegende Gebirge durch seine Bestandtheile, und dadurch, dass es durch seine Form die Zuströmungen zu den Seen bedingt hat, besonderen Einfluss auf die Bildung der Ablagerungen ausgeübt hat, kommen die Verhältnisse zusammengesetzter und interessanter vor; bei Altsattel in der Nähe von Carlsbad wiederholt sich dieselbe Reihefolge drei Mal.

Erdoberfläche. Dammerde.

Blauer Thon.

Letten und Thoneisenstein.

Alaunerz und Kohle.

Thon.

Letten und Thoneisenstein.

Alaunerz und Kohle.

Thon mit Schwefelkies.

Letten und Thoneisenstein.

Thon mit Schwefelkies.

Alaunerz.

Kohle.

Alaunerz.

Kohle.

Weifser quarzreicher Thon.

Grobkörniger Sandstein.

Diese Lager finden sich in Thälern, welche rund

herum von großen Granitgebirgen (Granit ist ein mechanisches Gemenge von Quarz, Feldspath und Glimmer) umgeben sind, durch deren Zerstörung vermittelst Wasser diese Lager, welche die Braunkohle begleiten, gebildet worden. Der grobkörnige Sandstein wird häufig durch Sand ersetzt; er besteht manchmal aus Quarz und Feldspath, welche durch Kieselerde zusammen verbunden sind. Der Thon ist durch Zersetzung des Feldspaths entstanden. Der Sand und die Glimmerblättchen, welche dem Thon und dem Alaunerz beigemengt sind, röhren von dem Quarz und dem Glimmer des Granits her. Die Kohlen sind Ueberreste von Vegetabilien. An vielen Orten bestehen die Braunkohlenlager aus auf einander gehäuften Baumstämmen. Der Thoneisenstein und Schwefelkies und das Schwefeleisen des Alaunerzes röhren vom Schwefelkies des umliegenden Gebirges her. An vielen Stellen findet man beim Abbrechen der umgebenden Gebirgsmassen Schwefelkies im Granit eingesprengt, welcher sich schon in wenigen Tagen oxydirt und Eisenvitriol giebt. Ist der Schwefelkies in krystallinischen Massen vorhanden, so geschieht die Oxydation viel langsamer; daß sie aber selbst vollständig statt findet, zeigt der Brauneisenstein (das natürliche Eisenoxydhydrat), welcher durch Zersetzung des Schwefelkieses entstanden ist, und die Form desselben beibehalten hat.

Eine Auflösung von Eisenvitriol wird durch vegetabilische und animalische Substanzen so zersetzt, daß sich der Sauerstoff des Salzes mit ihnen verbindet, und Schwefelkies FeS^2 sich absetzt; so hat man z. B. gefunden, wie eine Maus, welche in eine solche Auflösung gefallen war, sich in Schwefelkies umgeändert hatte.

In der Braunkohle finden wir häufig ganze Holzstämme, theils in Schwefelkies und Magnetkies, theils in kohlensaures Eisenoxydul umgeändert, und in einem solchen Falle ist die Zersetzung des Eisenvitriols vollständig zu erklären. Wirkt nämlich blos Kohlenstoff auf

den Eisenvitriol, so wird sich kohlensaures Eisenoxydul $\text{Fe}\ddot{\text{C}}$ (Hauptbestandtheil des Thoneisensteins), Schwefelkies Fe_2S und freie Kohlensäure $\ddot{\text{C}}$ bilden ($2\text{Fe}\ddot{\text{S}} + 2\frac{1}{2}\ddot{\text{C}} = \text{Fe}\ddot{\text{C}} + \text{Fe}_2\text{S} + 2\frac{1}{2}\ddot{\text{C}}$); wirkt außerdem darauf noch Wasserstoff zersetzend ein, so giebt dieser Magnetkies FeS und Wasser. Dieser Magnetkies verbindet sich vorzugsweise leicht mit dem Sauerstoff der Luft, da er gewöhnlich durch zwischenliegende Theilchen von Schwefelkies sich im feinvertheilten Zustande befindet. Man übersieht hieraus leicht, welche Zersetzung alsdann eintreten müfste, wenn ein eisenvitriolhaltiges Wasser, wie es z. B. unsere Grubenwasser manchmal sind, in einen See fließt, worin die Bildung der Braunkohlenformation statt fand.

Die Kohle, welche in dem Alaunerz sich findet, enthält unbedeutend überschüssigen Wasserstoff, da sie bei der Destillation kein, oder nur sehr wenig Brandöl und Brandharz giebt. Das Alaunerz entwickelt, mit verdünnten Säuren gekocht, keinen Schwefelwasserstoff; mit concentrirten gekocht, geschieht dieses dagegen. Es enthält folglich keinen Magnetkies, sondern Schwefelkies; durch mechanische Hülfsmittel, z. B. durch Schlämmen, kann man aber keinen Schwefelkies darin entdecken, er ist daher in einem sehr feinvertheilten Zustande, so wie man ihn erhält, wenn man eine Eisenvitriolauflösung mit Doppel-Schwefelkalium fällt. Durch Schwefelkohlenstoff kann man keinen freien Schwefel ausziehen, und durch kein Mittel eine darin vormals hypothetisch angenommene Verbindung von Schwefel und Kohlenstoff trennen oder entdecken.

Frisch aus der Erde genommen, kann man mit kochendem Wasser keine Spur von Eisenvitriol oder schwefelsaurer Thonerde ausziehen; nach wenigen Stunden bemerkst man schon eine Bildung von Eisenvitriol. Auf ganz ähnliche Weise giebt ein Gemenge von Thonerde

und Schwefeleisen, welches man erhält, wenn man Alaun und Eisenvitriol zusammen auflöst und zu einer Auflösung von Zweifach-Schwefelkalium zusetzt, so wie nur die Luft Zutritt hat, Eisenvitriol.

Das feinvertheilte Schwefeleisen des Alaunerzes, welches der Luft ausgesetzt wird, verbindet sich folglich als Pyrophor *) mit dem Sauerstoff derselben, wodurch Eisenvitriol und freie Schwefelsäure gebildet werden. Die freie Schwefelsäure zersetzt den feinvertheilten Thon, und verbindet sich mit der Thonerde und der geringen Menge Kali desselben. Der Eisenvitriol oxydirt sich theilweise zu schwefelsaurem Eisenoxyd, welches vielleicht auch noch auf den Thon einwirkt, in so fern unlösliches basisches Eisenoxyd gebildet wird, und die so freiwerdende Schwefelsäure einen Antheil Thon zersetzt. Die Darstellung des Alauns in Freienwalde kann ich jetzt im Zusammenhange anführen.

Das Alaunerz wird aus der Grube in Haufen von ungefähr 200 Fuß Länge, 40 Fuß Breite und 6 bis 7 Fuß Höhe aufgeschüttet; sie liegen auf einem Boden aus Thon, welcher kein Wasser durchlässt, und unter einem Dache, welches von allen Seiten in einer Höhe von 10

*) In gröfserer Masse aufgehäuft, entzündet sich manchmal dieses Erz von selbst; manchmal hat dieses in der Natur statt gefunden, wenn durch Zufall, oder durch irgend eine Arbeit ein Theil des Lagers entblößt worden ist. In der Gegend von Carlsbad und Teplitz kommen zuweilen Massen von gebranntem Thon (Erdbrände) von einer Mächtigkeit (Dicke) bis zu 100 Fuß vor. Es ist schwer zu erklären gewesen, wie eine solche Masse durch und durch gebrannt worden ist; wenn man aber die Wiederholung der Lager, wie ich sie (Bd. II., pag. 146.) angeführt habe, berücksichtigt, so sieht man offenbar, dass mehrere über einander liegende Lager von Braunkohle und Alaunerz verbrannt sind, und jedes nur den ihm zunächst liegenden Thon erhitzt hat. Daher findet man auch oft, dass ein Thon, welcher so stark gebrannt ist, dass er nicht mehr an der Zunge haftet, mit einem schwach gebrannten, welcher an der Zunge haftet, wechselt.

Fuß auf Pfeilern ruht; das Dach ist mit Schindeln gedeckt und in der Mitte bis zu 40 Fuß hoch. Die Luft, welche von allen Seiten frei zutritt und durch das Schindeldach einen leichten Abzug hat, giebt Sauerstoff an das Alaunerz ab. Es vergeht wenigstens ein Jahr, bis der vortheilhafteste Punct der Zersetzung erreicht ist; man bestimmt ihn, indem man eine kleine Menge des Erzes mit Wasser auszieht und die Auflösung untersucht. Bei der Aufnahme von Sauerstoff findet eine Erwärmung des Erzes statt, die öfters bis zur Entzündung steigt. Durch Umschaufeln, oder durch Auflegen von neuem Erz kann man die Temperatur vermindern. Geht die Oxydation zu langsam, so kann man durch Canäle, welche man unter dem Haufen angebracht hat, ihn entzünden.

Die Art, wie die Oxydirung vor sich geht, hängt theils von der Natur des Erzes ab, theils von Nebenumständen; war z. B. in der nassen Jahreszeit das Erz aus der Grube gefahren und auf Haufen so geworfen, daß die Oberfläche und die einzelnen Stücke stark zusammenbacken, so geht die Oxydation langsam vor sich, weil das Eindringen des Sauerstoffs verhindert wird. Man kann unter diesen Umständen leicht errathen und vermeiden oder herbeiführen, was vortheilhaft und was für die Operation schädlich ist, wenn man nur berücksichtigt, daß von der feinen Vertheilung der Masse der Röstproceß abhängig ist. Wenn er voilendet ist, sind die Haufen ungefähr bis auf drei Viertel der Höhe zusammengesunken; das Erz wird alsdann in die Auslaugekästen gekarrt. Diese stehen in drei Reihen neben einander; die erste Reihe ist um eine Kastenhöhe höher als die zweite, und diese gleichfalls um eine höher als die dritte. Die Kästen haben 20 Fuß im Quadrat und sind 4 Fuß hoch; sie werden am besten inwendig wasserdicht mit Blei ausgekleidet, weil das Holz zu stark von der Auflösung angegriffen wird, und stehen auf einem Boden von festgestampftem Thon. Die Kästen haben ei-

nen doppelten Boden; auf dem unteren liegt Stroh, und darüber ein anderer aus losen neben einander liegenden Brettern. Der Kasten wird zu drei Viertel mit Erz angefüllt, und darauf mit Wasser ganz angefüllt; der Auslaugungsproceſs geschieht dann ganz nach der Theorie, welche schon (Bd. I., pag. 381.) angeführt worden ist. Zieht man einen Zapfen, welcher unten am Kasten, wo das Stroh liegt, befindlich ist, heraus, so flieſt die Auflösung vermittelst einer Rinne in den zweiten Kasten, und wenn sie in diesem die löslichen Substanzen aufgenommen hat, auf dieselbe Weise in den dritten; sollte sie noch nicht ein spec. Gewicht von 1,16 erreicht haben, so wird sie, bis sie dieses erreicht hat, auf frisches Erz geschüttet. Auf dasselbe Erz wird drei Mal frisches Wasser, und das Durchgelaufene so lange auf anderes Erz gegossen, bis es gleichfalls ein spec. Gewicht von 1,16 hat. Das ausgelaugte Erz wird wieder auf Haufen geschüttet, der Einwirkung der Luft ausgesetzt, und später noch ein Mal ausgelaugt.

Die Auflösung wird durch bleierne Rinnen in große Behälter, welche inwendig mit Blei ausgeschlagen sind, geleitet, und aus diesen in die Pfannen; diese sind 14 Fuſs lang, 18 Fuſs breit und 2 Fuſs tief. Sie werden durch ein Circulirfeuer erhitzt (Bd. II., pag. 73.) und bis zu 20 Zoll Höhe mit der Auflösung gefüllt; was von der Flüssigkeit beim Kochen verdampft, wird fortdauernd aus einer Pfanne ersetzt, welche man durch die Wärme, die unter der Hauptpfanne, welche stets im Kochen erhalten werden muſs, nicht benutzt werden kann, erhitzt, bis das spec. Gewicht der heißen Auflösung 1,38 beträgt, welches man in 4 bis 7 Tagen erreicht. Man setzt alsdann zu der heißen Auflösung Kaliumverbindungen hinzu, welche entweder schwefelsaures Kali enthalten, z. B. die Rückstände von der Salpetersäure- (Bd. I., pag. 446.) und der Schwefelsäuredarstellung (Bd. I., pag. 476.), oder Chlorkalium, wie dieses der Fall bei einem Rückstande

von der Verarbeitung der Salzsoolenmutterlauge (Bd. II., pag. 54.) und bei dem Seifensiederfluß ist, welchen man als Nebenproduct erhält, wenn man eine Kaliseife mit Chlornatrium zersetzt, wodurch eine Natronseife gebildet wird, und eine wässrige Auflösung von Chlorkalium, welche man zur Trockne eindampft. Dieses letztere Zusatzmittel ist deswegen vorzuziehen, weil sich damit das schwefelsaure Eisenoxydul und Eisenoxyd der Auflösung in Eisenchlorür und Eisenchlorid, welche sehr leicht in Wasser löslich sind, und in schwefelsaures Kali zersetzen.

Die heisse Auflösung wird, indem man einen unten am Kasten befindlichen Zapfen auszieht, durch eine bleierne Rinne in den Schlammkasten geleitet; der Schlamm setzt sich ab. Die klare Auflösung, aus welcher sich, da sie noch 40° hat, nur wenig Alaun abgesetzt hat, zapft man in den Mehlkasten, in welchem sich der Alaun, unter fort dauerndem Umrühren der Flüssigkeit, in kleinen Krystallen, als Alaunmehl, absondert; dieses wird auf etwas geneigte Bretter geworfen, und die abtröpfelnde Flüssigkeit läßt man in den Schlammkasten abfließen. Kann man aus der Mutterlauge durch Eindampfen keinen Alaun oder ein sonstiges Nebenproduct, wie z. B. Eisenvitriol, mit Vortheil mehr gewinnen, so läßt man sie fortfließen. Das Mehl wird alsdann auf einer geneigten Fläche mit Wasser gewaschen, indem Wasser sehr langsam von der einen Seite zuströmt und an der anderen wieder abfließt. Das Alaunmehl wird in kochendem Wasser aufgelöst, und die Auflösung läßt man in großen Fässern langsam erkalten und krystallisiren. Wenn an einem in die Flüssigkeit eingesenkten Stabe sich keine Krystalle mehr absetzen, so ist die Krystallisation vollendet, die Mutterlauge wird abgegossen, und die eisernen Reifen der Fässer und die Dauben werden abgeschlagen, so daß man eine große Alaunmasse in der Form des Fasses erhält; hierauf wird der Alaun klein geschlagen, gewaschen, getrocknet und zum Verkaufe verpackt. Auf dem Boden

der Fässer setzen sich Unreinigkeiten ab; der damit gemengte Alaun wird mit dem Mehl wieder aufgelöst und verarbeitet. Der Schlamm, das Abwaschwasser und die Mutterlauge von den Alaunkristallen, welche noch Kalisalze enthält, werden zu der Flüssigkeit der Siedpfanne zugesetzt.

Die Darstellung des Alauns aus dem Alaunschiefer ist der aus dem Alaunerz sehr ähnlich. Der Alaunschiefer kommt in Lagern im Uebergangsgebirge vor, und ist ähnlich wie das Alaunerz zusammengesetzt; da er viel dichter und fester ist, als das Alaunerz, so muß er geröstet werden, und wird zu diesem Endzweck auf eine Unterlage von Holz geschüttet, welches man entzündet.

An einigen Orten, z. B. in Schlesien, erhält man durch Verbrennen von Steinkohlen, welche Thon und Schwefelkies enthalten, eine Asche, die man auf Alaun verarbeiten kann; dasselbe ist mit manchen Braunkohlen der Fall.

Aus dem Alaunstein, welcher eine Verbindung von basisch schwefelsaurer Thonerde $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ und schwefelsaurem Kali ist, gewinnt man den Alaun, wenn man ihn erhitzt, bis sich schweflichte Säure anfängt zu entwickeln, und mit Wasser auszieht. Durch das Erhitzen nämlich werden zwei Drittheile von der Thonerde ausgeschieden, und neutrale schwefelsaure Thonerde bildet sich. Der Alaunstein kommt zu Tolfa im Kirchenstaate vor; er bildet sich, wie es scheint, noch fortdauernd durch Einwirkung von schweflichter Säure und Luft auf den Trachyt (eine fast ganz aus Feldspath bestehende Gebirgsart) der Solfatara bei Neapel. An diesem letzteren Orte wittert gleichfalls Alaun aus diesem Gestein heraus.

Das schwefelsaure Eisenoxyd verbindet sich auf ähnliche Weise mit schwefelsaurem Kali, wie die schwefelsaure Thonerde, und da beide Doppelsalze isomorphe Substanzen sind, so krystallisiren sie zusammen. Die Eisenoxydverbindung ist jedoch viel löslicher, als die Thon-

erdeverbindung; man kann daher dadurch, dafs man den unreinen Alaun in heissem Wasser auflöst und krystallisiren läfst, reinen Alaun darstellen.

Oxalsaures Thonerde-Kali erhält man, wenn man eine Auflösung von zweifach oxalsaurem Kali mit einem Ueberschufs von Thonerde kocht, beim Erkalten der Auflösung in schönen Krystallen; Eisenoxyd und Chromoxyd liefern ähnliche Salze, in welchen der Sauerstoff der einen Basis zu dem der anderen sich wie 1:1 verhält.

Essigsaurer Thonerde erhält man, wenn man schwefelsaure Thonerde mit essigsaurem Bleioxyd fällt; enthält diese Verbindung schwefelsaures Kali, so trübt sie sich beim Erwärmen, weil alsdann saures schwefelsaures Kali und essigsaueres Kali gebildet wird, einem Theil Thonerde also Essigsäure entzogen wird. In der Färberei stellt man basisch essigsaurer Thonerde dar, indem man Alaun mit so viel kohlensaurem Kalk. versetzt, bis Thonerde anfängt sich auszuscheiden, wobei sich schwefelsaure Kalkerde bildet und Kohlensäure entweicht, und dann die Auflösung mit essigsaurem Bleioxyd fällt. Setzt man diese Auflösung zu der Auflösung von verschiedenen Farbstoffen in Wasser, so fällt ein in Wasser unlöslicher Niederschlag nieder; aus einem Auszug der Quercitronenrinde wird z. B. eine gelbe unlösliche Verbindung gefällt. Tränkt man Zeug mit der Salzauflösung, trocknet es und taucht es nachher in den Auszug, so findet dieser Niederschlag zwischen den Poren des Zeuges statt, und das Zeug wird dadurch gelb gefärbt. In der Färberei nennt man diese Auflösung, so wie andere, wodurch man farbige Niederschläge in Zeugen hervorbringt, Beizmittel; ich werde bei den Farbstoffen darauf wieder zurückkommen.

Weinsaurer Thonerde wird, wie die essigsaurer Thonerde, als Beizmittel angewandt; man stellt in der Färberei eine Auflösung derselben dar, indem man 1 Th. Weinstein und 4 Theile Alaun in Wasser auflöst. Die

Schwefelsäure der Thonerde verbindet sich mit dem Kali des Weinsteins, und die Weinsäure mit der Thonerde. Die weinsaure Thonerde wird weder durch kaustische, noch durch kohlensaure Alkalien gefällt. Im *Lycopodium complanatum* kommt dieses Salz fertig gebildet vor.

10. Beryllium (*Glycium*).

Das Beryllium, welches man, so wie das Chlorberyllium, genau auf dieselbe Weise wie das Aluminium und Chloraluminium darstellt, erhält man als ein feinvertheiltes dunkelgraues Pulver, welches sehr schwer schnelzbar ist, und bei der gewöhnlichen Temperatur weder an der Luft, noch im Wasser sich verändert; bis zum Glühen erhitzt, verbrennt es zu Beryllerde. In verdünnten Säuren und in einer Kaliauflösung löst es sich unter Wasserstoffentwickelung auf.

Die Beryllerde gewinnt man aus dem Beryll, einer Verbindung von Kieselsäure, Thonerde und Beryllerde. Dieses Mineral kommt häufig genug vor, um sich die Beryllerde in grosser Menge verschaffen zu können; seltener kommt es schon krystallisiert vor. Die grün gefärbten Krystalle sind unter dem Namen *Smaragd*, und die farblosen unter dem Namen *Aquamarin* bekannt. Der Beryll enthält $13\frac{2}{3}$ p. C. Beryllerde; er wird, um diese rein darzustellen, sehr fein gerieben und geschlämmt, und mit 3 Theilen kohlensaurem Kali geschmolzen. Die Kieselsäure verbindet sich dabei mit dem Kali, indem die Kohlensäure ausgetrieben wird; die Masse wird mit Wasser übergossen und allmählig mit Salzsäure, bis ein Ueberschuss davon vorhanden ist, versetzt. Die Salzsäure verbindet sich mit dem Kali, der Thonerde und der Beryllerde. Dampft man die Auflösung im Wasserbade zur Trockne ein und löst die Verbindung mit Wasser auf, wozu man einige Tropfen Salzsäure zusetzt, so bleibt die Kieselsäure zurück. Aus der Auflösung fällt man mit Ammoniak Thonerde und Beryllerde, welche man, nachdem sie gut ausge-

waschen worden sind, noch naß mit einer Auflösung von kohlensaurem Ammoniak, die man in großer Menge anwendet, anführt und eine Zeit lang damit stehen läßt. Die Beryllerde wird aufgelöst; die Thonerde bleibt zurück und wird durch Filtration getrennt. Aus der Auflösung scheidet sich, wenn durch Kochen das kohlensaure Ammoniak ausgetrieben wird, die kohlensaure Beryllerde aus, welche durch Glühen zersetzt wird, indem Beryllerde als ein weißes, lockeres, geschmack- und geruchloses Pulver zurückbleibt. Sie ist in Wasser unlöslich, unschmelzbar; ihr spec. Gewicht ist nahe 3. Sie wird von Kali und Natron, nicht aber vom Ammoniak aufgelöst. Ihre Zusammensetzung hat man aus der ihres schwefelsauren Salzes bestimmt; darnach enthält sie 31,17 p. C. Sauerstoff.

Schwefel- und Phosphorberyllium erhält man, wenn man das Metall in Schwefel- oder Phosphordampf erhitzt.

Zu den Säuren hat die Beryllerde größere Verwandtschaft, als die Thonerde. Ihre Salze schmecken süß; von dieser Eigenschaft hat man ihr den Namen *Glycine* ($\gamma\lambda\upsilon\zeta\zeta\zeta$, süß) gegeben.

Beryllerdehydrat erhält man, wenn man Chlorberyllium mit Ammoniak fällt.

Zweifach schwefelsaure Beryllerde erhält man, wenn man Beryllerde in überschüssiger Schwefelsäure auflöst, die Auflösung, bis Schwefelsäure weggeht, abdampft, und dann Alkohol zusetzt, welcher die überschüssige Säure auflöst. Aus einer concentrirten Auflösung der zurückgebliebenen Verbindung erhält man das Salz krystallisiert.

In der Natur kommen 3 Verbindungen der Beryllerde vor, der Beryll ($\text{BeSi} + 2\text{AlSi}$), der Euklas ($\text{BeSi} + 2\text{AlSi}$) und der Chrysoberyll (AlBe); der Chrysoberryll und der Beryll sind bekannte Edelsteine.

11. Yttrium.

Das Yttrium wird wie das Aluminium und Beryllium dargestellt; man erhält es nach dem Auswaschen in metallglänzenden Schuppen von der Farbe des Eisens. Bei der gewöhnlichen Temperatur wird es weder an der Luft, noch unter Wasser verändert. In der Luft oder in Sauerstoff verbrennt es zu Yttererde; in verdünnten Säuren und in einer Kaliauflösung löst es sich unter Wasserstoffentwickelung auf.

Die Yttererde ist sehr selten, denn sie kommt nur in einigen sehr seltenen Mineralien vor, in dem Gadolinit, dem Yttertantal, dem Orthit u. s. w. Man stellt sie gewöhnlich aus dem Gadolinit dar; dieser besteht aus Kieselsäure, Ceroxydul, Eisenoxydul und Yttererde. Das gepulverte Mineral wird mit Salpetersalzsäure digerirt; Ceroxydul, Eisenoxyd, welches durch die Oxydirung des Eisenoxyduls entstanden ist, und Yttererde lösen sich auf. Zur filtrirten Auflösung setzt man Krystalle von schwefelsaurem Kali im Ueberschus, womit sich schwefelsaures Ceroxydul zu einem Doppelsalz verbindet, welches in einer Auflösung von schwefelsaurem Kali unlöslich ist und sich daraus ausscheidet. Die Auflösung wird dann mit Ammoniak neutralisirt; das Eisenoxyd wird daraus durch bernsteinsaures Ammoniak, und, wenn sie filtrirt worden ist, die Yttererde durch Ammoniak im Ueberschus als basisch schwefelsaure Yttererde gefällt. Sie wird noch feucht mit einer diluirten Auflösung von kohlensaurem Ammoniak übergossen und eine Zeit lang hingestellt; die darin aufgelöste Yttererde scheidet sich durch Kochen als kohlensaure Yttererde aus, woraus man durch Glühen die Kohlensäure austreibt.

Die Yttererde ist weifs, in Wasser unlöslich, geschmacklos, unschmelzbar. Ihr specifisches Gewicht beträgt 4,842; sie ist also schwerer als die Baryterde. In den Auflösungen der Alkalien ist sie unlöslich; von koh-

lensaurem Ammoniak wird sie jedoch aufgelöst. Sie enthält 19,9 p. C. Sauerstoff; dieser Gehalt ist durch die Untersuchung der schwefelsauren Yttererde bestimmt.

Schwefelyttrium, Phosphoryttrium und Chloritytrium erhält man, wie die entsprechenden Aluminiumverbindungen.

Die Salze der Yttererde schmecken süß; einige davon sind schwach rosenroth gefärbt, vielleicht von einem Mangangehalt.

Yttererdehydrat erhält man, wenn man Chloritytrium durch Ammoniak fällt. Die schwefelsaure Yttererde ist nur in ungefähr 40 Theilen Wasser löslich; durch Verdampfen der Auflösung erhält man sie in bestimmbarer Krystallen, welche bei 40° verwittern. Essigsäure und bernsteinsaure Yttererde kann man gleichfalls krystallisiert erhalten.

12. Zirconium.

Wird Fluorzirconium auf ähnliche Weise wie Fluorkieselkalium (Bd. I., pag. 163.) mit Kalium erhitzt, so bildet sich Fluorkalium, und Zirconium wird ausgeschieden, welches, wenn die erkaltete Masse in Wasser geworfen wird, als schwarzes Pulver, dem Kohlenpulver vollkommen ähnlich, zurückbleibt; etwas Zirconerdehydrat, womit es gemengt ist, nimmt man durch Digeriren mit Salzsäure bei +40 weg. Das Zirconium wird zuerst mit Salmiak ausgewaschen, um vollständig die salzsäure Zirconerde, und dann mit Alkohol, um den Salmiak wegzuschaffen; wäscht man es mit Wasser aus, so suspendiert das Zirconium sich im Wasser und geht durch die Poren des Filtrums.

Das Zirconium, welches man auf diese Weise erhält, ist ein schwarzes Pulver, welches unter dem Polirstahl den Glanz des Eisens annimmt, und sich zu graphitähnlichen Schuppen zusammendrücken lässt; in offener Luft erhitzt, verbrennt es, bevor es rothglühend wird.

Mit Kali- und Natronhydrat geschmolzen, oxydirt es sich, indem es das Wasser derselben zersetzt. Von den Auflösungen des Alkali und concentrirten Säuren wird es kalt gar nicht, kochend nur unbedeutend aufgelöst; Fluorwasserstoffsäure löst es dagegen unter Wasserstoffentwicklung auf.

Die Zirconerde. Sie kommt nur in wenigen Verbindungen in der Natur vor, von denen die bekannteste der Zircon ist, welcher, wenn er dunkelroth gefärbt ist, Hyacinth genannt wird; er ist als Edelstein bekannt und kommt häufig im Handel vor. Er besteht aus 65,5 Theilen Zirconerde und 34,5 Theilen Kieselsäure. Man erhält sie am leichtesten rein, wenn man Zircone glüht, und diejenigen aussucht, welche farblos geworden sind und keine Flecken zeigen; ein Beweis, dass sie frei von Eisenoxyd sind. 1 Theil des feinen geschlämmten Pulvers dieser Krystalle wird mit 4 Theilen kohlensaurem Natron in einem Platinatiegel, welchen man in einen hessischen Tiegel, worin man Magnesia geschüttet hat, so dass der Tiegel nirgends mit dem Platina in Berührung kommt, hineingestellt hat, bei einer sehr starken Hitze in dem Geläseofen (Bd. I., pag. 263.) geschmolzen. Die geschmolzene Masse wird mit Wasser übergossen, in Salzsäure aufgelöst, die Auflösung fast bis zur Trockne abgedampft, mit Wasser verdünnt, und durch Filtration von der Kieselsäure getrennt und mit Ammoniak versetzt, wobei sich Zirconerdehydrat als eine gelatinöse Masse ausscheidet, welche man auswäscht und glüht.

Die reine gegläühte Zirconerde ist ein weisses, in Wasser unlösliches, unschmelzbares Pulver von 4,3 spec. Gewicht; sie ist in Säuren unlöslich, ausgenommen in concentrirter Schwefelsäure. Wird Zirconerdehydrat erhitzt, so entsteht kurz vor dem Rothglühen eine Feuererscheinung, indem eine innigere Verbindung der Bestandtheile statt findet, wie ich diese schon früher (Bd. I., pag. 419.) erwähnt habe; sie ist nachher in Säuren unlöslich. Das

Hydrat der Zirconerde löst sich frisch gefällt leicht in Säuren auf; wird es aber mit heissem Wasser übergossen oder getrocknet, so findet dieses nur schwierig statt. Das Hydrat ist in geringer Menge in kohlensaurem Ammoniak löslich, in kohlensaurem Natron oder Kali ist es, wenn es ein Mal ausgeschieden ist, unlöslich; setzt man aber eine Auflösung der Zirconerde zu einer Auflösung dieser Salze, so dass im Ausscheidungsaugenblick es gleich aufgelöst werden kann, so scheidet es sich nicht aus. Die Zirconerde bildet häufig basische Salze; die Zirconedesalze schmecken rein zusammenziehend. Die Zusammensetzung der Zirconerde hat man durch die Untersuchung des schwefelsauren Salzes bestimmt; sie enthält darnach 26,31 p. C. Sauerstoff.

Schwefelzirconium erhält man, wenn Zirconium mit Schwefel in einem mit Wasserstoff gefüllten Rohr erhitzt wird; es ist ein pulverförmiger brauner Körper, welcher von der Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure nicht verändert wird.

Schwefelsaure Zirconerde erhält man, wenn man Zirconerdehydrat in Schwefelsäure auflöst, oder wenn man die geglühte Zirconerde fein pulvert, mit etwas verdünnter Schwefelsäure digerirt, und so lange erhitzt, bis die überschüssige Schwefelsäure verjagt ist; die Verbindung löst sich leicht in kochendem Wasser auf. Setzt man zu der Auflösung nach und nach Schwefelsäure, so sondert sich die schwefelsaure Zirconerde, die in einer concentrirten Säure unlöslich ist, in Krystallen aus, welche erwärmt Wasser abgeben und fast bis zum Rothglühen erhitzt werden können, ohne sich zu zersetzen.

Schwefelsaures Kali fällt Zirconedesalze, indem saures schwefelsaures Kali und ein basisches Zirconedesalz sich bilden.

Chlorwasserstoffsäure Zirconerde erhält man aus einer sauren Auflösung in Krystallen, welche an

an der Luft verwittern, indem sie Wasser und die Hälfte ihres Gehalts an Chlorwasserstoffsäure abgeben.

Fluorzirconium stellt man dar, indem man Zirconerdehydrat in Fluorwasserstoffsäure auflöst; bei geringer Wärme abgedampft, erhält man es in Krystallen. Fluorkalium geht mit Fluorzirconium zwei Verbindungen ein, die erste ($Zr_3F + 2K_2F$) erhält man, wenn man Fluorzirconium in Fluorkalium, die zweite ($Zr_3F + 1\frac{1}{2}K_2F$), wenn man Fluorkalium in Fluorzirconium tröpfelt; beide sind in kochendem Wasser löslich und sondern sich beim Erkalten der Auflösung in Krystallen aus. Durch Glühen werden sie nicht zersetzt.

13. Thorium.

Das Thorium und Chlorthorium wird ganz so wie das Aluminium und Chloraluminium dargestellt. Man erhält es als ein schweres dunkelgraues Pulver, welches unter dem Polirstahl Metallglanz annimmt; es ist dem Aluminium in seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften sehr ähnlich. Schwefel- oder Salpetersäure bewirken nur unbedeutend eine Oxydation desselben; von Chlorwasserstoffsäure wird es rasch in der Wärme aufgelöst.

Die Thorerde kommt in zwei sehr seltenen Mineralien vor, im Thorit und Pyrochlor. Man gewinnt sie rein, indem man den Thorit, welcher 57 p. C. Thorerde enthält, fein gepulvert mit Salzsäure zersetzt, die erhaltene Masse zur Trockne abdampft, dann mit Wasser auszieht, aus der Auflösung Zinn und Blei mit Schwefelwasserstoff ausscheidet, die filtrirte Flüssigkeit mit Ammoniak fällt, den ausgewaschenen Niederschlag in Schwefelsäure auflöst, und die Auflösung durch Eindampfen stark concentrirt; dabei sondert sich schwefelsaure Thorerde als weisses Pulver aus, welches man mit heißem Wasser etwas auswäscht. Die schwefelsaure Thorerde wird durch Glühen zersetzt und reine Thorerde bleibt

zurück. Sie ist weiss, hat ein specifisches Gewicht von 9,402; sie ist also die schwerste der Erdarten. Fällt man ein Thorerde-salz mit Ammoniak, so erhält man Thorerde-hydrat als einen voluminösen Niederschlag. Es ist in den reinen Alkalien unlöslich, in den kohlensauren dagegen leicht löslich, und zwar mehr bei der gewöhnlichen Temperatur, als bei einer erhöhten; nafs löst es sich leicht in Säuren auf. Die gesättigten Auflösungen haben einen rein zusammenziehenden Geschmack. Die geglühte Erde ist in den Säuren, die Schwefelsäure ausgenommen, unlöslich.

Die Thorerde enthält 11,835 p. C. Sauerstoff; ihre Zusammensetzung ist durch die Untersuchung ihres schwefelsauren Salzes bestimmt worden.

Schwefel- und Phosphorthorium erhält man, wenn man Thorium in Schwefel- oder Phosphordämpfen erhitzt.

Die Thorerde hat nur sehr schwache Verwandtschaft zu den Säuren; die schwefelsaure Thorerde ist in heissem Wasser viel weniger löslich als in kaltem. Mit schwefelsaurem Kali verbindet sie sich zu einem Doppelsalz, welches in einer Auflösung von schwefelsaurem Kali löslich ist.

Die Mittel, wodurch man die verschiedenen Metalle und ihre Verbindungen von einander unterscheidet und sie von einander trennt, werde ich, nachdem ich die Metalle abgehandelt habe, in einem besonderen Kapitel anführen. Die Verbindungen der Alkalien und Erdarten, welche für die Geschichte der Erdoberfläche und als Bestandtheile der fruchtbaren Erdrinde von Wichtigkeit sind, werde ich gleichfalls in besonderen Kapiteln abhandeln; hier bleiben nur noch zwei wichtige Gegenstände zu erwähnen, die Fabrikation des Porcelans und der Gegenstände, welche man durch Brennen von Thon verfertigt, und die Fabrikation des Glases. Beide Gegenstände stehen in einer nahen Beziehung mit

einander, und bei beiden sind die Eigenschaften der Alkalien und Erdarten von besonderer Wichtigkeit, daher war es am zweckmäfsigsten, sie am Ende dieser Abtheilung anzuführen.

Das Glas.

Das Glas ist theils als Glas selbst, theils als Glasur der Thongeschirre (der Porcellan-, Fayance- und Töpfergeschirre), welche eine wirkliche Glasmasse ist, für das gewöhnliche Leben und für wissenschaftliche Untersuchungen eins der wichtigsten Materialien. Da die Anwendung und die Darstellung des Glases, wie der Glasur, durchaus von den Eigenschaften der chemischen Verbindungen, woraus das Glas besteht, abhängig ist, da ferner die Schlacken (verglaste Erdarten und Metallocxyde), welche man bei der Darstellung der wichtigsten Metalle, des Eisens, des Kupfers u. s. w., erhält, und von deren Zusammensetzung die Theorie der Darstellung dieser Metalle abhängig ist, entweder wirkliche Glasmassen, oder dem Glase in ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften sehr ähnlich sind, so liegt es im Plan dieses Lehrbuchs, das Glas in jeder Hinsicht so weitläufig wie irgend einen anderen wissenschaftlichen Gegenstand abzuhandeln.

Das Glas *) besteht aus kieselsauren Doppelsalzverbindungen, nämlich aus kieselsaurem Kali oder kieselsaurem Natron, verbunden mit kieselsaurer Kalkerde oder kieselsaurem Bleioxyd. Zuweilen sind diese Verbindun-

*) Unpassend pflegt man mehrere Substanzen, welche keine kieselsaure Verbindungen enthalten, und nur durch mehrere physikalische Eigenschaften dem Glase ähnlich sind, Gläser zu nennen; z. B. geschmolzene Phosphorsäure, Borsäure, eine Verbindung von Spiegsglanzoxyd und Schwefelspiegsglanz, und mehrere andere Substanzen, welche bei der gewöhnlichen Temperatur hart und spröde sind, einen muschlichen Bruch haben, und bei einer erhöhten Temperatur, ehe sie vollkommen flüssig werden, einen weichen und zähen Zustand annehmen.

gen nach bestimmten Verhältnissen, und zwar ganz den kieselsauren Verbindungen, welche in der Natur vorkommen, analog zusammengesetzt; in der Regel jedoch enthalten sie Kieselsäure im Ueberschuss aufgelöst. Diese Doppelverbindungen enthalten noch andere kieselsaure Salze, z. B. kieselsaure Thonerde, häufig auch kieselsaure Metalloxyde, z. B. kieselsaures Eiseinoxyl.

Je nachdem man zu verschiedenen Zwecken und unter verschiedenen Verhältnissen Glas darstellt, müssen die Mischungen verschieden gewählt werden; je nachdem z. B. der Preis des kohlensauren Natrons von dem des Kali's verschieden ist, wählt man das eine oder das andere. In der Nähe von Berlin beträgt der Preis der Pottasche nur die Hälfte von dem, was sie in Paris kostet, statt daß dort umgekehrt das kohlensaure Natron viel wohlfeiler als bei uns ist. Will man farbloses Glas darstellen, so muß man Materialien, welche von färbenden Metalloxyden, von Eisen z. B., frei sind, anwenden. Muß man, um gewisse Formen hervorzu bringen, das Glas häufig aufwärmen, so zieht man das Glas, welches Kali und Kalkerde oder Kali und Bleioxyd enthält, vor. Will man ein Glas darstellen, welches gut den Angriff der Säuren widersteht, so muß man so viel Kieselsäure als möglich zum Glase hinzusetzen. Aus der Aufzählung der Eigenschaften der verschiedenen kieselsauren Verbindungen, welche im Glase vorkommen, wird sich der Gebrauch und die Darstellung derselben am besten ergeben.

Kieselsaures Kali, kieselsaures Natron. — Schmilzt man fünf Theile kohlensaures Natron oder Kali mit einem Theil Kieselsäure, so wird die Kohlensäure ausgetrieben, die Kieselsäure verbindet sich mit der Basis, und das kieselsaure Salz löst sich in dem klaren flüssigen kohlensauren Salze auf. Bestimmt man die ausgetriebene Kohlensäure, so findet man, daß der Sauerstoff des Kali's oder des Natrons, welches sich mit der Kieselsäure verbunden hat, sich zu dem der Kie-

selsäure wie 1:2 verhält. Wendet man einen Ueberschufs von Kieselsäure an, so wird alle Kohlensäure ausgetrieben, und das kieselsaure Salz und die Kieselsäure lösen sich gegenseitig in jedem Verhältniß auf. Ein Gemenge von Kieselsäure und Kali oder Natron, in welchem der Sauerstoff der Kieselsäure zu dem der Basis wie 1:18 sich verhält, schmilzt noch im Gebläseofen; ist das Verhältniß 1:30, so findet noch ein Zusammensintern statt. Nimmt man selbst einen ziemlich bedeutenden Ueberschufs von Kieselsäure, so ist die geschmolzene Masse noch im Wasser löslich; eine Masse dieser Art, welche man erhält, wenn man 15 Theile reinen Sand, 10 Theile Pottasche und 1 Theil Kohle zusammenschmilzt, ist wegen ihrer Eigenschaften zu erwähnen. Man setzt Kohle hinzu, damit die Kohle, indem sie sich mit der Kohlensäure der Pottasche verbindet, die Zersetzung derselben erleichtert.

Zerstöfst man diese Masse, welche man Wasserglas genannt hat, und läfst sie einige Wochen der Luft ausgesetzt, so nimmt sie etwas Wasser auf; kaltes Wasser zieht daraus alsdann die fremden Salze, womit die Pottasche verunreinigt war, aus, löst aber von der Masse selbst nichts auf, welche dagegen in 4 bis 5 Theilen kochenden Wassers löslich ist. Die diluirte Auflösung wird von der Kohlensäure der Luft zersetzt; dampft man sie ein, so wird sie zuerst dickflüssig, und durch Eintrocknen bei gelinder Wärme erhärtet sie zuletzt zu einer farblosen glasartigen Masse, welche nicht durch die Kohlensäure der Luft zersetzt wird. Zeuge, welche man mit der Auflösung dieser Masse tränkt, verlieren eben so, wie dieses im Allgemeinen durch Tränken mit einer Auflösung von Salzen geschieht, welche schmelzbar sind und zugleich flüchtige Bestandtheile abgeben, ihre Brennbarkeit; gleiche Theile von phosphorsaurem Ammoniak und Salmiak, oder von Salmiak und Borax leisten in dieser Hinsicht gute Dienste, kosten aber mehr, als diese Masse.

Beim Verbrennen oder Erhitzen dringen die schmelzenden Substanzen in die Fasern des Zeuges, und wenn auch durch eine erhöhte Temperatur brennbare Gasarten ausgetrieben werden können, so wird theils durch die sich mit verflüchtigenden Substanzen die Brennbarkeit derselben vermindert, theils kann die zurückbleibende Kohle, da sie von den geschmolzenen unverbrennlichen Substanzen überzogen ist, und dadurch der Sauerstoff der Luft abgehalten wird, nicht verbrennen. Größere Holzmassen durch solche Ueberzüge vor dem Verbrennen zu schützen, hat man weniger bewährt gefunden, da, wenn es erhitzt wird, größere Mengen von Gasarten aus dem Holze herausdringen und solche Ueberzüge bald zer sprengen.

Alle Verbindungen der Kieselsäure mit Kali oder Natron nehmen nie eine krystallinische Textur an; man erhält sie stets, man mag sie langsam oder rasch haben erkalten lassen, glasig; auch sind sie vorzugsweise die Ursache, weswegen die kieselsauren Verbindungen, in denen sie vorkommen, so sehr schwer krystallisiert erhalten werden können.

Kieselsaure Kalkerde. Schmilzt man Kieselsäure mit Kalkerde, in einem Verhältnis, dass sich der Sauerstoff der Kalkerde zu dem der Kieselsäure wie $1:2$ oder $1:3$ verhält, im Gebläseofen, so erhält man eine geschmolzene krystallinische Verbindung, ist das Verhältnis wie $1:4$ ein blasiges Glas, wie $1:1$ eine Masse, welche anfängt zu schmelzen; nimmt man mehr Kalkerde, so findet kein Schmelzen statt.

Kieselsaure Magnesia. Kieselsäure und Magnesia in einem Verhältnis zusammen erhitzt, dass der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure wie $2:1$ oder $1:1$ sich verhält, giebt im Porcellanofen eine Verbindung, welche zwar noch nicht weich wird, aber, mit Säuren übergossen, Kieselsäure als Gallerte ausscheidet. Ist der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure wie $1:2$, so wird

die Masse im Gebläseofen weich, ist er wie 1:3, so fängt die Masse im Porcellanofen an zu schmelzen.

Kieselsaure Thonerde. Kieselsäure und Thonerde geben, wenn das Verhältnis des Sauerstoffs der Thonerde zu dem der Kieselsäure wie 2:1 und 1:1 ist, im Porcellanofen eine schwach zusammenhängende Masse, wenn es wie 1:2 im Porcellanofen, und wenn es wie 1:3 im Gebläseofen eine zusammenhängende Masse.

Kieselsaures Eisenoxydul. Man erhält dieses, wenn man Hammerschlag (Eisen, welches an der Luft verbrannt ist und aus Eisenoxyd verbunden mit Eisenoxydul besteht) mit so viel Eisenfeile mengt, daß das Eisenoxyd sich in Eisenoxydul umändert und mit Kieselsäure zusammenschmilzt. Ich werde bei der Darstellung des Eisens und Kupfers drei schöne krystallisierte Verbindungen anführen, in denen der Sauerstoff der Basis zum Sauerstoff der Säure wie 2:1, wie 1:1 und 1:2 sich verhält. Diese Verbindungen schmelzen schon vor dem Löthrohre, und wenn in dem Gemenge der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure sich wie 1:4 und 1:3 verhält, kann man es noch leichter geschmolzen erhalten.

Kieselsaures Manganoxydul. Man erhält die verschiedenen Verbindungen, wenn man Kieselsäure mit reinem Mangansuperoxyd in einem mit Kohle ausgefüllten Tiegel erhitzt. Das sechstel, drittel und zweidrittel kieselsaure Manganoxydul schmilzt sehr leicht, die beiden letzten Verbindungen schon vor dem Löthrohre; sie krystallisiren beim Erkalten. Das einfach kieselsaure schmilzt schwerer.

Kieselsaures Bleioxyd. Das drittel kieselsaure Bleioxyd $Pb\ddot{S}i$ erhält man zuweilen durch langsames Erkalten in schönen gelben Krystallen. Die zweidrittel, einfach und doppelt kieselsauren Bleioxyde schmelzen leicht, man erhält sie daher leicht durch Zusammenschmelzen der Bestandtheile, aber nie krystallinisch; das vierfach kiesel-

saure Bleioxyd bedarf einer höheren Temperatur zum Schmelzen.

Diese kieselsauren Verbindungen lassen sich zusammenschmelzen, und es entstehen daraus theils bestimmte chemische Verbindungen, theils, wenn man eine derselben im Ueberschuss zugesetzt hat, löst sich diese in der geschmolzenen Masse auf; dasselbe findet mit der Kiesel säure statt. Die Verbindungen, welche Kali oder Thonerde enthalten, sind so zähflüssig, daß beim Erkalten weder die Verbindung selbst krystallisiert, noch bei einer Auflösung der aufgelöste Körper sich in Krystallen aussondert. Nur wenn man sehr langsam mehrere Wochen hindurch eine solche Verbindung erkalten läßt, so erhält man zuweilen Krystalle. Den Feldspath kann man nur glasig, ohne Spur von Krystallisation, bei den gewöhnlichen Schmelzprozessen erhalten, selbst wenn man ihn mehrere Tage hindurch bei der Temperatur, wobei er fest wird, erhält; in den Wänden von Schmelzöfen jedoch, worin die Erkaltung noch langsamer statt findet, hat man ihn in Krystallen erhalten. Beim Zusammenschmelzen solcher Massen ist es daher unmöglich, zu bestimmen, ob man eine bestimmte Verbindung oder eine erstarrte Auflösung hat.

Die Verbindung zweier kieselsauren Salze schmilzt stets bei einer niedrigeren Temperatur, als die mittlere der Schmelzpunkte jeder einzelnen; so wie z. B. ein Gemenge von kohlensaurem Natron und Kali bei einer niedrigeren Temperatur schmilzt als jedes einzelne Salz; setzt man daher zu einer schwer schmelzbaren kieselsauren Verbindung einen Zusatz von einer leicht schmelzbaren, so schmilzt sie bei einer niedrigeren Temperatur als vorher.

Auf dieselbe Weise kann man die Verbindungen, welche kurz vor dem Erstarren dünnflüssig sind, und die daher leicht krystallisieren, durch einen Zusatz von einer zähflüssigen Verbindung mehr oder weniger zähflüssig machen.

Kieselsaure Kalkerde oder kieselsaures Eisenoxydul krystallisiren beim Erkalten. Setzt man kieselsaures Kali hinzu, so verlieren sie diese Eigenschaft durchaus; ein Zusatz von kieselsaurer Thonerde vermindert sie bedeutend. Erhitzt man kieselsaures Kali oder Natron längere Zeit hindurch, so entweicht Kali oder Natron; waren andere Basen zugleich in der Verbindung, so nimmt eine solche Verbindung beim Erkalten oft ein krystallinisches Gefüge an.

Kieselsaures Kali und Natron ist, wie ich angeführt habe, in Wasser löslich und wird durch Säuren zerstetzt. Eben so verhalten sich die Säuren gegen kieselsaure Kalkerde; die Doppelverbindungen der kieselsauren Kalkerde und kieselsauren Alkalien dagegen werden, besonders wenn sie einen Ueberschuss an Kieselsäure enthalten, nicht von den Säuren angegriffen.

Wie man diese Eigenschaften der kieselsauren Verbindungen bei der Darstellung des Glases berücksichtigen muß, wird man am besten aus der Aufzählung der verschiedenen Glassorten sehen.

Glas aus Kieselsäure, Kali und Kalkerde. Wendet man zur Darstellung des Glases reine Materialien, wie dieses im hohen Grade in verschiedenen Glashütten von Böhmen und Schlesien, in der Spiegelfabrik zu Neustadt u. s. w. geschieht, an, so erhält man ein Glas, welches sich vor allen übrigen durch vollkommene Farblosigkeit und einen schönen Glanz auszeichnet. Das Verhältniß des Sauerstoffs der Kieselsäure zu dem der Basen ist bei den ausgezeichneten Glassorten wie 4:1, des Sauerstoffs der Kalkerde zu dem des Kali's wie 1: $\frac{2}{3}$ bis 1. Das Spiegelglas, wornach die letztere Angabe gemacht ist, besteht nach einer Analyse aus 60 Theilen Kieselsäure, 25 Theilen Kali und 12,5 Theilen Kalkerde. Eine ähnliche Zusammensetzung hat das Crownglas.

Glas aus Kieselsäure, Natron und Kalkerde. Das französische Fensterglas (wozu man auf 100

Theile Sand 35 bis 40 Th. Kreide, 30 bis 35 Th. kohlensaures Natron und 180 Th. Glasbruchstücke nimmt) und das Spiegelglas (wozu man auf 100 Th. Sand $14\frac{1}{3}$ Th. zerfallenen Kalk, $33\frac{1}{3}$ Th. kohlensaures Natron und 100 Th. Glasbruchstücke nimmt), so wie die gewöhnlichen schönen französischen Glassorten, werden aus diesen reinen Materialien verfertigt. In dem Glase sind 2 bis 4 p. C. Thonerde enthalten, welche durch die Schmelztiegel oder den angewandten Sand hineinkommt; der Sauerstoff der Basen ist zu dem der Kieselsäure in dem Fensterglase ungefähr wie 1 : 4, in dem Spiegelglase wie 1 : 6, und der Sauerstoff der Kalkerde zu dem des Natrons in dem Fensterglase wie $1:\frac{3}{5}$ bis zu $1\frac{2}{3}$, im Spiegelglase wie $1:4\frac{1}{2}$. Dieses Glas hat stets einen grünlichen oder bläulichen Schein, welchen man recht deutlich erkennt, wenn man durch dicke Massen hindurch sieht. Theils die Wohlfeilheit des kohlensauren Natrons, von dessen Beimengungen diese Färbungen herrühren, theils die leichtere Schmelzbarkeit, wodurch man es mit Leichtigkeit zu schönen Formen verarbeiten kann, ist die Ursache, dass man dieses Glasgemenge in Frankreich vorzieht, obgleich es, zu Spiegel angewandt, die Gegenstände, welche man darin betrachtet, etwas farbig zeigt.

Glas aus Kieselsäure, Kali und Bleioxyd. Das sogenannte Krystallglas, welches in England zur Auffertigung der schönen englischen Glasgefäße, und wozu man auf 120 Th. reinen feinen Sand ungefähr 40 Theile gereinigte Pottasche, 35 Theile Bleiglätte oder Mennige und 12 Theile Salpeter nimmt, das Flintglas, welches zu optischen Instrumenten, und der Straß, welcher zur Darstellung von künstlichen Edelsteinen angewandt wird, bestehen aus diesen Substanzen. Der Sauerstoff der Basen verhält sich im Krystallglase zu dem der Kieselsäure wie 1 : 7 bis zu 9. Der Sauerstoff des Kali's verhält sich zu dem des Bleioxyds wie 1 : 1 bis zu 2,5. Im Flintglase wie im Strafs ist der Sauerstoff der Basen zum Sauerstoff der Kieselsäure wie 1 : 4, und der Sauerstoff

des Kali's verhält sich zu dem des Bleioxyds im Flintglase wie 2:3, im Straß wie 1:3. Je mehr Bleioxyd ein Glas enthält, desto grösser ist das specifische Gewicht desselben; dieses steigt bis über 3,6, während das des böhmischen Glases nur 2,4 beträgt.

Glas aus Kieselsäure, Thonerde, Eisenoxyd, Eisenoxydul, Kalkerde, Magnesia, Kali und Natron. Dieses Glas, das sogenannte grüne Glas, wendet man nur zu wohlfeileren Gegenständen an, zu Bouteillen, Fensterscheiben u. s. w. Es enthält, je nachdem der Ort, wo es dargestellt, verschiedene rohe Materialien wohlfeil liefert, verschiedene Basen; man versetzt Sand, den man so rein nimmt, als man ihn haben kann, mit Seifensiederfluß, mit Kalk, welchen man zur Darstellung des Kali's zur Seifenbereitung angewandt hat, mit Asche u. s. w. Ein Glas dieser Art hat man aus 45,6 Th. Kieselsäure, 14,0 Th. Thonerde, 6,2 Th. Eisenoxyd, 28,1 Th. Kalkerde und 6,1 Th. Kali zusammengesetzt gefunden; darnach würde sich der Sauerstoff der Kieselsäure zu dem der Basen wie 2:1 verhalten, und der der Thonerde und des Eisenoxyds würde dem des Kali's und der Kalkerde gleich kommen. Dieses Glas enthält folglich viel weniger Kieselsäure wie die übrigen.

Das grüne Glas, welches weniger Kieselsäure als die übrigen, und wenn das Kali ganz entweicht, doch noch so viel an Basis enthält, daß zweidrittel und einfache kieselsaure Salze sich bilden können, erhält man leicht in dickeren Stücken krystallinisch (entglast, sogenanntes Reaumursches Porcellan), wenn man es, in Quarzpulver eingepackt, in den Porcellanofen, wenn Porcellan gebrannt wird, hineinstellt. Manchmal wird ein solches Glas auch dadurch krystallinisch, daß die Krystallisationskraft einiger darin enthaltenen Verbindungen, wenn die Masse sehr lange bei dem Punct erhalten wird, wobei sie anfängt fest zu werden, eine Ausscheidung derselben aus der zähen Masse bewirken kann.

Erhält man eine Glasmasse kürzere Zeit hindurch

bei einer erhöhten Temperatur, so geht Kali oder Natron fort, und die Glasmasse wird schwerschmelzbarer. Glasröhren, welche man längere Zeit vor der Glasbläserlampe erhitzt, kann man nicht mehr zu Kugeln ausblasen, und auf ihrer Oberfläche bemerkt man deutlich, dass das Glas durch die Hitze zersetzt worden ist; dasselbe findet statt, wenn man durch ein heißes Rohr Dämpfe von Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure und anderen starken Säuren leitet, welche dem Glase Kali entziehen.

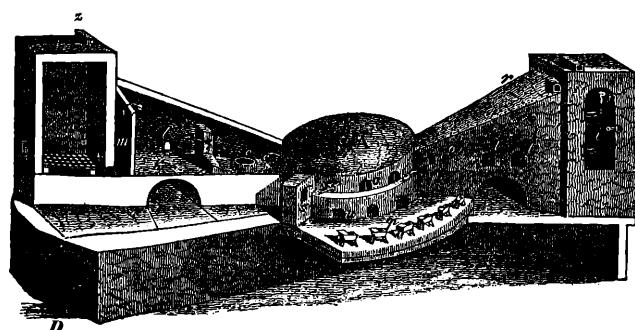
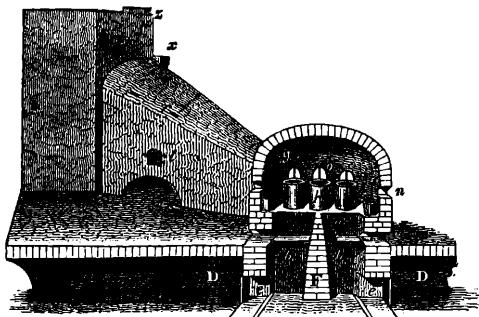
Die Glassorten, welche Kali und Kalkerde oder Kali und Bleioxyd enthalten, sind diesem Entglasen weniger unterworfen. Bei der Verfertigung des Glases ist dieses besonders zu berücksichtigen, da ein Glasgefäß, dessen Oberfläche häufig aufgeheizt wird, seinen Glanz verliert; aus diesem Grunde hat das geschwungene Fensterglas (das englische) mehr Glanz als das gestreckte (das deutsche).

Da die Kieselsäure beim Glasschmelzen sich mit den Basen verbindet, die Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien austreibt, und wenn sie überschüssig zugesetzt worden ist, sich vollständig im Glase auflösen muss, so muss man, damit das Schmelzen so wenig Zeit als möglich erfordere, die Kieselsäure im feinvertheilten Zustande anwenden; wendet man reinen Quarz an, wie zum böhmischen Glase, so wird er zuerst geglüht, dann in Wasser geworfen, wodurch er in kleine Stücke zerspringt und nachher leicht unter einem Stampfwerk pulverisiert werden kann. Man wird bei einem Glase, wobei man groben Sand oder gröbere Quarzstücke angewandt hat, stets weisse Stellen bemerken, welche von nicht aufgelösten Quarzstücken herrühren. Die Blasen, welche man im Glase in der Regel bemerkt, röhren von Kohlensäure her, die nicht vollständig ausgetrieben worden ist.

Da die Materialien, wie man sie erhält, theils wasserhaltig, theils naß sind, so werden sie vor dem Schmelzen getrocknet und stark erhitzt. Früher hat man sie in

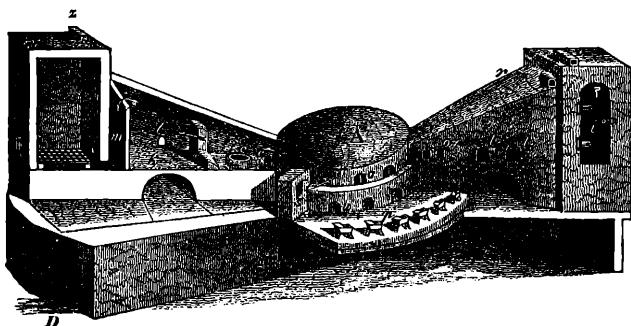
inem eigenen Ofen (Frittofen) so stark erhitzt, daß sie zusammensinteren, und dann erst in die Schmelztiegel (Glashäfen) gebracht, welches, da es unvortheilhaft ist, jetzt in der Regel nicht mehr geschieht.

Die Verfertigung der Tiegel, worin das Glas geschmolzen wird, geschieht auf der Hütte selbst. Man mengt sehr schwer schmelzbaren Thon, welchen man durch Schlämmen gereinigt hat, mit zu feinem Pulver zerstoßenen oder gemahlenen, unbrauchbar gewordenen Schmelztiegeln, wovon man das anhängende Glas sorgfältig trennt. Die Tiegel werden zuerst längere Zeit an der Luft, dann in einem erhitzten Zimmer getrocknet, und zuletzt in einem besonderen Ofen ganz allmählig bis zur Rothglühhitze erhitzt. Diese Tiegel *h*, welche unge-



fähr zwei Fuß hoch, und deren Wände drei Zoll stark

sind, stehen im Glasofen auf Bänken. In dem Ofen, welchen ich hier vorzugsweise beschreiben will, weil er der nächste bei Berlin ist (er liegt eine halbe Stunde von Oranienburg entfernt), stehen drei Tiegel auf jeder Bank; der Zwischenraum zwischen den beiden Bänken ist noch für einen kleineren Tiegel benutzt. Der Schmelzraum selbst bildet ein Oval, welches überwölbt ist; zwischen den Bänken ist der rectanguläre Feuerraum. Die eisernen Roste *b* desselben sind durch eine Zwischenmauer *F* getrennt; das Brennmaterial wird durch die Oeffnungen *c* auf den Rost geworfen. Durch den langen Kanal *D* kann man unter den Rost *b* kommen



und die Roststäbe von unten reinigen; der Zugang dazu ist mit einer Thür *e* verschlossen, damit der Zug nicht zu stark wird. Durch die Fugen der Thür und durch die Oeffnung *c* kann hinreichend genug Luft zum Brennmaterial hinzuströmen; sollte es aber nothwendig sein, den Zug zu verstärken, so kann dieses durch Oeffnen der Thüren geschehen. Die Flamme des Brennmateriales schlägt theils durch die Oeffnungen *o* heraus, theils geht sie durch die Oeffnungen *g* in die Flügel des Ofens; sie erwärmt dort zuerst die Tiegel *cc*, welche dadurch noch so stark erhitzt werden, dass Glas darin geschmolzen werden kann; hierauf tritt sie in den Raum *k*, wo sie die rohen Materialien zur Glasfabrikation, welche man durch

die Oeffnung *l*, die man mit einer Thür verschliessen kann, hineinträgt und herausschafft, entwässert und stark erhitzt; alsdann entweicht sie theils durch die Oeffnungen *r*, theils durch den kleinen Schornstein *x*, theils entweichen die heissen Gasarten, welche auf diesem Wege bedeutend erkaltet sind, in den Raum *m*, treten durch einen Rost in den Raum *n*, welcher durch die Thür *i* mit Holz gefüllt worden ist, und gehen durch den kleinen Schornstein *z*, indem sie die Feuchtigkeit des Holzes mit sich fortnehmen, es also stark austrocknen, in die Luft.

Die Erscheinungen, welche beim Erhitzen der Materialien statt finden, sind natürlich nach der Zusammensetzung derselben verschieden. Jede Hütte hat für bestimmte Glassorten ihre Vorschriften; die meisten Hütten müssen jedoch mit ihren rohen Materialien wechseln. Eine chemische Untersuchung derselben würde zu weitläufig sein; man füllt daher zuerst einen Hafen mit den neuen Materialien, und ändert die Verhältnisse der Mischung nach den Eigenschaften, welche das Glas zeigt. Die in dem Raume *k* fast bis zum Rothglühen erhitzte Mischung wird in die glühenden Tiegel durch die Oeffnung *o* getragen; gewöhnlich pflegt man, bis der Tiegel ganz gefüllt ist, zu drei Malen die Mischung einzutragen. Ein großer Theil der Kohlensäure des Kali's ist schon beim Anheizen in dem Raum *k* ausgetrieben worden; in dem Hafen wird sie vollständig ausgeschieden. Die Kieselsäure löst sich in den kieselsauren Salzen auf, und auf der Oberfläche des Glases sammelt sich die sogenannte Glasgalle an, welche aus Chlorkalium, schwefelsaurem Kali u. s. w. besteht; sie wird mit einem Löffel abgeschöpft.

Hat man statt kohlensaures Kali oder Natron schwefelsaures Natron angewandt, so ist die chemische Zersetzung beim Glasschmelzen etwas zusammengesetzter; man muß nämlich den schwefelsauren Salzen so viel

Kohle zusetzen, dass schwefelichte Säure und Kohlensäure gebildet werden. Die Zersetzung der schwefelsauren Salze erfolgt alsdann durch die Verwandtschaft der Kieselsäure zur Basis, und durch die Verwandtschaft der Kohle zum Sauerstoff der Schwefelsäure, wodurch diese in eine Säure verändert wird, welche die Kohlensäure an Verwandtschaft zu den Basen nur wenig übertrifft. Auf dem Fichtelgebirge, wo man diese Methode mit Vortheil anwendet, nimmt man auf 50 Theile Quarz 25 Theile schwefelsaures Natron, 2 Theile Kohle und $5\frac{1}{2}$ Theile Kalk. Wenn man Kochsalz zur Glasmasse hinzusetzt, so kann dieses nur dadurch zerlegt werden, dass Kieselsäure, Kochsalz und die wassergashaltende Flamme auf einander wirken, wodurch Chlorwasserstoffsäure, welche mit der Flamme entweicht, gebildet wird. Da jedoch das Chlornatrium schon bei der Rothglühhitze flüchtig ist, so geht der größte Theil desselben unbenutzt verloren; enthält die Glasmasse Kali, so bildet sich Chlorkalium und Natron.

Zu der Glasmischung setzt man gewöhnlich noch eine bedeutende Menge altes Glas hinzu, dann muss man aber stets etwas mehr kohlensaures Alkali zusetzen, weil das Glas beim Umschmelzen Alkali verliert. In manchen Hütten setzt man, während des Verarbeitens des Glases, altes Glas zu, indem auf dem Glase ein Thonring schwimmt; zwischen den Ring und die Wände des Tiegels schüttet man das alte Glas, und innerhalb des Rings nimmt man das Glas zur Verarbeitung heraus.

Es ist sehr schwer zu verneiden, dass selbst bei den reinsten Materialien das Glas nicht gefärbt erscheine; einige dieser Farben kann man wegnnehmen. Eine Quantität Eisen, welches als Oxydul das Glas schon stark grün färbt, ist, wenn es in Oxyd verändert wird, darin kaum zu erkennen; häufig ist es auch Kohle, wodurch das Glas verunreinigt wird. Durch einen geringen Zusatz von Braunstein, von arsenichter Säure, oder von Salpeter zu der

der Glasmischung, bewirkt man die Oxydation des Eisenoxyduls oder der Kohle.

Von der Tiegelmasse löst sich nur sehr wenig in der Glasmasse auf, indem die inneren Wände des Tiegels sich bald mit einer schwer schmelzbaren Verbindung von der Tiegelmasse und Glasmasse überkleiden. Springt ein solcher Tiegel, oder bemerkt man, dass irgendwo Glas ausläuft, so dass er zum weiteren Gebrauch untauglich wird, so zertrümmert man ihn, indem man mit Brechstangen von oben durch die Oeffnungen *o* darauf stößt. Der Ofen wird alsdann an einem der beiden Enden aufgebrochen, für welchen Zweck man ein besonderes Gewölbe, das Hafenthor, worin die Oeffnungen *n* sich befinden, und das durch eine Linie in der Zeichnung angegeben ist, angebracht hat; durch dieses wird ein neuer glühender Tiegel in den Ofen geschoben, und dann das Gewölbe wieder zugemauert.

Um die Gasblasen auszutreiben, und damit die Kieselsäure, der Quarz oder der Sand sich vollständig auflöst, muss man beim Schmelzen des Glases eine höhere Temperatur anwenden, als beim Verarbeiten desselben, wozu man die Temperatur so weit sinken lässt, dass das Glas etwas dickflüssig wird. Die Verarbeitung des Glases beruht darauf, dass man es bei einem bestimmten Zustand der Zähflüssigkeit, welcher von der Temperatur abhängt, zu den dünnsten Blättchen und Fäden ausdehnen kann, ohne dass es abbricht, zerreift oder zerplatzt; in diesem Zustande kann man es zu jeder beliebigen Form biegen und dehnen, wie Leder schneiden, und ausblasen. Beim Ausblasen hat der Arbeiter insbesondere darauf zu achten, dass die Erkaltung so statt findet, wie er es für das Ausblasen der einzelnen Theile bedarf. Jedes Zuströmen der Luft, welches gewöhnlich von unten geschieht, erkaltet den Theil, welcher dadurch getroffen wird, daher muss der Arbeiter stets die Glasmasse drehen; jeder dünne ausgezogene Theil erkaltet rascher, ver-

liert also früher den zähen Zustand, als der dickere. Beim Ausziehen und Ausblasen spinnt das Glas sich daher stets von dem stärkeren, länger warm bleibenden Theile ab. Von drei Gegenständen, von den Glasröhren, Flaschen und vom Fensterglase, will ich die Darstellung anführen; von dieser wird man leicht auf die Art, wie andere Gegenstände verfertigt werden, schliessen können.

Die Pfeife, deren sich der Arbeiter bedient, besteht aus einem Mundstück *a*, einem hölzernen Mittelstück *b*,



und aus einem eisernen Rohr *c*, dessen vorderes Ende, woran sich das Glas ansetzt, in eine dickere Kugel sich endigt. Durch die Oeffnung *o* des Ofens taucht er die Spitze der Pfeife in den Tiegel; an die kalte Spitze setzt sich etwas Glas an. Zu kleineren Gefäßen taucht er die Spitze nur ein Mal ein, für gröfsere mehrere Male, indem er zwischen jedem Eintauchen das Glas, welches sich an die Spitze angesetzt hat, in Höhlungen, die in



einem Stück Holz angebracht sind, oder auf einem hohlgeschlagenen Eisenbleche, herumdröhret, um diesem

Glase die zum Ausblasen nöthige Form zu geben und zugleich es etwas zu erkalten. Will er hohle Glasröhren verfertigen, so bläst er bei dieser Operation ein Wenig in das Rohr hinein, wodurch eine kleine Höhlung inwendig gebildet wird. Hat durch dieses Herumdrehen nach dem letzten Eintauchen die angesetzte Glasmasse die richtige Form erhalten, so hält er sie in die aus dem Loche *o* herausschlagende Flamme; ist sie gehörig erhitzt, so bläst er noch ein Wenig hinein, hält die Pfeife perpendiculär, ein Gehülfe klebt einen eisernen Stab, an den dieser ein Wenig Glas sich hat ansetzen lassen, unten an die Kugel an, und Beide entfernen sich im langsamem Schritt von einander. Sollen die Röhren einen Durch-



messer von $\frac{1}{3}$ Zoll und darüber haben, so muss während des Ziehens fortdauernd hineingeblasen werden. Beim



Ausziehen verengt sich die Kugel zuerst in der Mitte zu einem engen Kanal; dort wird sie aber, da die

Masse an dieser Stelle geringer ist, von der umgebenden Luft erkaltet, und bei dem weiteren Ausziehen spinnt sich



Glas von den beiden dicken, weichen, langsamer erkaltenden Enden ab. Die fertigen Röhren legt man neben einander auf den Boden, zerschneidet sie in kleine Stücke (denn man erhält auf diese Weise z. B. Thermometerröhren von 100 Fuss Länge) und bringt sie in Kühlöfen. Da das gleichmäfsige Abspinnen, also auch der gleichmäfsige innere Durchmesser, von der Abkühlung des Glases durch die Luft abhängt, so muss das Ausziehen unter fortdauerndem Herumdrehen geschehen; ganz zu vermeiden ist es jedoch nie, dass nicht ein Glasrohr an verschiedenen Stellen ungleich ausfalle, da jeder ungleiche Luftzug in der Hütte eine ungleiche Erkaltung bewirkt.

Um eine Flasche zu verfertigen, bläst sich der Arbeiter auf ähnliche Weise eine Kugel; diese bläst er, indem er sie fortdauernd auf einem Stein herumrollt, zu einer

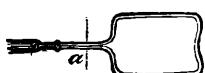


gröfseren aus, heizt sie wieder auf, und bläst sie in einer Form von Thon aus, welche die Höhe der Wände der Flasche hat. Indem er dabei zugleich die Pfeife etwas herunterstöfst, bildet er die abgerundeten oberen Kanten derselben. Mit dem vorderen Ende *a* eines Eisen-



blechs macht er die untere Vertiefung, und mit der ebenen Fläche desselben macht er

den unteren Rand so eben, daß die Flasche gut stehen kann; alsdann legt er die Flasche auf den Stein, ritzt



mit einem Eisen den Hals bei *a*, oder, je nachdem man ihn kürzer oder länger haben will, tiefer oder

höher, und schlägt gelinde an die Pfeife, wodurch die Flasche bei *a* abbricht. Hierauf klebt er in der unteren Vertiefung mit etwas heißem Glase



ein eisernes Rohr an, hält das abgesprengte Ende in's Feuer, und mit dem runden Ende des ausgeschnittenen Eisenblechs legt er den Rand der Flasche um. Soll dieses Ende, wie bei den Weinflaschen, einen Ring erhalten, so nimmt er an einem krummen Haken etwas Glas aus dem Hafen heraus, und wenn dieses so zähe geworden ist, daß es sich wie ein Faden von der Glasmasse abspindt, so läßt er diesen auf den Hals der Flasche, welche herumgedreht wird, herabsinken.

Um Fensterglas zu verfertigen, taucht der Arbeiter die Pfeife mehrere Male in den Hafen; nach dem letzten Mal bläst er ein Wenig in das Rohr hinein. Zwischen jedem Mal rollt er das sich ansetzende Glas in Löchern,



welche in einer Holzplatte angebracht sind und fortwährend naß erhalten werden müssen, herum, um

die nötige Form zu bekommen; dabei trennt er so



viel als möglich das Glas mit einem ausgeschnittenen Eisenblech von der

Pfeife, so daß diese durch einen Hals mit der eigentlichen Glasmasse zusammenhängt. Alsdann erwärmt er die Glaskugel, hält sie über seinen Kopf, und bläst unter fortwährendem Herumdrehen sehr stark hinein. Dadurch,



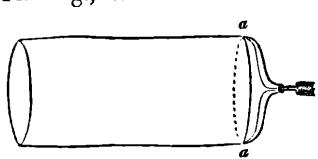
daß der obere Theil der Glaskugel durch seine Schwere sich niedersetzt, das Ausblasen also hauptsächlich nach der Seite geschieht, kann er derselben den gehörigen Queerdurchmes-

ser geben. Darauf kehrt er das Rohr sogleich um, so dass das Glas nach unten gekehrt ist, und schwingt es stark; das Glas dehnt sich alsdann der Länge nach aus. Er hält es nun wieder in's Feuer und schwingt es sehr stark, wodurch es die gehörige Länge erhält. Der Gehülfe klebt alsdann etwas sehr heißes Glas an den äußersten Punct *a*, welcher dadurch so heiß wird, dass, wenn der Arbeiter dieses Ende gegen die Flamme hält, und entweder in das Rohr bläst, oder es auch nur zuhält, der Druck der Luft in der Kugel das Glas zu einer Öffnung ausbläst; diese Öffnung wird, indem das weiße Glas mit einer Scheere rund herum

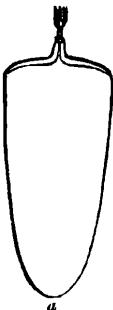


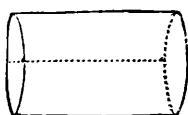
abgeschnitten wird, erweitert. Das vordere Ende hält der Arbeiter alsdann wieder in's Feuer, und schwingt es nochmals, so dass dadurch ein Cylinder gebildet wird; dieser wird von der Pfeife, indem etwas gelinde hinten darauf geschlagen wird, getrennt. Der Cylinder wird zur Seite gelegt und ein neuer angefangen. Ein anderer Arbeiter nimmt den erkalteten

Cylinder, dreht ihn, indem er ihn auf ein gebogenes heißes Eisen legt, welches auf einem Bock



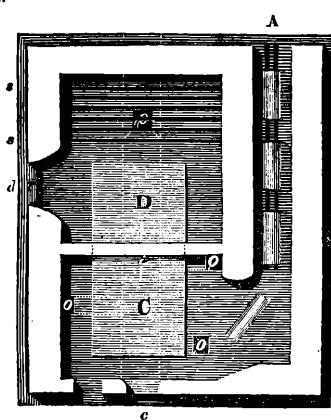
befestigt ist, um seine Axe herum, und berührt die erhitzte Linie *aa* mit einem nassen Finger; der Cylinder springt alsdann nach dieser Richtung ab, und der Kopf wird wiederum eingeschmolzen.



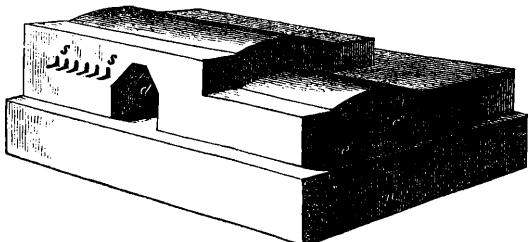


In dem Cylinder selbst fährt er alsdann mit einem etwas gebogenen heissen Eisen nach der punctirten Linie auf und nieder, schneidet diese Linie an einer Stelle mit einem spitzen

Stein an, und berührt sie mit einem feuchten Finger; der Cylinder springt alsdann nach dieser Linie auf. Wenn eine gewisse Anzahl aufgesprengter Cylinder (3 Tage wird gewöhnlich geblasen) fertig geworden ist, so wird der Plättoven angeheizt. Das Holz wird durch die Oeffnung **n** hineingeworfen; die Flamme schlägt durch die Oeffnungen **O, O O** in den Plätt Raum, und durch die Oeffnung **„O** in den Kühlraum. Der Abzug der heissen Luft findet



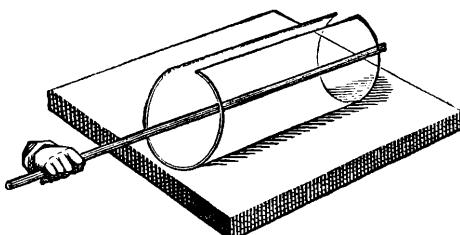
durch den Kanal **A**, durch die Oeffnung **b**, durch die Arbeitsöffnung **d** und **c**, und durch die Oeffnung **e** statt, welche, wenn die Hitze nicht zu gross ist, verschlossen bleibt. Hat der Ofen die Hitze, wobei das Glas weich wird, erreicht, so verschliesst man die Oeffnung des Kühlraumes **„O**. Durch den Kanal **A** werden alsdann hin-



ter einander so viel Cylinder als möglich nach vorne

zum Plättraum vorgeschoben, damit sie allmählig erwärmt werden. Dieser Kanal steht durch ein Gewölbe mit dem Plättraum in Verbindung. Auf einen ebenen Stein **C** wird eine dicke Glasplatte gelegt, und in das Feuer schüttet man etwas feingemahlenen Gyps, welcher durch den Zug in den Ofen gerissen wird und die Platte bestäubt, wodurch das Anhaften des Glases an dieser Platte verhütet wird. Diese Platte bleibt, so lange man plättet, liegen, um eine reine und ebene Unterlage zu haben. Mit einer

 Stange holt der Arbeiter, welcher vor der Oeffnung **c** steht, aus dem Kanal **A** durch das Gewölbe einen Cylinder heraus, legt ihn zuerst zwischen die Löcher **O, O**, und nachher auf die Glasplatte, und breitet ihn alsdann mit der Stange, indem er rechts und links die Seiten umlegt, aus; darauf nimmt er das Plättholz, fährt damit über das Glas mehrere Male auf



und nieder, so dafs es dadurch ganz eben wird, und schiebt dann die Glasscheibe durch das Gewölbe **i**, welches sehr niedrig ist, in den Kühlofen auf die Platte **D**. Ein anderer Arbeiter, welcher vor der Oeffnung **d** steht, fasst

 hierauf mit einer Gabel die Glasplatte, wenn sie so stark erkaltet ist, dass sie nicht mehr weich ist, und stellt sie senkrecht; die ersten Scheiben lehnt er an die Mauer, und die folgenden an die eisernen Rähme **ss**, welche in dem Kühlofen ste-

hen. Wenn der Ofen gefüllt ist, werden alle äussere Oeffnungen zugemauert, damit der Ofen allmählig vollständig erkalte. Ist dieses geschehen, so nimmt man die nun fertigen Platten heraus.

Läfst man das Glas rasch erkalten, und bleibt insbesondere das Innere einer Glasmasse noch weich, während die äufsere Hülle schon fest wird und sich bedeutend abgekühlt hat, so ist nach dem vollständigen Erkalten, da die innere Masse sich noch zusammenzog, während die äufsere Hülle sich schon zusammengezogen hatte, die Glasmasse in einem gespannten Zustande, welches man insbesondere aus dem Verhalten eines solchen Glases gegen das polarisirte Licht sieht. Erleidet ein solches Glas durch Erwärmung eine etwas gröfsere Spannung, so springt es sogleich. Am besten kann man diesen gespannten Zustand hervorbringen, wenn man Tropfen von schmelzendem Glase in Wasser fallen läfst; bricht man die Spitze, welche sich beim Abfallen des Tropfens von der schmelzenden Glasmasse gebildet hat, ab, so zerspringt die ganze Kugel zu einem feinen Staube. Kleine Kugeln, welche der Glasbläser aus dem Hafen nimmt, um die schmelzende Glasmasse zu untersuchen, und die er ein Wenig ausbläst und darauf rasch erkalten läfst, zerspringen, wenn man ein kleines Steinchen hineinwirft. In diesen Fällen ist die Spannung so stark, dafs, wenn sie nur um ein Wenig vermehrt wird, die Cohäsionskraft dadurch überwunden wird; so wie bei einem Tuche, welches so stark angespannt wird, dafs es fast zerreissen möchte, der unbedeutendste Einschnitt hinreichend ist, dafs es augenblicklich zerreift. Dagegen kann man eine grofse Kraft auf dasselbe Glas wirken lassen, ohne dafs es zerspringt, wenn dadurch die Spannung vermindert wird, so kann man z. B. auf die Kugeln schlagen, ohne dafs sie zerspringen.

Es müssen aus diesem Grunde alle Glasgeräthschaften von der Rothglühhitze an ganz langsam bis zur ge-

wöhnlichen Temperatur erkalten; dieses geschieht entweder in Oefen, welche man bis zur Rothglühhitze erhitzt, und welche man, wenn man sie mit dem Glase gefüllt hat, zumauert, damit die Erkaltung sehr langsam statt finde, oder indem man von einer heissen Stelle des Ofens die Glasgefäße, welche man in thönerne Behälter einfüllt, allmählig zu einer kälteren fortschiebt.

Das Glas ist, wie ich schon angeführt habe, vollkommen elastisch (Bd. I., pag. 356.); überschreitet man, indem man es zu stark biegt, die Grenze der Elasticität, so zerspringt es. Je dünner eine Stange eines vollkommen elastischen Körpers ist, um so mehr kann man sie, ohne dafs sie zerreifst, biegen. Ausgesponnenes Glas kann man zu einem Ring zusammenbiegen. Erwärmst man einen Faden des ausgesponnenen Glases, so sieht man deutlich, wie er sich biegt, indem die Seite desselben, welche zuerst erwärmt worden ist, sich mehr ausdehnt, als die entgegengesetzte. Findet eine solche Ausdehnung an der einen Seite einer dicken Stange oder dicken Glassplatte statt, so findet auf eine ähnliche Weise wie beim Biegen ein Zerbrechen derselben statt. Zu chemischen und anderen Versuchen, bei denen ein rascher Wechsel der Temperatur statt findet, muß man daher stets sehr dünnes und sehr gut abgekühltes Glas nehmen. Es ist also sehr zweckmäsig, wenn man vor dem Gebrauche gläserne Gefäße dadurch probirt, dafs man sie in kochendes Wasser legt.

Für chemische Versuche muß das Glas weder von Wasser, noch von Säuren angegriffen werden; man versucht nämlich, ob Wasser oder Salzsäure, welche man eine Zeit lang in gläsernen Gefäßen hat kochen lassen, einen Rückstand beim Verdampfen auf Platinablech lässt.

Worauf das Spalten des Glases mit dem rohen Diamant beruht, habe ich schon früher angeführt (Bd. I., pag. 80.); man läfst ihn so fassen, dafs die Mitte der gekrümmten Kante zweier Flächen in der Fortsetzung des

Schaftes der Fassung liegt, damit, wenn man den Schaft perpendikulär hält, die Kante in das Glas einschneidet. Der Diamant selbst wird in einen vierkantigen Rahmen eingefasst, dessen breitere Seitenwände mit der krummen Kante des Diamanten parallel sind, und worin der Schaft sich etwas dreht; durch die letztere Vorrich-



tung kann man, wenn man ihn an einen Kreis andrückt, runde Glasplatten ausschneiden. Um nach einer geraden Richtung das Glas zu spalten, legt man den Diamant an ein Lineal.

Runde Löcher kann man in Glasgefäßen entweder dadurch anbringen, dass man kleine Blasen mit einem spitzen Hammer aufschlägt, oder dass man eine scharfe dreikantige Feile mit Terpenthinöl benetzt, damit das Glas anbohrt und bis zu einer beliebigen Weite vergrößert, oder indem man mit einem hohlen Cylinder von Kupferblech, welchen man vermittelst eines Drehbogens rasch um seine Axe drehen kann, ein Loch mit Schmirgel einschleift.

Will man Glasmäntel abbrechen, so macht man mit einer dreikantigen Feile oder einer Stahlklinge, an welche man eine hackige Schärfe geschliffen hat, einen Einschnitt, setzt die Nägel der beiden Daumen auf die dem Strich entgegengesetzte Seite des Glases, und drückt sie, indem man das Glas zugleich der Länge nach zieht, gegen das Glas.

Um Retortenhälse abzusprengen, windet man um den Hals einen mit Terpenthinöl getränkten Faden und zündet ihn an; berührt man die heiße Stelle mit einem nassen Finger, oder gießt man Wasser darauf, so springt das Glas dort ab. Gewöhnlich muss man sich jedoch der Sprengkohlen bedienen. Diese verfertigt man, indem man 1 Theil Gummi Arabicum und 1 Theil Gummi Tra-



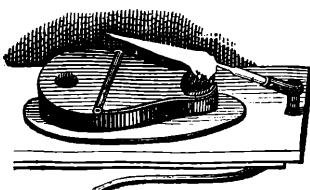
ganth so lange mit heissem Wasser stehen lässt, bis man eine schleimige Masse erhalten hat. Gummi und Wasser müssen zusammen 10 Theile betragen; dazu setzt man $\frac{1}{6}$ Benzoëharz, welches man in so wenig als möglich Alkohol aufgelöst hat, und dann so viel auf's feinste gepulverte Kohle von Laubholz (am besten Kohle aus einer Pulverfabrik), gewöhnlich 10 bis 12 Theile, bis man eine zusammenhängende Masse erhält, welche man sorgfältig durchknetet und durch Rollen in Cylinder von der Dicke eines Federkiels formt. Mit einer dreikantigen

Feile macht man zuerst einen Einschnitt, legt alsdann die glimmende Spitze der Kohle, ein Wenig entfernt von diesem Einschnitt, in die Richtung, wohin man den Sprung richten will, und nähert sie sehr langsam dem Einschnitt, worauf der Sprung ungefähr so weit geht, wie das

Glas erwärmt worden ist, dann legt man wiederum in einer kleinen Entfernung von dem Ende dieses Sprunges die Kohle an das Glas und nähert sich dem Sprunge; man kann, indem man diese Operation wiederholt, mit der größten Sicherheit die Richtung des Sprunges leiten.

Glasröhren, welche über der Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge noch weich werden, biegt man am bequemsten über derselben; stärkere Glasröhren umgibt man mit glühenden Kohlen, und biegt sie, wenn sie weich geworden sind, sehr langsam.

Der Glasbläserlampe bedient man sich, um aus Glasröhren eine grofse Anzahl von Apparaten zu verfertigen.



Sie wird aus verzinntem Eisenblech verfertigt, hat eine Länge von 7 Zoll, ist $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch, und steht auf einem Teller von Eisenblech. Der Docht liegt in einer ova-

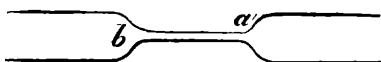
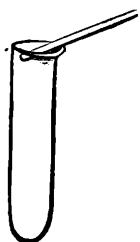
len Tülle, wodurch derselbe gleichfalls oben oval wird; der längere Durchmesser beträgt ungefähr anderthalb Zoll, und der kürzere drei Viertel-Zoll. Man fertigt ihn aus Baumwollengarn, welches man zusammenlegt; damit es nicht auseinandergreht, bindet man es lose mit Zwirnfäden zusammen. Als Brennmaterial wendet man am bequemsten gereinigtes Rüböl an. Um das Oel schnell zu entzünden, tränkt man bei jedem Anstecken den Docht oben mit einigen Tropfen Terpenthinöl, welches viel leichterentzündlicher als das Oel ist. Die Flamme kann man entweder in zwei Theile theilen, indem man in der Tülle eine Scheidewand anbringt, oder auch ungeheilt lassen; als Gebläse bedient man sich des Blasebalgs, welchen ich schon beschrieben habe (Bd. I., pag. 261.). Der Schlauch desselben geht durch die Platte des Arbeitsstisches; in diesem Schlauch ist ein gebogenes messingenes Rohr befestigt, und in dieses wird ein Glasrohr eingesteckt, dessen vordere Oeffnung ungefähr einen Durchmesser von $1\frac{1}{2}$ Lipien hat. Wenn an das Glasrohr sich Ruß ansetzt, so nimmt man ein neues, und verbrennt den daran haftenden Ruß vor der Lampe, ohne es jedoch weich werden zu lassen, da die Kanten der vorderen Spitze stets scharf bleiben müssen, um einen guten Luftstrom zu geben. Eine gute Flamme leuchtet nur wenig und ist am Ende abgerundet; wenn der Luftstrom nicht einen eigenthümlichen rauschenden Ton erzeugt, so ist sie nicht gut.

Die Glasröhren, welche man verarbeiten will, reinigt man zuerst von Staub und Feuchtigkeit. Röhren von dickem Glase erwärmt man allmählig, und hält sie zuletzt in den heisesten Theil der Flamme, welchen man durch einige Versuche, wobei man die verschiedenen Theile der Flamme (Bd. I., pag. 233.) berücksichtigen muß, bald auffindet; Röhren von dünnem Glase hält man sogleich hinein.

Die scharfen Kanten eines Glasrohres nimmt man

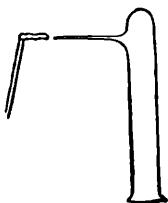
weg, indem man das Glas bis zum Weichwerden erhitzt; gewöhnlich legt man sie jedoch um, indem man sie bis zum Weichwerden erhitzt, und alsdann einen, gegen die Axe des Rohres etwas geneigten Metallstift gegen die Kante, unter fort dauerndem Herumdrehen, herandrückt.

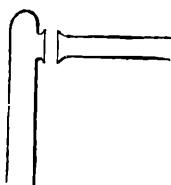
Um an einer oder mehreren Stellen ein Glasrohr enger zu machen, erhitzt man es an dieser Stelle, und zieht es gelinde etwas aus. Will man ein Glasrohr ausziehen, so erwärmt man es, und wenn es weich genug geworden ist, so nimmt man es aus dem Feuer und zieht es aus; das Erhitzen und Ausziehen muss aber unter fort dauerndem Herumdrehen geschehen. Nimmt man das Glas nicht aus dem Feuer, sondern zieht das Stück *b* weg, so schmilzt das andere



Rohr bei *a* ab; man erhitzt dieses Ende einige Male, und bläst es dazwischen etwas aus, um es rund und gleichmäßig dick im Glase zu erhalten. Solche an einem Ende zugeblasene Röhren werden am häufigsten zu chemischen Versuchen verwandt. Will man eine Röhre an einem Ende verschließen, so löthet man ein kleines Hülfstrohr daran, erwärmt sie nahe am Ende bis zum Weichwerden und zieht sie alsdann aus.

Will man Glasröhren an einander löthen, so erhitzt man die Stelle, wo man die Verbindung machen will, berührt sie mit einem dünnen Hülfstrohr, und zieht damit diese Stelle zu einer Spitze aus. Diese Spitze erhitzt man wieder, und bläst so stark in das Glas hinein, dass sich eine Kugel bildet, welche zerplatzt;





indem man nun das dünne Glas der zerplatzten Kugel mit der Feile wegnimmt, erhält man eine runde Oeffnung mit aufgeworfenem dünnen Rande. Eine ähnliche Oeffnung giebt man dem anderen Rohre, erhitzt beide Ränder zu gleicher Zeit, und drückt sie auf einander, wenn sie weich geworden sind; die zusammengelötheten Stellen heitzt man mehrere Male auf, und bläst sie dazwischen jedes Mal aus, bis sie vollkommen zusammengeflossen sind.

Will man am Ende eines Rohres eine Kugel blasen, so schmilzt man das Rohr erst zu, erhitzt alsdann das Ende bis zu einem bestimmten Puncte, nach der Gröfse der Kugel, bis zur Weifsglühhitze, und bläst darauf unter fortdauerndem Umdrehen in kurzen Absätzen die Kugel aus. Will man eine grofse Kugel ausblasen, so erhitzt man einen gröfseren Theil des Endes so lange, bis eine zur Kugel hinreichende Glasmasse sich angesammelt hat. Will man mitten in einem Rohr eine Kugel ausblasen, so erhitzt man an dieser Stelle das Rohr, und drückt es dort etwas zusammen, damit sich die nötige Menge Glas anhäufe, erhitzt sie alsdann bis zur Weifsglühhitze und bläst sie nun aus. Gewöhnlich bläst man jedoch die Kugel aus einem besonderen weiteren Rohre,



indem man es an zwei Stellen *e i*, deren Entfernung der Gröfse der Kugel entspricht, in zwei dünne Röhren auszieht, und an diese, ganz nahe an der Kugel bei *e* und *i*, zwei Glassröhren *a* und *b* anlöthet.

Was die Verfertigung von besonderen Instrumenten und Apparaten, z. B. Thermometer, Barometer u. s. w., anbetrifft, so werde ich diese bei diesen Instrumenten selbst weitläufig anführen.

Beinglas. Man erhält es, wenn man zum Gemisch

für weifses Glas ungefähr 10 p. C. gebrannte Knochen und 8 p. C. Mennige hinzusetzt; die phosphorsaure Kalkerde bildet damit heiss ein durchsichtiges Glas, welches beim Erkalten milchicht wird. Es wird zu Lampengläsern, Thermometerscalen u. s. w. angewandt.

Gefärbtes Glas. Das Glas löst eine grofse Anzahl Metalloxyde auf, welche darin alsdann als kiesel-saure Salze enthalten sind. Kobaltoxyd färbt das Glas blau, Eisenoxydul grün; Kupferoxyd und Chromoxyd geben, besonders das letztere, das schönste grüne Glas. Manganoxyd färbt das Glas violet; um sicher zu sein, dafs das Manganoxyd sich nicht in Oxydul umändere, setzt man zur Glasmischung etwas Salpeter hinzu. Ein Gemenge aus gleichen Theilen Kobaltoxyd und oxydirtem Eisen färbt das Glas schwarz. Wenn man ein an Bleioxyd reiches Krystallglas mit Zinnoxyd und einer Goldauflösung eindampft und glüht, erhält man in dem rufsenden Theile der Flamme Purpurglas. Kupferoxydul färbt das Glas intensiv roth; dieses letztere Glas wendet man insbesondere als dünnen Ueberzug an. Man schmilzt nämlich in einem Tiegel gewöhnliches Glas, in einem anderen mit Kupferoxyd versetztes Glas, taucht die Pfeife zuerst in das kupferoxydhaltende Glas und darauf in das gewöhnliche Glas, bläst alsdann das Glas zu den Gefäfsen aus, welche man verfertigen will, und hält nachher die grüne Seite des Glases in den rufsenden Theil der Flamme, wodurch das Kupferoxyd in Kupferoxydul umgeändert wird und die intensive rothe Farbe entsteht; den rothen Ueberzug kann man an einzelnen Stellen wegschleifen und so das Glas verzieren.

Um Farben auf Glas einzubrennen, schmilzt man die färbenden Metalloxyde mit sehr leicht schmelzbarem Glase, welches nach der Natur der Metalloxyde verschieden ist, z. B. mit einem Gemenge aus 2 Theilen Quarz, $2\frac{1}{2}$ Theilen Bleioxyd und 1 Theile Wismuthoxyd, oder, wenn die Farben das Wismuthoxyd und Bleioxyd nicht er-

tragen, wie dieses beim Kobaltoxyd der Fall ist, mit einem Gemenge von 2 Theilen Quarz, $1\frac{1}{2}$ Theilen geschmolzenem Borax, $\frac{1}{4}$ Theil Salpeter und $\frac{1}{4}$ Theil reinem kohlensauren Kalk. Die leicht schmelzbaren gefärbten Gläser, welche man so erhält, werden fein pulverisiert, mit Terpenthinöl angerieben und auf ein kieselreiches Glas, am besten auf das sogenannte böhmische Glas, mit dem Pinsel aufgetragen. Das bemalte Glas wird unter der Muffel vorsichtig erhitzt, so dass das farbige Glas schmilzt, ohne dass das andere Glas sich verändert.

Der Strafs, welchen man erhält, wenn man 300 Theile fein pulverisierten Bergkristall, 470 Theile Mennige, 163 Theile reines Kali und 22 Theile Borax zusammenschmilzt, sieht geschliffen ganz wie der Diamant aus. Wenn er mit verschiedenen färbenden Metalloxyden zusammengeschmolzen wird, so erhält man andere Glasflüsse, welche ganz wie Edelsteine aussehen; mit 1 p. C. Eisenoxyd sieht er aus wie Topas, mit $2\frac{1}{3}$ p. C. Manganoxyd wie Rubin, mit $1\frac{1}{2}$ p. C. Kobaltoxyd wie Saphir. An ihrer geringen Härte und ihren optischen Eigenschaften, welche die des Glases sind, erkennt man jedoch diese nachgeahmten Edelsteine (Pasten) sehr leicht.

Das Email besteht aus einem Bleiglase, dem Zinnoxyd beigemengt ist, welches sich nicht darin auflöst, sondern im flüssigen Glase sich nur suspendirt, und da es intensiv weiß ist, beim Erkalten eine glasige weiße Masse giebt. Man bereitet es, indem man eine Legirung von 10 Theilen Blei mit wenigstens $1\frac{1}{2}$ Theilen Zinn bei Zutritt der Luft in einer Muffel oxydirt; 10 Theile des durch Schlämmen von nicht oxydirtem Metall getrennten Oxyds werden mit 5 Theilen reinem Sand und 4 Theilen kohlensaurem Kali zusammengeschmolzen und mit sehr wenig Mangansuperoxyd entfärbt. Man trägt das Email auf Kupfer-, Gold- und Silberblech auf. Die Zifferblätter der Uhren bestehen aus Kupferblech, welches mit einem solchen Email überzogen ist; um dieses zu bewerk-

werkstelligen, wird das Kupferblech mit verdünnter Salpetersäure gereinigt, darauf das Email in dem Zustand eines feinen Sandes von fast gleichem Korn, welchen man erhält, wenn man das Email pulverisiert und das Feine abschlämmt, aufgetragen, und, nachdem es sorgfältig durch gelindes Erwärmen getrocknet worden ist, in einer Muffel aufgebrannt; auf der ganzen Oberfläche wird alsdann noch ein Mal ein feinkörnigeres Email aufgetragen. Sind einige Stellen unbedeckt geblieben, so werden diese zuerst mit Salpetersäure gereinigt, dann mit dem abgeschlämmtten Email zugedeckt und noch ein Mal gebrannt. Um die Zahlen und Schrift aufzutragen, oder überhaupt Farben einzubrennen, bedient man sich ähnlicher, durch Metalloxyde gefärbter, leicht schmelzbarer Gläser, wie ich bei der Glasmalerei (Bd. II., pag. 190.) angeführt habe.

Das Porcellan, Steingut, Fayence, die Töpfer- geschirre, die Ziegelsteine.

Wenn reiner Thon mit Wasser angefeuchtet wird, so besitzt er in einem hohen Grade die Eigenschaft der Bildsamkeit, der Plasticität, und man kann ihn, ohne dass er zerreist, zu dünnen Platten durch einen geringen Druck ausdehnen, mit der Hand, wie man will, formen, in Formen eindrücken, schneiden und abdrehen; die einzelnen Stücke kann man durch Zusammenkneten zu einer Masse vereinigen oder mit Thon zusammenkleben. Er bietet also mehr Eigenschaften zur Verarbeitung dar, wie irgend eine andere Substanz, und vereinigt in dieser Hinsicht die Eigenschaften des Glases bei der Temperatur, wobei es weich ist, und der dehnbaren und schweißbaren Metalle. Der Thon, welche Form man ihm auch geben mag, giebt, wenn er trocknet, sein Wasser ab, ohne Sprünge zu bekommen, wenn er nämlich durch nichts gehindert wird, sich zusammen zu ziehen, und erhält dabei mehr Zusammenhang; erhitzt man reinen Thon bis

zur Rothglühhitze, so wird die Masse noch fester, ohne dass jedoch ein Zusammenschmelzen oder Zusammensintern derselben in dem Ofen, worin solche geformte Thon-gegenstände erhitzt werden, statt findet. Der gebrannte Thon klebt an der Zunge, und die Gefäße aus gebranntem Thon lassen Wasser durch. Um ihn wasserdicht zu machen, und ihm eine gröfsere Festigkeit zu geben, überzieht man ihn mit einer Glasmasse, welche man darauf durch eine erhöhte Temperatur zum Schmelzen bringt. Der Thon verliert an seiner Bildsamkeit, wenn fremde Substanzen ihm beigemengt sind; enthält er eine Eisen-verbindung, und wird er schwach gebrannt, so ist er nach dem Brennen roth gefärbt. Das gemeine Töpfer-geschirr und das Fayence, so wie die vielen verschiedenen Modificationen von Geschirren, welche zwischen die-sen liegen, sind von einander durch die Reinheit des Thons und die Zusammensetzung der Glasur verschie-den. Die innere Masse dieser Geschirre zeigt stets ei-nen erdigen Bruch, keine sichtbare Spur von Zusam-men-sinterung oder Zusammenschmelzung; sie klebt an der Zunge. Die Glasur liegt darauf wie ein Blättchen, ohne in die innere Masse zu verfliessen.

Mengt man mit dem Thon eine Verbindung, wel-che bei der Temperatur, wobei die Geschirre gebrannt werden, weich wird, z. B. pulverisirten Feldspath, oder würde man zum Thon viel Kalkerde hinzusetzen, dass eine Verbindung von kieselsaurer Thonerde und Kalk-erde mit überschüssigem Thon gemengt entstehen kann, oder kommt ein Thon in der Natur vor, welcher eine hinreichende Menge Kalkerde oder Kali, oder Eisen-oxydul, oder eine ähnliche Basis enthält, so wird beim Brennen eines Geschirrs, welches aus einem solchen Ge-menge verfertigt worden ist, der Thon durch die weich-gewordene Masse zusammen gebacken werden, es wird eine halbdurchsichtige Masse entstehen, auf ähnliche Weise, wie Papier, welches man mit geschmolzenem Wachs ge-

tränkt hat, und das nach dem Erstarren desselben durchsichtig bleibt. Ueberzieht man diese Geschirre mit einer Glasmasse, welche in ihrer Zusammensetzung von der dem Thone beigemengten Verbindung nicht sehr verschieden ist, und brennt sie alsdann, so schmilzt die Glasmasse zugleich mit dieser zusammen und verfliesst in die innere Masse, welche einen glasigen Bruch hat, nicht an der Zunge klebt und eine viel gröfsere Festigkeit als die früher erwähnten Geschirre besitzt, da der Thon durch die Glasmasse ein zusammengeschmolzenes Ganzes bildet. Von der Glasmasse darf man nicht zu viel hinzusetzen, damit der Thon noch bequem verarbeitet werden kann, und das Geschirr beim Brennen nicht zu weich wird und seine Form verliert; aber auch nicht zu wenig, damit im Ofen die Hitze noch erreicht wird, wobei die Glasmasse so weich wird, dafs sie den Thon vollständig zusammenbackt. Die Masse dieser Geschirre nennt man Porcellan oder Steingut. Vom eigentlichen Porcellan kommen nach der Natur der Erden, der Zusätze und der Glasur, welche man anwendet, verschiedene Sorten vor. Da die Verfertigung des Porcellans am schwierigsten ist, so werde ich diese zuerst abhandeln.

Das Porcellan. Der Thon, welcher zum Porcellan angewendet wird, findet sich stets auf primärer Lagerstätte (Bd. II., pag. 142.); der Thon auf secundärer Lagerstätte giebt nie ein weisses Porcellan. In Berlin wird der Thon von Morl bei Halle verarbeitet; er besteht aus gröfsen und kleineren Quarzstücken, und aus dem eigentlichen Thon, welchen man in Berlin Porcellanerde nennt. Vom beigemengten Quarz wird er durch Schlämmen folgendermassen getrennt: Auf einem Gerüste steht oben eine Reihe von Bottichen, und unter diesen zwei andere Reihen, so dafs von den oberen die Flüssigkeit in jene zweien unteren abgelassen werden kann. Auf die Kanten von zwei oberen Bottichen stellt man einen kleineren; in diesen wirft man den Thon, weicht ihn

mit Wasser an, und läfst dann aus einem Rohr, welches über diese Bottiche an der Decke hinläuft, indem man einen Hahn öffnet, Wasser darauf strömen. Die Masse röhrt man alsdann fort dauernd mit einem Holze herum, und zerreibt die gröfsen Stücke mit der Hand. Die gröberen Theile setzen sich ab, und die leichteren führt das Wasser, welches man durch Oeffnen eines Zapfens abläfst, in den oberen grossen Bottich. Wenn es darin kurze Zeit, während welcher sich noch die zu groben Theile abgesetzt haben, gestanden hat, so öffnet man einen Zapfen und läfst es durch ein Sieb in die unteren Bottiche abfließen, worin man den Thon sich vollständig absetzen läfst; aus diesen wird er in grosse Behälter gebracht, worin man so viel als möglich durch Absetzen das Wasser fortschafft.

Der Porcellanthon, welchen man aus dem verwitterten Porphyr von Morl durch Schlämmen erhält, besteht in 100 Theilen aus:

Kieselsäure	71,42
Thonerde	26,07
Eisenoxyd	1,93
Kalkerde	0,13
Kali	0,45 *).

Dieser Thon bedarf nur eines Zusatzes von Feld-

*) In dem zersetzen Porphyr bei Morl unterscheidet man deutlich am besten, wenn man ihn etwas anfeuchtet, die zersetzen Grundmasse, welche weifs, und den zersetzen Feldspath, welcher gelblich aussieht. Es besteht

	die zersetze Grundmasse	der zersetze Feldspath
aus:		aus:
Kieselsäure	87,93	60,68
Thonerde	9,27	37,31
Eisenoxyd	1,20	1,25
Kalkerde	0,27	0,12
Kali	1,53	0,65.

Der geschlämme Thon ist aus einer Porcellanfabrik genommen, und der zersetze Porphyr bei Morl selbst aufgesucht worden.

spath; verarbeitet man jedoch, wie dieses in den Porcellanfabriken in der Nähe von Karlsbad, in Wien und Paris der Fall ist, einen Thon *), welcher nur aus reinem zersetzen Feldspath entstanden ist, so verzichen sich die Geschirre beim Brennen sehr leicht und sind anderen Unfällen unterworfen. Man muss daher so viel Kieselsäure, feingeschlämmt Quarz oder Sand nämlich, zu diesen Thonsorten hinzusetzen, dass das Gemenge sich der Zusammensetzung des verwitterten Porphyrs nähert; in einigen Fabriken auf 100 Theile Thon 25 Theile Quarz.

Der Feldspath muss gleichfalls, um ihn innig mit dem Thon mengen zu können, geschlämmt werden. Er wird zuerst zwischen gusseisernen Walzen zerquetscht, dann unter horizontal laufenden Mühlsteinen zum feinsten Pulver zermahlen, und auf ähnliche Weise wie der Thon geschlämmt; die zurückbleibenden gröberen Massen werden wieder unter die Mühlsteine gebracht, und der geschlämte Feldspath wird, wenn er sich abgesetzt hat, in grossen Behältern aufbewahrt.

Wie viel Feldspath man zum Thon nehmen muss, ermittelt man durch Versuche. Hat man dieses Verhältnis festgesetzt, so untersucht man eine Probe von nassem Feldspath und von nassem Thon aus den Behältern auf ihren Wassergehalt, und mischt, indem man diesen in Rechnung bringt, den feuchten Feldspath und den feuchten Thon mit einander; um sie recht innig zu mengen, schlämmt man sie noch einmal mit einander und lässt sie durch ein Sieb gehen. In den Fabriken, in welchen man Kieselsäure hinzusetzen muss, wird der Quarz

*) Es besteht in 100 Theilen die Porcellanerde von
Aue bei Schneeberg aus: St. Yrieux bei Limoges aus:

43,6 Kieselsäure	46,8 Kieselsäure
37,7 Thonerde	37,3 Thonerde
1,5 Eisenoxyd	2,5 Kali
12 Wasser	13 Wasser.
eine Spur Kali.	

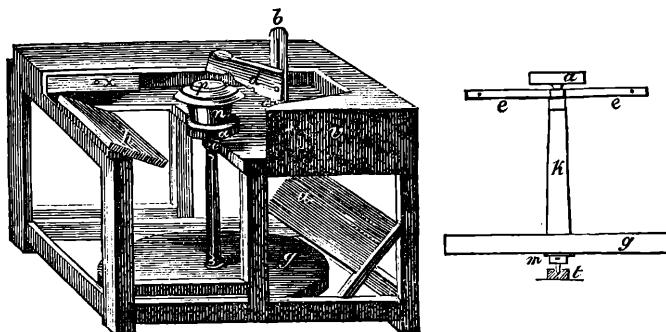
bis zum Rothglühen, am bequemsten in einem Flammenofen, erhitzt, dann in kaltes Wasser geworfen, und wie der Feldspath geschlämmt und zur Masse hinzugesetzt. In Berlin werden angeblich zur geschlämmtten Porcellanerde von Morl ungefähr 32 p. C. Feldspath hinzugesetzt.

Beim Schlämmen ist die größte Sorgfalt und Reinlichkeit nöthig, theils um ein gutes Material und so viel als möglich zu erhalten, theils um jede fremde Beimengungen zu verhüten; ein Stückchen Holz giebt beim Brennen schwarze Flecke; ein Haar reist beim Drehen in das Geschirr ein und giebt gleichfalls beim Brennen schwarze Flecke.

Die gemengte Masse wird in grofsen Behältern getrocknet, deren Boden aus Steinplatten bestehen, über welche eine Gypsdecke gegossen ist, und welche durch ein Circulirfeuer erhitzt werden. Eine vortheilhafte Methode besteht darin, dass man über die Züge eine Gypsdecke gieft, und diese so porös macht, dass das Wasser sich durchzieht; durch die heisre Luft, welche durch die Züge strömt, verdampft das durchgezogene Wasser rasch und neues zieht sich durch, wodurch man ein rasches Trocknen der Masse bewirkt. Ist sie teigig geworden, so wird sie entweder durch Treten mit den Füßen oder mit Keulen stark durchgearbeitet, am besten in hölzernen, mit Blei ausgeschlagenen Behältern. Sie wird dann in Ballen geformt und in feuchten Kellern aufbewahrt; je länger sie liegt, desto plastischer wird sie. Es entwickelt sich dabei ein Geruch nach Schwefelwasserstoff, welcher wahrscheinlich davon herrührt, dass auf schwefelsaure Salze organische Verbindungen, welche beider freilich nur in sehr geringer Menge in der Masse vorhanden sind, auf einander wirken, wodurch, wie bei manchen Quellen, Schwefelwasserstoff und kohlensaure Salze gebildet werden.

Will man die Masse verarbeiten, so wird sie mit der Hand auf's sorgfältigste durchgeknetet, besonders muss

jede Luftblase ausgetrieben werden. Die runden Geschirre, welche bei weitem am häufigsten vorkommen, werden auf der Töpferscheibe gedreht. Diese besteht aus einer schweren und dicken Holzplatte *g*, durch wel-



che eine runde hölzerne Stange *k* geht; in das obere Ende derselben ist ein runder Cylinder eingeschlagen,

welcher zwischen zwei eisernen Schie-

nen *e* läuft, in deren Rundung eine Speckschwarze liegt, und an die er

durch zwei Schrauben so angepresst werden kann, dass er beim Herumdrehen durchaus nicht schwankt. An das obere Ende dieses Cylinders ist eine Schraube eingeschnitten, auf welche Platten *a* von verschiedener Grösse aufgeschroben werden können; am unteren Theile der runden Stange, da, wo sie aus der Scheibe herauskommt, ist ein eisernes Band *m* herumgelegt, in welchem ein Loch angebracht ist, durch das ein Keil hindurchgeschlagen wird, um die Scheibe *g* dicht an die Stange anzupressen. In das unterste Ende der Stange ist eine Stahlspitze eingeschlagen, welche in einer eisernen Unterlage *t* läuft, die auf einem Querbalken befestigt ist. Der Dreher sitzt auf der Bank *h*, und kann, indem er den einen Fuß gegen das Brett *a* stützt und mit dem andern die Platte *g* anstößt, sie in eine rasche drehende Bewegung versetzen. Der Dreher kann die Bewegung, je nachdem die Ver-

fertigung des Geschirrs es erfordert, verstärken oder vermindern. Einige Geschirre, z. B. Pfeifenköpfe u. s. w., können bei einer gleichbleibenden Geschwindigkeit verfertigt werden. Für solche Gegenstände ist die Scheibe, vermittelst einer sich kreuzenden Schnur, mit einem perpendicular stehenden größeren Rade verbunden, das durch einen Gehülfen gedreht wird; der Dreher kann alsdann, da er die Scheibe nicht zu bewegen hat, in derselben Zeit eine viel größere Anzahl Gegenstände verfertigen. Um ein Beispiel von der Verfertigung eines Geschirrs, welches der der übrigen gewöhnlichen Geschirre sehr ähnlich ist, zu geben, will ich die eines Tellers anführen. Der Dreher nimmt die nötige Masse, legt sie auf die Scheibe α , die er in Bewegung setzt, preßt sie von beiden Seiten, so daß sie einen niedrigen Kegel bildet, greift dann

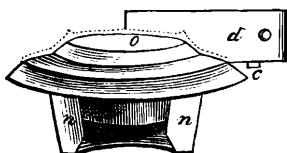
mit beiden Daumen in die Spitze desselben hinein, und zieht die Masse so aus einander, daß sie ungefähr die Form eines Tellers hat; darauf zieht er einen dünnen Draht, welcher zum Anfassen zwei Griffe




hat, zwischen dem Thon und der Scheibe so dicht als möglich an der Scheibe durch, und nimmt nun den rohgeformten (aufgedrehten) Teller herunter. Diesen läßt er eine Zeit lang in dem warmen Zimmer, welches gewöhnlich 20 bis 25° hat, stehen, wodurch der Thon Wasser abgibt und härter wird; er legt ihn alsdann auf eine Form *) von Gyps, die auf einem Untersatz n , der auf der Scheibe steht, fest aufliegt. Die äußere Fläche der Gypsform entspricht genau der inneren Fläche des Tellers, so daß,

*) Diese Gypsformen werden verfertigt, indem man zuerst von einem Modellirer ein Modell ausarbeiten läßt, über dieses wird eine Gypsform gegossen, und über diese Gypsform wieder diejenige Form, auf welcher der Thon geformt wird. Von einem Gypsmodell kann man bis an 3000 Formen erhalten.

wenn der rohgeformte Teller auf die Gypsform geprefst wird, er genau die Form derselben einnimmt; die äussere Fläche wird alsdann mit einem Messer von Messing *d*,



welches genau in das gehörige Verhältniss zur Gypsform gestellt werden kann, abgedreht, indem der Dreher es langsam herunterdrückt. Die dadurch abgedrehte Masse fällt auf ein

über die Knien des Arbeiters ausgespanntes Stück Leinwand. Damit der Teller genau die richtige Dicke erhält, ist an dem Gestell, woran das Messer befestigt ist, eine Leiste *c* angebracht, bis zu welcher das Messer heruntergelassen wird. Aus der Form der Messerschneide ersicht man leicht, wie der untere Rand und die übrigen Theile des Tellers, dessen Umriss durch Punkte angegeben ist, dadurch gebildet werden. Das Messer *d* ist mit dem Stege *b*, an dem es hoch und niedrig gestellt werden kann, auf dem Drehtische befestigt (Band II., pag. 199.).

Für Geschirre, welche bestimmte Höhen haben sollen, hat der Dreher Stellmafse, welche er neben der Scheibe stellt. Um die Geschirre aus freier Hand abzudrehen, bedient er sich gewöhnlich nur zweier, in einen rechten Winkel gebogener Messer, wovon das Ende des



einen rund, und das

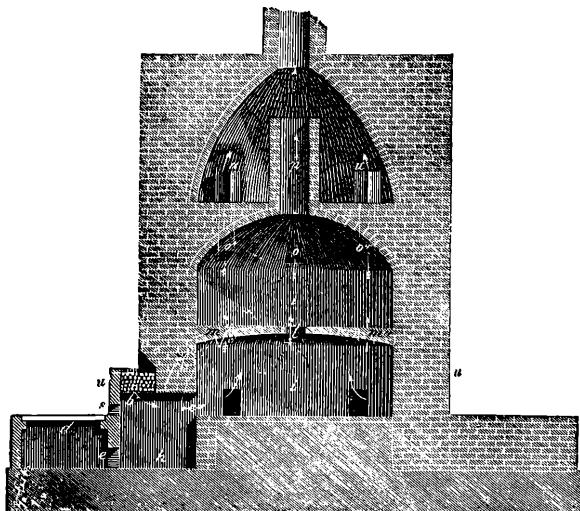


des andern gerade ist.

Bei vielen Geschirren

gestattet es die Form, das sie, nachdem sie zuerst auf der Töpferscheibe gedreht sind, auf ein Futter einer gewöhnlichen horizontalen Drehbank aufgeschoben und abgedreht werden. — Kleine ovale Geschirre werden auf der Scheibe, gröfsere jedoch auf einem feststehenden Tisch vermittelst Gypsformen verfertigt. Je nachdem ihre Form es nöthig macht, werden sie in oder über der Gypsform geformt. Von den Beiwerken, von den Henkeln näm-

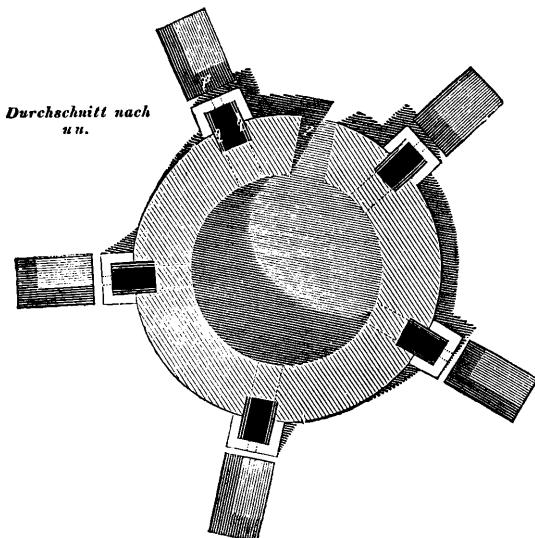
lich, Schnauzen, Ausgüssen und Verzierungen, macht man zuerst eine Form in Wachs oder Thon, über diese gießt man eine Gypsform, in diese wieder eine Gypsform, und über diese die Formen, welche man zum Formen der Masse anwendet. Einige Gegenstände werden auch geprefst. Um solche Gegenstände an die Geschirre anzusetzen, macht man an den Stellen, wo die Verbindung statt finden soll, Einschnitte, benetzt diese mit Schlicker (mit Wasser dünn angeriebener Porcellanmasse, welche



längere Zeit gelegen hat) und drückt sie an einander; die Berührungsstellen werden sorgfältig verputzt.

Die so weit verfertigten Geschirre werden, wenn sie lufttrocken geworden sind, zuerst gelinde erhitzt, dann mit einer Glasur überzogen und stark gebrannt; in einigen Fällen, z. B. bei Büsten, werden sie ohne Glasur gar gebrannt. Der Porcellanofen, worin dieses geschieht, besteht gewöhnlich aus drei, zuweilen aber auch nur aus zwei Etagen, welche durch ein Flammenfeuer erhitzt werden. Die Höhe der unteren Etage beträgt 6 Fuß; dar-

nach kann man aus der Abbildung die übrigen Verhältnisse leicht entnehmen. Ein solcher Ofen hat 5 Feuerungen, aus welchen durch die Kanäle *o* die Flamme in die Etagen tritt; in dem ersten Gewölbe ist in der Mitte ein Loch *l*, und zwischen jeder Feuerungsöffnung ein Loch *m* angebracht; die Löcher *o* und *p* in dem zweiten Gewölbe stehen gerade über den Löchern des unteren Gewölbes; in dem dritten Gewölbe ist der Schornstein. Bei jedem Brande wird, wenn der Ofen mit Geschirr ange-



füllt ist, zuerst mit einem schwachen Feuer angefangen, indem man in den Raum *h* das Brennmaterial wirft. Die Hitze wird 6 bis 8 Stunden allmählig gesteigert; der Raum *h* füllt sich dabei mit glühenden Kohlen, und durch den ganzen Ofen findet ein starker Zug statt. Dann legt man auf die vorspringenden Steine *b* Holzscheite, welche so zersägt sind, daß sie gerade darauf passen, und nun findet das Verbrennen so statt, daß von oben die Luft eintritt, und dann durch das Brennmaterial hindurch in den Ofen geht; es wird auf diese Weise stets der un-

tere Theil des Holzes verzehrt, und die heisse Lust tritt aus den glühenden Kohlen gleich in den Ofen, statt das bei der Anlage von anderen Feuerungen sie zuletzt durch das kalte Brennmaterial geht, welches man von Zeit zu Zeit aufschüttet, und dadurch erkaltet wird. Sammeln sich zu viel Kohlen an, so kann man sie, indem man einen Stein, welcher die Oeffnung *s* verschließt, wegnimmt, verbrennen; auch kann man die Steine, welche die Oeffnung *e* verschließen, wegnehmen, und so ganz unten in den Raum *h* Lust leiten. Das starke Brennen dauert 17 bis 18 Stunden; man verschließt alsdann den Ofen und lässt ihn erkalten, wozu 3 bis 4 Tage nothwendig sind. Holz, welches eine gute Flamme giebt, ist besonders tauglich; auch kann man mit einer geringen Aenderung der Feuerungen mit Steinkohlen, welche eine gute Flamme geben, feuern.

Das Geschirr wird in thönernen Einsätzen (Kapseln) in dem Ofen gebrannt. Diese Kapseln werden aus einem Gemenge von feuerfestem Thon (z. B. aus der Braunkohlenformation in der Nähe von Halle) und von zwischen eisernen Walzen feingemahlenen Kapselscherben (*Char-motte*) auf der Töpferscheibe verfertigt. Die Form derselben richtet sich nach der Form und Anzahl der Geschirre, welche man einsetzen will. Sie werden in der obersten Etage gebrannt. Das lufttrockene Geschirr wird in der zweiten Etage in Kapseln, in welche man mehrere Gegenstände über einander stellen kann, schwach gebrannt (verglüht); es verliert dadurch sein Wasser, erhält einen gewissen Grad von Festigkeit, und die Masse verliert ihre Plasticität. Sie zieht sich dabei nur höchst unbedeutend zusammen, so dass man eine poröse Masse erhält, welche sich nicht im Wasser aufweicht, dagegen Wasser stark anzieht. Diese Eigenschaft benutzt man, um sie mit einer gleichmäfsigen Schicht eines Gemenges zu überziehen, welches man Glasur nennt, und das die Zusammensetzung des Glases hat.

Zur Glasur nimmt man in Paris Feldspath mit etwas Quarz gemengt, in Berlin ein Gemenge von Porcellanscherben, Gyps, Kieselerde und etwas Porcellanerde; diese Substanzen werden auf's Feinste gemahlen und mit Wasser so angerührt, daß sie sich darin suspendirt erhalten.

Taucht man ein verglühetes Geschirr in diese Flüssigkeit, so saugt es eine gewisse Menge Wasser ein, und die Glasurmasse, welche darin suspendirt war, setzt sich auf der Oberfläche des Geschirrs ab. Mit einem Pinsel bedeckt man mit der Glasurmasse die Stellen, wo man das Geschirr mit der Hand anfaste. Ist das Geschirr trocken geworden, so wird es in Kapseln gestellt. Da beim Brennen die Glasur schmilzt, so muß man das Glasurgemenge, wo es mit den Kapseln in Berührung kommt, wegnehmen.



Jedes Stück erhält entweder seine eigene Kapsel, z. B. die Teller, oder man setzt mehrere Stücke neben einander in dieselbe Kapsel, z. B. Tassen. Da die Porcellanmasse selbst beim Brennen weich wird, so ist es nothwendig, sie so viel als möglich zu unterstützen; man stellt sie daher auf eigene Platten (Pumpse). Die Stellen, wo sie aufstehen, bestreut man mit etwas Sand. Die gefüllten Kapseln werden im Ofen in Stößen über einander gestellt, bis an das Gewölbe. Auf den Raum, welchen man zwischen den Kapselstößen läßt, muß man besonders Rücksicht nehmen, weil davon der Zug im Ofen, und folglich auch die gleichmäßige Erwärmung der Stöfe abhängt. Die Kapselstöfe werden mit einander durch Zwischenstücke verbunden, damit sie ihre Stellung gegen einander nicht verändern können. Das Einsetzen und das Herausnehmen der Kapseln geschieht durch die Oeffnungen *i*, welche während des Brennens zugemauert sind. Im Ofen sind rund herum kleine Löcher angebracht, welche theils mit Glas verschlossen sind, um das Feuer zu beobachten, theils dazu dienen, um von

Zeit zu Zeit kleine Probestücke aus einer Kapsel, die an der Seite, welche der Ofenwand zugekehrt ist, offen ist, herauszunehmen, wornach man den Gang des Ofens beurtheilt.

Da die Glasur des Porcellans ein Glas ist, welches entweder Kieselsäure, Thonerde und Kali, oder außerdem noch Kalkerde enthält, so beruht das Einbrennen der Farben auf Porcellan auf derselben Theorie, worauf das Einbrennen der Farben auf Glas beruht (Bd. II., pag. 191.). Einige Farben können unter der Glasur eingearbeitet werden, wie z. B. Grün, vermittelst Chromoxyds; die meisten werden auf der Glasur vermittelst eines leichtschmelzbaren kieselsauren Bleioxys in der Muffel eingearbeitet. Die Farben und ihre Flusmittel werden mit Spieköl zusammen angerieben, und dann aufgetragen. Für Vergoldungen nimmt man sehr fein vertheiltes Gold, welches man durch Niederschlagen einer Goldauflösung erhält, mengt es mit ungefähr 5 p. C. Wismuthoxyd, reibt es mit Spieköl an, trägt es auf, und erhitzt die Waare alsdann bis zum Schmelzen des Wismuthoxyds; das eingearbeitete Gold zeigt eine matte Oberfläche, welcher man mit Achat und Blutstein den Goldglanz giebt.

Das Gesundheitgeschirr ist eine geringere Sorte Porcellan; die Masse desselben besteht aus 5 Theilen Porcellanmasse und 2 Theilen Thon aus der Braunkohlenformation (von Benstädt bei Halle). Dieses Gemenge ist plastischer als die Porcellanmasse, lässt sich daher leichter formen als diese, und steht dem Porcellan wenig nach.

Das Steingut. Das Steingut ist die schlechteste Sorte Porcellan, von dem es nur dadurch verschieden ist, dass die Masse nicht so gleichmässig und mehr oder weniger gefärbt ist, welches gewöhnlich von Eisenoxyd oder Eisenoxydul herrührt. Der Thon enthält theils Sand, theils wird Sand zugesetzt. Die Waaren werden auf der Scheibe gedreht, und, wenn sie lufttrocken geworden sind,

in einem Flammenofen, welcher dem gewöhnlichen Töpferofen ähnlich ist, gebrannt. Die Temperatur, bis zu welcher man den Ofen heizt, ist so bedeutend, dass die Masse, wie beim Porcellan, zusammenbackt; dieses geschieht durch Beimengungen des Thons, theils nämlich durch leichtschmelzbare Eisenoxydulverbindungen, wenn ein eisenhaltiger Thon angewandt worden ist, theils durch etwas Kalk oder Kali, welche in dem Thon vorkommen. Die Gefäße gebraucht man theils unglasirt, indem sie schon in diesem Zustande kein Wasser durchlassen, theils glasirt man sie auf eine, auch in theoretischer Hinsicht interessante Weise. Man wirft nämlich, wenn die Geschirre eine sehr hohe Temperatur erreicht haben, Salz (Chlornatrium) in den Ofen; dieses wird gasförmig und mengt sich mit den durch den Ofen strömenden heißen Gasarten, also mit heifsem Stickstoff, mit heifser Kohlensäure und heifsem Wasserdampf. Wenn dieses Gemenge die glühenden Geschirre trifft, so wird das Chlornatrium und das Wasser zersetzt, Chlorwasserstoffsäure und Natron (Natriumoxyd) bilden sich, die Chlorwasserstoffsäure entweicht, das Natron verbindet sich mit der Kieselsäure und Thonerde der Oberfläche der Geschirre, und es wird so ein glasiger Ueberzug gebildet. Dieselbe Zersetzung findet statt, wenn man in einem Rohr Thon und Kochsalz bis zum Rothglühen erhitzt, und Wasserdämpfe darüber leitet. Auch die Bildung von Chlorwasserstoffsäure in den Vulkanen findet auf diese Weise statt. Man nennt diese Geschirre salzglasirte Geschirre; sie werden häufig und sehr zweckmäßig zur Aufbewahrung und Verschickung von Flüssigkeiten verwandt.

Die sogenannten Wedgwoods-Geschirre werden aus einem Gemenge von Thon mit verschiedenen Substanzen, insbesondere mit Schwerspath und Gyps, welche beim Brennen kieselsaure Baryerde und kieselsaure Kalkerde geben, und die Stelle des Feldspaths im Porcellan vertreten, verfertigt. Häufig ist der Masse ein färbendes Me-

talloxyd zugesetzt, z. B. Kobaltoxyd, um eine blaue, oxydirtes Eisen und Mangan, um eine schwarze Farbe zu erhalten. Sehr häufig werden die Geschirre mit erhabenen Verzierungen versehen, welche wie beim Porcellan verfertigt und darauf befestigt werden. Sollen sie glasirt werden, so brennt man sie in Muffeln, worin man Kochsalz und Pottasche gebracht hat.

Fayence. So wie vom Porcellan bis zu den schlechteren Sorten des Steinguts Uebergänge stattfinden, ebenso ist dieses vom Fayence bis zu den schlechtesten Sorten von Töpferwaaren der Fall. Der Hauptcharakter dieser Geschirre ist, dass die Masse keine anfangende Schmelzung erlitten hat. Man wendet zu diesen Geschirren Thon an, welcher sich auf secundärer Lagerstätte findet, der also viel häufiger vorkommt, als die Porcellanerde. Enthält er nur sehr wenig fremde Bestandtheile, so giebt er ein weisses Geschirr, und ein kleiner Eisengehalt ist von keiner Bedeutung; wird aber die Temperatur bis nahe zum anfangenden Schmelzen gesteigert, so dass schon eine Zusammensinterung stattfindet, so wird der Thon gelb, und man kann ihn daher nicht zur Porcellansfabrikation anwenden. Die Ursache dieses Gelbwerdens ist noch nicht gehörig ermittelt. Die feinere Waare wird zuerst stark gebrannt, und dann wird darauf bei einer niedrigeren Temperatur die Glasur eingeschmolzen, welche aus einem Bleiglase besteht. Je mehr Bleioxyd ein solches Glas enthält, desto leichter schmilzt es; dagegen ist es auch um so weicher, so dass es vom Messer und von Sand stark geritzt wird. Der Fayence-Fabrikant hat daher dahin zu sehen, eine Masse zu verarbeiten, welche erst bei einer sehr hohen Temperatur zusammensintert, damit er darauf eine sehr schwer schmelzbare Glasur, zu welcher man wenig Bleioxyd hinzuzusetzen nötig hat, anbringen kann. Dieses erreicht er durch einen Zusatz von feingemahlenem und geschlämmtem Feuerstein zur Thonmasse. Man ersieht leicht, wie der Fabrikant nach der Natur des

des Thons, nach dem Werth des Brennmaterials, und nach vielen anderen Umständen sein Geschäft einzurichten hat. Bei einem guten Fayence nimmt man so viel Feuerstein, daß in der Masse auf 70 Theile Kieselsäure 24 Theile Thonerde kommen. Das Schlämmen, Mahlen und Behandeln der Masse geschieht ungefähr so wie beim Porcellan. Beim Formen ist der Fayence-Fabrikant sehr begünstigt, da seine Masse viel plastischer ist, als die des Porcellans, welches sehr leicht beim Bearbeiten abreißt und abbricht. Von manchen Geschirren kann der Former 6 Mal mehr aus der Fayencemasse als aus der Porcellanmasse in derselben Zeit fertig liefern; der Fayence-former wendet dieselben Hülfsmittel wie der Porcellan-former an. Der Ofen zum Brennen des Fayence kann viel größer gebaut werden, da eine gleichmäßige Temperatur im Ofen beim Fayence nicht so wichtig wie beim Porcellan ist, bei dem die Temperatur, wobei es verglast, und die, wobei es so weich wird, daß es seine Form verliert, einander sehr nahe liegen. Die Gegenstände können viel enger zusammengestellt werden, indem man sie in hohen Kapseln ohne Boden (Kokern) über einander stellen kann.

Man wendet zur Glasurmasse sehr verschiedene Gemenge an; in Frankreich nimmt man z. B. auf 100 Th. reinen Sand 150 Th. Mennige, 80 Th. Pottasche, 1,5 Th. Schmalte (Glas, welches Kobaltoxyd enthält) und 1 Th. arsenigte Säure. Ein Gemenge, welches sehr gut sein soll, ist folgendes: 100 Th. feldspathhaltiger Sand, 10 Th. gemahlener Feuerstein, 25 Th. Borax, 50 Th. Mennige, 30 Th. Pottasche, 1 Th. Schmalte. Am zweckmäßigsten werden diese Substanzen in einem besonderen Ofen in Tiegeln geschmolzen, und dann sehr fein gemahlen. Das starkgebrannte Fayence wird in Wasser, worin die fein-gemahlene Masse suspendirt ist, wie ich es beim verglüh-ten Porcellan angeführt habe, eingetaucht, wodurch es sich mit einer dünnen Schicht überzieht. Beim Einbren-

nen der Glasur ist der Fayence-Fabrikant gleichfalls dadurch begünstigt, daß er in demselben Raum viel mehr Geschirre erhitzen kann, als der Porcellan-Fabrikant; da nämlich die Masse nicht weich wird, er das Verbiegen also nicht zu fürchten hat, so läßt er die Geschirre nur auf einzelnen Punkten aufruhen, z. B. einen Teller nur auf drei Pinnen, welche in den Wänden der Kokern befestigt sind.

Wegen der geringeren Härte der Glasur ist das Fayence zu den gewöhnlichen Geschirren weniger zweckmäßig, als das Porcellan, außerdem ist es viel zerbrechlicher, verträgt den Wechsel von Hitze und Kälte nicht so gut, welches besonders beim Abwaschen der Geschirre mit heißem Wasser zu berücksichtigen ist, und bekommt sehr leicht, da die Glasur mit der Masse nicht zusammengeschmolzen ist, und sich beide ungleich ausdehnen, Risse, so daß bei der Vervollkommnung, welche die Porcellanfabrikation im Preußischen Staate, in welchem unerschöpfliche Porcellanerdeniederlagen an schiffbaren Flüssen liegen, erreichen kann, die Fayencefabrikation sich in Preußen immer mehr und mehr vermindern wird. Eine so zerbrechliche Waare mit kostbaren Malereien zu versehen, würde unzweckmäßig sein; vorzugsweise eignet sie sich jedoch für den Druck unter der Glasur. Zu diesem Zweck drückt man auf feines Papier den in Kupfer tief eingegrabenen Gegenstand mit blauer oder schwarzer Farbe, welche man darstellt, indem man Flintglas mit Kobaltoxyd oder mit Eisenoxyd und Braunstein zusammenschmilzt, feinreibt und mit eingekochtem Leinöl anreibt, taucht alsdann das Papier in Wasser, und legt es dicht auf das Geschirr, feuchtet es an und nimmt das Papier weg; die Farbe bleibt auf dem Geschirr zurück. Um das Oel zu zerstören, wird es erhitzt und dann glasirt.

Gute Fayence-Fabrikanten müssen stets suchen, die Glasur so bleifrei als möglich anzuwenden. Einigen ist es gelungen, das Bleioxyd ganz wegzulassen; sie wenden

ein inniges Gemenge von geschlämmtem Feldspath, geschlämmtem Thon und Kochsalz an. Das geformte Geschirr wird zuerst schwach gebrannt, und wenn es mit der Glasur überzogen ist, einer hohen Temperatur ausgesetzt. Für den Gebrauch sollte man jedes Geschirr verwerfen, welches vom Messer geritzt wird.

Muss man in Ermangelung eines besseren Thons einen Thon anwenden, welcher nach dem Brennen gefärbt (roth) erscheint, so wendet man, um ein weisces Geschirr zu erhalten, eine Glasur an, welche Zinnoxyd enthält, folglich undurchsichtig und weiss ist, so dass die Farbe der Unterlage nicht durchscheint. Diese Sorte Fayence ist die älteste; die Mayolika-Geschirre, die Geschirre von Faenca, einer Stadt in Italien, woher das Fayence seinen Namen hat, gehören dahin. Die Ofenkacheln, welche in Preussen und Holland so sehr verbreitet sind, gehören gleichfalls dahin. Das Email bereitet man, indem man zuerst 100 Th. Blei und ungefähr 22 Th. Zinn in einer grossen Muffel zusammenschmilzt und oxydirt, und dieses Gemenge mit eben so viel Sand und etwas Kochsalz zusammenschmilzt. 100 Th. von diesem weissen Email geben versetzt mit 10 Th. Antimonoxyd ein gelbes, mit $5\frac{1}{2}$ Th. Kupferoxyd ein grünes, mit $4\frac{1}{2}$ Th. Manganoxydul ein violettes, mit Kobaltoxyd ein blaues Email; 52 Th. Mennige, 7 Th. Braunstein und 42 Th. Ziegelmehl geben eine braune Glasur.

Töpferwaaren. Der Thon, welcher zu den gewöhnlichen Töpfergeschirren verarbeitet wird, kann mehrere fremde Beimengungen enthalten, ohne für diesen Zweck unbrauchbar zu werden; beim Brennen wird er gewöhnlich roth, welches von Eisenoxyd herrührt. Er kommt ziemlich häufig in der Natur vor, und wird entweder so, wie man ihn findet, verarbeitet, oder er wird erst geschlämmt, oder verschiedene Thonsorten, ein zu magerer z. B. mit einem zu fetten, werden mit einander gemengt; diese und andere verschiedene Behandlungswei-

sen hängen von den Eigenschaften des Thons ab, oder von den Gegenständen, zu welchen man ihn verarbeiten will. Er wird zuerst mit Wasser angerührt, darauf stark und fleissig durchgetreten. Ehe man ihn verarbeitet, wird er noch mit der Hand stark durchgearbeitet, damit jedes Steinchen und die festeren Theile entfernt werden. Die Geschirre werden auf der Töpferscheibe mit der Hand oder der Schablone geformt. Die lufttrockenen Geschirre werden entweder gleich glasirt, oder vorher schwach gebrannt, oder unglasirt gebrannt. Blumentöpfe, Zuckerhut-formen, Statuen, die thönernen Gefäße des Alterthums etc. bestehen aus unglasirtem gebrannten rothen Thon. Mengt man dem Thon eine gehörige Menge Sand bei, setzt außerdem noch Kohlenpulver hinzu, und brennt die Geschirre nur schwach, so erhält man sehr poröse Geschirre, deren Wände, ohne Wasser durchfließen zu lassen, Wasser einsaugen, so dass, wenn sie in trockener Luft mit Wasser gefüllt werden, das Wasser von den äusseren Wänden so rasch verdampft, dass die Temperatur des zurückbleibenden Wassers bedeutend sinkt; man nennt diese Geschirre *Alkarazzas*. Sehr häufig wendet man sie an, um feuchte Niederschläge, z. B. Bleiweifs, oder eine breichte Masse, z. B. die Porcellanmasse oder Fayence-masse, zu trocknen.

Die Glasurmasse der Töpfergeschirre besteht aus einem innigen Gemenge von 7 Theilen Bleioxyd (Glätte) oder Bleiglanz (Schwefelblei, Lasurerz) und 4 Theilen gut geschlämmten Lehm, welches auf eigenen Mühlen sehr fein gemahlen und in wenig Wasser suspendirt wird. Das Geschirr taucht man entweder in die Flüssigkeit, oder man übergießt die eine Fläche des Geschirrs damit. Beim Brennen entwickelt sich, wenn man Schwefelblei angewandt hat, schwefelichte Säure, und Bleioxyd bildet sich; das Bleioxyd verbindet sich mit der Kieselsäure und Thonerde des Lehms zu einem Glase, welches, wenn der Töpfer nicht zu viel Bleioxyd angewandt hat, in den schwä-

cheren Säuren oder sauren Salzen, welche in den Speisen vorkommen können, unlöslich ist. Das Brennen der Töpferwaare geschieht im liegenden Ofen; der Ofen wird bis an die Decke mit so vielem Geschirr als nur immer möglich angefüllt, indem man es in und über einander stellt, da man das Weichwerden nicht zu fürchten hat. Die Glasur kann man durch einen Zusatz von den Metallocyden, welche ich schon mehrere Male angeführt habe, färben. Manchmal pflegt man auch die Geschirre mit einem weissen oder farbigen Thon, welchen man fein geschlämmt hat und in wenig Wasser suspendirt, zu begießen, oder sie darin einzutauchen. Die Geschirre erhalten alsdann eine weisse oder eine farbige Oberfläche, wie beim Bunzlauer Geschirr; nachher erhalten sie noch den Glasurüberzug.

Ziegel. Die Masse der gebrannten Ziegel ist wie die der Fayencemasse und des Töpfergeschirrs; sie muss, wenn sie in Wasser eingetaucht wird, ungefähr ein Fünftel ihres Gewichts Wasser einsaugen. Nur selten werden sie so stark gebrannt, dass eine anfangende Schmelzung statt gefunden hat; solche Ziegel sind unter dem Namen Klinker bekannt. Da man sehr verschiedene Thonsorten zur Ziegelbrennerei anwenden muss, so ist sowohl die Güte derselben, als auch die Temperatur, bis zu welcher sie erhitzt werden, sehr verschieden. Den Thon, und wie man ihn versetzen muss, untersucht man durch Proben, welche man brennt; ist der Thon zu fett, so setzt man Sand hinzu; ist er zu mager, so sucht man fetten Thon auf, um ihn damit zu versetzen; enthält er kohlen-saure Kalkerde, so schmilzt er leicht, und erfordert daher besondere Vorsicht beim Brennen.

Den frischgegrabenen Thon lässt man gewöhnlich ein Jahr lang liegen; durch das Gefrieren im Winter wird er besonders aufgelockert. Er wird in die Erde gegrabenen Behältern mit Wasser angerührt, und dann mit den Füßen durchgeknetet; alle fremde Substanzen, Wurzeln,

Steine u. s. w., werden dabei vom Arbeiter herausgesucht. Der Thon wird darauf in einen vierkantigen Rahmen, welcher frei auf einem Tisch liegt, eingeprefst und der überschüssige Thon mit einem Streichholz weggenommen. Der Rahmen wird vor dem Einfüllen erst in Wasser, und dann in Sand getaucht; auf den Tisch wird gleichfalls Sand gestreut, damit der Stein leicht loslässt. Es werden stets zwei Steine auf einmal geformt. Ein Handlanger trägt den gefüllten Rahmen zum Trockenplatz, legt den Rahmen, welcher bisher aufrecht gehalten wurde, auf eine Unterlage, und zieht ihn gerade in die Höhe. Wenn der geformte Thon eine Zeit lang gelegen hat, und trocken und fester geworden ist, so wird er auf die hohe Kante gestellt. Die Rahmen richten sich nach der Gröfse und der Form, welche man den Ziegeln geben will, wobei man auf das Schwinden des Thons beim Brennen Rücksicht nehmen mufs. Die gewöhnlichen vierkantigen Backsteine sind 10 Zoll lang, $4\frac{5}{6}$ Zoll breit und $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch. Für Gewölbe, Brunnen, Feuerungen u. s. w. giebt man den Ziegeln die Form von Ausschnitten eines kreisförmigen Ringes. Die Nase an den Dachziegeln erhalten sie durch eine Vertiefung im Streichtisch.

Am zweckmäfsigsten werden die Ziegel in einem Ofen gebrannt, welcher aus einem vierkantigen Raum besteht, in welchem unten mehrere gewöhnliche Roste angebracht sind, welche einander parallel und in gleichen Abständen von der einen Wand des Ofens zur andern gehen. Die Feuerungen sind von einander und der Ofenwand durch Wände, welche ungefähr 1 Fuſs höher als der Rost sind, getrennt, auf welche die Ziegel über einander so gestellt werden, dass die Flamme des Brennmaterials, welches auf den Rosten brennt, sie gleichmäfsig erhitzt. In einigen Gegenden, wo Steinkohlen oder Braunkohlen wohlfeil sind, und der Thon verbreitet ist, werden die Ziegel in der Nähe der Orte, wo man bauen will, im Freien gebrannt. Man macht mit schwach gebrannten

Ziegen des vorigen Brandes eine Unterlage, in welcher man Zwischenräume anbringt; über diese werden die Ziegel aufgesetzt. Zwischen die Ziegelschichten werden kleine Kohlen geschüttet, und durch Holz, welches man in den Zwischenräumen des Unterbaues anzündet, werden die Kohlen entzündet. Die Fugen der Seitenwände des Haufens werden mit Lehm verstrichen.

Tiegel, feuerfeste Steine. Die hessischen Tiegel und die Graphittiegel werden gewöhnlich im Laboratorium zu Schmelzversuchen angewandt. Die ersten werden in Groß-Almerode in Hessen und der Umgegend aus einem feuerfesten Thon, welchen man mit grobem Sand mengt, verfertigt. Die Masse wird mit wenig Wasser versetzt, und der Tiegel erhält durch Einpressen der Masse in Formen seine Gestalt; wenn er trocken geworden ist, wird er gebrannt. Aus derselben Masse verfertigt man Retorten, Tiegeluntersätze, Muffeln u. s. w. Die Graphittiegel werden in der Nähe von Passau aus einem Theil feuerfesten Thon und zwei Theilen Graphit, welche beide dort vorkommen, verfertigt; nachdem sie geformt und getrocknet worden sind, werden sie, um alles Wasser fortzuschaffen, etwas erhitzt. Bei der Anwendung verbrennt der Graphit nur auf der Oberfläche, indem alsdann eine Schicht Thon den tieferliegenden Graphit schützt; wegen ihrer inneren glatten Oberfläche eignen sie sich besonders zum Umschmelzen von Metallen, weil nichts daran haften bleibt.

Will man eine Reihe von Schmelzversuchen anstellen, so verfertigt man sich eine Tiegelmasse aus gleichen Theilen gebrannten und ungebrannten Thon, welchen man sorgfältig durch einander knetet, und preßt die zu einem Tiegel nötige Masse mit einer hölzernen Form, welche der inneren Oberfläche des Tiegs entspricht, in ein Gefäß von Messing oder Zinn, welches der äußeren Oberfläche desselben entspricht, stark hinein. Man läßt diese Tiegel zuerst in der Luft, und dann auf einem warmen

Stubenofen trocknen. Mit derselben Masse umkleidet man die inneren Räume der Schmelzöfen; auch kann man daraus leicht feuerfeste Steine von bestimmten Formen verfertigen, zu deren Darstellung im Großen man jedoch feingemahlene Kapseln und feuerfesten Thon anwendet. Setzt man etwas Kohlenpulver zu der Masse hinzu, so erhält man nach dem Brennen, wobei die Kohle verzehrt wird, die Gegenstände viel poröser; sie sind alsdann dem Springen nicht so unterworfen.

Verbesserungen.

Seite 6 Zeile 7 von oben statt Basen lies Säuren

- 10 — 13 von unten st. mit der Kohle, l. mit zerkleinerter Kohle, wovon man den Kohlenstaub abgesiebt hat, und
- 14 — 2 v. u. setze hinzu: Zu einer Operation nimmt man 6 Pfund rohen Weinstein; man erhält davon 4 Unzen, also 4 p. C., destillirtes Kalium.
- 26 — 7 v. o. st. Natron. l. Kali.
- 28 — 8 v. o. st. Coimbetare und st. Combetare l. Coimbetore
- 29 — 9 v. u. st. Gebirgsartikel l. Gebirgsarten
- 29 — 4 v. u. st. Kalk l. Kalkstein
- 35 — 14 v. o. setze nach Theile „Salpeter“ hinzu
- 36 — 2 v. o. st. Salpeter l. Kohle
- 36 — 3 v. u. st. Knallsilber l. Knallquecksilber
- 37 — 3 v. o. streiche „und“ weg
- 37 — 6 und 5 v. u. streiche „Kali mit der Chromsäure, und“ weg
- 41 — 8 v. u. st. Zähre l. Zähne
- 70 — 1 v. u. st. Gradstange l. Stange
- 88 — 19 v. o. st. Eiern l. Eimern
- 93 — 7 v. u. st. 4 l. 1
- 135 — 16 v. u. st. verbreitesten l. verbreitetsten
- 149 — 17 v. u. st. von allen Seiten l. an den zwei längeren Seiten
- 150 — 8 v. u. st. drei l. fünf
- 150 — 5 v. u. st. haben 20 Fuß im Quadrat und sind l. sind $20\frac{2}{3}$ Fuß lang, $15\frac{1}{2}$ Fuß breit und
- 151 — 16 v. o. setze nach Erz „welches sich nicht entzündet hatte,“ hinzu
- 151 — 20 v. o. st. bleierne l. hölzerne
- 151 — 23 v. o. st. 18 l. 9
- 152 — 20 v. o. st. Schlammkasten l. Mehlkasten
- 153 — 3 v. o. st. Der Schlamm l. Die Auflösung, welche man erhält, wenn man den zu Ziegel gestrichenen und in einem Ofen gebrannten Schlamm mit Wasser auszicht,
- 178 — 13 v. o. st. kalte l. erwärmt
- 179 — 12 v. o. streiche „und bringt sie in den Kühlofen“ weg.



YANOX
zysczanie
I 2009

KD.4763.2
nr inw. 6112