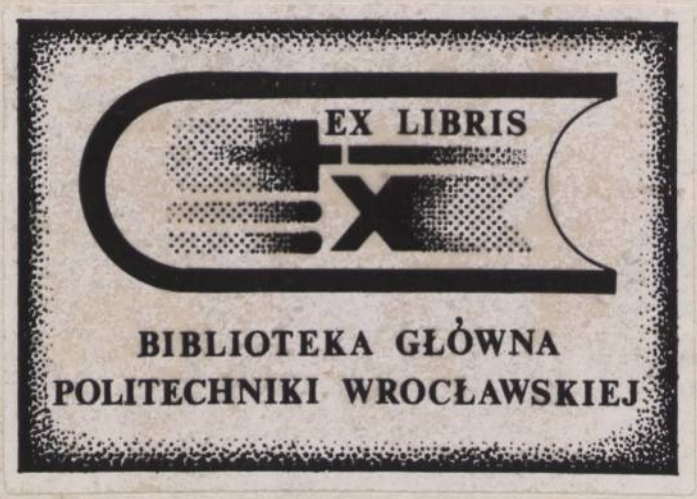

Ruff

Handbuch
der
angewandten Chemie

von

J. Dumas,

Professor der Chemie an der Zentralgewerbsschule und am Athenäum und Repetitor an der polytechnischen Schule zu Paris, Korrespondent der Akademie von Turin, Mitglied der philomatischen Gesellschaft von Paris, der physikalischen Gesellschaft von Genf, der Schweitzerischen Gesellschaft für Naturwissenschaften ꝛc.

Für
technische Chemiker, Künstler, Fabrikanten und Gewerbtreibende überhaupt.

Aus dem Französischen übersetzt und mit Anmerkungen versehen

von

Gottl. Alex und Friedr. Engelhart.

Zweiter Band
mit zwei und zwanzig Tafeln.

Nürnberg, 1832.
Bei Johann Leonhard Schrag.

Inhalt des zweiten Bandes.

Handbuch der angewandten Chemie. Drittes Buch.

Handbuch der angewandten Chemie. Viertes Buch.

Handbuch der angewandten Chemie. Fünftes Buch.

Anhang.

Handbuch der angewandten Chemie.

Zweiter Band.

Handbuch
der
angewandten Chemie.

Drittes Buch.

706. Wir haben im ersten Theile dieses Werkes die nichtmetallischen Körper und ihre wichtigsten Verbindungen, welche sie unter einander eingehen, bereits beschrieben; wir müssen deßhalb nun, um das Studium der unorganischen Chemie zu vollenden, die Metalle, ihre binären Verbindungen und die Salze kennen lernen.

Da die Zahl der Metalle bedeutend ist, und dieselben auch in den Künsten äußerst mannigfache Anwendung finden, so wird es zweckdienlich seyn, sie in Unterabtheilungen zu bringen, um das Studium derselben zu erleichtern. Wir werden demzufolge in diesem Buche zuerst die allgemeinen Eigenschaften der Metalle und ihrer Verbindungen aufzählen, und dann Gruppen bilden, in welchen diejenigen Metalle zusammengestellt werden, die in chemischer Hinsicht die meiste Ähnlichkeit miteinander haben; man wird hieraus dann leicht ersehen können, daß diese Metalle auch in industrieller Hinsicht sich möglichst nahe stehen.

707. Die Metalle sind einfache Körper, welche die Elektrizität und die Wärme gut leiten, das Licht nicht durchlassen, es sey denn, daß sie in sehr dünne Blättchen geschlagen werden, und außerdem noch einen besondern Glanz besitzen, der am frischpolirten Kupfer, Silber oder Gold wahrzunehmen ist, und den man mit dem Namen Metallglanz bezeichnet.

Die eben benannten Eigenschaften besitzen alle Metalle gemeinschaftlich, andere Eigenschaften dagegen kommen denselben nur partiell zu; so giebt es z. B. flüchtige, feuerbe-

ständige, sehr schmelzbare, während andere wiederum nur unvollkommen geschmolzen werden können; es giebt Metalle, welche unter dem Hammer zu dünnen Blättern geschlagen werden, andere dagegen sind spröde und lassen sich in Pulver verwandeln; mehrere sind an der Luft unveränderlich, andere aber absorbiren den Sauerstoff derselben, entweder schnell oder nur langsam. In Absicht auf die Menge, in welcher die Metalle gefunden werden, findet ebenfalls ein großer Unterschied statt; Eisen z. B. bietet die Natur im Überfluß dar, während Andere nur sehr selten getroffen werden.

708. Da die Metalle so verschieden sind, so ist es nothwendig, obschon einigermassen schwierig, sich zuerst mit dem Studium der allgemeinen Eigenschaften zu befassen. Wir werden hierbei eine strenge Ordnung befolgen, welche uns den zu nehmenden Weg vorzeichnet, und wodurch wir zugleich in den Stand gesetzt werden, zur Kenntniß derjenigen Eigenschaft zu gelangen, welche ihnen gemeinschaftlich zukommen.

Folgendes ist die Ordnung, welche wir annehmen:

Physikalische Kennzeichen der Metalle.

1.) Farbe, Krystallisation und Textur.
2.) Dichtigkeit oder spezifisches Gewicht.
3.) Hämmerbarkeit.
4.) Fähigkeit sich in Draht ziehen zu lassen.
5.) Ausdehnung durch Wärme.
6.) Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit.
7.) Spezifische Wärme.
8.) Elektrische Eigenschaften.
9.) Magnetische Eigenschaften.

Chemische Kennzeichen der Metalle und ihrer binären Verbindungen.

1.) Die Metalle im Allgemeinen; Klassifikation derselben.
2.) Metalloxyde.
3.) Chlormetalle.
4.) Schwefel- und Selen-Metalle.

5.) Phosphor- und Arsenik-Metalle
6.) Stickstoffmetalle.
7.) Wasserstoffmetalle.
8.) Legirungen.

Von den Metallsalzen.

1.) Allgemeines Gesetz ihrer Zusammensetzung.
2.) Bildung der Salze.
3.) Reaktion der Salze gegen einander.
4.) Allgemeine Charaktere der durch verschiedene Säuren gebildeten Salze.
5.) Von den Sauerstoffsalzen.
6.) Von den Chlor- Brom- Jod- und Fluor-Salzen.
7.) Von den Schwefel- und Selen-Salzen.

Nachdem die allgemeinen Charaktere dieser Gruppen festgestellt sind, wird es sehr leicht werden, die einzelnen Metalle nach einander zu studiren, indem wir dann zugleich in unmittelbarer Verbindung mit jedem Metall die von ihm abstammenden wichtigen Verbindungen betrachtet werden. Die besondern Eigenschaften dieser sämmtlichen Verbindungen, so wie ihre Bedeutung und Anwendung in industrieller Hinsicht können dann leicht, klar und gedrängt dargestellt werden, worauf beim Studium einer so bedeutenden Anzahl verschiedenartiger Körper viel ankommt.

Capitel I.

Physikalische Eigenschaften der Metalle.

709. Glanz und Farbe. Der Glanz ist eines der am meisten in die Augen fallenden und am leichtesten zu beobachtenden Kennzeichen der Metalle; es zeigt sich derselbe an allen Metallen, welche man in ganzen Stücken oder in grober Pulverform betrachtet; dagegen mangelt er den in Staub verwandelten Metallen, an welchen man ihn wieder hervorrufen kann, wenn man sie auf einem Stück Papier heftig mit einem Polirstein von Agat reibt.

Der Metallglanz hängt theils von der, diesen Körpern eigenen Undurchsichtigkeit, theils aber auch von der Eigenschaft, leicht eine mehr oder weniger vollkommne Politur zu erlangen, ab. Beide Umstände zusammengenommen, bewirken die Reflexion der Lichtstrahlen, welche auf ihre Oberfläche fallen, indem die Undurchsichtigkeit den Durchgang der Strahlen und ihre Politur die Absorption des Lichts verhindert, welche letztere von kleinen partiellen Lichtreflexionen, die stets auf rauhen Körpern statt finden, herrührt.

Da man nun annimmt, dünne Goldblättchen seyen durchsichtig, so würde dieß der angeführten Behauptung widersprechen, wenn wir überhaupt die Undurchsichtigkeit als etwas Absolutes betrachten wollten. Einige Physiker zweifelten zwar, daß das mit dem Goldblättchen angestellte Experiment zu einem entscheidenden Resultat führe, allein wir haben Ursache zu glauben, daß diese Durchsichtigkeit wirklich existirt. Bringt man ein sehr dünnes Goldblättchen zwischen das Auge und das Licht, so passirt unbestreitbar eine namhafte Menge Licht durch das Gold. Man gewahrt, daß das durchgegangene Licht schön grün erscheint, undbemerkt andrerseits eine gleiche Färbung, wenn man sehr fein zertheiltes, in

Wasser schwimmendes Gold beim durchgehenden Licht betrachtet. Es ist wahrscheinlich, daß in beiden Fällen die grüne Färbung von einem eigentlichen Durchgang der Lichtstrahlen durch die kleinen Goldtheilchen selbst herrührt, und daß jene nicht etwa durch die zwischen ihnen befindlichen Räume oder kleinen Löcher passiren, welche man in demselben annimmt. Wollte man dieß beweisen, so müßte man mehreremal hinter einander denselben leuchtenden Strahl von polirten Goldflächen zurückwerfen lassen und die Färbung beobachten, welche dieser Strahl nach den verschiedenen Reflexionen annimmt. Dieser Versuch wurde von Bened. Prevost angestellt, welcher, wie sich erwarten ließ, fand, daß die natürliche Farbe des Goldes dadurch so erhöht wurde, daß sie fast orangeroth erschien.

Es kann demnach die grüne Farbe des Goldes, welche es in sehr dünnen oder fein zertheilten Zustand zeigt, wenn man es zwischen das Auge und den Lichtstrahl bringt, nicht vom zurückgeworfenem Lichte herrühren, sondern muß vielmehr dem durchgehenden Lichte angehören, und mithin sind also die Goldtheilchen durchsichtig.

Die Farbe des Goldes, bei reflektirtem Licht gesehen, ist folglich orangeroth und bei durchgehendem Lichte grün, was mit der Erfahrung ganz übereinstimmt.

Besitzt nun das Gold, als eines der dichtesten Metalle, die Eigenschaft, durchsichtig zu seyn, so muß man annehmen, daß auch andere Metalle sich auf gleiche Weise verhalten. Die Farben, welche sie in einem ähnlichen Falle zeigen würden, können mit ziemlicher Gewißheit von denen abgeleitet werden, die sie bei zurückgeworfenem Lichte besitzen.

Die meisten Metalle haben entweder eine rein weiße, grau weiße oder bläuliche Farbe. Gold, Kupfer und Titan allein sind es, die gelb oder orange gefärbt erscheinen. Man kann übrigens noch nicht aus dieser gewöhnlichen Farbe der Metalle auf ihre eigenthümliche Farbe schließen; diese wird nach Verhältniß ihrer beträchtlich reflektirenden Kraft in der großen Masse weisen Lichtes so eingehüllt, daß sie beinahe ganz verschwindet, wenn man nur ein einfaches Metallblättchen betrachtet.

710. Wir lassen hier die Hauptfarbennüangen folgen, welche sich an den Metallen darbieten, wenn solche entweder in einfachen Blättchen, oder in größern Stücken betrachtet werden.

Silber glänzend weiß.
Zinn graulich weiß.
Kadmium desgl.
Kalium desgl.
Natrium desgl.
Wismuth gelblich weiß.
Kobalt, Mangan, Cerium, Rhodium } weißgrau.
Platin, Palladium, Nickel, Merkur, Iridium, Tellur, Antimon, Blei, Zink } bläulich weiß.
Eisen bläulich grau
Osmium bläulich schwarz.
Molybdän grau.
Wolfram grau.
Uran röthlich braun.
Gold gelb.
Kupfer röthlich gelb.
Titan, noch dunkler röthlich gelb.

711. Diese Nüangen bezeichnen nur die wahren Farben des Metalls, in so ferne diese einen bestimmten Charakter haben. Um diese reine Farbe wirklich oder doch wenigstens annäherungsweise zu finden, muß man das Verfahren von Prevost anwenden.

Eine Goldplatte nämlich erscheint gelb, allein dieses Gelb wird noch dunkler, wenn die von dieser Platte zurück-

geworfenen Strahlen auf einer zweiten aufgefangen und von da erst dem Auge zugesendet werden. Die Stärke der Farbe wird durch eine dritte, vierte und fünfte Reflexion noch erhöht, und wenn man bis zur zwölften oder dreizehnten kömmt, so wird die Farbe ganz dunkel orangeroth, was wahrscheinlich die eigentliche Farbe des Goldes ist.

Man löscht, so zu sagen, durch dieses Kunststück alle weißen Lichttheile aus, indem man so in die reflektirten Lichtstrahlen keine fremde Farbe bringt.

Das Kupfer bietet dieselbe Farbenerhöhung dar, wenn man das Licht auf gleiche Weise hinreichend reflektirt, so daß es am Ende beinahe scharlachroth erscheint.

Diese Resultate konnten allerdings vorhergesehen werden, allein in Betreff der weißen Metalle ist dagegen schwer voraus zu bestimmen, welche Farbe sie, auf solche Weise betrachtet, haben müssen. So wird das rein weiße Silber fast ganz gelb und goldähnlich. Mit dem Zinn ist es derselbe Fall.

Die nämliche Erscheinung, bietet sich schon dar, wenn man in das Innere eines etwas tiefen polirten Gefäßes von Kupfer oder Gold blickt. Die Farbe ist dann stets stärker und bestimmter als auf einer einfachen Platte. Es erklärt sich hieraus zur Genüge, wie gewisse Formen, welche man den Edelsteinen giebt, in Absicht auf den Glanz, den man an denselben zu haben wünscht, so vortheilhaft sind.

Die erwähnten Versuche lassen sich äußerst leicht anstellen. Man stellt auf eine horizontal liegende Metallplatte, welche die Stelle eines Spiegels vertritt, eine andere kleinere Platte unter einem Winkel von 8—10 Graden, und fängt nun das direkte Licht auf. Betrachtet man jetzt die horizontal liegende Platte, so bemerkt man das Bild der andern mit ihrer gereinigten Farbe.

Prevost glaubt, daß alle Metalle auf gleiche Weise betrachtet, ihre reine, charakteristische Farbe zeigen werden, und wir theilen diese Ansicht mit ihm.

712. Krystallisation. Alle Metalle sind fähig zu krystallisiren. Die ihnen eigenen Formen sind äußerst einfach, verdienen aber spezieller betrachtet zu werden, indem sich

vorzüglich hieraus für die Theorie des Isomorphismus Stoff schöpfen läßt.

Gewisse Metalle finden sich schon in der Erde krystallisirt vor, wie z. B. das Gold, Silber und Kupfer; andere krystallisiren, wenn man sie behandelt wie den Schwefel (104); man erhielt einige regelmäßig krystallisirt, andere dagegen sah man noch nicht in regelmäßigen und deutlich bestimmbaren Formen.

Zu denjenigen Metallen, welche die größten und schönsten Krystalle liefern, gehört vor allen das Wismuth. Man schmelzt es, läßt es dann im Tiegel erkalten, bis die Oberfläche anfängt zum erstarren, und gießt nun die noch flüssige Masse schnell aus; der Boden des Tiegels oder Scherbens ist dann mit mehreren Linien großen, kubischen Krystallen ausgekleidet. *)

Zinn und Blei erhält man auf dieselbe Weise krystallisirt, besser und vollkommner aber gelingt der Versuch stets mit Wismuth.

Es scheint, daß viele Metalle fähig sind zu krystallisiren, wenn ihre kleinsten Theilchen mitten in einer geschmolzenen Masse sich frei bewegen können. Es gilt dieß wenigstens von krystallisirtem Wolfram und Uran; und nur auf diese Weise erhält man von den unschmelzbaren Metallen leicht Krystalle.

Die fast in allen Fällen anwendbare, obschon nicht sehr bequeme Methode besteht übrigens darin, daß man Körper, welche die gewünschten Metalle enthalten, mittelst einer sehr schwachen galvanischen Säule zersetzt, und diese längere Zeit auf die Verbindung einwirken läßt. Die an einem der Pole sich absetzenden Metalle bilden öfters Krystalle von beträcht-

*) Dieser schöne und belehrende Versuch gelingt nicht mit dem im Handel vorkommenden Wismuth, weil dieses Metall gewöhnlich noch etwas Arsenik und Antimon enthält, was die Krystallisation sehr hindert und abändert. Man entfernt diese beiden Körper, indem man das Metall mit etwas Salpeter rothglüht und diese Operation so lange wiederhohlt, bis die Krystallisation leicht vor sich geht. Man erhält zwar auch Krystalle von dem Wismuth des Handels, allein sie sind klein und besitzen die Farbe des Metalls, während die Krystalle des gereinigten Wismuths sehr groß sind und ein schönes Farbenspiel zeigen, was wahrscheinlich von einem äußerst dünnen Oxydhäutchen herrührt, welches sich hierbei bildet.

licher Größe. Bequerel stellte auf diese Weise eine Reihe schöner und meßbarer Krystalle von Metallen dar.

Die Structur oder Textur der Metalle hängt wahrscheinlich, wenn die Krystallisation ruhig vor sich gegangen ist, von ihrer krystallinischen Form ab. Wismuth und Antimon z. B. zeigen beim Zerschlagen auf dem Bruche mehr oder weniger ausgebildete Krystallflächen. Auch an dem Silber, Zinn, Blei, Kalium, Natrium ꝛc., welche sämmtlich zu hämmerbar sind, um sich nach der Richtung ihrer Blätterdurchgänge brechen zu lassen, bemerkt man das Vorhandensein, so wie die Richtung derselben, wenn man die Oberfläche eines Gußes betrachtet, welcher langsam erkaltet ist.

Bringt man nun die Metalle in diesem Zustande unter den Hammer, die Walzen oder in das Drahtzieheisen und läßt diese Werkzeuge drauf wirken, so lange das Metall durch die Wärme noch erweicht ist, so verschwindet die gewöhnliche krystallinische Structur und eine durch diese Kraft bewirkte und erzwungene Anordnung der Theilchen tritt an ihre Stelle, die sämmtlichen Theilchen oder Fasern des Metalls umfassen oder umschlingen sich gleichsam unter dem Hammer, oder reihen sich parallel an einander in dem Zieheisen ꝛc. Hieraus gehen mannichfaltige Veränderungen in den physischen Eigenschaften der Metalle hervor. Die Dehnungsfähigkeit durch Wärme, ihr Vermögen, die Wärme und Elektrizität zu leiten, ihre Dichtigkeit ꝛc. erleiden gewöhnlich Modifikationen. Die Härte wächst hiebei beinahe immer; die Zähigkeit nimmt zu, allein da diese Veränderungen nicht immer auf gleiche Weise statt haben, so müssen wir die spezielle Betrachtung dieses Gegenstandes bis zur Beschreibung der einzelnen Metalle versparen, und uns begnügen von diesen Eigenschaften hier nur im Allgemeinen zu sprechen.

713. Dichtigkeit. Die Dichtigkeit der Metalle ist sehr verschieden. Folgende Tafel giebt eine Übersicht hiervon.

Platin	20,98	nach Brisson.
Gold	19,258	„ demselben.
Iridium . . .	18,680	„ Children.

Wolfram . . .	17,6	nach	D'Elhuyart.
Quecksilber . .	13,568	„	Brisson.
Palladium . .	11,3—11,8	„	Wollaston.
Blei	11,352	„	Brisson.
Silber	10,474	„	demselben.
Wismuth . . .	9,822	„	demselben.
Kobalt	8,538	„	Haüy.
Uran	9,000	„	Buchholz.
Kupfer	8,895	„	Hatschett.
Kadmium . . .	8,604	„	Stromeyer.
Nickel	8,279	„	Richter.
Eisen	7,788	„	Brisson.
Molybdän . .	7,4	„	Hielm.
Zinn	7,291	„	Brisson.
Zink . . .	6,861 bis 7,1	„	demselben.
Mangan . . .	6,85	„	Bergmann.
Antimon . . .	6,702	„	Brisson.
Tellur	6,115	„	Klaproth.
Titan	5,3	„	Wollaston.
Natrium . . .	0,972	„	Gay-Lussac und Thenard.
Kalium . . .	0,865	„	denselben.

Wir haben bereits zu zeigen gesucht, daß diese Dichtigkeiten in naher Beziehung zu der Anordnung oder der Größe der Atome stehen. Es ist auch nicht unwahrscheinlich, daß man ein ähnliches Verhalten an allen Metallen wahrnehmen würde, wenn man das spezif. Gewicht derselben, welches durch die gewöhnlichen Methoden bestimmt, so vielfach von einander abweicht, genauer bestimmen wollte; man bemerkt übrigens eine große Verschiedenheit an der Dichtigkeit der einzelnen Metalle selbst, je nachdem ein geschmolzenes Metall ruhig erkaltet, oder vom Hammer gestreckt, gewalzt, oder zu Draht ausgezogen worden. Diese mechanischen Operationen drücken die Masse zusammen und steigern ihre Dichtigkeit sehr beträchtlich. Bisweilen wächst dieselbe aber gar nicht, sondern wird hierdurch im Gegentheil vermindert. Die meisten Metalle jedoch gehören dem ersten Falle an, blos vom Blei gilt der zweite; es ist aber auch

möglich, daß diese Eigenschaft überhaupt allen sehr weichen Metallen zukömmt, die nicht fähig sind, auf eine bestimmte Weise zu krystallisiren.

714. Hämmerbarkeit und Dehnbarkeit. Mehrere Metalle dehnen sich, wenn sie Hammerschlägen ausgesetzt werden, zu dünnen Platten oder Blättern aus, einige dagegen werden durch diese Operation in Staub verwandelt andere aber lassen sich platt schlagen, obgleich unvollkommen indem sie bersten und viele Risse erhalten. Die Ersteren heißt man hämmerbar; die übrigen werden mehr oder weniger spröde genannt. Unter Hämmerbarkeit versteht man demnach die Eigenschaft einiger Metalle, sich unter dem Hammer oder auf andere Weise in dünne Platten ausdehnen zu lassen.

Nur wenige Metalle geben unter dem Hammer dünne Platten; dagegen bezweckt man dieß weit leichter durch sogenannte Walzwerke. Diese bestehen aus zwei Zylindern von Stahl oder Gußeisen, die gewöhnlich horizontal gestellt und in bestimmter Entfernung von einander gehalten werden. Beide Zylinder drehen sich nach derselben Richtung um sich selbst, während man durch den zwischen beiden befindlichen Raum die Metallplatte gehen läßt, welche dünner gewalzt werden soll. Es leuchtet von selbst ein, daß die Entfernung beider Zylinder geringer sein muß, als die Dicke der zu walzenden Platte; eben so klar ist es, daß sie an dem einen Ende, wo sie zuerst von den beiden Zylindern gefaßt werden soll, etwas dünner sein muß. Ist die Platte einmal von den Zylindern gepakt worden, so muß sie der Bewegung folgen und wird hierdurch dünner und länger zugleich.

Die Verlängerung steht übrigens nicht im Verhältniß zum Dünnerwerden der Platte, überhaupt aber wird durch diese Operation das Volum der Metallmasse vermindert. Das Metall wird auch zugleich härter und spröder. Wollte man mit dem Walzen unaufhörlich fortfahren, so würden sich hinsichtlich dieser Härte große Schwierigkeiten entgegen stellen, und die Platten würden voll Risse werden. Um dem durch Walzen spröde gewordenen Metall seine vorige Weichheit und Dehnbarkeit wieder zu geben, braucht man es nur

roth zu glühen und langsam dann erkalten zu lassen, was man ausglühen oder auswärmen nennt. Die Wirkung dieses Ausglühens ist leicht zu erklären. Bei dem Durchgange durch das Walzwerk werden die Theilchen einander gewaltsam genähert, und zwar ungleich stärker, als dieß im Zustand des natürlichen Gleichgewichts der Fall ist. Diese Metalltheilchen sind dann so dicht an einander gereiht, daß sie viel schwerer über einander weg gleiten, und aus diesem Grunde sind sie dann härter und spröder geworden. Erhitzt man sie nun bis zur Rothgluth, so entfernt die ausdehnende Kraft der Wärme die Theilchen wieder, welche beim Durchgange durch das Walzwerk, einander so sehr genähert worden sind, und durch langsames Erkalten reihen sie sich wieder wie gewöhnlich an einander.

Wir führen hier die Reihe dehnbarer sowohl, als spröder Metalle auf.

Dehnbare oder hämmerbare Metalle.

Silber,	Gold,
Kadmium,	Osmium?
Kupfer,	Palladium,
Zinn,	Platin,
Eisen,	Blei,
Iridium?	Kalium,
Quecksilber,	Natrium,
Nickel,	Zink.

Spröde Metalle.

Antimon,	Molybdän,
Wismuth,	Rhodium,
Cerium,	Tellur,
Chrom	Titan,
Kobalt,	Wolfram,
Tantal,	Uran.
Mangan,	

715. Die Wirkung des Walzwerkes und des Drahtzugs auf die Metalle ist so verschieden, daß wir jede besonders betrachten müssen. Zuvörderst wollen wir nun die

Hämmerbarkeit ins Auge fassen, und werden dann die Dehnbarkeit vornehmen.

In nachstehender Reihe sind die Metalle nach dem Grade ihrer Hämmerbarkeit geordnet. Die hämmerbarsten stehen oben an.

Metalle, welche nach dem Grade der Leichtigkeit, mit welcher sie durch das Walzwerk gehen, geordnet sind.

Gold,
Silber,
Kupfer,
Zinn,
Platin,
Blei,
Zink,
Eisen,
Nickel,
Palladium?
Kadmium?

Bereits weiter oben wurde erwähnt, daß man sich gewöhnlich des Walzwerks bedient, um den Metallen Platten- oder Blechform zu geben, allein man muß hierbei zwei Fälle wohl unterscheiden: bald will man Platten von beträchtlicher Dicke erhalten, und dann gießt man das Metall, wenn es schmelzbar ist, in Tafeln, welche hierauf in das Walzwerk kommen und so lange durch dasselbe gehen müssen, bis sie die gewünschte Dicke erhalten haben. Bald braucht man viel dünneres Blech oder Blättchen und in diesem Falle wendet man den Hammer an; dieß gilt bei der Verfertigung des geschlagenen Goldes und Silbers, so wie des Kupfers. Diese können nicht so dünn unter dem Walzwerke ausgedehnt werden, weil dieses Werkzeug auf der Oberfläche seiner Zylinder nie so regelmäßig seyn kann, als erforderlich ist, um die Blätter ihrer ganzen Breite nach aufs Genaueste zusammen zu pressen.

Zeigt nun endlich der Hammer keine Wirkung mehr auf das längere Zeit gehämmerte Metall, so kann man dasselbe noch

ungemein viel dünner erhalten, wenn man es mit einem dickeren Draht oder Blatt von anderem Metall verbindet und nun aufs Neue Walzwerk, Hammer oder Drahtzug darauf wirken läßt.

716. Reaumur stellte hierüber mit dem Golde äußerst merkwürdige Versuche und Berechnungen an. Da das Gold viel dehnbarer als die übrigen Metalle ist, so kann man daraus abnehmen, daß durch dasselbe Verfahren nicht gleiche Resultate für andere Metalle erhalten werden können.

Eine Unze Gold, welche einen Würfel bildet, dessen Seiten $5\frac{1}{2}$ Linien messen und demnach eine Fläche von 27 Quadratlinien bedecken würde, kann unter dem Hammer des Goldschlägers so ausgedehnt werden, daß sie eine Fläche von 146 Quadratfuß bedeckt; mithin kann mit einem Gran Gold ein Flächenraum von mehr als 36 Quadratzoll bedeckt werden, und diese feinen Blättchen sind dann gewöhnlich nur $\frac{1}{30000}$ Linie dünn.

Beim ersten Anblick scheint es, als seyen diese Blättchen bereits sehr dünn, allein sie können durch den Golddrahtzieher noch 30mal dünner gemacht werden. Zu dem Ende bedeckt man einen Silberzylinder mit Goldblättchen und läßt denselben durch den Drahtzug gehen. Ist der Draht fein genug, so läßt man ihn durch die Walzen gehen, um ihn zu plätten. Durch diese verschiedenen Operationen wird der Silberzylinder nebst dem Goldblatt so verlängert, daß letzteres stets die Oberfläche des ganzen Drahtes bedeckt. Man kann auf solche Weise eine Fläche von wenigstens 1200 und bisweilen selbst von 4000 bis 5000 Quadratfuß bedecken, so daß das Goldblättchen endlich nicht dicker als $\frac{1}{1750000}$ Linie und noch darunter ist.

Um sich einen richtigen Begriff von diesen Größen machen zu können, muß man irgend einen Vergleichungspunkt annehmen. Wir wissen, daß man mittelst der genausten Instrumente eine Linie kaum noch in 1200 Theile theilen kann. Diese Theile sind schon so klein, daß das bloße Auge sie nicht mehr bemerkt, und nur durch die vollkommensten Vergrößerungsgläser können sie wahrgenommen werden. Jede dieser Theilungen aber ist noch so groß, daß 800 Gold-

blättchen von der Dicke des dünnsten, welches der Drahtzieher darzustellen vermag, darauf gehen.

Betrachtet man diese Resultate etwas genauer, so kann man sich kaum des Zweifels an der Richtigkeit derselben erwehren, und doch stehen diese Thatsachen fest. Läßt man auf die vergoldeten Silberdrähte, Salpetersäure einwirken, so verwandeln sie sich in außerordentlich dünne und zerbrechliche Goldröhrchen, indem blos das Silber von dieser Säure aufgelöst, das Goldhäutchen aber, womit ersteres bekleidet ist, unberührt gelassen wird. An dem Goldhäutchen nimmt man einen ununterbrochnen Zusammenhang wahr, so daß man die bereits bemerkte Ausdehnung anzunehmen gezwungen ist.

717. Es scheint, daß zwischen dem Durchgange der Metalle durch den Drahtzug und das Walzwerk kein großer Unterschied statt findet; allein die Erfahrung beweist, daß dem nicht also ist, was aus folgender Reihe zu ersehen ist.

Metalle, welche nach der Leichtigkeit, mit welcher sie zu Draht gezogen werden können, aneinander gereiht sind.

Gold,
Silber,
Platin,
Eisen,
Kupfer,
Zink,
Zinn,
Blei,
Nickel,
Palladium?
Kadmium?

Mit Ausnahme des Goldes und Silbers haben hier die übrigen Metalle ihre relative Stelle beträchtlich verändert; so ist z. B. das Eisen, welches vorher die achte Stelle einnahm, zur vierten Stelle in dieser Reihe hinaufgerückt. Nach den in Beziehung auf das Walzen der Metalle erhaltenen Resultaten, war es ziemlich wahrscheinlich, daß man mittelst

eines geeigneten Verfahrens sie auch in äußerst dünne Drähte zu ziehen im Stande seyn würde. Diese Aufgabe wurde von Wollaston auf eine äußerst sinnreiche Weise gelöst. Zieht man einen einfachen Draht durch das Zieheisen, so ist seine Feinheit immer sehr beschränkt. Hat man einen gewissen Punkt erreicht, so wird die weitere Bearbeitung des Drahtes äußerst schwierig, theils weil er zerreißt, theils aber weil man nicht im Stande ist, so äußerst feine mikroscopische Löcher zu bohren. Alle diese Hindernisse hat Wollaston beseitigt. Er nimmt einen Metallzylinder, durchbohrt ihn in der Richtung der Achse und füllt das Loch mit einem Drahte von demjenigen Metall aus, welchem man eine sehr feine Drahtform geben will. Läßt man nun den mit Draht erfüllten Metallzylinder durch den Drahtzug gehen, so werden beide Metalle zugleich ausgedehnt und behalten ihre Durchmesser ganz proportional, vorausgesetzt, daß der Härteunterschied beider Metalle nicht bedeutend ist. Wollaston stellte auf diese Art äußerst feine Platindrähte dar, indem er ihnen eine Silberhülle gab, welche nach vollendeter Operation durch reine, verdünnte Salpetersäure aufgelöst wurde. In diesem speziellen Falle, da nämlich das Platin unschmelzbar ist, brachte er einen Platindraht in die Achse eines hohlen Zylinders und goß denselben mit Silber aus, welches so die Hülle des Platins bildete. Auf die erst genannte Weise aber verfuhr er bei Darstellung eines äußerst feinen Golddrahtes.

Becquerel zog Stahldraht außerordentlich fein aus, indem er denselben in Silber einhüllte und dieß zuletzt durch Quecksilber auflöste; diese Operation erfordert jedoch einige Kunstgriffe, die wir nun näher bezeichnen wollen.

Ist der mit Silber bedeckte Stahldraht bis zu dem erforderlichen Punkte ausgezogen, so nimmt man eine an dem einen Ende verschlossene Röhre, füllt sie mit Quecksilber und läßt dieses einige Augenblicke darin kochen, um die an derselben anhängende Luft und Feuchtigkeit zu entfernen. Hierauf bringt man diese Röhre umgestürtzt in ein Quecksilberbad und steckt die vom Silber zu befreienden Drähte hinein. Diese müssen ebenfalls in einer Glasröhre vorher fast roth-

glühend gemacht worden seyn, um alle Feuchtigkeit zu entfernen. Das mit Quecksilber gefüllte Glasrohr wird nun auf 150° erhitzt und eine halbe oder dreiviertel Stunden lang in dieser Temperatur erhalten. Man läßt hierauf den Apparat erkalten und zieht die fertigen Stahldrähte aus der Röhre.

Diese Vorsichtsmaßregeln sind durchaus zu beobachten nöthig, denn in dem äußerst feinen Zustand wird der Stahl so oxydirbar, daß die geringste Spur von Luft oder Feuchtigkeit in dem Apparat schon hinreichend ist, um die nun entblösten Drähte zu zerstören. Dasselbe würde statt finden, wenn man die entblösten Stahldrähte schon aus dem Quecksilber nehmen wollte, ehe sie vollkommen erkaltet sind.

Diese Drähte sind jedoch immer sehr zerbrechlich; sie kommen ganz magnetisch aus dem Quecksilber, wahrscheinlich in Folge der Wirkung des Zieheisens.

Nachdem wir dieses interessante Verfahren im Allgemeinen kennen gelernt haben, dürfte es nicht unnütz seyn, den Durchmesser solcher Drähte anzuführen, um sich einen richtigen Begriff davon machen zu können. Wollaston hat Golddrähte von $\frac{1}{200}$ Millimeter im Durchmesser erhalten, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß man es noch weiter treiben könnte. Der nämliche Physiker stellte sogar Platindrähte von $\frac{1}{1200}$ Millimeter im Durchmesser, und äußerst leicht aber solche von $\frac{1}{600}$ bis $\frac{1}{800}$ Millimeter dar. Becquerel zog Stahldrähte bis zu dem Durchmesser von $\frac{1}{80}$ Millimeter aus, die 128 Millimeter lang waren.

Wir beschließen nun die Untersuchung der allgemeinen Eigenschaften der Metalle, indem wir noch Einiges in Beziehung auf ihre Zähigkeit, Härte, Klang, Geruch und Geschmack beifügen.

718. Zähigkeit. Die Zähigkeit der Metalle ist zuweilen sehr groß und ist dann eine äußerst schätzbare Eigenschaft derselben. Das Eisen gehört vor allen hierher. Diese Eigenschaft, wie leicht zu erachten ist, kann durch anscheinend sehr geringfügige Umstände Veränderungen erleiden. Wir werden diese in den speziellen Fällen näher bezeichnen. Hier folgt eine Tafel über die Zähigkeit einiger Metalle.

Gewicht in Kilogrammen, welches zum Zerreißen eines Drahtes von 2 Millimeter Durchmesser erforderlich ist.

Eisen	249,659	Sickingen.
Kupfer	137,399	
Platin	124,690	Guyton-Morveau.
Silber	85,062	Sickingen.
Gold	68,216	
Zink	49,790	Guyton-Morveau.
Nickel	47,670	
Zinn	15,740	
Blei, gemessen vor dem Abreißen	12,555	
desgl. nach dem Abreißen	5,623	

Die Unterschiede sind außerordentlich und doch sind hier noch nicht einmal die spröden Metalle wie z. B. Antimon, Wismuth ꝛc. aufgezählt, welche gewiß eine noch geringere Zähigkeit besitzen.

719. Härte. Die Härte ist eine Eigenschaft, welche zwar dem erstem Anscheine nach mit ihrer Zähigkeit Zusammenhang zu haben scheint, die aber wahrscheinlich doch in keiner Beziehung zu derselben steht. Folgende Tafel giebt näheren Aufschluß darüber.

Metalle, welche nach ihrer Härte zusammengestellt sind.

Mangan härter als gehärteter Stahl.

Chrom, Rhodium	werden durch Glas nicht geritzt.
Nickel, Kobalt, Eisen, Antimon, Zink	werden durch Glas geritzt.
Palladium, Platin, Kupfer, Gold, Silber	werden durch Kalkspath geritzt.

Tellur Wismuth Kadmium Zinn	werden durch Kalkspath geritzt.
Blei . .	durch die Fingernägel geritzt.
Kalium Natrium	weich wie Wachs.
Quecksilber,	flüssig.

Was den Klang der Metalle angeht, so übertrifft er den der meisten Körper, an den Legirungen jedoch ist derselbe nicht sonderlich stark. Die gewöhnlichen Metalle sind im reinen Zustand zu weich, um diese Eigenschaft im hohen Grade besitzen zu können.

720. Geruch und Geschmack. Jedermann kennt den Geschmack oder Geruch des Kupfers, Geruch des Eisens, Geschmack oder Geruch des Zinns ꝛc. Diese Sinnesaffectionen finden wirklich statt, allein es ist schwer sie zu erklären. Gewöhnlich nimmt man an, daß die das Geschmacksorgan afficirenden Körper auflöslich, und die riechenden Körper flüchtig seyn müssen; hier aber ist weder die eine noch die andere dieser Voraussetzungen vorhanden, und doch steht die Thatsache fest. Was nun auch die Ursache davon seyn mag, so erscheint doch der Geschmack und Geruch dieser drei Metalle auf eine nicht zu verkennende Weise, wenn sie etwas schnell so stark gerieben werden, daß ihre Temperatur dadurch etwas erhöht wird. Vielleicht kommt diese Eigenschaft dem Metall selbst nicht unmittelbar zu, und muß etwa einem andern dazwischen befindlichen Stoffe zugeschrieben werden. Wir werden später, wenigstens was das Eisen und Zinn betrifft, sehen, daß sie bei den metallurgischen Operationen stets kohlige Stoffe aufnehmen, welche sehr wohl als die Ursache besagter Erscheinungen angesehen werden können, um so mehr, weil nicht alle Metalle diese Eigenschaften besitzen.

721. Ausdehnung. Von allen starren Körpern sind die Metalle diejenigen, welche sich durch die Wärme am meisten ausdehnen, und darunter behaupten wiederum das Zink und das Blei den ersten Rang. Die Ausdehnung über-

haupt ist eine der empfindlichsten Eigenschaften, denn die geringste Unreinheit kann schon ihren absoluten Werth in dieser Hinsicht verändern. Die hier aufzuführenden Zahlen dürfen nur in der Praxis als Annäherungen betrachtet werden. denn sey es, daß man diese Bestimmungen an reinen oder unreinen Metallen gemacht hat, so ist doch sehr einleuchtend, daß man selten diese Metalle eben so rein oder unrein zum Verarbeiten erhalten wird; übrigens reichen auch diese Bestimmungen zum alltäglichen Gebrauch aus, und es ist nur in äußerst seltenen Fällen nöthig, die Ausdehnung des anzuwendenden Metalls aufs Neue zu bestimmen.

Man kann auf nachstehender Liste sehen, wie groß der erwähnte Einfluß ist, wenn man die mit englischem Zinn erhaltenen Resultate, was gewöhnlich durch fremde Metalle verunreinigt ist, mit dem Verhalten des ostindischen Zinns vergleicht, welches gewöhnlich absolut rein ist; während das erste sich um 0,0025 ausdehnt, zeigt das zweite eine Ausdehnung von 0,0019.

Man sollte glauben, die Legirungen besäßen die Ausdehnung des vorherrschenden Metalls, oder die Ausdehnung sey vielleicht eine Mittlere der Bestandtheile, allein dieß ist nicht der Fall. Wir wollen diesen Punkt später erörtern.

Was die Metalle selbst betrifft, so zeigen sich an ihnen große Verschiedenheiten. Ihr Ausdehnungsvermögen ist wandelbar, je nachdem sie entweder nach dem Schmelzen auf gewöhnliche Weise erkalten, oder ob sie hierbei zugleich der Einwirkung des Hammers, der Walzen oder des Drahtzugs ausgesetzt werden, und man sie vor der Anwendung nicht mehr auswärmt. Im Allgemeinen scheint es, daß diese Metalle sich nach einer solchen Behandlung mehr ausdehnen als vorher; nichtsdestoweniger aber bietet das Kupfer das Gegentheil dar. Es wäre dennoch möglich, daß in dieser Hinsicht nichts Allgemeines bestimmt werden kann; aber man sollte denken, die Metalle, welche irgend einem Drucke ausgesetzt worden sind, erleiden durch die Wärme eine verschiedene Einwirkung. Sie dehnen sich auch in dem Maaße, als sie ausgewärmt werden, aus, und ihre Ausdehnung, welche vorher dem geschlagenen Metall angehörte, wird nun mehr

oder weniger schnell die des gewöhnlichen Metalls, so daß ein zusammengedrücktes Metall nicht blos sehr verschiedene Ausdehnungen bei verschiedenen Temperaturgraden haben wird, sondern es werden dieselben auch variiren bei Versuchen, welche auf gleiche Weise, aber nacheinander angestellt werden. Man sieht leicht ein, daß ein zweiter Versuch ein anderes Resultat als der erste geben muß, wenn man dieselbe Stange anwendet, welche man nun auszuwärmen angefangen hatte.

Um ein Gesetz zu finden, welches die Ausdehnung der Metalle in eine Beziehung zu den Grundeigenschaften der Materie bringt, so müßte man diese Metalle unter sich bei wirklich vergleichbaren Temperaturzwischenräumen vergleichen, d. h. bei gleichen Abständen von ihrem Schmelzpunkt. Es ist nicht zu bezweifeln, daß die Ausdehnung der Metalle mit dem Volumgewicht und dem Abstand ihrer kleinsten Theilchen im Verhältniß steht; allein die bei gleichen Temperaturen gemachten Beobachtungen können uns hier nichts lehren.

Es würde zu dem Ende erforderlich seyn, die Metalle sämmtlich bei gleichem Abstand von ihrem Schmelzpunkt zu beobachten, wo man annehmen kann, daß die Theilchen, wenn nicht in gleicher Entfernung bei allen, doch wenigstens in proportionalen Abständen sich befinden werden. Die schmelzbarsten Metalle sind zugleich diejenigen, welche sich bei niedriger Temperatur am meisten ausdehnen; allein es würde sehr voreilig seyn, wenn man hieraus etwas folgern wollte, denn die äußerst genauen Versuche von Dulong und Petit zeigten, daß die Ausdehnung aller starren Körper und besonders der Metalle, nicht gleichförmig ist, sondern mit der zunehmenden Temperatur auch bedeutend wächst.

	Mittlere Ausdehnung von 0° bis 100°.	Mittlere Ausdehnung von 0° bis 300°.
Eisen . . .	0,00118	0,00146.
Kupfer . .	0,00171	0,00188.
Platin . . .	0,00884	0,00918.

Hieraus geht hervor, daß die schmelzbarsten Metalle zwischen 0° und 100° wirklich eine größere Ausdehnung be-

sitzen können, als andere, weil sie ihrem Schmelzpunkte näher als jene sind; es folgt jedoch hieraus nicht, daß sie in gleichen Abständen von diesem Punkte gleichfalls diese Eigenschaft beibehalten. Man würde z. B. das Blei vielleicht zwischen 0° und 100° mit dem Eisen zwischen 800° und 900° vergleichen müssen, um wirklich vergleichbare Resultate erhalten zu können; die in dieser Beziehung gemachten Beobachtungen, welche sich in folgender Tabelle verzeichnet finden, beruhen für jetzt noch auf der reinen Erfahrung.

Aus diesem merkwürdigen Gesetze läßt sich eine sehr beachtenswerthe Folgerung machen. Da die absolute Ausdehnung der Metalle sehr gering ist, so läßt man sie, um dieselbe leichter zu messen, eine größere Menge von Graden an der Thermometerskala durchlaufen; offenbar aber ist der daraus abgeleitete mittlere Werth zu groß, wenn man ihn auf niedrige Temperaturen anwendet, und zu gering, wenn man ihn auf höhere Grade dieser Skala bezieht. Man würde also für diese Bestimmungen sich am weitesten von den Temperaturen entfernen müssen, welche man näher studiren will. Wahrscheinlich beziehen sich die in nachstehender Tabelle aufgezeichneten Resultate auf das Mittel zwischen Temperaturen, welche von einander sehr entfernt liegen. Zu beträchtlich sind solche, wenn man sie blos zwischen 0° und 100° annimmt.

Lineare Ausdehnung der Metalle zwischen 0° und 100° C.

Namen der Metalle.	Ausdehnung für ein als Einheit angenommenes Lineal. In Decimal-Brüchen.	In gemeinen Brüchen.	Namen der Beobachter.
Zink, unter dem Hammer um einen Zoll auf den Fuß verlängert	0,00310833	1/322	Smeaton.
Zink, nicht geschlagen . .	0,00294167	1/340	Derselbe.
Blei	0,00284836	1/351	Lavoisier u. Laplace.
desgl.	0,00286667	1/349	Smeaton.
Zinn, in Körnern (Englisches.)	0,00248333	1/403	Derselbe.
Zinn, (fein englisch) . .	0,00228333	1/438	Derselbe.
Zinn von Falmouth . . .	0,00217298	1/462	Lavois. u. Laplace.
Zinn, ostindisches oder von Peru	0,00193765	1/516	Dieselben.
Silber	0,00208260	1/480	Troughton.
Kapellensilber	0,00190974	1/524	Lavois. u. Laplace.
Silber von Pariser Gehalt	0,00190868	1/524	Dieselben.
Kupfer	0,00190880	1/521	Troughton.
desgl.	0,00171733	1/582	Lavois. u. Laplace.
desgl. geschlagen	0,00170000	1/588	Smeaton.
Scheidegold	0,00146606	1/682	Lavois. u. Laplace.
Gold von Pariser Gehalt nicht ausgewärmt . . .	0,00155155	1/645	Dieselben.
desgl. ausgewärmt . . .	0,00151361	1/661	Dieselben.
Wismuth	0,00139167	1/719	Smeaton.
weiches Schmiedeeisen . .	0,00122045	1/819	Lavois. u. Laplace.
Rundeisen, durch das Zieheisen gegangen	0,00123504	1/812	Dieselben.
Eisen	0 00125833	1/795	Smeaton.
desgl. durch das Zieheisen gegangen	0,00144010	1/694	Troughton.
Antimon	0,00108333	1/923	Smeaton.
Palladium	0,00100000	1/1000	Wollaston.
Platin	0,00099180	1/1008	Troughton.
desgl.	0,00085655	1/1167	Borda.

722. Wärmecapazität. In der Einleitung haben wir bereits eine Tabelle über die Wärmecapazität aller Metalle mitgetheilt, welche durch sorgfältig angestellte Versuche gefunden worden. Wir kommen auf diesen Gegenstand hier nur deshalb wieder zurück, um auf ein von Dulong und Petit entdecktes Gesetz hinzuweisen, welches eben so merkwürdig ist, wie jenes, welches einen Zusammenhang zwischen den Atomgewichten und den Wärmecapazitäten beurkundet.

Man hatte geglaubt, daß die Wärmecapazität der Metalle sich beim Zunehmen der Temperatur wenig veränderte; man glaubte sogar, daß sie sich in dem Maaße vermindere, als die Temperatur des Metalls immer höher und höher gesteigert würde. Gerade das Gegentheil findet aber statt, indem die Wärmecapazität mit der Temperatur wächst.

Es verhält sich demnach mit der Capazität wie mit der Ausdehnungsfähigkeit, und es scheint sogar, als stünde diese Eigenschaften in genauem Zusammenhang miteinander, denn diejenigen Metalle, deren Ausdehnung am meisten zunimmt, sind gerade solche, deren Capazität mehr wächst. Um das Gesetz aufzufinden, welches diese Erscheinungen unter einander verknüpft, bedarf es noch zahlreicherer Versuche; die von Dulong und Petit angestellten lassen jedoch schon keinen Zweifel mehr über die Wirklichkeit der Erscheinung im Allgemeinen obwalten.

Mittlere Capazität des Eisens von 0°—100° = 0,1098
von 0°—200° = 0,1150
von 0°—300° = 0,1218
von 0°—350° = 0,1255

Alle untersuchten Metalle zeigen dieselbe Abweichung, nämlich:

	Mittlere Capazität zwischen 0° u. 100°	zwischen 0° u. 300°.
Quecksilber	0,0330	0,0350
Zink	0,0927	0,1015
Antimon	0,0507	0,0549
Silber	0,0557	0,0611
Kupfer	0,0949	0,1013
Platin	0,0335	0,0355

723. Leitungsfähigkeit. Seit langer Zeit schon hat man beobachtet, daß die Metalle die Fähigkeit die Wärme fortzupflanzen nicht alle in demselben Grad besitzen. Diese Eigenschaft ist jedoch bisher noch nicht der Gegenstand genauer Untersuchungen gewesen, bis endlich Despretz sich damit beschäftigte. Er nahm zu diesem Endzwecke Metallstäbe von ziemlich bedeutenden Dimensionen, und erwärmte sie an einem Ende gleichstark, nachdem Thermometer in gewisse Entfernungen von einander in dieselben eingesetzt waren, womit die Temperatur gemessen werden konnte, welche das Metall in seiner Masse durch Mittheilung erhielt.

Bei gutleitenden Metallen bilden die durch die Thermometer angezeigten Temperaturen, das Mittel zu 0° angenommen, eine abnehmende geometrische Reihe, wenn ihre Abstände von der Feuerstelle in arithmetischer Progression wächst. Für die schlechter leitenden Metalle, wie z. B. für Blei, findet die Abnahme noch rascher statt. Mittelst der von Fourier gefundenen Formeln kann man aus diesen Versuchen das Leitungsvermögen der Metalle finden.

Nach einer minder genauen Methode hat Ingenhousz die Metalle auf folgende Weise geordnet. Silber und Gold erhielt den ersten Rang; hierauf kam Kupfer und Zinn; Platin, Eisen, Stahl und Blei standen den obigen aber weit nach.

Folgendes sind die von Despretz gefundenen Resultate:

	Zahlen, welche der Leitungsfähigkeit proportional sind.
Gold	2004.
Silber	1950.
Kupfer	1800.
Eisen	750.
Zink	729.
Zinn	609.
Blei	360.

Das Platin steht wahrscheinlich dem Zink oder Zinn nahe.

724. Schmelzbarkeit und Flüchtigkeit.

Es giebt unter den Metallen solche, die flüchtig sind, während andere fast ganz fix oder feuerbeständig sind. Die

flüchtigen Metalle sind: Quecksilber, Kadmium, Kalium, Tellur und Zink. Diese sind in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes flüchtig, d. h. sie können destillirt werden; die vier ersten noch unter der Rothglühhitze, das letzte in der Rothgluth. Andere Metalle wiederum können nicht destillirt werden, wenn man sie allein erhitzt, verflüchtigen sich aber in bedeutender Menge mit Hülfe eines über sie hingehenden Gasstromes. Es ist vielleicht sogar möglich, daß viele Metalle hierher gezählt werden können. Diese Eigenschaft ist am Antimon und Natrium bisher wirklich beobachtet worden; sie findet sich übrigens nach Chaudet auch am Wismuth. Alle übrigen Metalle werden unter die feuerbeständigen gezählt, allein mehrere davon, wie bereits erwähnt, verflüchtigen sich in einem Gasstrom.

Das Quecksilber ist unter allen Metallen das flüchtigste; es kocht bei 350°C. Den Kochpunkt der übrigen Metalle hat man bisher noch nicht bestimmt. Das Quecksilber ist so flüchtig, daß es schon bei gewöhnlicher Temperatur Dämpfe bildet. Faraday überzeugte sich davon, indem er ein Goldblättchen in einer verschlossenen Flasche über eine Schicht Quecksilber aufhing. Nach Verlauf einiger Monate fand er das Goldblatt, welches das Quecksilber durchaus nicht berührte, ganz amalgamirt, d. h. in eine Legirung von Quecksilber und Gold verwandelt. Hiebei konnte also das Quecksilber in Dampfgestalt mit dem Golde in Berührung kommen.

725. Wenn gleich nicht alle Metalle sich in Dampf verwandeln können, so scheinen sie doch wenigstens durchgängig bei einer mehr oder minder hohen Temperatur zu schmelzen. Es existirt in dieser Hinsicht ein sehr bedeutender Unterschied. Während das Quecksilber bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist und sein Schmelzpunkt ungefähr 40° unter Null ist, so giebt es andrerseits Metalle, welche in den besten Öfen nicht geschmolzen werden können. Diese letzteren sind jedoch deshalb nicht unschmelzbar; sie erfordern nur, um geschmolzen zu werden, die Anwendung des Newmann'schen Knallgebläses, *) wie z. B. das Platin.

*) Dieser Apparat besteht aus einem sehr starken Metallgefäß, in welches man Knallluft, ein Gemenge von 1 Vol. Sauerstoff- und 2 Vol. Wasserstoffgas

Der Schmelzpunkt mehrerer Metalle wurde sorgfältig bestimmt. Bei denjenigen, welche unterhalb der Rothglühhitze schmelzen, wendete man Quecksilber- oder Luft-Thermometer an; bei solchen aber, welche höhere Hitzgrade erfordern, bediente man sich des Wedgwood'schen Pyrometers. Diese beiden Bestimmungsmethoden sind übrigens nicht vergleichbar. In neuester Zeit hat Prinsep ein sinnreiches Verfahren zur Bestimmung hoher Temperaturen angegeben. Es besteht in der Anwendung verschiedener Gold- und Silber- und Gold- und Platin-Legirungen, deren Schmelzpunkt vorher durch das Luftthermometer bestimmt worden war. Auch der spezif. Wärme hat man sich bedient, um einige hohe Temperaturen zu bestimmen, allein Dulong und Petit zeigte, daß dieß Verfahren nicht genaue Resultate liefert. Vielleicht erreichte man diesen Zweck leichter durch Anwendung der Methode von Biot, welche darin besteht, daß man einen Eisenstab in das geschmolzene Metall steckt, dann dessen Temperatur in einiger Entfernung davon bestimmt und hieraus die Temperatur des Bades nach den über die Fortpflanzung der Wärme durch Metalle bekannten Gesetzen berechnet.

Im Folgenden finden wir die Resultate der bisher über diesen Gegenstand angestellten Versuche zusammengestellt.

1.) Schmelzpunkt der unterhalb der Rothglühhitze schmelzenden Metalle.

	hundertheil. Thermometer.	
Quecksilber	-39^0	nach mehreren Chemikern.
Kalium	$+58^0$	„ Gay-Lussac und Thenard.
Natrium	$+90^0$	„ denselben.
Zinn	$+210^0$	„ Newton.

(33), preßt. Beim Gebrauche läßt man das Gasgemenge aus einer an dem Gefäß angebrachten feinen Röhre strömen und zündet dann den Gasstrom an; die in der Flamme sich erzeugende Hitze ist so groß, daß man alle Körper mit Ausnahme der Kohle darin schmelzen kann. Zur Vermeidung der hierbei leicht sich ereignenden sehr gefährlichen Detonationen, läßt man das ausströmende Gas, noch ehe es an die Röhrenmündung gelangt, durch mehrere in der Röhre befindliche feine Drahtgitter passiren, wodurch jede Gefahr beseitigt wird (478). A. u. E.

hunderttheil. Thermometer.

Wismuth	+256° nach Newton.
Blei	+260° „ Biot.
Tellur	etwas höher als Blei.
Zink	+370° nach Brongniart.
Antimon	etwas unter der Rothgluth.
Kadmium	desgl. nach Stromeyer.

2.) Schmelzpunkt der unterhalb der Rothglühhitze nicht schmelzbaren Metalle.

nach Wedgwoods Pyrometer.

Silber	20° nach Kennedy.
Kupfer	27° „ Wedgwood.
Gold	32° „ demselben.
Kobalt	etwas unter dem Eisen.
Eisen	130° „ Wedgwood.
Dasselbe	158° „ Mackenzie.
Mangan	160° „ Guyton.
Nickel	desgl. „ Richter.
Palladium	am wenigsten schmelzbar.

3.) Metalle, welche nur so weit schmelzen, daß sie in der Schmiedesse zusammen backen.

Molybdän,	Wolfram,
Uran,	Chrom.

4.) Metalle, welche selbst in dem Essenfeuer nicht zusammen backen.

Titan,	Rhodium,
Cerium,	Platin,
Osmium,	Tantal.
Iridium,	

Die Metalle der beiden letzten Klassen sind jedoch nicht unschmelzbar, denn sie können mit Hilfe des Newmann'schen Knallgebläses geschmolzen werden.

726. Elektrische Eigenschaften. Die klaren und wichtigen Folgerungen, zu denen uns die elektrochemische Theorie zu berechtigen scheint, sind für uns ein triftiger Grund zum genauern und sorgfältigen Studium der elektrischen Eigenschaften der Metalle. Wir können auf verschiedene Weise

zur nähern Kenntniß der Verhältnisse gelangen, welche in dieser Beziehung zwischen genannten Körpern existiren.

Ist die elektrochemische Theorie richtig, so scheint es, man dürfe blos die verschiedenen Metalle mit einander vergleichen und die Kraft näher bestimmen, mit welcher jedes derselben in seinen Verbindungen mit den nichtmetallischen Körpern festgehalten wird, die mit Ausnahme des Wasserstoffs gegen die Metalle stets negativ elektrisch sich verhalten. Stellt man diesen Vergleich sorgfältig an, so muß er uns ein getreues Bild von dem elektrischen Verhältniß liefern, in welchen die bekannten Metalle zu einander stehen.

Da jedoch diese Vergleichung durch mancherley Umstände schwierig wird, so werden die Chemiker noch lange nicht sicher auf die Resultate rechnen können, welche sie finden werden. Wir erwähnen hierbei nur, daß die Reihenfolge, in welcher die Körper zu einem nichtmetallischen Stoff stehen, nicht die nämliche ist, in welcher sie zu dem andern stehen; daß ferner für denselben Körper die Anzahl von Atomen, welche in der Verbindung vorhanden sind, einen bedeutenden Einfluß auf den Erfolg hat. (S. Einleitung §. 72. Diese Umstände beweisen zur Genüge, daß man auf diesem Wege nur zu schwankenden Angaben gelangen kann.

727. Wir lassen hier die von Berzelius im Jahr 1819 aufgestellte Reihe folgen, in welcher die Metalle nach ihren allgemeinen elektrischen Eigenschaften geordnet sind, und die negativen oben an stehen, worauf dann die positiven folgen:

1.) Molybdän,
Chrom,
Wolfram,
Antimon,
Tellur,
Tantal,
Titan,
Osmium.

2.) Gold,
Iridium,
Rhodium,

Platin,
Palladium,
Quecksilber,
Silber,
Kupfer,
Nickel,
Kobalt,
Wismuth,
Zinn,
Zirkonium,
Blei,
Cerium,
Uran,
Eisen,
Kadmium,
Mangan,
Aluminium,
Yttrium,
Beryllium.
3.) Magnesium,
Kalcium,
Strontium,
Barium,
Natrium,
Kalium,
Lithium.

728. Die Metalle der ersten Reihe sind im Allgemeinen mehr negativ als die der zweiten, und die der zweiten Reihe sind im Allgemeinen wiederum negativer als die Metalle der dritten. Übrigens ist in jeder Gruppe die Ordnung der Einzelnen nicht fest und bestimmt; es läßt sich selbst nicht behaupten, daß die Klassifikation für die erste und zweite Gruppe unveränderlich sicher sey, denn bisweilen müssen einige Metalle aus der einen in die andere gestellt werden.

Wir wollen dieß etwas näher betrachten, um diese allgemeine Klassifikation besser würdigen zu können.

Bei dem Studium der nichtmetallischen Körper ist es leicht, scharf bestimmte Gruppen zu bilden, nämlich:

1.) Fluor, Chlor, Brom, Jod.
2.) Sauerstoff, Selen, Schwefel.
3.) Bor, Kiesel, Kohlenstoff.
4.) Phosphor, Arsenik, Stickstoff.

In jeder dieser Gruppen ist die Ordnung nach dem elektrischen Werthe leicht fest zu stellen; versucht man aber die sämmtlichen Körper, welche sie enthalten, zusammen zu stellen und zu klassificiren, so stößt man auf bedeutende Hindernisse. Wenn nun diese 13 Körper, die man sehr genau kennt nicht mit Sicherheit in elektrischer Hinsicht geordnet werden können, so rührt dieß von Unregelmäßigkeiten oder von komplicirten Erscheinungen her, die sich an Körpern von verschiedener Natur darbieten.

Wahrscheinlich muß man bei den Metallen ähnliche Unterschiede machen, und nur solche mit einander vergleichen, welche ähnliche Eigenschaften besitzen. Auf solche Weise muß man diese Körper studiren, denn so schwierig es auch sein würde, bestimmte Beziehungen unter den insgesammt betrachteten Metallen festzustellen, so leicht ist es andrerseits, dieß bei solchen Metallen zu thun, welche hinsichtlich ihrer Eigenschaften einander sehr nahe stehen.

729. Wir werden nun sehen, ob wir die in Beziehung auf das elektrische Verhalten der Metalle gemachten Beobachtungen zu ihrer Klassifikation anwenden können.

Es ist eine bekannte Sache, daß zwischen zwei mit einander in Berührung gebrachten Metallen, ein Zustand des elektrischen Gleichgewichts eintritt, vermöge dessen das Eine positiv und das Andere negativ elektrisirt wird. In dieser Beziehung stellte Pouillet folgende Reihe auf, in welcher jedes Metall positiv gegen das nachfolgende ist:

Zink,
Blei,
Zinn,
Eisen,
Wismuth,
Kupfer,
Quecksilber,
Silber,

Gold,
Tellur,
Palladium,
Platin.

Wenn, wie es wahrscheinlich zu seyn scheint, die Elektrizität, welche die Metalle bei der gegenseitigen Berührung entwickeln, eine Folge der Oxydation des einen von ihnen ist, und wenn das oxydirbarste die positive Rolle spielt, so stellt diese Reihe nichts anderes als die größere oder geringere Leichtigkeit dar, mit welcher die Metalle sich bei gewöhnlicher Temperatur oxydiren. Hieraus erklärt sich, warum das Silber, was von den meisten Chemikern als ein positives Metall angesehen wird, den Physikern dagegen ein sehr negatives Metall zu seyn scheint. Die Contactelektrizität lehrt also den Chemikern nichts anderes, als was sie schon aus dem Verhalten des Sauerstoffs zu den Metallen kennen.

730. Man hat schon mehreremale die Leitungsfähigkeit der Metalle für die Elektrizität zu bestimmen gesucht. Davy, der sich zuerst damit beschäftigte, hält dafür, daß sie dem Durchschnitt der Metalldrähte oder Platten proportional sey und im umgekehrten Verhältniß zur Länge stehe. Drückt man die Leitungsfähigkeit des Platins durch 100 aus, so findet zwischen mehreren anderen Metallen in dieser Hinsicht folgendes Zahlenverhältniß statt.

Eisen	82
Platin	100
Zinn	109
Blei	380
Gold	400
Kupfer	550
Silber	600.

Becquerel, welcher sich mit demselben Gegenstand beschäftigte, fand seinerseits folgende Resultate:

Kalium	8
Quecksilber . . .	21
Blei	50
Eisen	95
Platin	100

Zinn	94
Zink	174
Silber	447
Gold	571
Kupfer	609.

Pouillet andrerseits fand wieder andere Zahlen.

Silber *)	860
Kupfer	738
Gold	623
Eisen	121
Platin	100.

Damit diese Resultate für den Chemiker brauchbar werden, müssen sie reduzirt werden. Man setzt hier voraus, daß die Beobachtungen an Drähten von gleicher Durchschnittsfläche angestellt worden, während man jedoch, wenn die Leitungsfähigkeit mit irgend einer chemischen Eigenschaft im Zusammenhang stünde, sie in Beziehung auf die Atomzahl würde betrachten müssen, oder was dasselbe wäre, man würde auf diese Weise die Leitungsfähigkeit der kleinsten Theilchen selbst bestimmen. Auf solche Weise würde man folgende Reihe erhalten, wenn man nämlich annimmt, daß die Atome der Metalle bei gewöhnlicher Temperatur in gleicher Entfernung von einander sich befinden.

Quecksilber	0,6
Kalium	1
Platin	2
Blei	2
Eisen	2
Zink	3
Zinn	4
Gold	8
Kupfer	10
Silber	40.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß die kleinsten Theilchen aller Metalle bei gewöhnlicher Temperatur gleichweit von

*) Das zu dem Versuche angewandte Silber hielt 986/1000 reines Silber und war mithin nicht chemisch rein.

einander entfernt sind. Um Anwendung von der Leitungsfähigkeit der Metalle machen zu können, müßte man hierüber Beobachtungen bei verschiedenen Temperaturen anstellen, welche von dem Schmelzpunkt der einzelnen Metalle sämmtlich gleich weit entfernt wären.

Aus den bisher über die Fähigkeit, mit welcher die Metalle die Elektrizität leiten, angestellten Untersuchungen ergiebt sich übrigens, daß man bis jetzt hiervon noch keinen Gebrauch zu deren Klassifikation machen kann.

731. Reibt man zwei Metalle mit einander, so wird dieß auch eine Quelle für Elektrizität, oder bewirkt vielmehr eine Aufhebung des elektrischen Gleichgewichts.

Diese Erscheinung, welche von Becquerel mittelst äußerst feiner Apparate studirt wurde, gab Veranlassung zur Aufstellung folgender Reihe, in welcher mit den positiven Metallen der Anfang gemacht und dann zu den negativen übergegangen wird, und zwar so, daß die untenstehenden Metalle, gegen ein vorhergehendes sich sämmtlich negativ verhalten.

Antimon,
Kadmium,
Eisen,
Zink,
Kupfer,
Silber,
Gold,
Zinn,
Blei,
Platin,
Palladium,
Kobalt,
Nickel,
Wismuth.

Die hier bezeichnete Ordnung kömmt so sehr mit derjenigen überein, welche man erhält, wenn man die Wärme als Erregungsmittel der Elektrizität anwendet, daß man nicht abgeneigt ist, anzunehmen, die Reibung wirke nur vermöge der dadurch entwickelten Wärme. Becquerel huldigt jedoch dieser Ansicht nicht, und stützt sich darauf, daß

zwei Metalle, welche durch Reiben sehr electrisch werden, wie z. B. Antimon und Wismuth, sich nicht elektrisiren, wenn man sie stark gegen einander schlägt.

Was immerhin auch die Kraft seyn mag, welche bei diesen Erscheinungen thätig ist, oder von welcher Eigenschaft diese auch herrühren mögen, so steht doch die Ordnung, zu welcher sie führen, offenbar nicht im näherem Zusammenhang mit den allgemeinen chemischen Eigenschaften der Metalle.

732. Wenn man aus zwei verschiedenen Metallen, einen Kreis fertigt, in welchem die beiden Berührungspunkte der Metalle zusammengelöthet sind, so braucht man nur das eine derselben zu erwärmen, um das elektrische Fluidum in Bewegung zu setzen, es wird dann ein Metall positiv und das andere negativ elektrisch. Für diesen Fall läßt sich sodann eine Reihe bilden, ähnlich der vorher erwähnten. Cumming that dieß, indem er die Metalle so aneinander reihte, daß jedes voranstehende positiv gegen das nachfolgende sich verhält, und dieses dagegen negativ gegen jenes ist. Man erhält so folgende Reihe:

Antimon,
Eisen,
Zink,
Gold,
Kupfer,
Rhodium,
Blei,
Zinn,
Silber,
Mangan,
Kobalt,
Palladium,
Platin,
Nickel,
Quecksilber,
Wismuth,

Beim ersten Blick zeigt sich hier aber, daß das thermoelektrische Verhalten in keinem Zusammenhang mit den chemischen Erscheinungen steht.

Becquerel zeigte kürzlich in einer sehr interessanten Abhandlung, daß die von Cumming aufgestellte Ordnung nicht ganz richtig ist; er ordnete die Metalle nach seinen eigenen mit großer Genauigkeit und Sorgfalt angestellten Versuchen folgendermassen, indem er hierbei auch von den positiven ausgeht und die negativen folgen läßt.

Eisen,
Silber,
Gold,
Zink,
Kupfer,
Zinn,
Platin,

Obgleich diese Anordnung von der vorigen verschieden ist, so genügt sie doch dem Chemiker nicht mehr. Becquerel zeigte ferner durch äußerst scharfsinnig angestellte Versuche, daß das thermoelektrische Vermögen der Metalle in unmittelbarem Zusamenhange mit ihrem Strahlungsvermögen steht. Es hängt also die elektrische Bewegung, welche durch die Wärme hervorgebracht wird, von einer physikalischen Eigenschaft der Metalle ab, und steht in keiner nähern Beziehung zu ihrem chemischen Verhalten. Indem Becquerel von diesem Gesichtspunkte ausging, war es ihm sogar möglich, die Zahlenwerthe zu bestimmen, welche die thermoelektrische Kraft eines jeden dieser Metalle ausdrücken; wir lassen diese hier folgen:

Eisen	5
Silber	4,07
Gold	4,052
Zink	4,035
Kupfer . . .	4
Zinn	3,89
Platin	3,68.

Diese übrigens für die Physik sehr schätzbaren Resultate dürfen uns jedoch bei der Klassifikation der Metalle nicht bestimmen.

733. Bringt man übrigens die Metalle mit Körpern in Berührung, welche sich mit ihnen verbinden können, so

liefert dieß gleichfalls behufs der Klassifikation der Metalle keine bestimmteren Resultate. Die Ordnung, in welcher hiernach die Metalle an einander gereiht werden müssen, hängt dann von der Stärke der Reaktion ab. Sie ändert sich nach dem angewandten Reagens, nach der Temperatur ꝛc. und zwar so sehr, daß man sich endlich in komplette Ungewißheit versetzt sieht.

Die elektrischen Erscheinungen, welche eine so bedeutende Rolle bei den chemischen Reaktionen spielen, kennt man also noch bei weitem zu wenig, um sie bei der Klassifikation zum Grunde legen zu können; es ist selbst nicht möglich mit ihrer Hülfe die Metalle in eine Reihe zu bringen, die ungefähr mit der Anordnung übereinstimmt, welche man in Folge ihrer chemischen Eigenschaften, als die richtige ansehen kann.

734. Um die Metalle in chemischer Hinsicht auf eine brauchbare Weise zu klassifiziren, darf man nicht bloß einen ihrer Charaktere berücksichtigen, sondern man muß ihre gesammten Eigenschaften zum Grunde legen.

Es kann hierbei von verschiedenen Gesichtspunkten ausgegangen werden. Man kann entweder die in den Künsten angewandten Metalle von den nicht benützten trennen, oder die gelben von den weißen, die flüchtigen von den feuerbeständigen ꝛc. unterscheiden, allein es ist dieß eine zu einseitige Betrachtungsweise, die keine weitern Resultate herbeiführen kann. Dasselbe findet statt, wenn man chemische Eigenschaften zu Hülfe nimmt, vorausgesetzt, daß diese bloß von einer einzigen Reihe von Verbindungen hergenommen sind. Ordnet man demnach die Metalle nach ihrem Verhalten gegen den Sauerstoff, so wird man diese Anordnung zwar gut bei allen Reaktionen finden, wo Sauerstoff mit zugegen ist, allein sie wird nicht weiter anwendbar sein, wenn dieser Körper nicht mehr mit den damit in Kontact gebrachten Stoffen zugleich auftritt.

Um demnach die Metalle, so wie überhaupt alle Körper zweckmäßig zu klassifiziren, müßte man sorgfältig ihre Reaktion gegen eine große Anzahl verschiedener Stoffe studiren und diejenigen dann zusammenstellen, welche die meisten Charaktere mit einander gemein haben. Obgleich nun

diese Aufgabe noch nicht vollkommen gelöst ist, so kann man doch die Metalle nach ihren bekannten Reaktionen annäherungsweise so klassifiziren, daß die Veränderungen, welche ihre Stellung in der Folge vielleicht noch erleiden dürfte, weder häufig, noch von Bedeutung sein werden.

Wir werden hier die Metalle nicht nach Familien klassifiziren, indem es hierzu nöthig wäre, Ideen vorauszuschicken, welche ich doch bei Vollendung des dritten Bandes dieses Werkes wieder modifiziren müßte. Es giebt zwar Metalle, welche in so vielen Eigenschaften einander gleichen, daß ich in dieser Beziehung keinen Anstand nehmen würde; hierher gehört z. B. das Titan und Zinn, Chrom und Mangan ꝛc.; andere dagegen müssen genau geprüft werden, ehe man hierüber entscheidet. Die auf den angeführten Grundsätzen beruhende und in diesem Werke angenommene Klassifikation werden wir erst im folgenden Bande kennen lernen, wo die Metalle in Familien gruppirt werden sollen.

Um nun vorläufig zu zeigen, in welchem Sinne ich diese Klassifikation nehme, und um daraus ersehen zu können, welchen Nutzen dieselbe gewährt, so werde ich hier die allgemeinen Charaktere einer dieser Familien mittheilen, deren Beschreibung den größten Theil dieses Bandes einnehmen wird.

Erste Familie.

Erste Abtheilung.	Zweite Abtheilung.
Kalium,	Barium,
Natrium,	Strontium,
Lithium,	Calcium.

Die zwischen diesen Metallen existirende Ähnlichkeit fiel allen Chemikern auf, denn sie besitzen sehr viele Eigenschaften gemeinschaftlich, die wir nun etwas näher beleuchten wollen.

Diese sechs Metalle können das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur zersetzen.

Ihre Oxyde sind im Wasser auflöslich und äußerst mächtige Salzbasen.

Sie bilden mit Sauerstoff auch Überoxyde (Superoxyde), welche weder saure noch bassische Rolle spielen, und die durch Wasser zersetzt werden; letzteres treibt einen Theil des Sauerstoffs aus und verwandelt sie in einfache Oxyde; bei der ersten Abtheilung findet diese Veränderung schon bei gewöhnlicher Temperatur statt, bei der zweiten aber erst in der Siedhitze.

Mit Chlor verbinden sie sich nur in einem einzigen Verhältniß.

Die Chlorverbindungen der ersten Abtheilung krystallisiren ohne Wasser, die der zweiten hingegen enthalten Wasser.

Die Chlor-, Jod- und Brom-Verbindungen sind im Wasser auflöslich.

Diese Metalle gehen Verbindungen mit Schwefel in verschiedenen Verhältnissen ein; diese Schwefelverbindungen sind auflöslich; die niedrigern Schwefelungsstufen (Protosulfures) können sich mit Schwefelwasserstoff vereinigen.

Sie bilden Phosphorverbindungen, welche das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur zersetzen, wodurch dann unterphosphorichtsaure Salze und Phosphorwasserstoff im Maximum entstehen; ihre Arsenikverbindungen verhalten sich auf ähnliche Weise.

Ihre Oxyde bilden feuerbeständige schwefelsaure Salze; während aber die schwefelsauren Salze der ersten Abtheilung sehr auflöslich sind, kommt diese Eigenschaft denen der zweiten in sehr geringem Grade oder gar nicht zu.

Die schweflichtsauren Salze dieser Metalle werden im Feuer zersetzt und zerfallen in schwefelsaure Salze und Schwefelmetalle.

Ihre salpetersauren Salze zersetzt das Feuer gleichfalls; die der ersten Abtheilung entbinden Sauerstoff und es bleiben untersalpetrichtsaure Salze zurück; die der zweiten Abtheilung liefern Sauerstoff und salpetrichte Säure; der Rückstand enthält zuweilen ein Überoxyd.

Die Oxyde der ersten Abtheilung bilden Hydrate und kohlensaure Salze, welche durch Glühen nicht zersetzt werden können; unter denen der zweiten besitzt bloß das Barium diese Eigenschaft.

Das Chlor zersetzt ihre Oxyde in der Rothglühhitze; es treibt den Sauerstoff aus und bemächtigt sich des Metalls; bei gewöhnlicher Temperatur vereinigt sich das Chlor mit ihren Hydraten und bildet Verbindungen von Chlormetallen mit Oxyden; es kann ferner mit denselben chlorsaure Salze und Chlormetalle erzeugen. Brom und Jod verhalten sich gegen sie auf ähnliche Weise.

Der Schwefel verwandelt in der Glühhitze ihre Oxyde in schwefelsaure Salze und Schwefelmetalle; bei 100° erzeugt er mit ihnen Schwefelmetalle und unterschweflichtsaure Salze.

Der Phosphor in einer Temperatur von ungefähr 100° bildet mit ihren Hydraten, Phosphorwasserstoff im Maximum und unterphosphorichtsaure Salze.

Der Wasserstoff zeigt keine Einwirkung auf ihre Oxyde.

Der Kohlenstoff wirkt nicht auf die der zweiten Abtheilung, allein er zersetzt die der ersten, wenigstens das Kali und Natron.

Ihre Chlor- und einfachen Schwefel-Verbindungen erzeugen mit konzentrirter Schwefelsäure Chlorwasserstoff oder Schwefelwasserstoff.

Alle diese Metalle sind isomorph. (S. Einleitung §. 46.)

Ich darf unbedenklich behaupten, daß Betrachtungen und Zusammenstellungen dieser Art die Chemie weiter fördern werden werden. Es ist diese Wissenschaft, wenigstens was das unorganische Reich betrifft, so weit bereits gediehen, daß man von höhern allgemeinen Gesichtspunkten ausgehen darf, und durchgreifende und offenkundige Ähnlichkeiten berücksichtigen muß. Es ist dieß bereits bei nichtmetallischen Körpern geschehen, allein für die Metalle besitzt man in dieser Hinsicht nur Versuche. In dem dritten Bande dieses Werkes werden wir die Metalle auf diese Weise ordnen und die bekannten Eigenschaften, so wie das chemische Verhalten derselben zum Grunde legen.

735. Ehe wir die allgemeinen Betrachtungen der Metalle beschließen, wird es nicht unnütz sein, der Ansichten hier noch zu gedenken, welche man von der Natur dieser Körper aufstellte. Diese Ideen beruhen auf einer Reihe von Thatsachen, welche einzeln genommen keinen positiven Beweis ab-

geben würden, und die insgesammt betrachtet, eben so wenig ein bestimmtes Resultat liefern könnten, welche aber immerhin eine nähere Würdigung verdienen. Davy, der diesen Punkt wiederhohlt zur Sprache brachte, scheint derjenige Chemiker zu seyn, welcher diese Ansichten für die wahrscheinlichsten hält.

Betrachtet man die Metalle nur als Grundstoffe, so stehen mehrere charakteristische Eigenschaften dieser Reihe von Körpern als isolirte Thatsachen ohne innern Zusammenhang da.

Hält man sie dagegen für zusammengesetzte Körper, so würden diese Charaktere durch auffallende Ähnlichkeiten unter einander verknüpft.

Sieht man die Metalle für Verbindungen an, so wird man veranlaßt, die Anwesenheit von Wasserstoff in denselben anzunehmen. Es ist dieß eine wahre Rückkehr zur phlogistischen Lehre, jedoch mit den Modifikationen, welche der gegenwärtige Stand der Wissenschaft erheischt.

Nehmen wir nun wirklich an, die Metalle seyen Verbindungen eines unbekannten Radikals mit Wasserstoff, so spricht dafür die Existenz des wasserstoffhaltigen Quecksilberammoniums und Kaliumamalgam-Ammoniums. Es sind dieß Verbindungen, welche einen starken metallischen Glanz und alle Eigenschaften der Metalllegirungen besitzen. Sie enthalten stets Wasserstoffstickstoff, welcher aus einer Maaß Stickstoff und vier Maaß Wasserstoff besteht. Man schloß hieraus, daß das Ammoniak sich in ein Metall verwandelt, wenn man den drei darin enthaltenen Volumen Wasserstoff noch ein viertes Volum hinzufügt.

Obgleich nun Stickstoff, Wasserstoff und Quecksilber einen Körper bilden, der Metallglanz und alle Eigenschaften der Legirungen besitzt, so würde es doch zu voreilig sein, hieraus schließen zu wollen, daß Stickstoff mit Wasserstoff verbunden, ein Metall erzeugen kann. Der Stahl oder das Gußeisen sind im hohem Grade mit metallischem Glanze begabt, obgleich sie in ihrer Mischung mehr Kohlenstoff oder Kiesel aufzuweisen haben, als man Stickstoff oder Wasserstoff in den angeführten Verbindungen findet. Obgleich nun

das Quecksilberammonium metallische Eigenschaften besitzt, so folgt doch auch hieraus nicht, daß Wasserstoff und Ammoniak ein Metall bilden. Da der Kiesel und der Kohlenstoff auch Verbindungen bilden, welche metallischen Charakter haben, so verliert die angeführte Thatsache bei diesem Vergleiche viel von ihrer Wichtigkeit.

Indessen zeigt dieses Faktum, daß wenn die Metalle wirklich zusammengesetzte Körper sind, sie höchst wahrscheinlich Wasserstoff enthalten müssen.

Da das Atomgewicht des Wasserstoffs sehr klein und sein positiver Werth sehr bedeutend ist, so läßt sich wohl annehmen, daß in den verschiedenen Metallen veränderliche Mengen Wasserstoff enthalten sind, und daß die Anwesenheit dieses Körpers die positiven Eigenschaften des Metalls bedingt.

736. Gay-Lussac machte vor längerer Zeit eine Bemerkung, die er jedoch nicht weiter verfolgte, die hier aber am rechten Orte ist. Er beobachtete nämlich, und im Allgemeinen ist diese Thatsache wahr, daß diejenigen Metalle, deren spezifisches Gewicht am kleinsten ist, den meisten Sauerstoff bei der Oxydation absorbiren; die dagegen, welche sehr dicht sind, nehmen am wenigsten Sauerstoff auf. Diese Thatsache läßt sich auch so ausdrücken: die dichtesten Metalle haben das größte und die specifisch leichtesten Metalle das kleinste Atomgewicht. Dieß Gesetz ist zwar nicht allgemein gültig, allein wenn man in dieser Beziehung die Metalle in zwei Gruppen bringt, so findet man, daß wenn die Dichtigkeit zwischen 9 und 21 variirt, das Atomgewicht wenig von 1200 abweicht; wenn dagegen das spez. Gewicht zwischen 9 und 1 und darunter wechselt, so ist das Atomgewicht wenig von 400 verschieden. In folgender Tabelle ist dieß dargestellt.

Erste Gruppe.

Metalle.	Dichtigkeit.	Atomgewichte.
Platin	21	1215,0
Gold	19,2	1243,0
Wolfram	17,6	1183,0
Quecksilber	13,5	1265,8
Palladium	11,8	707,7
Blei	11,3	1294,0
Silber	10,4	1350,0
Wismuth	9,8	1330
Uran	9,0	2711,3

Zweite Gruppe.

Metalle.	Dichtigkeit.	Atomgewichte.
Kobalt	8,5	369,0
Kupfer	8,8	395,6
Kadmium	8,6	696,0
Nickel	8,0	369,7
Eisen	7,7	339,2
Molybdän	7,4	596,8
Zinn	7,3	735,3
Zink	7,0	403,2
Mangan	6,8	355,7
Antimon	6,7	806,4
Tellur	6,1	403,2
Titan	5,3	340,0
Natrium	0,972	290,9
Kalium	0,865	487,9

Es liegt hier eine unbestreibare Thatsache vor. Sind die Metalle nun wirklich einfache Körper, so kann man nicht weiter gehen, aber wenn sie Wasserstoff enthalten, so ist eine Erklärung derselben leicht möglich. In ihren Verbindungen spielen die Metalle stets eine positive Rolle, woraus sich

schließen ließe, daß es eigentlich ihr Wasserstoff ist, der sich mit andern Körpern verbindet. Demzufolge müssten diejenigen Metalle, welche den meisten Sauerstoff aufnehmen, auch die größte Menge Wasserstoff enthalten. Da nun der Wasserstoff sehr leicht ist, so müssen diese Metalle auch die geringste Dichtigkeit besitzen. Ist die Verdichtung der Bestandtheile des Metalls d. h. des Wasserstoffs und des Radikals verschieden, so läßt sich hieraus ferner leicht erklären, warum sowohl die Dichtigkeit als die Atomgewichte keine regelmäßige Reihe bilden. Diese Resultate sämmtlich stimmen mit denen überein, welche vorstehende Tabelle aufweist.

Sind nun die Metalle aus einem negativen Radikal und Wasserstoff zusammengesetzt, welcher Letztere eine positive Rolle spielt, so kann wohl annehmen, daß Ersteres für alle Metalle dasselbe sey, es dürften nur z. B. im Platin mehr Atome davon vorhanden seyn, als im Kalium. Die Metalle, deren Atomgewicht sehr groß ist, werden daher im Allgemeinen negative Metalle seyn. Sie verbinden sich schwierig mit Sauerstoff oder mit Chlor ꝛc.; dagegen diejenigen mit einem kleinen Atomgewicht werden positiv seyn und ziehen Sauerstoff, Chlor ꝛc. begierig an.

Vereinigen sich die nichtmetallischen Körper mit den Metallen, so wird eigentlich die Verbindung zwischen ihnen und dem in Letzteren enthaltenen Wasserstoff statt finden. Die Oxyde können demnach als Verbindungen von Wasser mit dem Radikal der Metalle angesehen werden. Man suchte auf diese Weise die Menge des in jedem Metall befindlichen Wasserstoffs zu schätzen. In den Überoxyden wäre demnach genug Wasserstoff, um den Sauerstoff in Wasser zu verwandeln. Das Kalium würde z. B. dann sechs Atome Wasserstoff enthalten, weil es drei Atome Sauerstoff aufnehmen kann.

737. Wir wollen nicht länger bei diesen rein spekulativen Fragen verweilen, welche man übrigens etwa nicht mit den Träumereien der Alchymisten, oder den unverständlichen Deklamationen der letzten Vertheidiger der phlogistischen Theorie verwechseln darf.

Newton hielt die Metalle für zusammengesetzte Körper. Davy ging noch weiter und nahm die Existenz des Wasserstoffs in den Metallen als sehr wahrscheinlich an. Es ist nicht zu verkennen, daß diese Ansicht nebst ihren unmittelbaren Folgerungen ihn bei den meisten seiner Untersuchungen leitete.

Nachdem sich solche Autoritäten für diese Ansicht ausgesprochen haben, wollen wir es zum Grundsatze machen, bei allen die Eigenschaft der Metalle betreffenden Fragen, diese Hypothesen dann zu berücksichtigen, wenn sich dieselben nicht durch Analogien oder Vergleichung mit denjenigen Körpern entscheiden lassen, welche selbst zusammengesetzt sind. Es ist die einzige nützliche Anwendung, welche wir von den erwähnten Ansichten machen können; sie ist übrigens doch wichtig genug, daß sie die Anführung derselben rechtfertigen kann.

Nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft kann man nur sagen, daß die Metalle zusammengesetzte Körper zu seyn scheinen und daß es möglich wäre, daß sie Wasserstoff enthielten. Die große Zahl der Metalle einerseits, andererseits weil das Atomgewicht einiger derselben im Vergleich mit dem des Wasserstoffs sehr groß ist, sind die Gründe, welche diese Meinung unterstützen.

Capitel II.

Legirungen.

738. Die Legirungen sind unter die nützlichsten Verbindungen zu zählen, die wir besitzen. Da die Metalle in dem Gewerbsleben eine so wichtige Rolle spielen, so ist es wohl einleuchtend, daß von den Verbindungen derselben, die so mannigfaltiger Art seyn können, ohne daß ihr metallischer Charakter verloren geht, vielfache Anwendung gemacht werden kann. Es giebt eigentlich wenige Metalle, welche den Bedürfnissen der Künste entsprechen, und diese fordern bisweilen solche Eigenschaften, die die gewöhnlichen Metalle an sich nicht besitzen. In solchen Fällen muß man zu den Legirungen seine Zuflucht nehmen und diejenigen anwenden, welche die erforderlichen Eigenschaften haben. Dieß muß uns bestimmen, die Eigenschaften der Legirungen näher zu studiren, damit man in den Stand gesetzt werde, in vorkommenden Fällen neue dergleichen zu erzeugen, welche statt der Metalle angewendet werden können.

Unter den vierzig bekannten Metallen sind nur zwölf, von denen eine wichtige und vielseitige Anwendung gemacht werden kann; dagegen ist die Zahl der nutzbaren Legirungen weit beträchtlicher und wird immer noch mehr wachsen.

Die angewendeten Metalle sind folgende:

Eisen,	Quecksilber,
Kupfer,	Zink,
Blei,	Platin,
Zinn,	Arsenik,
Silber,	Antimon,
Gold,	Wismuth.

Von diesen Metallen wird das Platin im reinen Zustande angewendet; daß Eisen, Kupfer, Blei, Zinn, Silber, Gold und Zink werden in manchen Fällen auch unvermischt

benützt, allein wenn Härte erfordert wird, so muß man sie in Legirungen verwandeln; das Arsenik, Antimon und Wismuth sind dagegen zu spröde, als daß sie im reinen Zustand benützt werden könnten.

759. Wir wollen durch einige Beispiele zu zeigen suchen, wie die Künste die Eigenschaften, welche die Metalle dadurch erlangen, daß sie in Legirungen verwandelt werden, zu benutzen wissen.

Nehmen wir an, man wolle aus Metallen Buchdruckerlettern machen, so könnte man das Eisen, Kupfer, Zinn und Blei anwenden; die ersten beiden sind aber zu hart und würden das Papier zerreißen, die beiden andern sind dagegen zu weich, und würden den Druck der Presse nicht aushalten. Zur Vermeidung dieser Übelstände müßte man nun die ersten weich machen und die andern härten; um diesen Zweck zu erreichen, bereitet man eine Legirung von 20 Theilen Antimon und 80 Theilen Blei, und erhält so ein neues Metallgemisch, welches härter als Blei ist und allen Forderungen entspricht.

Nicht blos durch die Mischung der Metalle mit einander verändern sich deren Eigenschaften, sondern auch dadurch daß die Proportionen der Legirungen selbst wechseln. Verbindet man z. B. 90 Theile Kupfer mit 10 Theilen Zinn, so erhält man eine Legirung, deren Dichtigkeit größer ist, als die mittlere Dichtigkeit der beiden darin enthaltenen Metalle und die übrigens auch zäher, härter und schmelzbarer als das Kupfer ist; diese Legirung ist etwas hämmerbar, wenn sie langsam erkaltet, sehr dehnbar dagegen, wenn sie rothglühend gemacht und im kalten Wasser abgelöscht worden. Man verfertigt aus diesem Metallgemische die Kanonen, Medaillen und Standbilder von Erz. Legirt man 80 Theile Kupfer und 20 Theile Zinn, so zeichnet sich diese Verbindung durch ihren Wohlklang aus und wird deshalb zu Glocken verwendet. Ändert man das letzte Verhältniß etwas ab, so erhält man ein Gemisch woraus man die Kong-Kongs (tam-tam) der Chinesen, Zymbeln und Glocken der Wanduhren verfertigt. Werden 60 Theile Kupfer und 30 Theile Zinn zusammengeschmolzen, so giebt dieß eine Legirung, welche

einer schönen Politur fähig ist und zu Spiegeln der Teleskope gebraucht wird.

Jede Anwendung erfordert auch besondere Eigenschaften, man muß deshalb neue Legirungen erzeugen, um diese hervorzurufen. So enthält z. B. das zum Drehen geeignete Messing 2 bis 3 Prozent Blei; dieß paßt aber nicht für Messing, was unter den Hammer kommt, denn das bleifreie Messing arbeitet sich gut unter dem Hammer und schlecht auf der Drehbank. Man wendet deshalb zu jedem speziellen Zweck eine besondere Verbindung an. Als Zeichen einer fortgeschrittenen Zivilisation darf man deshalb wohl das Vorkommen der verschiedenen Arten gebräuchlicher Legirungen im Handel annehmen.

Jede Legirung ist demnach für die Künste ein neues Metall, was entweder nützlich ist oder keine Anwendung findet, je nach seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften. Leider kann man nicht aus der Mischung selbst im Voraus deren Eigenschaften bestimmen; zu dem Ende muß man diese speziell studiren, indem man die ganze Reihe möglicher Legirungen bereitet. Noch ist in dieser Hinsicht außerordentlich viel zu thun übrig, denn während tausende von Legirungen möglich sind, kennt man erst zwei oder drei hundert, und selbst von dieser kleinen Zahl sind erst etwa sechzig näher untersucht worden.

740. Sind die Legirungen Gemenge oder Verbindungen in bestimmten Verhältnissen? Mehrere Chemiker halten dieselben für bloße Gemenge und finden eine Stütze dieser Meinung darin, daß die Metalle sich in allen Verhältnissen unter einander verbinden.

Z. B. 100 Theile Silber vereinigen sich mit 1, 2, 5, ... 100, . . . 200, . . . 1000 rc. Theilen Blei. Wir sind nicht dieser Meinung, denn man kann auch annehmen, daß die Metalle sich in bestimmten Proportionen mit einander verbinden, und daß diese Verbindungen sich wieder mit einander vereinigen können, wodurch neue Legirungen entstehen, die von den Verbindungsgesetzen, welche man bei den übrigen Körpern beobachtete, sehr abzuweichen scheinen. Mehrere Thatsachen sprechen für diese Hypothese. Es ist

bekannt, daß eine geschmolzene Legirung in der Ruhe sich in zwei oder drei Schichten absondert, welches eben so viel verschiedene Verbindungen sind; ferner, daß wenn man, mit Ausnahme eines Amalgams, eine Legirung erhitzt, welche ein flüchtiges Metall enthält, dieses sich fast nie ganz verflüchtigt, sondern zum Theil zurückgehalten wird; ist dessen Menge gering, so ist es fast ganz unmöglich es zu verflüchtigen.

Durch genaue Versuche ist dargethan worden, daß alles gediegene Gold, was in goldhaltigem Sand vorkommt, zu gleicher Zeit Silber enthält, und daß Gold und Silber in diesem Falle stets in bestimmten stöchiometrischen Verhältnissen mit einander verbunden sind. Man fand, daß das Silber mit 4, 5, 6 . . . . 12 Atomen Gold aber nie mit einem Bruchtheil eines Atoms vereinigt ist.

Bereitet man ein Amalgam aus einem Theil Silber und 12 bis 15 Theilen Quecksilber, und man preßt nachher das Gemenge in einer Gemsenhaut, so scheidet sich dasselbe in zwei Theile, von denen der eine nur sehr wenig Silber haltendes Quecksilber ist, welches durch die Haut geht, während der andere in der letztern zurück bleibt und aus 1 Silber und 8 Quecksilber besteht und eine krystallisirbare Verbindung in bestimmten Proportionen ist. Eine ganz ähnliche Absonderung findet bei dem zum Belegen der Spiegel benützten Zinnamalgam statt; indem man nämlich diese mit Gewichten belastet, zwingt man das flüssigere Amalgam sich auszusondern, während ein anderes aus bestimmten Mengen von Quecksilber und Zinn bestehendes zurückbleibt, welches krystallisirbar ist und stark am Glase anhaftet.

Als letztes Beleg unserer Behauptung wollen wir noch eine Legirung anführen, welche sich auf sehr ausgezeichnete Weise in zwei bestimmt charakterisirte chemische Verbindungen scheidet; die Seigerung, eine metallurgische Operation, liefert uns ein Beispiel hierzu. Um das Silber aus dem Kupfer zu scheiden, versetzt man die Legirung mit einer gewissen Quantität Blei, so daß Kupfer und Blei in stöchiometrischem Verhältniß mit einander sich vereinigen. Wird diese Doppellegirung nun einer starken Hitze ausgesetzt, so zerfällt sie in zwei Verbindungen, von welchen die eine viel

leicht flüssiger ist und 12 Atome Blei gegen 1 Atom Kupfer enthält; die andere, schwerer schmelzbare besteht dagegen aus 12 Atomen Kupfer und 1 Atom Blei. Die letztere zieht zugleich die zwölf dreizehntel Silber an sich, die nachher auf dem Treibheerde davon abgeschieden werden.

Diese merkwürdige Erscheinung beweist zur Genüge, daß bei allen Legirungen bestimmte Proportionen statt finden. Mischt man zwei flüssige Metalle und läßt die Masse erkalten, so erzeugen sich hier ohne Zweifel mehrere Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen, welche nach Maaßgabe ihrer verschiedenen Schmelzbarkeit nach einander krystallisiren. Wenn dieselben bei gewöhnlicher Temperatur starr sind, so zeigt sich die ganze Masse gleichartig; setzt man sie nun einer angemessenen Temperatur aus, so kann man die am leichtesten schmelzbaren zum Fluß bringen, ohne daß die minder schmelzbaren flüssig davon werden. Der Seigerungsprozeß beruht demnach auf der Scheidung, welche durch das Erkalten der geschmolzenen Masse bewirkt wird.

Alle die angeführten Trennungen der Legirungen von bestimmten Mischungsverhältnissen zeigen zur Genüge, daß sie wirklich in einfachen stöchiometrischen Verhältnissen zusammen gesetzt seyn müssen, und wenn sie scheinbar in allen Proportionen gemischt werden können, so rührt dieß von ihrer Löslichkeit in einander oder in den Metallen selbst her.

741. Eigenschaften. Die Legirungen haben große Ähnlichkeit mit den Metallen. Gewöhnlich sind sie starr, ausgenommen die Amalgame, in welchen das Quecksilber vorwaltet, und die aus 3 Th. Natrium und 1 Th. Kalium bestehende Legirung, welche bei 0° flüssig ist. Alle Legirungen besitzen starken Metallglanz, sind undurchsichtig und haben eine eigenthümliche Farbe; die Wärme und Elektrizität leiten sie sehr gut.

Die Dichtigkeit der Legirungen ist bald größer, bald geringer als die mittlere Dichtigkeit der sie bildenden Metalle.

Legirungen, deren Dichtigkeit größer ist, als die mittlere Dichtigkeit der Metalle, woraus sie bestehen.	Legirungen, deren Dichtigkeit geringer ist, als die mittlere Dichtigkeit der sie bildenden Metalle.
Gold und Zink.	Gold und Silber.
Gold und Zinn.	Gold und Eisen.
Gold und Wismuth.	Gold und Blei.
Gold und Antimon.	Gold und Kupfer.
Gold und Kobalt.	Gold und Iridium.
Silber und Zink.	Gold und Nickel.
Silber und Blei.	Silber und Kupfer.
Silber und Zinn.	Kupfer und Blei.
Silber und Wismuth.	Eisen und Wismuth.
Silber und Antimon.	Eisen und Antimon.
Kupfer und Zink.	Eisen und Blei.
Kupfer und Zinn.	Zinn und Blei.
Kupfer und Palladium.	Zinn und Palladium.
Kupfer und Wismuth.	Zinn und Antimon.
Kupfer und Antimon.	Nickel und Arsenik.
Blei und Wismuth.	Zink und Antimon.
Blei und Antimon.	
Platin und Molybdän.	
Palladium und Wismuth.	

Allgemeine Regeln in Beziehung auf die Ausdehnung und Wärmecapazität der verschiedenen Legirungen lassen sich nicht angeben; man weiß nur, daß sie sowohl die Elektrizität, als auch die Wärme schlechter leiten, als die Metalle, aus welchen sie bestehen; man weiß auch, daß sie die Eigenschaft besitzen, sich gleich den Metallen, durch die wechselseitige Berührung zu elektrisiren.

742. Man benutzt der leichtern Pulverisirbarkeit wegen mehrere Legirungen, um die Wirkung der gewöhnlichen Elektrisirmaschinen zu vermehren. Übrigens steht die Rolle, welche die Legirungen hierbei spielen, in keiner Beziehung zu ihrer Fähigkeit sich durch den einfachen Kontakt zu elektrisiren. Die zu diesem Zwecke am meisten geeigneten Legirungen bestehen aus sehr oxydirbaren Metallen, weshalb

es nicht unwahrscheinlich ist, daß ihre vorzügliche Wirkung von den die Oxydation begleitenden elektrischen Erscheinungen herrühren.

Die Amalgame besitzen überhaupt die Eigenschaft, durch Reiben das Glas in hohem Grade zu elektrisiren. Man wendet hierzu vorzugsweise das Zinn- und Zink-Amalgam an. Um das Erste zu bereiten, amalgamirt man gleiche Theile Quecksilber und Zinn, und reibt nachher 6 Theile des noch warmen Amalgams mit 1 Theil erwärmter Kreide zusammen, das erhaltene Pulver wird in trocknen Gläsern aufbewahrt und das Reibzeug der Elektrisirmaschine damit bestrichen. Besser noch ist es, wenn man Zink statt Zinn zu diesem Amalgam wählt; man nimmt dann davon einen Theil und 5 Theile Quecksilber.

Die beste Legirung zu diesem Zweck erhält man jedoch, wenn beide Amalgame mit einander verbunden werden; man nimmt dann 2 Theile Quecksilber, 1 Theil Zink und 1 Theil Zinn. Zuerst wird Zinn und Zink zusammen geschmolzen, und ehe beide wieder erstarren, fügt man das Quecksilber portionenweise hinzu; diese Legirung wird nachher noch warm gestossen, bis sie in ein sehr feines schwarzes Pulver verwandelt ist; bei dem Gebrauche bestreicht man die Kissen der Maschinen mit Talg und streut dann das pulverisirte Amalgam gleichmäßig darauf.

743. Die Legirungen sind im Allgemeinen minder dehnbar, härter und spröder als das dehnbarste Metall, welches sich in denselben befindet.

Legirungen, welche aus dehnbaren Metallen bestehen, sind entweder spröde oder selbst dehnbar. Sind dieselben aus fast gleichen Antheilen zusammengesetzt, so sind sie eben so häufig dehnbar als spröde; ist dagegen das eine Metall vorwaltend, so sind sie meist dehnbar. Verbindet man dehnbare Metalle mit spröden, so erhält man gewöhnlich spröde Legirungen, wenn das spröde Metall vorherrscht, oder wenn es zu gleichen Theilen mit dem dehnbaren vorhanden ist; dagegen ist die Legirung beinahe immer dehnbar, wenn das dehnbare Metalle vorherrscht. Alle aus spröden Metallen bestehenden Legirungen sind selbst ohne Ausnahme spröde.

Einige Legirungen sind im hohen Grade wohlklingend.

Um diese allgemeinen Resultate recht anschaulich darzustellen, wollen wir als Beispiel drei Reihen anführen, welche in unmittelbarer Beziehung zu den sehr wichtigen Legirungen, der Bronze und dem Messing stehen. Man suchte das Kupfer theils mit dem Zink, theils mit dem Zinn zu verbinden, so wie auch alle drei mit einander in verschiedenen Verhältnissen; folgende Tafeln enthalten das Resultat dieser Versuche.

Kupfer und Zink.

In verschiedene Proportionen legirt, bilden diese Metalle das Messing, Similor, Tomback und mehrere andere Verbindungen, deren Namen nach der Mode wechseln. Folgende Resultate erhielt Margraff.

	Kupfer.	Zink.	
No. 1.	— 100.	— 100.	Die Hälfte des Zinks verbrennt oder verflüchtigt sich während des Zusammenschmelzens. Die erhaltene Legirung wird schwer von der Feile angegriffen und springt unter dem Hammer. Der Bruch ist körnig und die Farbe gelb.
No. 2.	— 100.	— 50.	Es verbrennt oder verflüchtigt sich etwas Zink, aber wenig. Die Legirung gleicht der vorigen.
No. 3.	— 100.	— 33.	Es verbrennt noch weniger Zink als bei No. 2. Die Feile greift das Gemisch an; es ist nur wenig hämmerbar, im Bruche körnig und gelb von Farbe.
No. 4.	— 100.	— 25.	Es verbrennt wieder weniger Zink als bei No. 3. Die Legirung ist gelb, feilt sich gut und streckt sich unter dem Hammer; im Bruche sehr gleichförmig.

	Kupfer.	Zink.	
No. 5.	— 100.	— 20.	Es verbrennt noch weniger Zink. Die Legirung ist geschmeidig, hämmerbar, glänzend im Bruche und schön gelb.
No. 6.	— 100.	— 16.	Es findet fast kein Zinkverlust statt. Die Legirung ist noch schöner gelb als No. 5., sehr geschmeidig und hämmerbar.
No. 7.	— 100.	— 14.	Sehr schön gelb, geschmeidig und hämmerbar.
No. 8.	— 100.	— 12.	Die Legirung ist goldgelb, von feinerem Korn als die vorhergehenden, geschmeidig und hämmerbar.
No. 9.	— 100.	— 8—9.	Sehr schön goldfärbig, leicht zu feilen, sehr hämmerbar und von sehr feinem Korn.

Diesen Erfahrungen zufolge scheint es, daß die größte Menge Zink, welche mit dem Kupfer in der Rothglühhitze verbunden bleiben kann, ungefähr (No. 1 und 2) zwei Atome Kupfer gegen ein Atom Zink beträgt. Die Legirung wird erst hämmerbar (No. 4), wenn man wenigstens 4 Atome Kupfer mit einem Atom Zink vereinigt. Endlich nimmt die Legirung die Farbe des Goldes an (No. 8), wenn sich das Kupfer zum Zink den Atomen nach wie 8:1 verhält.

Kupfer und Zinn.

Beide Metalle in verschiedenen Quantitäten mit einander verbunden, bilden das Metall zu Spiegelteleskopen, zu Glocken, zu Kong-Kongs, das Stückgut ꝛc.

Folgende Resultate erhielt Margraff aus seinen damit angestellten Versuchen.

	Kupfer.	Zinn.	
No. 1.	— 100.	— 100.	Während der Schmelzung oxydirt sich etwas Zinn. Die Legirung ist brüchig, graulich weiß und wird von der Feile angegriffen.
No. 2.	— 100.	— 50.	Etwas Zinn wird oxydirt. Die Legirung ist spröde, weiß und im Bru-

che eben; es ist dieß das Spiegelmetall.

	Kupfer.	Zinn.	
No. 3.	— 100.	— 33.	Das Zinn oxydirt sich etwas. Die Mischung ist weiß, spröde, im Bruche eben und wird von der Feile angegriffen.
No. 4.	— 100.	— 25.	Körniger Bruch; gelblich weiße Farbe; die Legirung ist spröde, läßt sich aber feilen, und wird zu Glocken und Kong-Kongs angewendet.
No. 5.	— 100.	— 20.	Die Legirung ist spröde und körnig im Bruch und gelb von Farbe; die Feile greift sie an.
No. 6.	— 100.	— 16.	Etwas hämmerbar; körnig im Bruch und gelblich. Von der Feile wird die Verbindung angegriffen.
No. 7.	— 100.	— 14.	Leichter als No. 6 zu feilen; hämmerbarer, gelber und körniger im Bruche.
No. 8.	— 100.	— 12,5.	Hart, aber etwas hämmerbar; röthlich gelb und im Bruche feinkörniger als No. 7.
No. 9.	— 100.	— 11.	Die Legirung ist wohlklingend, körnig im Bruch und röthlich. Die Feile greift an. Es ist dieß das Kanonenmetall.
No. 10.	— 100.	— 10.	Wie No. 9.
No. 11.	— 100.	— 9.	Wie No. 9; noch röther, leichter zu feilen und feiner von Korn.
No. 12.	— 100.	— 8.	Gelblich roth, feinkörnig, etwas hämmerbar; läßt sich feilen. Diese Legirung wird zu Medaillen und Münzen angewendet.

Damit das Zinn sich nicht stark oxydire, muß die Legirung 2 Atome Kupfer auf 1 Atom Zinn (No. 1.) enthalten. Die wohlklingendste Verbindung besteht aus 8 Atom Kupfer und 1 Atom Zinn (No. 4.); entschieden gelb wird dieselbe

erst, wenn man 12 Atome Kupfer mit 1 Atom Zinn vereinigt (No. 6.).

Kupfer, Zink und Zinn.

Die Legirungen, welche man mit diesen drei Metallen erhält, kommen häufig im Handel vor, und werden bald mit dem Messing, bald mit der Bronze verwechselt, je nachdem sie sich der einen oder der andern dieser beiden Legirungen mehr nähern. Margraff erhielt durch Zusammenschmelzen dieser Metalle folgende Resultate:

	Kupfer.	Zink.	Zinn.	
No. 1.	100. —	100. —	100.	Beim Schmelzen verflüchtigt sich viel Zink. Die Legirung ist sehr weiß, läßt sich feilen, aber sehr spröde und im Bruche grobkörnig.
No. 2.	100. —	50. —	50.	Noch großer Zinkverlust beim Schmelzen. Die Legirung ist brüchig, läßt sich feilen; weiß und im Bruche feinkörniger als No. 1.
No. 3.	100. —	25. —	50.	Weiß ins gelbliche spielend. Hart und im Bruche eben; läßt sich feilen, ist aber nicht hämmerbar.
No. 4.	100. —	25. —	25.	Beim Schmelzen ein geringer Verlust.
No. 5.	100. —	20. —	20.	Körniger Bruch; hart, spröde, gelblich; läßt sich feilen.
No. 6.	100. —	16. —	16.	Ebener Bruch, hart, spröde, gelblich und schwer zu feilen.
No. 7.	100. —	14. —	14.	Etwas hämmerbar; läßt sich besser feilen; gelb.
No. 8.	100. —	12,5. —	12,5.	Ebener Bruch, noch mehr hämmerbar, leichter zu feilen als No. 7; gelb aber noch sehr hart.
No. 9.	100. —	11. —	11.	Dieselben Eigenschaften; hämmerbarer und gelber.

	Kupfer.	Zink.	Zinn.	
No. 10.	100. —	10. —	10.	Feinkörnig, sehr schön gelb, hämmerbar.
No. 11.	100. —	8. —	8.	Gelber, feinkörniger, hämmerbarer und leichter zu feilen.
No. 12.	100. —	7. —	7.	Sehr fein, hämmerbar, leicht zu feilen, goldfärbig.
No. 13.	100. —	6. —	6.	Schöne Goldfarbe; giebt leicht der Feile und dem Hammer nach.

Diese Legirung, welche man sehr leicht bereitet, wenn man dem Messing Zinn hinzufügt, scheinen in der Industrie sehr vortheilhaft angewendet werden zu können, wenn ihre Eigenschaften noch genauer untersucht seyn werden.

744. Wird eine Legirung der Wärme ausgesetzt, so dehnt sie sich aus und schmilzt endlich. Gewöhnlich ist der Schmelzpunkt der Legirung niedriger, als der des leichtflüssigsten Metalls, welches sich in dem Gemische befindet. Sind die die Legirung bildenden Metalle fast gleich schmelzbar, so schmilzt jene immerhin bei noch niedrigern Temperaturgraden als das am leichtesten schmelzbare Metall des Gemisches. Eine durch ihre Leichtflüssigkeit merkwürdige Legirung ist das Metallgemisch von D'Arcet, bestehend aus 8 Thl. Wismuth, 5 Thl. Blei und 3 Thl. Zinn; schon das kochende Wasser macht es schmelzen, ja es schmilzt sogar schon bei einer Temperatur von 90°—95°.

Newton verdanken wir die ersten Beobachtungen über die merkwürdige Schmelzbarkeit gewisser Legirungen. Dieser große Mann hatte bemerkt, daß eine Legirung von 5 Thl. Wismuth, 3 Thl. Zinn und 2 Thl. Blei bei ungefähr 100 Graden erstarrte. Mußchenbroek, Margraff, Rose und D'Arcet untersuchten diese Legirung aufs Neue, welche in Frankreich den Namen „D'Arcet'sche Legirung" und in Deutschland den Namen „Rose'sches Metallgemisch" erhielt. Verbindet man diese drei Metalle in welchen Verhältnissen es immerhin auch sey, so erhält man Legirungen, welche stets bei niedrigerer Temperatur schmelzen,

als das schmelzbarste dieser Metalle; folgende Resultate erhielt D'Arcet in dieser Hinsicht:

	Wismuth.	Blei.	Zinn.	
No. 1.	7.	— 2.	— 4.	Wird bei 100° weich, aber schmilzt nicht; läßt sich in diesem Zustand kneten.
No. 2.	8.	— 2.	— 6.	Bei 100° weich werdend; es oxydirt sich leicht und hat zu viel Zinn.
No. 3.	8.	— 2.	— 4.	Wird bei 100° weich und nimmt die Konsistenz des Butters an.
No. 4.	16.	— 4.	— 7.	Wird weicher als No. 3.
No. 5.	9.	— 2.	— 4.	Wird weniger weich als No. 4.
No. 6.	16.	— 5.	— 7.	Wird bei 100° beinahe flüssig.
No. 7.	8.	— 3.	— 4.	Bei 100° flüssig, fließt aber schlecht und hinterläßt einen Schwanz.
No. 8.	8.	— 4.	— 4.	Sehr flüssig bei 100°.
No 9.	16.	— 9.	— 7.	Flüssig wie No. 8.
No. 10.	8.	— 5.	— 3.	Schmilzt bei 94°.
No. 11.	8.	— 6.	— 2.	Beinahe eben so flüssig wie No. 10.
No. 12.	8.	— 7.	— 1.	Wird bei 100° weich, schmilzt aber nicht.
No. 13.	16.	— 15.	— 1.	Schmilzt nicht bei 100° und wird sogar nicht weich.
No. 14.	1.	— 1.	— 0.	Verändert sich bei 100° nicht, aber schmilzt bei 165° C.
No. 15.	1.	— 0.	— 1.	Bei 100° sich nicht verändernd, schmilzt aber bei 150° C.

Es ist demnach leicht, Gemische von diesen drei Metallen zu erzeugen, welche sehr verschiedene Schmelzpunkte besitzen. Auf diese Eigenschaft gründet sich die Anwendung der hieraus verfertigten Sicherheits-Scheiben, welche man in Frankreich bei Dampfkesseln anbringt. *)

*) Diese Scheiben werden in den obern Theil der Dampfkessel von Dampfmaschinen eingesetzt, und haben nebst dem Sicherheitsventil die Bestimmung möglichen Unglücksfällen, die durch das Zerspringen der Kessel herbeigeführt werden können, vorzubeugen. Für den Fall nämlich, wo das Sicherheitsventil seinen Dienst versagen sollte, oder wenn es, wie zuweilen aus Unvorsichtigkeit oder Unverstand geschieht, zu sehr belastet worden, so schmilzt die

Läßt man eine Legirung, nachdem sie geschmolzen worden, ruhig stehen, so erstarrt sie allmählig und krystallisirt verworren; bisweilen sondert sie sich in mehrere Schichten von verschiedener Dichtigkeit.

754. Wird eine Legirung, welche ein flüchtiges Metall enthält, einer größern Hitze ausgesetzt als nöthig ist, um dieselbe zu schmelzen, so wird sie zuweilen gänzlich zersetzt; oft aber geschieht diese Zersetzung nicht vollständig. Ein Theil des flüchtigen Metalls wird zwar frei, allein theilweise bleibt es noch in der Legirung zurück. In diesem Falle, weil nämlich die Legirungen Verbindungen in verschiedenen Verhältnissen bilden können, verflüchtigt sich eine gewisse Menge des Metalls, bis die zurückbleibende Verbindung beständiger geworden ist. Wenn die Legirungen Metalle enthalten, die hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaften sehr weit von einander abstehen, so tritt ein Zeitpunkt ein, wo das flüchtige Metall durch eine zu starke Verwandtschaft zurückgehalten wird, als daß eine weitere Trennung Statt haben könnte.

Die Legirungen, welche Quecksilber enthalten, zersetzen sich vollständig, entweder wegen der geringen Verwandtschaft des Quecksilbers, oder wegen der großen Flüchtigkeit dieses Metalls; sie zersetzen sich dagegen nie vollständig, wenn sie Kalium, Tellur, Kadmium und besonders Zink enthalten, weil diese Metalle theils minder flüchtig sind als Quecksilber, theils eine größere chemische Verwandtschaft besitzen, als dieses. Soll in diesen Fällen eine merkliche Zersetzung Statt haben, so muß die Legirung von diesen Metallen eine große Menge enthalten. Die Zersetzung geht demnach um so schneller vor sich, wenn das fixe Metall eine geringere Verwandtschaft zu dem flüchtigen besitzt und dieses selbst sehr flüchtig und die Temperatur sehr hoch ist.

Studirt man diese Klasse von Erscheinungen genauer, so wird man bald gewahr, daß die Grenzen, die den Wir-

---

leichtflüssige Metallplatte, ehe noch die Dämpfe eine solche Expansion erlangen, daß der Kessel zerspringen könnte, und die heißen Dämpfe entweichen dann durch die Öffnung, aus welcher die Platte herausgeschmolzen. A. u. E.

kungen des Feuers gesteckt sind, stets durch Verbindungen in festen oder bestimmten Mengenverhältnissen bestimmt werden. Diese Thatsache bestätigt sich vorzüglich an den Zink- und Antimonlegirungen.

746. Chemische Eigenschaften. In den meisten Fällen, verhalten sich die Legirungen, wie die sie bildenden Metalle. Bisweilen aber ist die Verbindung so innig, daß verschiedene Reagentien, welche auf die einzelnen Metalle leicht einwirken, nur schwierig die Legirung angreifen.

Die Luft wirkt gewöhnlich schwächer auf die Legirungen, als auf die einzelnen Metalle. Hiervon giebt es jedoch einige Ausnahmen: z. B. das Bleiloth, bestehend aus 2 Theilen Blei und 1 Theil Zinn, brennt wie ein Pyrophor in der Rothglühhitze und eine Legirung von 3 Theilen Blei und 1 Theil Zinn ist noch brennbarer, indem diese in der Glühhitze mit Lichtentwicklung verbrennt. Man schreibt diese Wirkung der Verbindung zu, welche beide Oxyde mit einander eingehen. Es ist wohl kein Zweifel, daß diese Erscheinung zum Theil davon herrühren mag, allein gewiß hat auch der durch die Berührung erzeugte elektrische Zustand der beiden Metalle Antheil daran.

Die Wärme, in welche die Legirung versetzt wird, steigert diesen elektrischen Zustand und das mehr positive Metall oxydirt sich. Wird nun das Oxyd negativ gegen das andere Metall, so wird auch dieses zur Oxydation bestimmt. Diese Verbrennungserscheinungen zeigen sich auch an Legirungen, welche aus einem negativen säuerungsfähigen und einem sehr basischen, elektropositiven Metall bestehen. Die Legirungen von Chrom und Blei, Antimon und Eisen liefern hiervon ein sehr auffallendes Beispiel. Letztere entzündet sich am Feuerstahl oder durch einen starken Feilstrich. Erstere fängt theils freiwillig, theils bei gelinder Erwärmung schon Feuer. Diese Art von Erscheinungen bietet sich in einem ausgezeichneten Grade an den Legirungen des Kaliums mit säuerungsfähigen Metallen dar. Eine Legirung von Kalium und Antimon erzeugt durch seine rasche Verbrennung eine Art von Explosion an der Luft, wenn sie fein zertheilt ist.

747. Besteht eine Legirung aus einem Metall, welches fähig ist Sauerstoff zu absorbiren und aus einem andern, welches nicht oxydirbar ist, so kann man das erste in Oxyd verwandeln, während das zweite nicht angegriffen wird. Diese Eigenschaft benützt man bei der Scheidung des Silbers vom Blei. Enthält die Legirung zwei leicht oxydirbare Metalle, so werden sie beide in Oxyde verwandelt, oxydirt sich dagegen das eine Metall leichter als das andere, so kann man Letzteres beinahe rein erhalten, wenn man die Operation zu einem gewissen Zeitpunkt unterbricht. Auf diese Weise kann man das Zinn vom Kupfer scheiden; man wendete dieß Verfahren während der französischen Revolution zur Scheidung der Glockenspeise an.

Man darf hierbei jedoch nicht übersehen, daß in dem Maaße, als das eine Metall sich oxydirt, dadurch ein elektrischer Zustand in dem nicht oxydirten Metall eintritt, welcher Letzteres auch zur Oxydation geneigt macht. Dieß findet bei dem gewöhnlichen Probiren der Silber und Kupferlegirungen mittelst der Kupellation Statt. Da das Kupferoxyd die Rolle einer Säure gegen das Silberoxyd spielt, so kann es leicht dieß Metall bestimmen, sich zu oxydiren. Man kann auch annehmen, daß das Kupferoxyd negativ gegen das Silber ist, wodurch Letzteres positiv und folglich auch geneigt wird, sich mit Sauerstoff zu verbinden. Aus diesem Grunde oxydirt sich immer zugleich etwas Silber, wenn das Kupfer und Blei sich in die Probirkapelle als Oxyd zieht.

Überhaupt zeigt sich diese Art Oxydation oft bei der Oxydirung der Legirungen und ändert die Resultate, welche man erwarten könnte, wenn die Metalle bloß gemäß ihrer primitiven Eigenschaften wirksam gewesen wären.

Die Säuren wirken gewöhnlich auf die Legirungen, wie auf das vorherrschende Metall; demnach wird eine Legirung von 2 Theilen Gold und 1 Theil Silber nur oberflächlich durch die Salpetersäure angegriffen.

748. Bereitung. Man bereitet die Legirungen, indem man die Metalle in einem Tiegel schmilzt, und im geschmolzenen Zustand wohl unter einander rührt; wollte man dieß unterlassen, so würde die Legirung nicht durch und durch

gleichartig werden, vorzüglich wenn die Metalle von bedeutend verschiedenem spezifischen Gewicht sind. Die unteren Schichten der Legirung werden mehr von dem schweren Metall enthalten, als die oberen. Die geschmolzenen Legirungen werden endlich nach Bedürfniß entweder in Gießbuckel oder in Formen gegossen und geformt.

Capitel III.

Wirkung des Sauerstoffs auf die Metalle. — Von den Metalloxyden im Allgemeinen.

749. Um die Hauptcharaktere der Metalloxyde richtig aufzufassen, darf man nicht übersehen, daß ihre Eigenschaften von drei Hauptbedingungen abhängen: 1) von dem ausgezeichnet negativen Verhalten des Sauerstoffs; 2) von dem mehr oder minder negativen Verhalten des Metalls; 3) von dem Verhalten des Sauerstoffs und des Metalls zu den übrigen Körpern, welche man mit einem Oxyde zusammenbringt. Es geht daraus hervor, daß ein Oxyd stets negativ gegen das Metall sich verhält, welches seine Basis ist, und daß bei ein und demselben Metall das Oxyd stets negativ gegen das Oxydul ist. Hieraus ergiebt sich ferner, daß die Oxyde verschiedener Metalle entweder sich positiv oder negativ gegen einander verhalten, je nach dem elektrischen Werth des in ihnen befindlichen Metalls und der Menge Sauerstoff, welche damit verbunden ist. Nehmen wir nun an, es werde ein Oxyd mit einem einfachen Körper in Berührung gebracht, so wird sich Letzterer des Sauerstoffs des Erstern bemächtigen, wenn dieses negativ gegen jenen sich verhält; ist das Metall im Gegentheil negativ, so wird es entweder keine Wirkung auf das Oxyd äußern oder es verbindet sich mit dem Metall und dem Sauerstoff zugleich. Alle diese Fälle sind leicht vorher zu bestimmen, wenn man weiß, wie sie theils gegen verschiedene einfache Körper, theils unter sich selbst und gegen ihre Hauptverbindungen sich in elektrischer Beziehung verhalten.

Wir haben uns jetzt mit zwei verschiedenen Gegenständen zu beschäftigen, nämlich mit der Wirkung des Sauer-

stoffs, welche unter verschiedenen Umständen Statt findet, und mit der allgemeinen Beschreibung der Oxyde selbst.

750. Wirkung des Sauerstoffs oder der Luft im trocknen Zustande. Die wichtige Rolle, welche der Sauerstoff bei allen chemischen Erscheinungen spielt, veranlaßte die Chemiker, eine besondere Aufmerksamkeit dem Oxydationsprozeß der Metalle zu widmen.

Alle Metalle wurden mit Sauerstoff verbunden und die Meisten unter ihnen bilden mehrere Oxyde.

Nicht alle Metalle jedoch können sich direkte mit diesem Gase vereinigen. So verbinden sich z. B. das Gold, Platin, Iridium und Silber nie directe mit dem gasförmigen Sauerstoff. Unter den übrigen Metallen ist nur ein einziges, welches das trockne Sauerstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur absorbiren kann, nämlich das Kalium. Alle andern Metalle vereinigen sich mit dem Sauerstoff erst in höherer Temperatur. Gewöhnlich ist die Absorption des Sauerstoffs von beträchtlicher Wärmeentwicklung begleitet, die sich durch ein mehr oder minder lebhaftes Erglühen zu erkennen giebt. Damit diese Erscheinung sichtbar werde, ist es erforderlich, daß die Wirkung rasch vor sich gehe, was nur unter folgenden Bedingungen statt finden kann.

Wenn Metall und Oxyd sehr wenig schmelzbar sind, so muß das Metall sehr fein zertheilt seyn. Dieser Fall findet bei Aluminium, Kupfer, Mangan ꝛc. statt. Das Kupfer z. B. welches als Blech oder Draht erhitzt wird, ohne eine auffallende Erscheinung zu zeigen, erglüht plötzlich im Sauerstoff oder in der gewöhnlichen Luft schon, wenn es fein zertheilt ist und nun so stark erhitzt wird, daß die Oxydation möglich ist.

Hat ein strengflüssiges Metall Draht- oder Blechform, so muß das Oxyd sehr schmelzbar oder flüchtig seyn. Dieß zeigt sich am Eisen, welches mit großer Heftigkeit im Sauerstoff brennt, weil durch die Schmelzbarkeit des sich bildenden Oxyds immer neue Metalltheile wieder entblößt werden.

Wenn das Metall sehr schmelzbar ist, so muß es entweder selbst flüchtig seyn, oder das sich erzeugende Oxyd muß diese Eigenschaft besitzen. Aus diesem Grunde brennt das

flüchtige Zink schon in der Luft äußerst lebhaft. Deshalb zeigt auch Antimon lebhaftes Erglühen, weil es, obgleich nicht selbst flüchtig, doch ein flüchtiges Oxyd bildet, welches sich vom brennenden Metall entfernt und somit dasselbe immer wieder entblößt.

Man kann demnach die Behauptung aufstellen, daß beinahe alle Metalle sich mit Licht- und Wärmeentwicklung oxydiren, wenn sie den Sauerstoff direkte absorbiren und wenn überhaupt dieser Prozeß bei einer hinreichend großen Masse rasch genug statt findet.

Was hier nur vom Sauerstoff behauptet wurde, gilt auch für die atmosphärische Luft. Im trocknen Zustand wirkt sie allein nur auf Kalium ein. Erhitzt wirkt sie dagegen auf alle die Metalle, welche der reine Sauerstoff angreift; diese Einwirkung ist nur minder lebhaft und schwächer.

751. Es ist einleuchtend, daß die Art und Weise, wie der Sauerstoff auf die Metalle wirkt, sehr schätzbare Thatsachen für das Studium der daraus hervorgehenden Verbindungen darbietet. Man begreift zugleich aber auch aus dem Vorhergehenden, daß es unmöglich seyn würde die Metalle zweckmäßig zu ordnen, wenn man selbst mit äußerster Sorgfalt die Temperatur, bei welcher sie sich oxydiren, bestimmen wollte. Es wechselt dieselbe so sehr nach dem Aggregatzustand der Metalle, daß man hieraus doch nichts würde schließen können. Diese Klassifikation ist übrigens doch möglich, und soll nun vorgenommen werden, ehe wir weiter gehen, denn sie wird die folgenden Betrachtungen bedeutend abkürzen.

Das Streben der Metalle, sich mit Sauerstoff zu verbinden kann auf dreierlei Weise bestimmt werden:

1.) Durch das Verhalten der Metalle gegen gasförmigen Sauerstoff. Die sehr positiven Metalle können sich mit demselben verbinden und bilden dann Oxyde; dagegen verbinden sich die sehr negativen Metalle nicht mit demselben in Gasform, sondern es muß derselbe schon condensirt mit ihnen in Berührung kommen, damit sie sich in Oxyde verwandeln können. 2.) Durch die größere oder geringere Leichtigkeit,

womit diese Oxyde wieder in den metallischen Zustand zurückgeführt werden können. Versetzt man sie in höhere Temperatur, so halten einige den Sauerstoff äußerst hartnäckig zurück, während andere ihn bei mehr oder minder hoher Temperatur abgeben. 3.) Endlich durch die Wirkung der Metalle auf ein bestimmtes Oxyd. Man wählte hier vorzugsweise das Wasser und beobachtete, daß gewisse Metalle sich seines Sauerstoffs bemächtigen und den Wasserstoff frei machen, während die Übrigen keine Wirkung auf dasselbe äussern. Vereinigt man diese drei Charaktere, so lassen sich folgende Abtheilungen bilden, welche wir nur wenig abgeändert von Thénard entlehnen.

In die erste Abtheilung stellen wir diejenigen Metalle, welche den Sauerstoff selbst bei der höchsten Temperatur absorbiren und das Wasser schnell schon bei gewöhnlicher Temperatur zersetzen, indem sie sich seines Sauerstoffs bemächtigen und den Wasserstoff unter lebhaftem Aufbrausen entbinden. Hierher gehören sechs: Calcium, Strontium, Barium, Lithium, Natrium und Kalium.

Die zweite Abtheilung besteht aus solchen, welche den Sauerstoff sämmtlich bei der höchsten Temperatur absorbiren und das Wasser zersetzen, welches letztere jedoch nur dann statt findet, wenn diese Flüssigkeit bis zum Siedepunkt oder darüber erhitzt wird, ohne daß man sie bis zur Rothgluth zu steigern braucht; ihre Anzahl ist fünf: Magnesium, Beryllium, Yttrium, Aluminium, Zirkonium.

Die dritte Abtheilung bilden wir aus denjenigen Metallen, welche den Sauerstoff bei sehr hoher Temperatur absorbiren, gleich denen der zwei ersten Abtheilungen, die aber das Wasser nur in der Rothglühhitze zersetzen. Hierher gehören: Mangan, Eisen, Zinn, Kobalt, Nickel und Kadmium; vielleicht sollten die drei letzten nicht hier stehen, allein wenn wir sie dazu zählen, so stützt sich dieß nicht etwa auf entscheidende Experimente, sondern nur weil das Mangan, Zink und Eisen in flüssiger Chlorwasserstoffsäure und verdünnter Schwefelsäure, ja selbst in Essigsäure unter Wasserstoffentbindung auflöslich sind, eine Erscheinung, die beweist, daß ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff groß ist, und die

allem Anschein nach nur an solchen Metallen sich zeigt, welche fähig sind, das Wasser zu zersetzen.

Die vierte Abtheilung der Metalle besteht gleich den vorigen noch aus solchen, welche das Sauerstoffgas bei hoher Temperatar absorbiren können, die aber das Wasser weder bei höherer noch niedrigerer Temperatur zersetzen. Diese Abtheilung ist die größte; sie enthält zwölf Metalle:

Molybdän, Chrom, Wolfram, Tantal, Antimon, Uran, Cerium, Titan, Wismuth, Kupfer, Tellur und Blei.

Die fünfte Abtheilung enthält diejenigen Metalle, welche das Sauerstoffgas nur bei gewissen Hitzgraden absorbiren, aber nie das Wasser zersetzen. Ihre Oxyde können bei höherer Temperatur von selbst reduzirt werden; nur Quecksilber und Osmium gehören hierher.

Die sechste Abtheilung endlich besteht aus solchen Metallen, welche das Sauerstoffgas absobiren, das Wasser bei keiner Temperatur zersetzen, und deren Oxyde sich schon unter der Rothglühhitze zersetzen. Diese Metalle sind sechs an der Zahl, nämlich: Silber, Palladium, Rhodium, Platin, Gold und Iridium.

752. Die Erscheinungen, welche der Sauerstoff bei seinem einfachen Verhalten gegen die Metalle zeigt, beziehen sich auf die oben angeführten Thatsachen. Anders verhält es sich bei neuen Erscheinungen, welche die Dazwischenkunft eines dritten Körpers veranlaßt. Es bietet sich hier Gelegenheit dar, zu zeigen, wie vortheilhaft sich die elektrochemische Theorie benützen läßt, um die mannigfaltigsten Thatsachen mit einander in Einklang zu bringen. Wir wollen die Wirkung des Sauerstoffs auf die Metalle sorgfältig studiren, und zwar: 1.) unter Einfluß der neutralen Körper; 2.) unter dem Einflusse saurer Körper; 3.) unter Einflusse basischer Körper. Diese Untersuchung, welche uns in den Stand setzt, viele allgemeine Thatsachen von hohem Interesse näher zu prüfen, wird uns zugleich als Norm für ähnliche Fälle dienen, welche dann nicht spezieller untersucht zu werden brauchen.

753. Wirkung des Sauerstoffs unter Einfluß des Wassers. Die Wirkung des Sauerstoffs auf die Me-

talle unter Einfluß neutraler Körper kennt man noch wenig. Bis jetzt hat man eigentlich bloß das Wasser in dieser Beziehung näher untersucht und wir werden auch im Folgenden uns lediglich darauf beschränken.

Im Allgemeinen dürfen wir wohl behaupten, daß die eigentlich neutralen Körper, die Wirkung des Sauerstoffs auf die Metalle wenig oder gar nicht begünstigen werden; sobald aber ein solcher Körper selbst eine sehr geringe positive oder negative Tendenz zeigt, so beschleunigt er jene Wirkung und macht sie energischer, indem entweder der Sauerstoff negativer, oder das Metall positiver wird. Wir wählen das Wasser als Beispiel, um diese Idee weiter zu entwickeln.

Die meisten Metalle, welche sich direkte mit Sauerstoff verbinden, bedürfen einer höhern Temperatur, um auf das trockne Gas wirken zu können; nicht so verhält es sich jedoch, wenn es feucht ist. Nur das Kalium allein oxydirt sich im ersteren Fall, dagegen alle übrigen zu den vier ersten Abtheilungen gehörigen Metalle oxydiren sich nur im feuchten Sauerstoffgas.

Der Einfluß, den das Wasser auf Natrium und auf solche Metalle hat, welche dasselbe in der Kälte zersetzen, kann davon herrühren, daß diese Metalle den in der Luft enthaltenen Wasserdampf zersetzen, sich unter diesen Umständen dann erhitzen und so fähig werden, den Sauerstoff der atmosphärischen Luft direkte zu absobiren; diese Erklärung kann jedoch nur für diese Metalle passen, für die übrigen müssen wir unsere Zuflucht zu einer andern Theorie nehmen. Da nun diese Erscheinung wichtige Aufschlüsse darbietet, so wollen wir sie näher untersuchen.

Es wurde bereits erwähnt, daß nur das Kalium sich des trocknen Sauerstoffgases bei gewöhnlicher Temperatur bemächtige; andererseits aber wissen wir, daß Kalium und Natrium die einzigen Metalle sind, welche das kalte Wasser zersetzen, woraus wir schließen, daß das Eisen bei niedriger Temperatur nicht auf trocknes Sauerstoffgas und auf reines Wasser einwirken werden. Es ist dieß auch wirklich der Fall. Das Eisen behält im trocknen Sauerstoff seinen metallischen Glanz beständig. Eben so weiß man, daß in den Blechfabri-

ken, wo man das Eisenblech vor dem Verzinnen reinigen muß, dasselbe am besten seine polirte Oberfläche behält, wenn man die Blechplatten in luftfreies Wasser taucht, so bald sie die Politur erhalten haben. Ist das gereinigte Blech einmal eingetaucht, so kann es lange im Wasser unverändert sich erhalten. Bekannt ist es übrigens, daß das Eisen in feuchter Luft sich schnell mit Rost bedeckt.

Wenn demnach Sauerstoff und Wasser für sich nicht in der Kälte auf das Eisen wirken, so reagiren sie dagegen sehr stark, wenn sie miteinander vereinigt sind. Wir setzen die atmosphärische Luft dem Sauerstoffgase gleich, weil die Erfahrung lehrt, daß der Stickstoff der Luft keinen wesentlichen Einfluß auf diese Erscheinungen ausübt, und daß übrigens die trockne oder feuchte Luft sich wie Sauerstoff in diesen beiden Zuständen verhält.

754. Man begreift leicht, wie die Wirkung des Sauerstoffs oder der feuchten Luft vor sich geht. Obschon genaue Versuche noch erforderlich sind, um die hierüber noch obwaltenden Zweifel zu beseitigen, so darf man doch annehmen, daß es sich ungefähr so verhält, wie wir bereits gezeigt haben.

Das Wasser kann den Sauerstoff auflösen, folglich wird dieses Gas durch Wasser kondensirt und eignet sich demnach mehr, um chemische Verbindungen einzugehen. Fällt z. B. ein Tropfen Wasser auf eine blanke Eisenplatte, so sättigt sich dasselbe mit Sauerstoff und dieser kommt auf solche Weise kondensirt mit dem Metall in Berührung. Vielleicht ist es auch möglich, daß der Sauerstoff, das Wasser und das Metall durch ihre wechselseitige Berührung sich in einen elektrischen Zustand versetzen. Das in diesem Falle durch die Berührung des Eisens negativer gewordene Wasser, stößt den Sauerstoff ab, und das positiver gewordene Eisen zieht denselben nun stärker als im natürlichen Zustand an. Durch das Zusammentreffen dieser Umstände beginnt die Oxydation, ein Rostflecken entsteht und dadurch werden die Erscheinungen nun ganz verschieden.

Wir haben weiter oben angenommen, daß ein Oxyd stets negativ sich gegen sein Metall verhalte, folglich bildet nun in dem angeführten Falle das Oxyd gegen das noch

vorhandene Eisen eine einfache galvanische Kette und die Erfahrung lehrt, daß diese Beiden kräftiger wirken als die einfache Kette aus Wasser und Metall. Die Anwesenheit des Oxyds macht also das Metall noch positiver. Dieses zieht den Sauerstoff stärker an und die Oxydation geht schneller vor sich. Diese neue Wirkung ist selbst so stark, daß das Wasser zersetzt werden kann. Macht man einen Teig aus lufthaltigem Wasser und Eisenfeilspähnen, so tritt ein Zeitpunkt ein, in welchem die Zersetzung des Wassers mit solcher Heftigkeit statt findet, daß man im Stande ist, in kurzer Zeit eine beträchtliche Menge Wasserstoff aufzufangen.

Aus diesen Beobachtungen läßt sich leicht einsehen, warum ein Metall, welches die Luft und das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur nicht oxydiren können, demungeachtet unter vereinter Einwirkung beider sich oxydirt; es ist dann aber auch begreiflich, wie ein Metall, welches stellenweise sich zu oxydiren angefangen, dadurch fähig wird sich über die ganze Oberfläche hin schneller und leichter in Oxyd zu verwandeln; es geht hieraus hervor, daß man zur Erklärung der Oxydation des Eisens in feuchter Luft, eine scheinbar sehr einfache Thatsache, viele Kräfte zu Hülfe nehmen muß; hierbei haben wir noch die Kohlensäure gar nicht berücksichtigt, welche vielleicht die thätigste Rolle bei diesen komplizirten Erscheinungen spielt, wie wir erst später noch sehen werden.

Aus dieser Betrachtung geht übrigens hervor, daß man unter solchen Umständen die Metalle gegen Oxydation schützen kann, wenn man ihnen beständig einen Überschuß von negativer Elektrizität zu geben vermag, welcher stärker ist als derjenige, welchen das Wasser oder ein anderer sie zur Oxydation bestimmender Körper durch die Berührung mit ihnen annimmt. Man kann diese Bedingung erfüllen, wenn man das fragliche Metall mit einem Stück eines andern Metalls, welches gegen jenes positiv ist, in Kontakt bringt, wodurch dann ein hinreichender und dauernder Überschuß von negativer Elektrizität an demselben erzeugt wird. Hierauf gründen sich die von Davy bei dem kupfernen Beschlag der Schiffe angebrachten Sicherungsapparate, welche jenen gegen den zerstörenden Einfluß des Meerwassers schützen. Man kann

von diesem Verhalten der Metalle gegen einander noch mannigfaltige Anwendung zur Konservation von metallischen, in der Technick gebrauchten Werkzeugen und Maschinen machen, so daß es nöthig ist, diesen Gegenstand noch weiter auszuführen.

755. Man hatte früher gewöhnlich angenommen, daß das Meerwasser wenig oder keine Wirkung auf das reine Kupfer habe, und daß dieß Metall nur dann so schnell angegriffen werde, wenn es nicht rein ist. Davy prüfte indessen die Wirkung des Meerwassers auf zwei Kupferproben, welche von Faraday analysirt worden waren und fand, daß die eine, welche ganz rein zu seyn schien, schneller angegriffen wurde als die zweite, welche eine Legirung enthielt. Als dieser berühmte Chemiker seine Untersuchungen hierüber weiter fortsetzte, fand er, daß an mehreren Kupferproben, welche er von der Admiralität erhielt, und unter denen einige wegen ihrer Dauerhaftigkeit, andere wegen ihrer schnell erlittenen Veränderungen besonders merkwürdig waren, sich nur sehr geringe Verschiedenheit hinsichtlich ihres Verhaltens gegen das Meerwasser zeigte, mithin mußten also die Veränderungen, welche sie erlitten hatten, andern Ursachen zuzuschreiben seyn.

Da das Meerwasser eine Menge Salze enthält, so sind die Erscheinungen ziemlich verwickelt; um diese aber richtig verstehen zu können, müssen wir zuvörderst die chemischen Veränderungen näher beschreiben, welche bei gegenseitiger Einwirkung des Meerwassers und Kupfers statt haben. Die frühere, hier auseinandergesetzte allgemeine Thatsache bleibt dieselbe, allein die weitern Reaktionen machen die Sache verwickelt.

756. Läßt man ein Stück polirtes Kupfer mit Meerwasser in Berührung, so bemerkt man, daß das Kupfer zuerst gelb anläuft und die klare Flüssigkeit wolkig wird. Diese Erscheinungen sind nach Verlauf von zwei bis drei Stunden sichtbar; die Farbe der Wolke ist anfangs weiß, später aber wird diese grün. Kurze Zeit darauf erscheint ein bläulich grüner Niederschlag am Boden des Gefäßes, der sich beständig vermehrt, während zugleich das Kupfer auf der

Oberfläche zerfressen wird, und im Wasser dann roth und an der Luft grasgrün erscheint. Über dieser grasgrünen Substanz bildet sich nach und nach kohlensaures Natrum und diese Veränderungen finden so lange statt, bis das Wasser endlich viel weniger salzig geworden.

Der grüne Niederschlag scheint hauptsächlich aus einem unauflöslichen Kupferchlorür zu bestehen, das mit Bittererdehydrat gemengt oder vielmehr verbunden ist.

Da das Meerwasser Chlornatrium und Chlormagnesium enthält, so ist es klar, daß das Natrum und die Magnesia nur in dem Maase sich bilden können, als das Wasser zersetzt oder die atmosphärische Luft absorbirt worden. Davy fand, daß sich kein Wasserstoff hierbei entbindet, und daß mithin das Wasser nicht zersetzt wurde; es muß folglich der Sauerstoff der Luft das Hauptagens bei dieser Reaktion seyn, was auch durch mehrere Versuche vollkommen bewiesen worden ist.

Das Kupfer erleidet im Meerwasser, das durch Kochen oder unter der Luftpumpe von atmosphärischer Luft befreit worden, keine Veränderung, vorzüglich wenn letztere sorgfältig abgehalten, oder das Metall in eine Atmosphäre von Wasserstoffgas gebracht wird; dagegen findet eine Absorption des Sauerstoffs statt, wenn Kupfer und Meerwasser in verschlossenen Gefäßen der Wärme ausgesetzt werden.

Die erwähnten Erscheinungen können in Absicht auf die Zeit in zwei Abtheilungen gebracht werden. Erstens wirkt der im Wasser aufgelöste Sauerstoff auf das Kupfer, es entsteht Kupferoxyd und da das Meerwasser auch Kohlensäure enthält, so verwandelt sich dieß Oxyd wenigstens zum Theil in kohlensaueres Salz.

Nachdem diese Körper gebildet sind, reagiren sie auf das im Meerwasser enthaltene Chlornatrium und Chlormagnesium. Das kohlensaure Kupfer zersetzt das Chlornatrium, und es entsteht Kupferchlorür und kohlensaures Natrum. Das Kupferoxyd zersetzt das Chlormagnesium und nun wird ein neuer Antheil Kupferchlorür und Magnesia als Hydrat gebildet. Das kohlensaure Natrum bleibt aufgelöst, das Mag-

nestahydrat dagegen nebst dem Kupferchlorür setzen sich zu Boden.

Ähnliche Erscheinungen zeigen sich an den schützenden Metallen, wovon wir nur die Endresultate angeben werden.

757. Da das Kupfer ein schwach positives Metall in der elektrochemischen Reihenfolge ist, so wissen wir, daß es auf das Meerwasser nur dann einwirkt, wenn es positiv ist; um nun die zerstörende Einwirkung des Meerwassers aufzuheben, darf man es nur etwas negativ zu machen suchen. Hierdurch wird die Verschiedenartigkeit der einzelnen Kupferplatten und ihre elektrische Thätigkeit gegen einander aufgehoben, nämlich so lange, als ihre Oberfläche ganz negativ geworden. Davy dachte daher, daß die Berührung des Zinks, Zinns oder Eisens, wenn gleich nicht im Stande einen starken elektrischen Zustand hervorzurufen, doch wenigstens fähig seyn würde, die langsame und schwache Wirkung des Meerwassers auf das Kupfer aufzuheben, da zwischen beiden nur eine geringe elektrische Differenz vorhanden ist. Da demnach die chemische Wirkung sehr schwach ist, so muß sie auch durch eine sehr schwache elektrische Kraft zerstört werden; diese Folgerung wurde durch mehrere Versuche bestätigt. Davy machte anfangs das Wasser säuerlich durch Schwefelsäure und tauchte ein Stück polirtes Kupfer hinein, an welches ein Stück Zinn gelöthet war, welches nur den zwanzigsten Theil der Oberfläche des Erstern hatte.

Nach drei Tagen hatte sich das Kupfer noch vollkommen blank erhalten, während das Zinn schnell angegriffen wurde. Man bemerkte nicht die geringste blaue Färbung in der Flüssigkeit; bei einem Gegenversuche aber, als das Kupfer allein in das Meerwasser getaucht wurde, fand man es beträchtlich auf der Oberfläche angegriffen und die Flüssigkeit war sichtbar blau gefärbt.

Da nun der zwanzigste Theil von Zinn die Einwirkung des durch Schwefelsäure angesäuerten Meerwassers auf Kupfer verhinderte, so war es einleuchtend, daß eine viel geringere Quantität die Wirkung des Meerwassers, welche nur von dem darin enthaltenen Sauerstoff abhängt, aufheben würde. Als $\frac{1}{200}$ Zinn angewandt wurde, war die Wirkung

noch ganz entschieden; es war hierbei gleich, ob das Zinn mitten, oben oder unten mit der Kupferplatte in Kontakt gebracht wurde; aber nach acht bis zehen Tagen war die schützende Wirkung des Zinns modifizirt worden durch eine Decke von unlöslichem Zinnchlorür, welche sich gebildet hatte, und die das metallische Zinn gegen den Angriff der Flüssigkeit verwahrte.

Zink, Eisen oder Gußeisen wirkte auf gleiche Weise. Das Zink erzeugte im Meerwasser eine weise Trübung, welche sich in dem Gefäße als Niederschlag zu Boden setzte. Das Eisen gab einen dunkel orangefarbigen Niederschlag, allein noch selbst nach mehreren Wochen fand man im Wasser nicht die geringste Spur von Kupfer, und statt daß dessen Oberfläche zerfressen gewesen wäre, bemerkte man an mehreren Stellen reduzirtes Zink oder Eisen.

758. Im weitern Verlauf dieser Untersuchungen als Davy Kupferplatten von allen möglichen Formen anwandte und sie auf die verschiedenartigste Weise miteinander verband, ergaben sich die genügendsten Resultate. Ein Stückchen Zink nicht größer als eine Erbse oder die Spitze eines kleinen Nagels reichte hin, um vierzig bis fünfzig Quadratzoll Kupfer zu konserviren, wobei es ganz gleich war, ob dasselbe unten, oben oder in der Mitte der Platte angebracht wurde, und ob diese ganz eben, übereinander geschlagen oder spiralförmig zusammengewickelt war. Als die verschiedenen Kupferstücken durch Draht verbunden wurden oder durch Streifen von $\frac{1}{40}$ der $\frac{1}{50}$ Zoll im Durchmesser, so war der Effekt immer derselbe; das Kupfer blieb an allen Punkten blank, während das Eisen oder das Zink allmählig zerfressen wurde.

Ein Stück Kupferblech von ungefähr sechzig Quadratzoll auf beiden Seiten, wurde so zerschnitten, daß es sieben Theile bildete, welche noch durch kleine Streifen zusammenhingen; hieran wurde ein Stückchen Zink von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser gelöthet und das Ganze in Meerwasser getaucht: das Kupfer blieb vollkommen blank. Derselbe Versuch wurde mit Eisen gemacht, und nach Verlauf von einem Monat war das Kupfer noch eben so rein und glänzend als anfangs; andere Kupferstücken dagegen, welche nicht auf diese Weise

gesichert waren, wurden in demselben Meerwasser bedeutend angegriffen und es hatte sich hierbei eine beträchtliche Menge eines grünen Niederschlages am Boden des Gefäßes abgelagert.

Ein Stück eines eisernen Nagels von ungefähr einem Zoll in der Länge, wurde durch einen Kupferdraht von 12 Zoll an ein vierzig Quadratzoll haltendes Kupferblech gebunden und das ganze in Meerwasser getaucht; nach 8 Tagen fand man, daß das Kupfer so durch das Eisen auf dieselbe Weise geschüzt wurde, als wenn es wie bei den früher angeführten Versuchen, in unmittelbarer Berührung damit gewesen wäre.

Ein Stück Kupfer, welches mit dem einen Ende an ein Zinkstück gelöthet worden, wurde bogenförmig in zwei verschiedene Gefäße mit Meerwasser getaucht, während die Letztern durch mit Wasser befeuchtetes Werg mit einander verbunden wurden; das Kupfer wurde auch auf diese Weise vollkommen gegen den Angriff des Meerwassers geschüzt, gerade als wenn die beiden Metalle in ein und demselben Gefäße sich befunden hätten.

759. Der Ocean kann in Beziehung auf die Menge des an einem Schiffe befindlichen Kupfers als ein Leiter von ungeheuerer Ausdehnung betrachtet werden. Man mußte sich demnach Gewißheit verschaffen, ob dieser Umstand einigen Einfluß auf die Resultate haben konnte; es wurden deshalb zwei sehr feine Kupferdrähte, der eine ungeschüzt, der andere durch ein kleines Stückchen Zink gesichert in ein sehr großes Gefäß mit Meerwasser gebracht; zugleich wurde der Versuch auch ganz im Großen angestellt. Zwei Kupferplatten, die mit etwas Zink, Schmiedeeisen oder Gußeisen, welches $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{1000}$ ihrer Oberfläche betrug, in Berührung gebracht waren, wurden mehrere Wochen lang der Ebbe und Fluth im Haven von Portsmouth ausgesetzt und das Gewicht derselben vor und nach dem Versuch genau bestimmt. Betrug die Oberfläche des schützenden Metalls $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{150}$ von der des Kupfers, so wurde Letzteres weder angegriffen noch vermindert; dagegen erlitt das Kupfer mit kleinern Mengen wie z. B. mit $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{400}$ eine Gewichtsvermin-

derung, welche um so größer war, als das schützende Metall kleiner wurde; die allgemeine Gültigkeit dieses Grundsatzes wurde noch dadurch bewiesen, daß selbst $\frac{1}{1000}$ Gußeisen noch eine gewisse Menge Kupfer konservirte.

Als man den Kupferschlag der durch Zink, oder Eisen gesicherten Fahrzeuge mit dem der unbeschützten verglich, so zeigte sich der erste ganz blank, während das unbeschützte Kupfer schnell angegriffen wurde und anfangs roth, dann grün erschien und sich zum Theil abschuppte.

Glücklicherweise zeigte sich im Verlaufe dieser Untersuchungen, daß das Gußeisen, eine Substanz, welche man überall sehr billig sich verschaffen kann, am geeignetsten zur Beschützung der Schiffbeschläge ist; es ist eben so dauerhaft als Schmiedeeisen oder Zink; der Graphit, welcher sich auf der Oberfläche durch die Einwirkung des Meerwassers erzeugt, unterbricht die elektrische Thätigkeit des noch vorhandenen Metalls nicht.

760. Davy hatte schon vorher bestimmt, daß unter gewissen Umständen sich alkalische Substanzen auf dem negativ elektrischen Kupfer absetzten und dieß findet auch wirklich Statt. Einige Kupferplatten, welche vier Monate lang dem Meerwasser ausgesetzt waren, und durch Zink oder Eisen, welches $\frac{1}{35}$ bis $\frac{1}{80}$ seiner Oberfläche betrug, geschützt wurden, überzogen sich mit einer weißen Substanz, die hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer und hydratischer Bittererde bestand. Dasselbe zeigte sich an dem Kupferbeschlag zweier Fahrzeuge, von denen das eine durch einen Zinkstreifen, und das andere durch einen Eisenstreifen beschützt war, deren Oberfläche nur $\frac{1}{35}$ von der des Kupfers ausmachte.

Die Kupferbedeckungen dieser Schiffe erhielten sich mehrere Wochen lang vollkommen rein, sobald aber das Metall sich mit kohlensaurer Kalk- und Talkerde überzog, hingen sich Pflanzen und Insekten daran. Waren die Kupferplatten mit Zink oder Gußeisen gesichert, dessen Oberfläche unter $\frac{1}{150}$ betrug, so zeigte sich das Kupfer weniger negativ, dagegen mehr neutralisirt und war fast im elektrischen Gleichgewicht mit der Flüssigkeit; es bildete sich dann kein Nieder-

schlag von alkalischen Körpern, die Pflanzen hingen sich nicht an und die Oberfläche, obgleich sie ein wenig sich aufgelöst hatte, blieb doch vollkommen rein. Diese Umstände sind von großer Wichtigkeit, weil sie die Grenzen dieser Beschützung bestimmt, und mehr Vortheil verheißt, wenn man ein sehr kleines Quantum des oxydirbaren Metalls statt einer größe- Menge desselben anwendet.

Die Zerstörung des Gußeisens geht nicht so schnell vor sich, daß eine Masse von zwei bis drei Zoll Dicke nicht mehrere Jahre dauern könnte; bei den angestellten Versuchen, welche ungefähr vier Monate dauerten, war der Verlust nicht größer. Dieses mag jedoch von dem Verhältniß abhängen, welches zwischen Gußeisen und Kupfer Statt findet, so wie auch endlich von mehreren noch nicht näher bestimmten Umständen, wie z. B. von der Temperatur, dem Salzgehalt des Meerwassers und vielleicht auch von der Schnelligkeit der Bewegung der Schiffe ꝛc.

Es ist also klar, daß man alle Metalle der dritten und vierten Abtheilung gegen die Einwirkung der im Wasser aufgelösten Luft schützen kann, wenn man sie negativ macht, d. h. wenn man sie mit einem andern Metall, welches gegen sie positiv ist, verbindet.

Ähnliche Erscheinungen werden sich wieder darbieten bei der Oxydation der Metalle unter Einfluß der Säuren, und die Folgerungen, welche man hieraus ziehen kann, sind nicht weniger interessant und nützlich.

761. Wirkung des Sauerstoffs auf die Metalle unter Einfluß der Säuren. So wie Davy eine an sich verdrüßliche Eigenschaft dieser Körper vortheilhaft für die Künste zu benutzen wußte, so kam auch Bérard auf den Gedanken, auf ähnliche Weise im Gegentheil eine sehr schnelle Oxydation zu bewirken, die bisweilen bei Bereitung technischer Produkte höchst wünschenswerth ist.

Besitzt ein Metall sehr positive Eigenschaften gegen Säuren, und ist außerdem noch fähig ein Oxyd zu bilden, welches eine salzfähige Basis ist, so ist auch klar, daß der Kontakt mit der Säure seine Verwandtschaft zum Sauerstoff noch erhöhen muß, und wenn außerdem das Oxyd,

in dem Maaße als es sich erzeugt, auch mit der Säure sich wieder verbindet, so wird die Wirkung so lange andauern, bis das Metall ganz oxydirt ist.

Die Fabrikation des Bleiweißes und des Grünspahns gründet sich darauf. Bérard hat dieses Verhalten der Metalle mit großem Erfolg auf die Bereitung des schwefelsauren Kupfers und Eisens, so wie auch auf die des essigsauren Blei's und Chlorzinns angewendet. Es leuchtet von selbst ein, daß dieß Verfahren überall angewendet werden kann, wo man mit einem Metall zu thun hat, welches den fünf ersten Abtheilungen angehört.

762. Das beste Mittel, dieses Verfahren zu benutzen, besteht darin, daß man das Metall zuvörderst in dünne Platten oder Körner verwandelt. Man häuft diese dann so zusammen, daß die größtmögliche Berührung mit der Luft statt findet und füllt hierauf das Gefäß, in welchem die Auflösung vorgenommen werden soll, mit Säure; diese Säure muß sehr mit Wasser verdünnt seyn, weil, wenn dieselbe konzentrirt wäre, das Wasser wegen seiner Verbindung mit der Säure weniger fähig seyn würde, sich mit Luft zu verbinden. Man nimmt bald nachher diese Säure weg und läßt das damit benetzte Metall mit der Luft in Berührung. Der Sauerstoff tritt jetzt in den meisten Fällen mit solcher Heftigkeit an das Metall, daß eine Temperaturerhöhung damit verbunden ist, welche eine Verdunstung der das Metall bedeckenden Flüssigkeit bewirkt. Die Anwesenheit der Säure steigert in diesem Falle die Anziehung des Metalls zu dem Sauerstoff der Luft, der im Wasser aufgelöst ist, weil sie das Metall durch ihren Kontakt positiver macht.

Hat man zehen bis zwölf Stunden lang das mit verdünnter Säure befeuchtete Metall der Luft ausgesetzt, so bedeckt man es aufs Neue mit der zuvor abgegossenen Säure; diese findet nun gebildetes Oxyd vor und löst dasselbe sehr leicht auf. Entfernt man die Säure nach einigen Stunden auf's Neue, so ist das Metall wiederum der Luft ausgesetzt und die beschriebene Erscheinung kehrt wieder. Man kann auf solche Weise, indem man dieselben Operationen mehre-

male wiederhohlt, in wenigen Tagen die Säure vollkommen mit Oxyd sättigen.

763. Wirkung des Sauerstoffs unter Einfluß der Basen. So wie die positiven Metalle mittelst des Einflusses der Säuren den Sauerstoff leicht absorbiren, so können auch negative Metalle unter dem Einflusse mächtiger Basen sich mit diesem Gase verbinden.

Wir haben bereits erwähnt, daß die Oxyde gegen die Metalle sich negativ verhalten. Man sollte glauben dieses Verhalten fände durchgängig ohne Ausnahme Statt, und durch den Kontakt mit einem Oxyde müßte folglich das Metall stets positiver als zuvor werden. Es handelt sich nun darum, zu erklären, warum dieser Einfluß sich nur auf einige Metalle und hauptsächlich auf die negativen beschränkt.

Wir wollen zu dem Ende vorstehendes Beispiel anführen. So bald man Schwefelsäure mit Kupfer in Berührung bringt, so kann man sich die Ordnung der Theilchen folgendermaßen vorstellen:

Kupfer o o Sauerstoff
o Schwefel.

Kommt Sauerstoff dazu, so muß sich derselbe nothwendiger Weise zwischen Kupfer und Schwefel begeben und man hat dann

Kupfer o o Sauerstoff
Sauerstoff o o Schwefel.

So verhält es sich nun, der hinzugekommene Sauerstoff mag mit dem Kupfer sich verbinden oder nicht. Nun ist es aber außer allem Zweifel, daß die Fähigkeit der Säure, sich mit dem Oxyd zu verbinden, schon ein hinreichender Grund zur Oxydation des Kupfers ist. Man ersieht hieraus, daß die basische Tendenz dieses Oxyds auf das Phänomen einen bedeutenden Einfluß ausübt.

Substituirt man nun der Schwefelsäure Kali oder eine andere gleich starke Basis, so wird sich in der Anordnung der Theilchen nichts ändern und man hat

Platin o o Sauerstoff
o Kalium.

Der Platz des Sauerstoffs ist noch offen und wenn dieser dazu kommt, so hat man

Platin o o Sauerstoff
Sauerstoff o o Kalium.

Um hier die Verbindung zu bewerkstelligen, muß eine neue Kraft sich derjenigen zugesellen, welche die Theilchen ordnete, und diese Kraft muß in der sauern Tendenz der neuen Verbindung gesucht werden, welche durch die Anordnung der Theilchen möglich wurde. Es wird also in diesem Falle die Bildung eines neuen Oxydes nur in den säuerungsfähigen Metallen Statt finden, so wie sie im vorhergehenden Fall auf Metalle beschränkt war, die vorzugsweise starke Salzbasen erzeugen konnten.

Ohne hier der Metalle der zwei ersten Abtheilungen zu gedenken, welche in dieser Hinsicht nur schwierig zu studiren seyn würden, erwähnen wir nur, daß alle säurungsfähigen Metalle der dritten und vierten Abtheilung, so wie die Metalle der sechsten Abtheilung, wenn sie mehr oder minder stark unter Berührung der Luft und des Kalis oder Natrons erhitzt werden, sich mehr oder weniger schnell oxydiren und Verbindungen erzeugen, welche durch die Vereinigung des neuen Oxyds mit Natron oder Kali gebildet werden.

764. Wirkung des verdichteten Sauerstoffs. Wir würden hier im Allgemeinen die Wirkung aller Oxyde auf die Metalle betrachten betrachten können, später aber muß die Wirkung der Metalloxyde auf diese Körper wieder zur Sprache gebracht werden, deshalb wird sich die gegenwärtige Untersuchung blos auf die nicht metallischen Oxyde beschränken. Es giebt darunter einige, worüber nichts weiter zu sagen ist, andere dagegen sind bereits vorläufig schon näher betrachtet worden, so daß wir uns darauf beschränken wollen, nur die Wirkungen des Wassers und der vorzüglichsten Säuren näher zu untersuchen.

765. Es ist hinlänglich bekannt, daß das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur rasch durch die Metalle der ersten Abtheilung zersetzt wird; ferner daß die der dritten Abtheilung bei Rothglühhitze dieselbe Wirkung ausübt, und endlich daß die der zweiten, welche unfähig sind, diese Flüssigkeit bei ge-

wöhnlicher Temperatur zu zersetzen, doch den Sauerstoff derselben bei einer Temperatur anziehen, welche die Rothgluth noch nicht erreicht.

Die Metalle der zweiten und dritten Abtheilung, welche das Wasser in der Kälte nicht zersetzen, können nichts destoweniger ihm unter Einfluß starker Säuren seinen Sauerstoff entziehen und den Wasserstoff frei machen. Sie gehen so in Oxyde über und diese bilden dann Salze, indem sie sich mit der vorhandenen Säure verbinden. Auf diese Weise bereitet man das Wasserstoffgas, indem man das Zink unter Einfluß der Schwefelsäure auf das Wasser einwirken läßt.

766. Die Chlor- Brom- und Jod-Säure oxydirt die meisten bekannten Metalle, selbst die der letzten Abtheilung.

767. Die gewöhnliche Schwefelsäure in Berührung mit den Metallen der ersten und zweiten Abtheilung erzeugt unmittelbar Wasserstoff und ein schwefelsaures Salz. Diese Säure wirkt selbst auf die Metalle der dritten Abtheilung, wenn sie mit Wasser verdünnt ist; ist sie aber konzentrirt, so ist die Wirkung in der Kälte sehr schwach und es entbindet sich nur wenig Wasserstoff. Erwärmt man unter diesen Umständen, so wird das Wasser und die Säure zugleich zersetzt und man erhält schweflichte Säure, Wasserstoff und ein schwefelsaures Salz.

Alle übrigen Metalle wirken zersetzend auf die Schwefelsäure und äußern keine Wirkung auf das Wasser, welches in derselben enthalten ist. Alle sind jedoch nicht fähig diese Zersetzung zu bewirken; hiervon müssen die meisten der säuerungsfähigen Metalle der vierten Abtheilung ausgenommen werden; nämlich: Chrom, Wolfram, Tantal, Titan, Uran, Cerium, Osmium, Palladium, Rhodium, Platin, Gold und Iridium.

768. Aus dem Vorhergehenden ist es nicht unwahrscheinlich, daß die schweflichte Säure nur durch die Metalle der drei ersten Abtheilungen zersetzt wird, wenigstens wenn das Oxyd und die Schwefelverbindung, welche das Metall erzeugen könnte, in dem siezersetzt wird, nicht sehr geneigt wären, sich miteinander zu verbinden. Das schweflichtsaure

Gas in Berührung mit Kalium und Natrium giebt, wenn das Gas im Übermaaß vorhanden, ein schwefelsaures Salz und Schwefel, oder auch ein schwefelsaures Salz und eine Schwefelverbindung, wenn im Gegentheil das Metall vorherrscht. Mit den übrigen Metallen dieser Abtheilung würde sich ein Oxyd und eine Schwefelverbindung erzeugen.

Ist die schweflichte Säure in Wasser aufgelöst, so sind die Erscheinungen verschieden und man erhält mit den Metallen der zweiten und dritten Abtheilung unterschweflichtsaure Salze. Die Metalle der ersten Abtheilung wirken nur auf das Wasser der Auflösung; die übrigen zeigen gar keine Wirkung.

769. Die Salpetersäure wird durch alle Metalle angegriffen, welche fähig sind, die Schwefelsäure zu zersetzen und außerdem noch durch Palladium und Uran. Hierbei zeigen sich Erscheinungen, welche näher ins Auge gefaßt werden müssen.

Von den Metallen der sechsten Abtheilung werden blos das Silber und das Palladium durch die Salpetersäure angegriffen. Dagegen äußern Rhodium, Gold, Platin und Iridium keine Wirkung auf dieselben. Das Palladium wirkt selbst in der Wärme nur schwach auf die Salpetersäure: es erzeugt sich ein salpetersaures Salz, welches eine dunkelrothe Auflösung bildet und Stickstoffoxyd wird entbunden. Das Silber dagegen wird selbst in der Kälte heftig angegriffen, allein die Einwirkung findet erst vollkommen und schnell bei gelinder Wärme statt; es bildet sich farbloses salpetersaures Silber, während sich Stickstoffoxyd entbindet.

Aus der fünften Abtheilung wirkt das Osmium nicht auf diese Säure; dagegen wird sie durch das Quecksilber zersetzt, indem ähnliche Erscheinungen wie bei dem Silber sich darbieten. Die Einwirkung findet zwar in der Kälte, besser aber noch in der Wärme statt, indem sich stets ein salpetersaures Salz und Stickstoffoxyd bildet.

In der vierten Abtheilung sind fünf Metalle, welche die Salpetersäure zersetzen können, nämlich: Chrom, Wolfram, Tantal, Titan und Cerium.

Vier Metalle werden in der Kälte wenig angegriffen, zersetzen aber diese Säure unter Mitwirkung der Wärme;

sie erzeugen auch reines Stickstoffoxyd, wie die Metalle der fünften und sechsten Abtheilung. Diese Metalle sind: das Blei, welches ein farbloses salpetersaures Salz giebt; das Uran, was eine gelbe Auflösung bildet; das Molybdän, welches in unauflösliche graulich-weiße Molybdänsäure übergeht, und endlich das Arsenik, das sich nach und nach in wenig lösliche arsenichte und sehr lösliche Arsenikſäure verwandelt.

Alle übrigen Metalle dieser Abtheilung, nämlich: Antimon, Kobalt, Wismuth, Kupfer, Tellur und Nickel sind fähig die Salpetersäure bei gewöhnlicher Temperatur zu zersetzen. Die anfangs langsame Wirkung wird sehr kräftig, weil die Temperatur durch den chemischen Prozeß gesteigert wird, und während sich anfangs Stickstoffoxyd entbindet, kann man gegen das Ende der Operation auch viel Stickstoffoxydul auffangen. Das Antimon verwandelt sich in weiße unauflösliche antimonichte Säure, während alle Übrigen salpetersaure Salze erzeugen. Das Wismuthsalz ist farblos und wird durch Wasser weiß gefällt; das Tellursalz ist gleichfalls ungefärbt, wird aber vom Wasser nicht gefällt; salpetersaures Kobalt ist rosenfarb, das Nickelsalz grün und das Kupfersalz blau.

In der dritten Abtheilung zeichnet sich das Mangan durch eine schwache Wirkung aus, welche es auf die Salpetersäure ausübt; es löst sich übrigens aber in derselben auf und erzeugt damit Stickstoffoxyd und salpetersaures Mangan. Zink, Eisen, Zinn und Kadmium wirken dagegen äusserst heftig. Im ersten Augenblick des Kontakts scheint die Reaktion schwach zu seyn, allein so wie nach und nach die Temperatur steigt, wird sie lebhafter. Das Gemenge erhitzt sich beträchtlich, es entbindet sich in wenigen Augenblicken eine bedeutende Menge Gas und erst nachdem entweder von der Säure oder dem Metall nichts mehr vorhanden ist, hört diese heftige Wirkung auf. Wollte man in verschlossenen Gefäßen diesen Versuch mit einer größern Menge Säure oder Metall vornehmen, so würde ohne Zweifel eine Explosion entstehen, so bedeutend und rasch ist die Gasentbindung.

Die Produkte hierbei sind sehr verschieden: die zersetzte Säure verwandelt sich in Stickstofforyd und wenn die Temperatur steigt, geht sie in Stickstofforydul über; Letzteres, indem es sich mehr und mehr entbindet, verliert endlich allen Sauerstoff und man erhält Stickstoff. Zugleich zersetzt sich auch das Wasser der Säure, es wird Wasserstoff frei und dieser verbindet sich sogleich mit dem Stickstoff zu Ammoniak, und daher Erzeugung von salpetersaurem Ammoniak; anfangs entbinden sich dicke rothe Dämpfe, die nach und nach schwächer werden und die endlich farblosen Dämpfen Platz machen.

Das Zink bildet mit Salpetersäure ein farbloses Salz; das Eisen giebt eine rothbraune Auflösung von salpetersaurem Oxyd, nebst einem rothbraunen Niederschlag von Eisenoxyd; das Zinn verwandelt sich in Zinnsäure, die ein weißes unauflösliches Pulver ist; das Kadmium giebt ein ungefärbtes salpetersaures Salz. Höchst wahrscheinlich enthalten alle Rückstände salpetersaures Ammoniak, was bis jetzt aber nur bei dem Zinn und dem Eisen nachgewiesen ist.

Die Wirkung der Metalle der zweiten Abtheilung hat die größte Ähnlichkeit mit der der vorigen.

Die Metalle der ersten Abtheilung, wenigstens das Kalium und Natrium, äußern auf die Salpetersäure eine überaus heftige Wirkung; das Metall entzündet sich, wird oxydirt und bildet ein auflösliches Salz mit der Säure.

770. Die Phosphorsäure wird durch Kalium und Natrium zersetzt. Es kann ein phosphorsaures Salz und eine Phosphorverbindung daraus hervorgehen, wenn man die Säure in Überschuß anwendet. Im entgegengesetzten Fall wird ein Gemenge von Oxyd und der Phosphorverbindung gebildet. Ist die Säure wasserhaltig, so wird auch das Wasser zersetzt, sein Wasserstoff entbindet sich und man erhält eine größere Menge Oxyd. Ein gleiches Verhalten findet bei allen Metallen der dritten und bei Einigen der vierten Abtheilung statt.

Ungefähr auf dieselbe Weise wirkt das Kalium und Natrium auf die Borsäure. Man erhält ein borsaures Salz und Bor-Kalium oder Natrium. Die übrigen Metalle schei-

nen keinen Einfluß zu äußern. Die Kieselerde verhält sich wie die Borsäure.

Die Kohlensäure wird vollständig durch Kalium und Natrium zersetzt und in Kohlenoxyd durch die Metalle der zweiten und dritten und durch einige der vierten Abtheilung reduzirt; alle übrigen Metalle äußern keine Wirkung auf dieselbe.

771. Öfters werden auch die Salze als Oxydationsmittel angewendet. Unter diesen zeichnet sich vorzüglich das salpetersaure, das saure schwefelsaure und das chlorsaure Kali aus. Da Ersteres bei der Zersetzung in der Hitze Sauerstoff und eine starke Basis giebt, so eignet es sich dadurch besonders zur Oxydation der säuerungsfähigen Metalle; das zweite ist vorzüglich bei solchen Metallen anwendbar, welche die Schwefelsäure zersetzen, denn es enthält eine bedeutende Menge von dieser Säure im fast freien Zustande, die demungeachtet aber Rothglühhitze ertragen kann, ohne sich zu verflüchtigen; das letzte Salz endlich giebt seinen Sauerstoff sehr leicht ab, und enthält sehr viel davon, allein es kann nur sehr oxydirbare Metalle oxydiren, wegen der niedrigen Temperatur, in welcher es schon seinen Sauerstoff abgiebt.

Klassifikation der Oxyde.

772. Vergleicht man die Reaktionen der verschiedenen Oxyde, welche sie theils auf andere Oxyde, theils auf Körper von ähnlicher Natur ausüben, so entdeckt man bald Verhältnisse und Ähnlichkeiten, welche die Existenz mehrerer scharf geschiedener Klassen unter den bekannten Oxyden darthun. Ohne gerade behaupten zu wollen, daß die Eintheilungsweise, mit der wir uns im Vorhergehenden beschäftigt haben, sehr genau und unverrückbar sey, so sind wir doch der Meinung, daß sie zum Behuf des Studiums so zahlreicher Verbindungen, welche die Oxyde bilden können, äußerst bequem ist.

In folgender Tabelle sind die Metalle in fünf Hauptklassen eingetheilt, nämlich:

1. Die sauern Oxyde; d. h. solche, welche sich nicht mit den Säuren verbinden, oder wenigstens ihre Eigenschaf-

ten nicht neutralisiren, die dagegen aber mit den Basen Verbindungen eingehen und deren Eigenschaften aufheben.

Die basischen Oxyde; es sind diejenigen, welche sich sehr leicht mit den Säuren verbinden, und dieselben genau sättigen, die aber im Gegentheil sich schwierig mit den Basen vereinigen und die Eigenschaften derselben nicht aufheben.

3. Die indifferenten Oxyde; es sind dieß die vielen Oxyde, welche sowohl basische Rolle mit kräftigen Säuren und saure Rolle mit starken Basen spielen können.

4. Die besondern Oxyde; die einzelnen Arten dieser merkwürdigen Gruppe vereinigen sich weder mit den Säuren noch mit den Basen. Unter dem Einflusse dieser Körper, der zuweilen sehr schwach zu seyn scheint, geben die besondern Oxyde theils etwas Sauerstoff, theils etwas von ihrem Metall ab, um in einen niedrigern oder höhern Oxydationszustand überzugehen, und werden dadurch fähig, sich mit den Körpern zu verbinden, mit welchen man sie zusammen brachte. Diese Oxyde haben Ähnlichkeit mit dem Wasserstoffüberoxyd, mit dessen Hilfe sie beinahe alle bereitet werden.

5. Die salzähnlichen Oxyde. Diese bilden eine Ergänzungsklasse, die füglich aufgehoben werden kann. Sie enthält Oxyde, welche aus zwei Oxyden so gebildet sind, daß das eine sich als Säure und das andere als Basis verhält. Es entsteht daraus ein eigentliches Salz, welches bald aus einem basischen Oxyde verbunden mit einem sauern Oxyde, bald aus einem basischen Oxyde und einem indifferenten Oxyde, bald aber auch aus einem indifferenten Oxyde und einem sauern Oxyde besteht. Obgleich die Zahl dieser Verbindungen bis jetzt noch beschränkt ist, so könnte sich doch dieselbe in Folge neuer Untersuchungen noch sehr vergrößern.

773. Sehr selten bildet ein Metall so viele Oxyde, daß jeder Klasse eines davon zukäme; fast niemals aber hat ein Metall zwei Oxyde in ein und derselben Klasse.

In folgender Tabelle wollen wir zugleich die atomistische Zusammensetzung der Oxyde geben; es wurde deshalb dem Namen des Oxydes ein Zeichen beigesetzt, welches die Zusammensetzung andeutet, indem die Anfangsbuchstaben des Metalls oder des Sauerstoffs ein Atom von jedem dieser Kör-

per vorstellen. Sind mehrere Atome von einem Bestandtheil in der Verbindung, so wird dieß durch eine als Exponent daneben gesetzte Zahl angedeutet. Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, daß die meisten basischen Oxyde aus einem Atom Metall und einem Atom Sauerstoff bestehen; daß ferner die mehrsten besondern Oxyde ein Atom Metall und zwei Atome Sauerstoff enthalten, und daß endlich beinahe alle indifferenten Oxyde aus zwei Atomen Metall und drei Atomen Sauerstoff gebildet sind.

---

*) Diese äußerst bequeme Bezeichnungsmethode erfand Berzelius. Die einfachsten, so wie die zusammen gesetztesten chemischen Verbindungen können auf diese Weise sehr leicht so bezeichnet werden, daß das ihnen entsprechende Zeichen ihre Mischung sowohl qualitativ als quantitativ ganz scharf ausdrückt. Ausführlicheres darüber so wie über die chemische Proportionslehre überhaupt findet man in dem trefflichen „Versuch eines Lehrbuchs der Stöchiometrie von Dr. Buff. Nürnberg, 1829." A. u. E.

Tabelle der Metalloxyde.

Namen der Oxyde.	Zusammensetzung und Natur der Oxyde.				
	Saure.	Basische.	Indifferente.	Besondere.	Salzähnliche.
Erste Abtheilung.					
Calciumoxyd . . .	. . .	CaO			
— überoxyd *) . .	. . .	. . .	. . .	CaO^2	
Strontiumoxyd . .	. . .	SrO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	SrO^2	
Bariumoxyd . . .	. . .	BaO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	BaO^2	
Lithiumoxyd . . .	. . .	LO			
Kaliumoxyd . . .	. . .	KO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	KO^3	
Natriumoxyd . . .	. . .	NaO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	Na^2O^3	
Zweite Abtheilung.					
Magnesiumoxyd . .	. . .	MgO			
Yttriumoxyd . . .	. . .	YO			
Berylliumoxyd . .	. . .	. . .	Be^2O^3		
Aluminiumoxyd . .	. . .	. . .	Al^2O^3		
Zirkoniumoxyd . .	. . .	. . .	Zr^2O^3		
Dritte Abtheilung.					
Manganoxydul . .	. . .	MnO			
— oxyd-oxydul . .	. . .	. . .	. . .	. . .	$MnO + Mn^2O^3$
— oxyd	. . .	. . .	Mn^2O^3		
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	MnO^2	
— säure	Mn^2O^5				
Zinkoxyd	. . .	. . .	ZnO		
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	ZnO^2	
Eisenoxydul . . .	. . .	FeO			
— oxyd-oxydul . .	. . .	. . .	. . .	. . .	$FeO + Fe^2O^3$
— oxyd	. . .	. . .	Fe^2O^3		
Zinnoxydul . . .	. . .	. . .	StO		
— säure	StO^2				
Kadmiumoxyd . .	. . .	CdO			
Kobaltoxyd . . .	. . .	CoO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	Co^2O^3	
Nickeloxyd	. . .	NiO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	Unbek.	
Vierte Abtheilung.					
Chromoxydul . . .	. . .	. . .	Cr^2O^3		
— oxyd	. . .	. . .	. . .	. . .	$Cr^2O^3 + 4CrO^3$

*) Wir werden von nun an statt Superoxyd die deutsche Benennung „Überoxyd" gebrauchen. A. u. E.

Namen der Oxyde.	Saure.	Basische.	Indifferente.	Besondere.	Salzähnliche.
Chromsäure . . .	CrO^3				
Molybdänoxyd . .	. . .	. . .	. . .	MoO	
Molybdänige Säure	. . .	. . .	. . .	. . .	$MoO + MoO^3$
Molybdänsäure . .	MoO^3				
Wolframoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	WO^2	
— säure	WO^3				
Tantalsäure . . .	TaO^3				
Antimonoxyd . . .	. . .	. . .	Sb^2O^3		
Antimonige Säure .	SbO^2				
Antimonsäure . .	Sb^2O^5				
Uranoxydul . . .	. . .	UO			
— oxyd	. . .	. . .	U^2O^3		
Ceriumoxydul . .	. . .	CeO			
— oxyd	. . .	. . .	Ce^2O^3		
Titanoxyd	. . .	Unbek.			
— säure	TiO^2				
Wismuthoxyd . . .	. . .	Bi^2O^3			
Kupferoxydul . . .	. . .	. . .	. . .	Cu^2O	
— oxyd	. . .	CuO			
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	CuO^2	
Telluroxyd	. . .	. . .	TeO^2		
Bleioxyd	. . .	PbO			
— überoxydul . .	. . .	. . .	. . .	. . .	$PbO + PbO^2$
— überoxyd . . .	. . .	. . .	. . .	PbO^2	
Fünfte Abtheilung.					
Quecksilberoxydul . .	. . .	Hg^2O			
— oxyd	. . .	HgO			
Osmiumoxydul . .	. . .	OsO			
— anderthalboxydul *)	. . .	. . .	Os^2O^3		
— oxyd	. . .	. . .	. . .	OsO^2	
— säure	OsO^4				
— blaues Oxyd . .	. . .	. . .	. . .	. . .	$OsO + Os^2O^3$
Rhodiumoxydul . .	. . .	Unbek.			
— oxyd	. . .	. . .	R^2O^3		
— zusammenges. Oxyde	. . .	. . .	. . .	. . .	$2RO + RO^2$ $3RO + RO^3$ $RO + 3RO^3$ $RO + 4RO^3$
Sechste Abtheilung.					
Silberoxyd	. . .	AgO			
Palladiumoxyd . .	. . .	PdO			
Goldoxydul . . .	. . .	. . .	Au^2O		
— oxyd	. . .	. . .	. . .	Au^2O^3	
Platinoxyd . . .	. . .	. . .	PtO^2		
Iridiumoxydul . .	. . .	IrO			
— anderthalboxydul	. . .	. . .	Ir^2O^3		
— oxyd	. . .	. . .	IrO^2		
— anderthalboxyd .	IrO^3				

*) Durch anderthalb wird angedeutet, daß die damit bezeichneten Oxydationsstufen die Hälfte mehr Sauerstoff enthalten, als diejenigen gleichnamigen, welchen dieses Zahlwort nicht vorgesetzt ist. A. u. E.

774. Wir werden nun selten die Erscheinungen zu betrachten haben, welche von der Reaktion der besondern oder der salzähnlichen Oxyde herrühren. Die erstern bilden nie, oder höchstens nur sehr unbeständige Verbindungen, die zweiten dagegen werden stets zersetzt oder auf ihre Elementaroxyde reduzirt, aus welchen sie zusammengesetzt sind.

775. Unser Hauptaugenmerk muß deshalb auf das Studium der sauern, basischen oder indifferenten Oxyde gerichtet seyn, mit deren Bildung, Zersetzung oder Übergang in den salzähnlichen Zustand so viele wichtige chemische Erscheinungen in unmittelbarem Zusammenhang stehen. Um aber dieses Studium zu erleichtern, ordnen wir die Oxyde in folgender Tafel nach ihrem positiven oder negativen Werthe. Wir stellen die positivsten oder die Basen oben an, lassen die indifferenten folgen und beschließen die Reihe mit den negativsten oder den Säuren. In jeder Abtheilung sind die Oxyde ungefähr nach ihrer chemischen Kraft geordnet, indem die am meisten basischen oben an stehen, und die mehr sauern ihnen folgen; so daß, wenn man in dieser Tafel von oben herab geht, der negative oder saure Charakter immer mehr vorherrschend wird. Man wird durch diese Anordnung in den Stand gesetzt eine Menge von Reaktionen vorher zu bestimmen oder zu erklären. Hinsichtlich der richtigen Stellung mehrerer Oxyde sind wir jedoch noch in Zweifel und können deshalb den Platz, den sie einnehmen, nicht verbürgen.

Kalium-Oxyd . . .	KO
Natrium- — . . .	NaO
Lithium- — . . .	LO
Barium- —	BaO
Strontium- — . . .	SrO
Calcium- —	CaO
Magnesium- — . . .	MgO
Yttrium- —	YO
Eisenoxydul . . .	FeO
Mangan- — . . .	MnO
Blei-Oxyd	PbO

Silber-Oxyd	AgO
? Kadmium- —	CdO
Quecksilber-Oxydul .	Hg^2O
? Cerium- —	CeO
? Kobalt-Oxyd . . .	CoO
? Nickel- —	NiO
Quecksilber- — . .	HgO
Zink- —	ZnO
Kupfer- —	CuO
Palladium- — . .	PdO
Uran- —	UO
Beryllium- —	Be^2O^3
Aluminium- — . .	Al^2O^3
Eisen- —	Fe^2O^3
Mangan- —	Mn^2O^3
Chrom-Oxydul . .	Cr^2O^3
Antimon-Oxyd . .	Sb^2O^3
Cerium- —	Ce^2O^3
Uran- —	U^2O^3
Zinn-Oxydul . . .	StO
Wismuth-Oxyd . .	Bi^2O^3
Tellur- —	TeO^2
Rhodium- —	R^2O^3
Iridium-Oxydul . .	IrO
Platin-Oxyd . . .	PtO^2
Gold- —	Au^2O^3
Zinn-Säure *) . .	StO^2
Titan- —	TiO^2
Antimonichte- — . .	SbO^2
Tantal- —	TaO^3
Antimon- —	SbO^3
Wolfram- —	WO^3
Molybdän- —	MoO^3
Mangan- —	Mn^2O^5
Chrom- —	CrO^3

*) Wird gewöhnlich Zinnoxyd genannt.

Eigenschaften der Metalloxyde.

776. Alle Oxyde sind bei gewöhnlicher Temperatur starr, spröde, und glanzlos im pulverisirten Zustand. Sie sind sämmtlich geruch- und geschmacklos, mit Ausnahme der der zweiten Abtheilung, nämlich die Säuren und das Osmiumoxyd. Einige sind weiß, andere sind verschieden gefärbt, alle aber haben ein größeres spezifisches Gewicht als das Wasser.

777. Bisweilen äußert die Elektrizität gar keine Wirkung auf diese Körper; es ist dieß der Fall bei der Thonerde, deren metallische Grundlage man durch dieses Mittel nicht darstellen konnte. Aus allen Oxyden der Metalle der fünf letzten Abtheilungen scheidet sie Sauerstoff vom Metall. Eine galvanische Säule von 100 Plattenpaaren ist hinreichend um selbst die beständigsten Oxyde zu zersetzen, und ein weit schwächerer Apparat genügt schon zur Zerlegung derjenigen Oxyde, deren Bestandtheile minder fest miteinander verbunden sind; bisweilen reicht schon ein einfaches Plattenpaar hin. Um diese Resultate zu erhalten, darf man nur das Oxyd mit etwas Wasser anfeuchten, um es zum Leiter der Elektrizität zu machen und dann Platindrähte, welche mit den beiden Polen der Säule in Verbindung stehen, damit in Berührung bringen. Der Sauerstoff begiebt sich an den positiven Pol und das reducirte Metall häuft sich staubförmig, krystallinisch oder als kleine Kügelchen am negativen Pol an. Kann sich das freiwerdende Metall leicht mit Quecksilber amalgamiren, und sind außerdem zu der Reduktion des Oxydes kräftige Mittel nöthig, so formt man aus dem angefeuchteten Oxyd ein kleines Schälchen, bringt etwas Quecksilber in dasselbe und taucht den negativen Draht in dieses Metall. Sobald sich etwas Oxyd reduzirt, erzeugt sich ein Amalgam, welches der Luft länger widersteht, als das reine Metall, wenn dieses der zweiten Abtheilung angehört.

Die Leitungsfähigkeit des Oxyds spielt bei dieser Reduktion eine bedeutende Rolle. Es kann der Fall seyn, daß die Oxyde bisweilen der Wirkung der Säule bloß deshalb widerstehen, weil sie schlechte Elektrizitätsleiter sind, wenn

gleich ihr Radikal eigentlich weniger Verwandtschaft zu dem Sauerstoff hat, als das derjenigen Oxyde, welche auf diese Weise leicht zersetzt werden können.

778. Der Magnet wirkt auf die Oxyde weit schwerer als auf die Metalle. Man kennt nur zwei Oxyde, welche vom Magnet angezogen werden, nämlich das Eisenoxydul und das Eisenoxyd-Oxydul, nebst einigen Verbindungen, in denen das Erstere sich befindet. Der natürliche Magnet ist Eisenoxyd-Oxydul, welches durch sein langes Liegen im magnetischen Meridian magnetisch geworden ist.

779. Wirkung der Wärme. Wirft man einen Blick auf die Klassifikationstafel der Metalle, so ersieht man hieraus, wie die Wärme auf die meisten Oxyde wirkt. Die Oxyde der zwei letzten Abtheilungen werden bei mehr oder minder hoher Temperatur zersetzt; dieß gilt jedoch nicht von den vier ersten Abtheilungen, deren Oxyde nur bisweilen, wenn sie sehr reich an Sauerstoff sind, einen Theil davon abgeben, und eine niedrigere Oxydationsstufe bilden.

Folgende Oxyde der vier ersten Abtheilungen werden durch die Wärme zersetzt,

Calciumüberoxyd Strontiumüberoxyd Zinküberoxyd Nickelüberoxyd Antimonsäure Kupferüberoxyd Bleiüberoxyd	werden noch unterhalb der Rothglühhitze zersetzt.
Bariumüberoxyd Natriumüberoxyd Uranoxyd Kobaltüberoxyd Kupferüberoxyd Bleiüberoxydul Manganüberoxyd.	werden bei anfangender Rothgluth oder noch darüber zersetzt.

Man kennt nur ein einziges Oxyd, welches sich in der Wärme verflüchtigt; es ist dieß das Osmiumoxyd. Dagegen giebt es mehrere, die schmelzbar sind, allein die hierzu erforderliche Temperatur ist sehr verschieden. Die Oxyde der

zweiten Abtheilung, als Baryt und Strontian schmelzen nur mit Hülfe des newmann'schen Knallgebläses.

Die Oxyde der fünften Abtheilung, die der sechsten und alle diejenigen, welche in der angeführten Tabelle verzeichnet sind, zersetzen sich noch ehe sie schmelzen. Von den Oxyden der dritten und vierten Abtheilung gilt im Allgemeinen, daß, wenn ihre Metalle selbst schon leicht schmelzen, sie auch sehr, obgleich etwas weniger schmelzbar sind. In dem Fall, wo das Metall Weißglühhitze zum Schmelzen erfordert, ist das Oxyd immer schmelzbarer als das Metall.

780. Wirkung des Lichts. Man kennt bis jetzt noch nichts Bestimmtes über die Wirkung des Lichts auf die Metalle. Es scheint dieselbe ist auf die meisten Oxyde gleich Null, die der letzten Abtheilung aber werden durch dasselbe zersetzt. Man beachtet den Einfluß dieser Materie auf diese Klasse von Körpern in den Laboratorien zu wenig, allein bei industriellen Anwendungen muß man darauf Rücksicht nehmen und Versuche damit anstellen, ehe man Anwendung von Oxyden der letzten Abtheilung macht, die lange dem Lichte ausgesetzt werden sollen.

781. Chemische Eigenschaften. Viele Körper sind fähig, die Oxyde zu verändern, entweder indem sie sich ihres Sauerstoffs bemächtigen und das Metall frei machen, oder indem sie sich mit dem Metall verbinden und den Sauerstoff austreiben, oder indem sie sich mit dem Metall und Sauerstoff zugleich verbinden, oder indem sie sich endlich mit dem Oxyde selbst vereinigen, ohne es zu zersetzen. Wir wollen diese verschiedenen Reaktionen näher betrachten, weil die Kenntniß dieser Körper, sowohl für die allgemeine Chemie als bei industriellen Anwendungen sehr wichtig ist.

782. Wirkung der nicht metallischen Körper. Die einfachen nicht metallischen Körper zerfallen hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Oxyde in drei Gruppen. Die erste enthält den Wasserstoff, den Kohlenstoff, das Bor, das Kiesel und den Stickstoff; diese Körper zeigen entweder eine höchst einfache oder gar keine Wirkung auf die Oxyde. Die zweite Gruppe schließt das Chlor, Brom, Jod, den Schwefel, das Selen, den Phosphor und das Arsenik ein. Die Wir-

kung aller dieser Körper ist schon zusammengesetzt, übrigens aber durchgängig ziemlich dieselbe. Die dritte Gruppe enthält den Sauerstoff allein, dessen Wirkung ganz besonders ist.

783. Wirkung des Sauerstoffs. Der Wasserstoff strebt alle Oxyde in den metallischen Zustand zurückzuführen, indem er sich des Sauerstoffs derselben bemächtigt und Wasser bildet. Die Chemiker fanden in dieser Reaktion ein sehr wirksames und genaues Mittel für die Analyse. Auch die Künstler benützen dasselbe bei mehreren Gelegenheiten, die an verschiedenen Stellen dieses Werkes näher bezeichnet werden sollen.

Obgleich die positive Tendenz des Wasserstoffs sehr groß ist, so kann derselbe doch nur gewissen Oxyden den Sauerstoff entziehen. Die Oxyde der zweiten Abtheilung und die niedrigeren Oxydationsstufen der dritten widerstehen der Einwirkung desselben selbst bei sehr hoher Temperatur.

Alle Oxyde der vier letzten Abtheilungen werden vollständig durch den Wasserstoff zersetzt; einige schon in der Kälte, indem sie in diesem Gase Feuer fangen; andere erfordern Dunkelrothglühhitze, und wieder andere werden erst in der Kirschrothglühhitze reduzirt. Man kann leicht fast in allen Fällen vorher bestimmen, zu welchen dieser drei Abtheilungen ein Oxyd gehört. Es ist leicht begreiflich, daß die Oxyde der fünften und sechsten Abtheilung sich bei nicht sehr hoher Temperatur reduciren. Ferner können alle Oxyde der dritten und vierten Abtheilung, welche einen Theil ihres Sauerstoffs im Feuer verlieren, durch Wasserstoff auf eine niedrigere Oxydationsstufe zurückgeführt werden, selbst wenn die Temperatur nur etwas erhöht wird. Dagegen erfordern die Oxydule oder die niedrigsten Oxydationsstufen der vierten Abtheilung überhaupt anfangende Rothgluth und die Oxydule der dritten Abtheilung Kirschrothglühhitze zur Reduktion.

In allen diesen Fällen, wo entweder das Oxyd ganz oder nur theilweise reduzirt wird, entbindet sich das gebildete Wasser. Dieses findet nicht statt, wenn man die Überoxyde der ersten Abtheilung mit Wasserstoff behandelt; sie werden dadurch zersetzt, indem sich Wasser und ein Oxyd bildet,

ersteres aber verbindet sich mit Letzterem und erzeugt ein Hydrat, welches sich in der Hitze, der die Stoffe ausgesetzt sind, nicht verändert; es gilt dieß namentlich vom Barium- Strontium- Kalium- und Natrium-Oxyd.

Diese Art von Experimenten ist übrigens sehr leicht anzustellen. Man bereitet Wasserstoffgas, trocknet dasselbe, indem man es durch eine mit Ätzkalk gefüllte Röhre streichen läßt und leitet es nachher in eine Porzellan- oder Glasröhre, welche das zu reduzirende Oxyd enthält. Eine Glasröhre nimmt man, wenn die Temperatur die Dunkelrothglühhitze nicht übersteigt, im Gegentheil aber wendet man eine Porzellanröhre an.

784. Wirkung des Kohlenstoffs. Der Kohlenstoff verhält sich gegen die Oxyde ganz ähnlich wie der Wasserstoff; seine Wirkung ist übrigens kräftiger, obschon sie es aller Wahrscheinlichkeit nach nicht seyn sollte.

Der Kohlenstoff zersetzt nicht nur alle Oxyde der vier letzten Abtheilungen, sondern reduzirt auch die Oxyde des Kaliums und Natriums, in dem sich Kohlenoxyd bildet und das Metall frei wird. Diese Reaktionen finden übrigens bei verschiedenen Temperaturen statt, die wenig von denen unterschieden sind, welche man bei dem Wasserstoff anwenden muß.

Die Produkte sind nicht immer dieselben; bald bildet sich Kohlenoxyd, bald Kohlensäure. Es ist leicht voraus zu bestimmen, welches von beiden Gasen sich bilden wird; man braucht zu dem Ende nur die Wirkung des Rückstandes auf die Kohlensäure selbst zu kennen. Wenn der Rückstand fähig ist, die Kohlensäure zu zersetzen, so wird man stets Kohlenoxydgas erhalten; ist dieß nicht der Fall, so wird sich bloß Kohlensäure entbinden. Es werden demnach die Oxyde von Kalium und Natrium und die Oxydule der dritten Abtheilung sämmtlich Kohlenoxyd bei ihrer Reduktion erzeugen. Die Oxyde der fünften und sechsten Abtheilung geben alle Kohlensäure. Von der dritten Abtheilung werden einige Kohlensäure, andere dagegen Kohlenoxyd bilden.

Die Überoxyde der ersten Abtheilung werden sämmtlich bei niedriger Temperatur durch die Kohle auf Oxyde redu-

zirt; hierbei bilden sie Kohlensäure und damit auch ein kohlensaures Salz.

In der dritten Abtheilung bildet sich nie ein kohlensaures Salz, allein das Manganüberoxyd wird durch die Kohle in Oxyd verwandelt, indem sich hierbei Kohlensäure erzeugt; bei der weitern Reduktion zu Metall bildet sich dann nur Kohlenoxyd.

Im Allgemeinen erzeugen diejenigen Oxyde, welche eine hohe Temperatur zu ihrer Reduktion erfordern, nur Kohlenoxydgas; diejenigen aber, welche schon bei niedriger Temperatur reduzirt werden, bilden Kohlensäure.

785. Die Wirkung des Bor's und Kiesels auf die Oxyde hat viele Ähnlichkeit mit der des Kohlenstoffs. Der Stickstoff zeigt gar keine Wirkung.

786. Wirkung des Chlors. Das Chlor kann auf dreierlei verschiedene Weise auf die Oxyde wirken.

Sind sowohl Chlor als auch die Oxyde trocken, so kann Zersetzung statt finden und in diesem Falle sind die Produkte stets ein Chlormetall und Sauerstoff. Diese Wirkung äußert Chlor auf alle basischen Oxyde, und vielleicht auch auf einige indifferente Oxyde; es wirkt aber nicht auf die sauern Oxyde.

Wenn das Oxyd im Wasser aufgelöst oder mit demselben nur gemengt ist, so ist die Wirkung verschieden. Um dieselbe auf eine einfache Weise darzustellen, müssen zwei besondere Fälle näher untersucht und hierbei die Reihe von Oxyden, welche jeder derselben einschließt in Betracht gezogen werden.

Läßt man Chlor durch eine verdünnte Kalilauflösung streichen, so verschwindet das Gas augenblicklich, es wird absorbirt und verliert seine charakteristische Farbe und Geruch; in der Flüssigkeit findet man ein liquides Produkt, nach Berzelius bestehend aus einem Gemenge von Chlorkalium und chlorichtsaurem *) Kali. Ehe dieser berühmte

*) Berzelius nennt das oben (Bd. 1. §. 64.) beschriebene Chloroxyd, chlorichte Säure, weil es sich gegen Salzbasen, wie eine Säure verhält und damit Verbindungen bildet, welche demnach chlorichtsaure Salze genannt werden. Diese Salze zeichnen sich durch ihre bleichenden Eigenschaften besonders aus; unter Chlorkalk ein Weiteres darüber. A. u. E.

Chemiker dieses Produkt untersucht hatte, betrachtete man es als eine einfache Verbindung aus Chlor und Kali und nannte es Chlorkali. Das Natrum, der Kalk, Baryt, Strontian, die Bittererde, das Zinkoxyd, Kupferoxyd, Eisenoxydhydrat, so wie vielleicht noch andere Oxyde besitzen die Eigenschaft das Chlor in der Kälte zu absorbiren, indem sie entweder eine Verbindung aus Chlor und Oxyd oder ein Gemenge von Chlormetall und chlorichtsaurem Salz bilden.

Die Produkte dieser Reaktionen können immer auf folgende Weise dargestellt werden.

Angewendete Atome.

$$12\text{ At. Oxyd} = \begin{cases} 12\text{ At. Metall} \\ 12\text{ — Sauerstoff} \end{cases}$$

24 — Chlor

Hervorgebrachte Atome.

$$12\text{ At. Chlormetalloxyd} = \begin{cases} 12\text{ At. Metall} \\ 12\text{ — Sauerstoff} \\ 24\text{ — Chlor} \end{cases}$$

oder auch

$$9\text{ At. Chlormetall} = \begin{cases} 9\text{ At. Metall} \\ 18\text{ — Chlor} \end{cases}$$

$$3\text{ At. chlorichtsaures Salz} = \begin{cases} 3\text{ At. Oxyd} = \begin{cases} 3\text{ At. Metall} \\ 3\text{ — Sauerstoff} \end{cases} \\ 3\text{ At. Säure} = \begin{cases} 6\text{ At. Chlor} \\ 9\text{ — Sauerstoff} \end{cases} \end{cases}$$

Wir werden übrigens auf die Eigenschaften der Chlormetalloxyde oder der chlorichtsauern Salze später wieder zurückkommen. Für jetzt nehmen wir blos an, daß gewisse Oxyde sich bei gewöhnlicher Temperatur mit einem Quantum Chlor verbinden können, welches das Metall, das sie enthalten in Chlormetall würde verwandeln können. Die daraus hervorgehenden Verbindungen haben stets nur geringe Beständigkeit. Sie entbinden ihren ganzen Chlorgehalt selbst wenn nur sehr schwache Säuren darauf einwirken. Eine nur wenig erhöhte Temperatur verwandelt sie in Chlormetalle, während Sauerstoff sich entbindet. Nach und nach können

sie sich, wie es scheint, in Chlormetalle und chlorsaure Salze umwandeln.

787. Diese letztere Reaktion, welche auf die vorher erwähnten zu folgen scheint, kann auch schnell statt finden, wenn man Chlor mit konzentrirten Kaliauflösungen in Berührung bringt. Diese absorbiren eine beträchtliche Menge Chlor; es entsteht ein Niederschlag von krystallinischen Blättchen, welcher beinahe ganz aus chlorsaurem Kali vermengt mit etwas Chlorkalium besteht. Die überstehende Flüssigkeit enthält außer einer kleinen Menge chlorsauerm Kali, viel Chlorkalium und mehr oder weniger Chlorkali, das man auch als ein Gemenge von Chlorkalium und chlorichtsauerm Kali ansehen kann.

Man könnte demnach annehmen, daß das in konzentrirter Auflösung vorhandene Kali so auf das Chlor einwirkt, daß sich jenes zugleich in chlorsaures Salz und in Chlormetall verwandelt; in diesem Falle würde man die Reaktion folgendermassen darstellen.

Angewendete Atome.

$$6\text{ At. Kali} = \begin{cases} 6\text{ At. Kalium} \\ 6\text{ — Sauerstoff} \end{cases}$$

12 At. Chlor.

Erzeugte Atome.

$$5\text{ At. Chlormetall} = \begin{cases} 5\text{ At. Kali} \\ 10\text{ — Chlor} \end{cases}$$

$$1\text{ At. chlorsaures Salz} = \begin{cases} 1\text{ At. Kali} = \begin{cases} 1\text{ At. Kalium} \\ 1\text{ — Sauerstoff} \end{cases} \\ 1\text{ At. Säure} = \begin{cases} 2\text{ At. Chlor.} \\ 5\text{ — Sauerstoff} \end{cases} \end{cases}$$

Man könnte auch annehmen, daß die anfangs in chlorichtsaures Kali und in Chlorkalium verwandelte Pottasche erst nachher in Folge der Zersetzung des chlorichtsauern Kali's das chlorsaure Salz erzeugt; allein die Produkte würden der Berechnung gemäß dieselben seyn, denn die §. 786. angenommenen drei Atome chlorichtsaures Kali würden ein Atom Chlormetall und zwei Atome chlorsaures Salz geben. Da

letztere von zwölf Atomen Kali herrühren, so würde jedes Atom chlorsaures Kali sechs Atome des angewendeten Kali's repräsentiren, wie aus dem vorstehenden Schema zu ersehen ist.

In der Praxis scheint es, ist man nicht im Stande die Produkte in diesem Verhältniß zu erhalten. Die Menge des chlorsauern Kali's ist stets geringer, während man zugleich auch Entbindung von Sauerstoffgas bei der Bildung desselben bemerkt. Wir werden übrigens diesen Gegenstand noch spezieller in den folgenden Kapiteln abhandeln, wo von den chlorsauren und chlorichtsauren Salzen, so wie von dem chlorsauern Kali und dem chlorichtsauern Kalke insbesondere die Rede seyn wird.

788. Das Quecksilberoxyd wird durch das Chlor in Chlorquecksilber, chlorsaures Quecksilber und eine unlösliche Verbindung von Chlormetall und Oxyd verwandelt. Das Silberoxyd verwandelt sich in Chlorsilber und chlorsaures Silberoxyd.

Die Oxyde von Kobalt, Nickel, Mangan und Blei gehen durch die Zersetzung des Wassers in Überoxyde über. Das Chlor wird Salzsäure, die mit einem Antheil des angewendeten Oxyds verbunden bleibt, während der Sauerstoff des Wassers an den andern Antheil des Oxyds sich begiebt und ihn in Überoxyd umwandelt.

Die Thonerde, das Wismuthoxyd, Antimonoxyd, die Zinnsäure und das Telluroxyd wirken nicht auf feuchtes Chlor, selbst bei einer Temperatur von 100° C.

789. Da unter Mitwirkung des Wassers das Chlor mit den Oxyden chlorsaure und chlorichtsaure Salze erzeugt, so ist von selbst klar, daß weder die eine noch die andere dieser zwei Säuren sich wird bilden können, wenn die Wirkung trocken und bei höherer Temperatur statt findet. Bedenkt man zugleich, daß die chlorsauren und chlorichtsauren Salze in der Hitze Chlormetalle und Sauerstoff geben, so ist es leicht erklärlich, warum die Oxyde, welche vom trocknen und heißen Chlor angegriffen werden können, Chlormetalle bilden, indem sie allen ihren Sauerstoff hergeben. Es wurde bereits bemerkt, daß diese Oxyde die Klasse der basischen und einen Theil der indifferenten Oxyde ausmachen. Da

es aber häufig sich ereignet, daß man Oxyde hat, welche durch Chlor nicht angegriffen werden, die aber in Chlormetall verwandelt werden sollen, so bedient man sich eines Verfahrens, welches von Gay-Lussac und Thénard angedeutet und von Oerstedt ausgeführt worden ist. Es besteht diese Methode darin, daß man das Oxyd mit Kohle mengt und der Einwirkung von trocknem Chlor bei erhöhter Temperatur aussetzt, welche letztere von der dunkeln Rothgluth bis zur Weißglühhitze variiren kann. Die Wolframsäure und Molybdänsäure zersetzen sich unter diesen Umständen schon bei einer durch die gewöhnliche Alkoholllampe erzeugbaren Temperatur; die Titansäure, die Thonerde, die Zirkonerde, die Beryllerde und die Yttererde erfordern ungefähr Kirschrothglühhitze.

Da alle diese Chlorverbindungen flüchtig sind, so richtet man den Apparat so ein, wie es bei dem Chlorkiesel angegeben wurde (412). Es entbindet sich hierbei ebenfalls Kohlenoxyd.

Da das Chlor mit Hilfe der Kohle alle Oxyde, welche durch Chlor allein nicht angegriffen werden, in Chlormetalle verwandeln kann, so ersieht man hieraus, daß alle Oxyde ohne Ausnahme in Chlormetalle umgewandelt werden können.

790. Wirkung des Broms. Diese hat die größte Ähnlichkeit mit der des Chlors. Man hat sie auf dieselbe Weise betrachtet, wie beim Chlor geschehen und gefunden, daß sich das Brom ganz wie dieses verhält, nur minder kräftig wirkt.

Im wasserfreien und wasserhaltigen Zustand kann das Brom den Sauerstoff des Kali's, des Natrums, des Baryts und des Kalks austreiben; allein während Chlor die Bittererde zersetzt, zeigt Brom keine Wirkung auf dieselbe. Diese Reaktionen finden bei Rothgluth statt und werden von lebhafter Licht und Wärmeentbindung begleitet.

So wie mit Hilfe der Kohle das Chlor mehrere Oxyde zersetzt, auf welche es allein nicht einwirken würde, so kann auch wahrscheinlicher Weise das Brom unter Beihilfe der Kohle eine Menge Oxyde zersetzen. Dieser Versuch wurde mit günstigem Erfolg von D'Arcet dem Sohne angestellt,

und ohne Zweifel wird man sich auf diesem Wege eine Menge Brommetalle leicht bereiten können.

Das Brom kann in Berührung mit Wasser bei gewöhnlicher Temperatur bromichtsaure Salze und Brommetalle, oder wenn man will Verbindungen aus Brommetallen und Oxyden bilden. Dieses findet immer statt, wenn man sehr verdünnte Auflösungen von Kali, Natrum, Kalk, Baryt oder Strontian mit Brom behandelt. Durch Zusatz einer Säure kann das Brom wieder hergestellt werden, so wie man dieses bei den Chlormetalloxyden bemerkt.

Ist die alkalische Auflösung konzentrirt, so werden im Gegentheil bromsaure Salze und Brommetalle erzeugt; es zeigt sich diese Erscheinung bei Kali, Natrum, Baryt, Strontian und Kalk, allein nicht bei der Bittererde.

Die für Chlor gegebenen Formeln lassen sich auch ganz genau auf Brom anwenden.

791. Wirkung des Jods. Diese ist im Allgemeinen der der zwei vorhergehenden Körper ähnlich, zeigt übrigens aber doch einige bemerkenswerthe Ausnahmen.

In der Wärme zersetzt das trockne Jod die wasserfreien Oxyde von Kalium und Natrium, so wie man solche durch Verbrennen der Metalle in Sauerstoffgas erhält. Es entbindet sich Sauerstoff und Jodmetalle bilden sich. Bleioxyd und Wismuthoxyd werden gleichfalls durch Jod zersetzt. Bei Kupfer- und Zinn-Oxydul ist es derselbe Fall, nur entbindet sich dabei kein Sauerstoff. Die Hälfte eines jeden dieser Oxyde wird in eine höhere Oxydationsstufe verwandelt, auf welche das Jod nicht weiter einwirkt; die andere Hälfte bildet ein Jödmetall, welches sich mit dem neuen Oxyd verbindet.

Das Zink- und Eisenoxyd wird nicht verändert, aber bei 200° C. scheint das Erstere Jod absorbiren zu können, ohne jedoch Sauerstoff zu entbinden.

Setzt man Baryt, Strontian und Kalk der Wirkung des Jods aus, so zeigt sich keine Sauerstoffentbindung, allein das Jod verschwindet und wird unter schwachem Erglühen absorbirt. Es bilden sich hierbei Verbindungen, welche man bisher für Jodmetalloxyde ansah; diese sind im Wasser auflöslich und reagiren alkalisch. Die Kalk- Strontian- und wahr-

scheinlich auch die Barytverbindung wird durch starke Rothglühhitze zersetzt, das Jod wird frei und die Oxyde bleiben als Rückstand. Man darf also hieraus schließen, daß bei dieser Temperatur das Jod ohne Wirkung auf die Oxyde ist.

Die Hydrate von Kalk, Strontian und Baryt verhalten sich gegen Jod, wie die wasserfreien Oxyde.

792. Die auf solche Weise erzeugten Produkte scheinen aus einem Atom Oxyd und einem Atom Jod zu bestehen, weshalb sie von den gewöhnlichen Chlormetalloxyden sich unterscheiden und mithin dem im Handel vorkommenden Chlorkalk sich nähern.

Es ergiebt sich hieraus, daß das Jod unter gewissen Umständen und selbst bei höherer Temperatur Verbindungen bilden kann, welche den Chlormetalloxyden ähnlich sind, und die man gleichfalls als Gemenge von Jodmetallen und iodichtsauern Salzen betrachten kann. Da diese Art von Reaktion in der Wärme statt finden kann, so läßt sich auch annehmen, daß sie mit den starken Basen und mit solchen, welche den Sauerstoff nur mit schwachen Verwandtschaftskräften gebunnen halten, auch bei gewöhnlicher Temperatur vor sich gehen wird.

Sehr verdünnte Kali- und Natrum-Auflösungen verwandeln auch wirklich das Jod in Jodmetall und iodichtsaures Salz; dagegen geben konzentrirte Auflösungen dieser Metalloxyde mit Jod ein iodsaures Salz und Jodmetall. Wahrscheinlich erhält man dieselben Produkte, wenn man Jod mit Baryt- Strontian- und Kalkwasser zusammen bringt. Diese letztern Thatsachen verdienen jedoch aufs Neue untersucht zu werden.

Von den übrigen Oxyden hat man noch wenige der Einwirkung des Jods bei gleichzeitigem Einfluß des Wassers ausgesetzt. Gay-Lussac beobachtete, daß die Talkerde sich mit Jod verbindet und ein Jodmetalloxyd bildet, welches flohfarben und unauflöslich im Wasser ist. Collin zeigte ferner, daß das Quecksilberoxyd in auflösliches saueres iodsaures Salz und in rothes unauflösliches Jodquecksilber verwandelt wird.

793. Wirkung des Schwefels. Dieser Körper kann eine verschiedene Wirkung auf die Oxyde äußern, die leicht verständlich seyn wird, wenn wir sie mit den eben betrachteten Erscheinungen vergleichen.

Mit den Oxyden der vier ersten Abtheilungen erzeugt der Schwefel schweflichte Säure und ein Schwefelmetall; hierzu ist gewöhnlich eine höhere Temperatur bei denjenigen Oxyden nöthig, welche durch die Hitze nicht verändert werden, als bei solchen, die bei mäßiger Wärme zersetzt werden. Der Versuch würde sogar bei den Oxyden der zwei letzten Abtheilungen nicht gefahrlos seyn, wenn man mit zu großen Massen auf einmal operiren wollte. Das Bleiüberoxyd braucht selbst nicht einmal mit Schwefel erhitzt zu werden, indem schon ein starkes Zusammenreiben, oder ein mäßiger Stoß die gegenseitige Reaktion hervorrufen kann. Die Überoxyde der dritten und sogar die der vierten Abtheilung erfordern dagegen Rothglühhitze.

Gegen die Oxyde der ersten Abtheilung verhält sich der Schwefel nicht so. Er bildet stets mit denselben ein schwefelsaures Salz und ein Schwefelmetall, vorausgesetzt daß die Temperatur die Rothgluth erreicht. Ist das Oxyd trokken, so ist die Reaktion von Wärmeentbindung begleitet, die sehr bemerkenswerth ist. Baryt und Strontian, welche wasserfrei und zugleich sehr porös sind, werden, wenn sie beinahe rothglühend mit dampfförmigen Schwefel zusammen kommen, plötzlich weißglühend und die Temperatur erhält sich während der ganzen Reaktion hellrothglühend. Folgendes Schema stellt die Produkte dar.

Angewendete Atome.

4 At. Baryt = { 4 At. Barium
4 — Sauerstoff

4 At. Schwefel

Erzeugte Atome.

3 At. Schwefelbarium = { 3 At. Barium
3 — Schwefel

Erzeugte Atome.

1 At. Schwefelsaures Salz = { 1 At. Säure = { 1 At. Schwefel, 3 — Sauerstoff
1 At. Baryt = { 1 At. Barium, 1 — Sauerstoff

Die Wirkung der übrigen Basen der zweiten Abtheilung würde die nämliche seyn. Indessen könnten sich auch statt eines einfachen Schwefelmetalls höhere Schwefelungsstufen (Polysulfures) *) bilden, wenn die angewendeten Schwefelatome sich verhältnißmäßig vermehrten. Wird aber die Temperatur gehörig erhöht, so tritt die erwähnte Erscheinung ein.

794. Der Schwefel allein wirkt auf alle Oxyde der ersten Abtheilung nicht ein. Es scheint sogar derselbe kann gewisse Oxyde der vierten Abtheilung und besonders die Titansäure allein nicht zersetzen; jedoch mit Hilfe der Kohle oder als Schwefelkohlenstoff bewirkt er deren Zersetzung und verwandelt sie in Schwefelmetall. Man hat ihn auf diese Weise noch nicht auf die Oxyde der ersten Abtheilung einwirken lassen; wahrscheinlich würde er sie unter diesen Umständen zersetzen.

795. Bei Anwesenheit des Wassers scheint der Schwefel auf einige Oxyde der letzten Abtheilung zu wirken, mit welchen er Schwefelsäure bildet, indem das Metall frei wird. Wenn er auf die Oxyde der dritten, der vierten oder der fünften Abtheilung einwirkt, so geschieht dieß nur unter besondern und noch nicht genau gekannten Umständen; auf die der ersten Abtheilung wirkt er unter diesen Umständen nicht.

Nicht so verhält es sich mit denen der zweiten Abtheilung; er wirkt bei gewöhnlicher Temperatur und besser noch in der Hitze sehr rasch darauf ein. Der Schwefel verwandelt sie in auflösliche Polysulphuride und in unterschweflichtsaure Salze. Wir werden diese Wirkungen später bei den Schwefelverbindungen ausführlicher betrachten.

---

*) Bezeichnen wir die Schwefelverbindungen überhaupt, wie dieß jetzt fast allgemein geschieht, mit dem Gattungsnamen Sulphuride, so können wir Polysulfures künftighin mit Polysulphuride geben. Polysulphurid nennt unser Verfasser jedes Schwefelmetall, welches gegen ein Atom Metall mehr als ein Atom Schwefel enthält. A. u. E.

796. Wirkung des Selens. Diese gleicht in jeder Beziehung der des Schwefels, weshalb wir keine speziellen Betrachtungen darüber anstellen. Es wird später bei den Selenverbindungen wieder die Rede davon seyn.

797. Wirkung des Phosphors. Der Phosphor hat in seiner Wirkung auf die Oxyde viel Ähnlichkeit mit dem Schwefel. Gerade wie dieser verändert er die der ersten Abtheilung nicht, und bildet wie er mit den Oxyden der zweiten Abtheilung ein phosphorsaures Salz und ein Phosphormetall; ferner giebt er gleich dem Schwefel mit den meisten der zwei letzten Abtheilungen Phosphormetalle und Phosphorsäure, wenn überhaupt das Phosphormetall in der Hitze bestehen kann. Auf die Oxyde der dritten und vierten Abtheilung wirkt der Phosphor verschieden; es wird ein phosphorsaures Salz und ein Phosphormetall gebildet, was beweist, daß sowohl das Oxyd als die Säure feuerbeständig und unzersetzbar sind, was nicht bei der Schwefelsäure der Fall ist.

Diese Reaktionen sind sehr lebhaft und beinahe immer von Wärme- und Licht-Entbindung begleitet. Die Oxyde der dritten Abtheilung, welche durch Phosphor zersetzt werden, entbinden kein Licht. Die der zweiten erzeugen dagegen viel, und die der sechsten besonders das Silberoxyd ebenfalls; sie werden durch den Phosphor mit solcher Heftigkeit zersetzt, daß schon die gewöhnliche Temperatur diese Reaktion hervorruft. Man muß sich hüten diese Körper zu mischen, und man thut deshalb am besten den Phosphor in Dampfform über die erhitzten Oxyde zu leiten.

798. Ist Wasser zugegen, so wirkt der Phosphor ganz anders auf die Oxyde. Mit denjenigen, an welche der Sauerstoff nur schwach gebunden ist, z. B. mit denen der zwei letzten Abtheilungen erzeugt er Phosphorsäure, indem das Metall zugleich frei wird; so wirkt er wenigstens auf das Goldoxyd.

Der Phosphor wirkt nicht auf die Oxyde der zweiten und dritten Abtheilung, und eben so wenig beinahe auf alle der vierten. Er wirkt dagegen sehr kräftig auf die der er-

sten. Mit allen Oxyden dieser Letztern erzeugt er unter Einfluß des Wassers, bei gewöhnlicher Temperatur und leichter noch in der Wärme Phosphorwasserstoffgas im Maximum gemengt mit Wasserstoff und unterphosphorichtsaure Salze, welche Letztere sich bei fortgesetzter Einwirkung wiederum zersetzen (239). Offenbar wird hiebei das Wasser zersetzt, und dessen Wasserstoff und Sauerstoff verbinden sich, ersterer theilweise, zweiter dagegen ganz mit dem Phosphor. Bei den unterphosphorichtsauern Salzen werden wir diese Reaktionen spezieller betrachten.

799. Wirkung des Arseniks. Sie gleicht der des Phosphors vollkommen; mit den Oxyden der zweiten Abtheilung bildet das Arsenik bei höherer Temperatur arsenikſaure Salze und Arsenikmetalle; mit denen der ersten, nichts; mit denen der vier letzten giebt dasselbe in mehreren Fällen arsenikſaure Salze und Arsenikmetalle, bisweilen aber auch Arsenikmetalle und arsenichte Säure, wenn das Arsenik im Überschuß vorhanden.

Unter Mitwirkung des Wassers giebt das Arsenik mit den Basen der ersten Abtheilung Arsenikwasserstoffgas, freies Wasserstoffgas und ein Arsenikſalz, welches noch näher untersucht zu werden verdient. Diese merkwürdige Reaktion, welche das Arsenik dem Phosphor sehr nahe stellt, ward von Gehlen beobachtet, der von dem durch die Einwirkung des Arseniks auf Kali erzeugten Gase vergiftet wurde und starb.

800. Wirkung des Sauerstoffs. Alle Oxyde scheinen vom trocknen Sauerstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur nicht verändert zu werden; bringt man aber Wasser zugleich mit in Berührung, ohne die Temperatur zu erhöhen, so können einige Oxyde dieses Gas absorbiren. Hierher gehören folgende:

Eisenoxydul,
Eisenoxyd-oxydul,
Manganoxydul,
Kobaltoxyd,
Kupferoxydul,
Titanoxyd.

Das Eisenoxydul und Eisenoxyd-Oxydul verwandeln sich in Eisenoxydhydrat. Das Manganoxydul und das Manganoxyd-Oxydul gehen in Oxydhydrat und das Kobaltoxyd in Kobaltüberoxydhydrat über; das Kupferoxydul verwandelt sich in Oxydhydrat und das Titanoxyd in Titansäurehydrat.

801. Diejenigen Oxyde, welche das trockne Sauerstoffgas in der Wärme absorbiren können, sind zahlreicher. Es sind folgende:

Bariumoxyd	geht über in	Überoxyd.
Kaliumoxyd	— —	Überoxyd.
Natriumoxyd	— —	Überoxyd.
Manganoxydul	— —	Oxyd-oxydul.
Eisenoxydul und Eisenoxyd-oxydul	— —	Oxyd.
Zinnoxydul	— —	Zinnsäure.
Molybdänoxyd / Molybdänichte Säure	— —	Molybdänsäure.
Titanoxyd	— —	Titansäure.
Kupferoxydul	— —	Oxyd.
Bleioxyd	— —	Überoxyd.
Quecksilberoxydul	— —	Oxyd.

802. Wirkung der Metalle. Die Klassifikation der Oxyde, so wie die verschiedenen Erscheinungen, welche wir im Vorhergehenden näher betrachtet haben, lassen ziemlich oft die Wirkung der Metalle auf die Oxyde vorausbestimmen. Es mangelt übrigens noch sehr an näheren Aufschlüssen hierüber, welche für die metallurgische Praxis so wünschenswerth wären. Unläugbar wirken hier verschiedene Kräfte gleichzeitig bei dieser Art von Phänomenen und man kann nach Umständen bezwecken: 1.) Die Reduktion des angewandten Oxyds und Oxydation des damit in Berührung gebrachten Metalls; 2.) die Oxydation des angewendeten Metalls und die Bildung einer Legirung aus den beiden Metallen; 3.) die Reduktion eines Theils des Oxyds und die Bildung einer Verbindung aus einem zweiten Antheile dieses Oxydes und dem neu erzeugten Oxyde; 4.) die Umwandlung des angewandten Oxydes in eine niedrigere Oxy-

dationsstufe, die entweder frei bleibt oder sich mit dem neuen Oxyde verbindet ꝛc.

Die meisten dieser Erscheinungen können nebst den sie begleitenden Umständen vorhergesehen werden. Da hierzu immer eine höhere Temperatur nöthig ist, so müssen wir die Wirkung der Wärme sowohl auf die Oxyde, als auf die angewendeten Metalle in Betracht ziehen und zugleich untersuchen, ob die möglichen Oxyde oder die in ihnen enthaltenen Metalle ein Verbindungsstreben besitzen.

Die alkalischen Überoxyde und alle Oxyde der vier letzten Abtheilungen werden durch das Kalium und Natrium zersetzt. Erstere werden in Oxyd verwandelt, die übrigen in den metallischen Zustand reduzirt. Diese Reaktion ist mit Ausnahme der Oxydule der dritten Abtheilung stets mit Licht und Wärmeentbindung begleitet.

Von den übrigen Metallen scheint es können die der fünften Abtheilung den Oxyden der sechsten Abtheilung ihren Sauerstoff entziehen. Die der vierten zersetzen gewiß auch die Oxyde der fünften und sechsten und einige derselben können sogar die Überoxyde der dritten und ersten Abtheilung in niedrigere Oxydationsstufen reduziren. Endlich können die Metalle der dritten Abtheilung beinahe alle Oxyde der drei letzten Abtheilungen, so wie die Überoxyde, ja selbst bisweilen die Oxyde der ersten zersetzen; so zersetzt z. B. das Eisen das Kali und Natrum.

Was die Kraft der Wirkung betrifft, sie hängt sie offenbar von dem Zustande der Zertheilung der Stoffe und der Beständigkeit des angewandten Oxydes ab. Bei sehr fein zertheilten oder in der Wärme flüchtigen und zersetzbaren Oxyden ist die Wirkung stets mit Licht und Wärmeentbinbindung begleitet; im entgegengesetzten Fall geht sie beinahe ohne Lichtentwicklung, wenn gleich nicht ohne Wärmeentbindung vorüber.

803. Wirkung der zusammengesetzten Körper. Diese ist sehr verschieden. Bald verbinden sie sich mit den Metalloxyden, in dem sie gegen diese entweder eine saure oder basische Rolle spielen; bald zersetzen sie dieselben, indem sie ihnen den Sauerstoff entziehen und das Metall frei machen; bald

entziehen sie ihnen den Sauerstoff, allein das Metall, anstatt frei zu werden, geht eine neue Verbindung ein. Die meisten dieser Resultate können übrigens vorhergesehen werden; weitere Details hierüber sollen bei andern binären nicht metallischen Verbindungen beigebracht werden, deren Bildung einen großen Einfluß auf alle diese Erscheinungen äußert.

Wir erwähnen hier bloß, daß die sauern Verbindungen sich gewöhnlich mit den basischen Oxyden verbinden, so wie sich die basischen Verbindungen mit den sauern Oxyden vereinigen. Die Produkte hiervon sind Salze.

Unter den Verbindungen verdient das Wasser eine ausführliche Betrachtung.

Das Wasser wirkt auf verschiedene Art auf die Oxyde. Mit den meisten scheint es sich verbinden zu können und bildet dann Hydrate, welche wir weiter unten untersuchen werden; es zersetzt einige und wird dagegen von andern selbst zersetzt. Die besondern Oxyde, welche in ihren untern Oxydationsstufen sehr beständige Hydrate bilden, werden vom Wasser zersetzt. Das Kalium- und Natrium-Überoxyd wird durch Wasser schon bei gewöhnlicher Temperatur in Oxydhydrat und freien Sauerstoff umgewandelt. Barium- Strontium- und Kaliumüberoxyd werden auf gleiche Weise verändert, aber erst bei ungefähr 100°. Oxyde, welche das Wasser zersetzen können, giebt es nicht viele; das Eisenoxydul, Manganoxydul und Zinnoxydul gehören hierher, indem das Wasser durch sie in der Rothglühhitze zerlegt wird. Der Wasserstoff wird frei und es bildet sich Eisen- und Mangan-Oxyd-Oxydul und Zinnsäure.

Was die Wirkung der Oxyde gegen einander betrifft, so läßt sich davon wenig sagen. Die basischen Oxyde können sich mit den sauern und selbst mit den indifferenten verbinden, und diese letztern wiederum können mit den sauern Oxyden Verbindungen eingehen. Die so gebildeten Verbindungen sind im Wasser löslich, wenn sie Kali und Natrum zur Basis haben oder wenn überhaupt dieselben neutral oder basisch sind; denn wenn die Säure vorherrscht und diese unlöslich ist, so kann auch die Verbindung selbst unlöslich werden. Mit Silberoxyd, Kupferoxyd, Kobaltoxyd, Nickeloxyd ꝛc. bil-

det z. B. das Kali unauflösliche Verbindungen, während es dagegen mit Thonerde, Zinkoxyd, Zinnoxyd auflösliche erzeugt.

Baryt, Strontian und Kalk besitzen mit Kali und Natrum gemeinschaftlich die Eigenschaft auflösliche Verbindungen dieser Art zu bilden; allein ihre Wirkung in dieser Hinsicht ist viel schwächer und häufig sind ihre Verbindungen sehr wenig löslich oder gänzlich unlöslich im Wasser.

Bereitung.

804. Es giebt sehr verschiedene Methoden zur Bereitung der Oxyde. Oben an stellen wir die Kalzination der Metalle oder der Oxyde in der atmosphärischen Luft oder im Sauerstoffgase. Die basischen Oxyde entstehen oft schon in Berührung mit der Luft bei gewöhnlicher Temperatur und unter Einfluß der Säuren; gerade so lassen sich unter Einwirkung der Basen umgekehrt die sauern Oxyde erzeugen. Stets unterstützt die Wärme diese Reaktionen. Die Oxyde entstehen ferner, wenn man auflösliche Salze durch die alkalischen Basen oder durch Ammoniak zersetzt. Die Säuren können auch die sauern Oxyde aus ihren Verbindungen mit den basischen Oxyden abscheiden. Die Wärme, indem sie die Kohlensäure oder Salpetersäure austreibt, macht auch die damit verbunden gewesenen Oxyde frei. Die Salpetersäure erzeugt durch ihre Wirkung auf die Metalle mehrere Oxyde, die sie nicht auflösen kann, weil sie selbst saurer Natur sind. Endlich werden durch das oxydirte Wasser verschiedene Überoxyde gebildet, indem dieses auf die Oxydule oder Oxyde der Metalle reagirt.

Die Oxyde, welche mittelst Metallen erzeugt werden können unter verschiedenen Umständen entstehen.

Die Luft oder der Sauerstoff kann sowohl in der Kälte als in der Wärme auf die Metalle wirken. Das Kalium z. B. oxydirt sich in Berührung mit der Luft und diese Wirkung würde sehr lebhaft seyn, wenn sich nicht auf der Oberfläche des Metalls eine Oxydlage bildete, welche die Oxydation hemmt, indem sie die fernere Berührung mit der Luft verhindert. Ist jedoch letztere möglich, so giebt es eine Menge

Fälle, in welchen sich die Metalle in der Kälte schon durch die Berührung mit der Luft oxydiren. Diese Fälle treten ein, wenn die Metalle auf irgend eine Weise in feines Pulver verwandelt werden. Blei und Kupfer sind in feiner Pulverform pyrophorisch und oxydiren sich rasch. Es zeigt sich dieß z. B. an den Rückständen der essigsauren Salze, so wie an den Oxyden, welche mittelst Wasserstoffgas reduzirt werden, wenn das Metall überhaupt unschmelzbar ist. Ist das Metall selbst leicht oxydirbar, so ist eine so äußerst feine Zertheilung selbst nicht nöthig. Ein Stück Mangan der Luft ausgesetzt, zerfällt nach einiger Zeit zu Staub und dieser besteht aus Oxyd.

Mehrere Metalle, wie z. B. das Eisen, können sich auch in der Kälte oxydiren, wenn sie mit feuchter Luft in Berührung sind. Die im Wasser aufgelöste Luft beginnt die Oxydation und nachher wird das Wasser durch elektrischen Einfluß zersetzt, der dem Kontakte des gebildeten Oxyds mit dem Metall zuzuschreiben ist. Die anfangs langsame Oxydation geht nachher ziemlich rasch von statten. Man bereitet auf solche Weise das schwarze Eisenoxyd in den Apotheken.

In allen Fällen aber, wo man es mit großen Metallmassen zu thun hat, oder wenn man eine schnelle Oxydation bewirken will, so muß man die Oxydation mit Sauerstoff in der Wärme vornehmen. Wir führen einige Beispiele an, die diese Art von Erscheinungen deutlich machen werden. Es ist bekannt, mit welcher Heftigkeit und welcher Licht- und Wärmeentwicklung das Eisen in reinem Sauerstoff brennt. Hierbei ist die Wirkung kräftig, schnell und vollkommen, weil das gebildete Oxyd bei höherer Temperatur sehr schmelzbar ist und dadurch das Metall selbst immer entblößt wird. In gewöhnlicher Luft verbrennt das Eisen zwar auch, allein minder lebhaft und heftig. Der Eisenhammerschlag ist nichts anderes als Eisenoxyd-oxydul, von den man sich große Massen sehr rein verschaffen kann. Die andern beiden Eisenoxyde werden auf verschiedene Weise dargestellt.

Durch Glühen des Antimons an der Luft erhält man Antimonoxyd in schönen Nadeln. Da dieses Oxyd flüchtig ist, so sammelt man es mittelst umgestürtzter Schmelztie-

gel, welche am Boden durchlöchert sind, und die man auf diejenigen stellt, welche das geschmolzene Metall enthalten. Hierbei wird durch das sich verflüchtigende Oxyd stets die Metalloberfläche rein erhalten und mithin der Kontakt mit Sauerstoff erleichtert.

Wenn man Zinkoxyd bereiten will, so schmelzt man das Metall in einem Schmelztiegel und erhitzt es, bis zur Rothgluth. Bald brennt dasselbe mit schöner gelber Flamme und es erzeugen sich anfänglich wollähnliche, leichte Flocken, später aber dicke Massen von Zinkoxyd; diese nimmt man mit einem Löffel ab und die ganze Erscheinung erneuert sich dann wieder. Da das Zink flüchtig ist, so ist zwischen dem Metall und dem Sauerstoff beständige Berührung und das Oxyd breitet sich im ganzen Schmelztiegel aus.

Da das Blei nicht wie das Zink flüchtig ist, so muß man es noch unmittelbarer der Luft aussetzen und das sich auf der Oberfläche des geschmolzenen Metalls erzeugende Oxyd stets abnehmen, damit immer eine neue Metallfläche mit der Luft in Berührung komme. Im Großen operirt man in eigens dazu konstruirten Öfen und bewegt die Oberfläche beständig mit Rührstangen. In den Laboratorien oxydirt man das Blei, indem man es in einem Scherben schmelzt und die sich bildende Oxyddecke von Zeit zu Zeit mit Löffeln abnimmt.

Das Quecksilber, welches in der Siedhitze lange der Luft ausgesetzt wird, bedeckt sich mit einer Lage rothen Oxydes, was durch höhere Temperatur wieder zersetzt werden kann. Dieser chemische Prozeß geht langsam von Statten, obgleich die Flüchtigkeit des Metalls und die Unschmelzbarkeit des Oxydes denselben zu begünstigen streben.

805. Die Oxydation der Metalle unter Einfluß der Luft und einer Säure ist eine Erscheinung, die sich uns häufig darbietet; bei der Grünspanbildung z. B., wo das Kupfer sich unter Einfluß der Essigsäure oxydirt. Auf diesem Wege kann man alle basischen Oxyde bereiten, wie z. B. Blei-, Kupfer-, Eisen- und Zinn-Oxyd ꝛc.

Eisen, Zink ꝛc. würden sich unter ganz ähnlichen Umständen ebenfalls oxydiren, allein diese Metalle zersetzen zu-

gleich auch das Wasser in der Kälte mit Heftigkeit, wenn eine Säure z. B. Schwefelsäure gleichzeitig anwesend ist. Die gewaltsame Entbindung von Wasserstoff zeigt bei dieser Reaktion zur Genüge, wie schnell die Zersetzung des Wassers und die Oxydation vor sich geht.

Alle sauern Oxyde lassen sich mit Hilfe von Salzbasen und Sauerstoff erzeugen. Gewöhnlich bietet man unter diesen Umständen den Sauerstoff und die Basis den Metallen durch die Zersetzung des salpetersauern Kali's dar, womit man sie mengt. Auf solche Weise erhält man z. B. die Antimonsäure. Man kalzinirt ein Gemenge von einem Theil Antimon und sechs Theilen Salpeter bis zur anfangenden Rothglühhitze, laugt dann die geschmolzene Masse aus, und fällt hierauf die Antimonsäure mittelst einer Säure aus der Auflösung.

Hierher gehört auch die höhere Oxydation des Chromoxyds im Chromeisenstein mittelst Salpeter; ferner die Bildung von Mangansäure durch Behandlung des Manganüberoxyds mit einem Alkali, wenn man annimmt, daß der Kontakt der Luft zu der Reaktion nöthig ist.

Das Platin in Berührung mit der Luft und einem Alkali rothgeglüht, wird in ein platinsaures Salz umgewandelt; man muß deshalb stets vermeiden, Kalzinationen in Platintiegeln in dem Falle vorzunehmen, wenn irgend ein Alkali frei werden kann.

306. Man kann auch verschiedene Oxyde mittelst anderer Oxydationsstufen desselben Metalls bereiten, indem man ihnen entweder Sauerstoff entzieht oder hinzufügt. Dieselben Umstände, unter welchen Oxyde durch Einwirkung des Sauerstoffs auf die Metalle entstehen, sind auch bei der Bereitung der Oxyde mittelst anderer Oxyde wirksam. Während gewisse Überoxyde, wenn sie erhitzt werden, ihren Sauerstoff verlieren und in niedrigere Oxydationsstufen verwandelt werden, können mehrere Oxydule Sauerstoff absorbiren, entweder in der Kälte oder bei einer Temperatur, welche niedriger ist, als die, bei welcher die also gebildeten Oxyde zersetzt werden. Diese doppelte Wirkung ist an einigen Metallen wahrnehmbar. Das Manganüberoxyd z. B.

wird durch Hitze in das braune Oxydoxydul reduzirt, während dagegen das Oxydul dieses Metalls in feuchter Luft in Oxydoxydul übergeht.

Das Eisenoxydul geht unter ähnlichen Umständen in Oxydoxydul und dann in Oxyd über; dieses Oxyd aber wird nicht durch Hitze zersetzt.

Das Bleiüberoxyd verwandelt sich in der Dunkelrothglühhitze in Überoxydul; in der Kirschrothglühhitze aber wird es endlich Oxyd und dieses wiederum geht, wenn es einige Stunden lang in einer die Rothgluth fast erreichende Temperatur erhalten wird, in Überoxydul oder Mennig über. Auf solche Weise bereitet man dieses Produkt im Großen.

Der Baryt absorbirt in der Dunkelrothgluth sehr rasch das Sauerstoffgas, wenn man einen Strom desselben mitten in dieses Oxyd ununterbrochen strömen läßt. Ist endlich aller Baryt überoxydirt, und verstärkt man die Hitze, so wird das Bariumüberoxyd wieder in Oxyd oder Baryt verwandelt.

Viele Oxyde werden erzeugt durch die Reaktion der Basen oder Säuern auf auflösliche Salze. Alle diejenigen basischen Oxyde, welche mit den Säuren lösliche Salze bilden, können aus ihren Verbindungen durch die alkalischen Basen und namentlich durch Kali, Natrum oder Ammoniak abgeschieden werden. Die meisten Oxyde der zweiten und der vier letzten Abtheilungen können auf diese Art bereitet werden; sie bilden gewöhnlich entweder mit der Schwefelsäure, Salzsäure oder Salpetersäure ein lösliches Salz, wenn gleich sie selbst unlöslich sind. Alle diese Salze können durch Kali Natrum oder Ammoniak zersetzt werden. Man muß Kali oder Natrum anwenden, wenn die gefällten Oxyde im Ammoniak auflöslich sind; Ammoniak dagegen, wenn der umgekehrte Fall Statt findet. Um die vollständige Fällung zu bezwecken, muß man stets einen Überschuß an Alkali zusetzen, damit nicht mit dem unlöslichen Oxyd noch etwas Säure verbunden bleibe. Bisweilen muß man auch die Fällung heiß vornehmen, um diesen Nachtheil zu vermeiden. Es ereignet sich z. B. häufig, daß das aus einem schwefelsauern oder salpetersauern Salze gefällte Oxyd noch etwas Schwefelsäure

oder Salpetersäure zurückhält. Man muß das Salz wenigstens in der zwanzigfachen Menge Wassers auflösen, damit das gefällte Oxyd sich leicht absetzen, und durch Dekantation gewaschen werden kann. Man erneuert das darüberstehende Wasser mehrere Male und bringt das Oxyd endlich auf ein Filter, wo es aufs Neue ausgewaschen wird, bis es dem Wasser keine löslichen Theile mehr mittheilt; hierauf trocknet man es und zwar unter Ausschluß der Luft in solchen Fällen, wo es wie z. B. das Silberoxyd Kohlensäure aus derselben anziehen könnte.

Es giebt auch Salze, welche das Wasser zersetzt, indem das Oxyd gefällt zu werden scheint; dieser Fall findet bei dem salpetersauern und schwefelsauern Quecksilber Statt, allein in allen ähnlichen Fällen sind die Niederschläge nur basische Salze, welche noch eine namhafte Menge Säure enthalten; diese Bereitungsart wäre demnach also unvollkommen.

Bei der Zersetzung der Salze durch starke Basen wird selten das Oxyd rein gefällt, gewöhnlich kann das frei gewordene Oxyd die Rolle einer Säure gegen die fällende Basis spielen, und da diese stets der vollständigen Fällung wegen im Überschuß angewendet werden muß, so bildet sich in beinahe allen Fällen ein Salz. In diesen neuen Verbindungen ist die Quantität der Basis immer sehr gering, wenn das Aussüßen lange fortgesetzt wird, denn die Verbindung ist zu unbeständig, um der Wirkung des heißen Wassers lange widerstehen zu können. Auf solche Weise erhält man durch Zersetzung der Kupferoxydsalze mittelst Kali oder Natron statt des reinen Kupferoxyds ein kupfersaures Kali oder Natrum, aus welchem man nie die zwei oder drei letzten Prozente Alkali, die mit dem Kupferoxyde verbunden sind, durch Aussüßen entfernen kann.

Ungefähr auf gleiche Weise verhält es sich mit den sauern unauflöslichen Oxyden, die man mittelst einer Säure aus den löslichen Salzen abscheidet, welche sie mit den alkalischen Basen bilden. Sie verbinden sich gewöhnlich mit einer kleinen Menge der sie fällenden Säure, die sich ungefähr auf ein bis zwei Prozent beläuft. Was bereits bei den Basen gesagt wurde, findet auch hier seine Anwendung, denn

offenbar ist die gefällte Säure schwächer als die fällende und wird mithin eine basische Rolle gegen letztere spielen. Man scheidet diese kleinen Mengen der fremden beigemischten Säure durch Glühen ab, wenn nämlich die fällende Säure flüchtig ist. Im entgegengesetzten Fall muß man das Aussüßen sehr lange fortsetzen. Alle diese Verfahrungsarten sind jedoch unvollkommen, und wenn es möglich ist, muß man sie vermeiden. Man erhält auf diese Weise die Molybdän-, Wolfram- und Tantal-Säure ꝛc.

307. Die Oxyde können auch aus kohlensauren Salzen durch Glühen bereitet werden und zwar entweder aus natürlichen oder künstlich durch Fällen mittelst kohlensaurem Kali, Natrum oder Ammoniak bereiteten kohlensauren Salzen. Mit Ausnahme des kohlensauren Kali's, Natrums und Baryts, die im Feuer nicht zersetzbar sind, können alle übrigen kohlensauren Salze zur Bereitung der Oxyde angewendet werden.

Die Operation wird in einem Tiegel oder einer Retorte vorgenommen, der Letzteren bedient man sich, wenn das frei werdende Oxyd gegen den Zutritt der Luft geschützt werden muß. Man glüht so lange, bis der Rückstand nicht mehr mit Säuren aufbraust.

Die Zersetzung der salpetersauren Salze durch Feuer ist ebenfalls ein Mittel zur Gewinnung sehr reiner Oxyde; man könnte dasselbe in den meisten Fällen anwenden, da beinahe alle Oxyde sich mit Salpetersäure verbinden; er wird übrigens nur bei Bereitung des Baryts, des Strontians, des Kupferoxyds und des Quecksilberoxyds angewendet. Man nimmt gewöhnlich Retorten zum Glühen des salpetersauren Baryts und Strontians. Die Hitze muß so lange anhalten, als sich noch Sauerstoff oder salpetrige Dämpfe entwickeln und muß auch ziemlich stark seyn, wenn eine vollkommne Zersetzung Statt finden soll. Hört man zu bald mit dem Glühen auf, so ist der Baryt mit unzersetztem untersalpetrichtsaurem Salze vermengt; man erkennt dieß, wenn er mit Wasser begossen, sich nicht erhitzt und nicht zerfällt; es kann dieses Verhalten auch davon herrühren, daß sich bei dem Glühen Bariumüberoxyd bildet, welches sich in höherer Tem-

peratur zersetzt und wenn man es mit Wasser anrührt, sich nicht mehr erhitzt. Ist der Baryt dagegen gehörig zubereitet, so absorbirt er das Wasser mit solcher Heftigkeit, daß er leuchtet, wenn man ihn nur tropfenweise begießt.

Durch die Wirkung der Salpetersäure auf die Metalle können auch einige Oxyde erhalten werden, welche sich wegen ihrer sauren Tendenz nicht in derselben auflösen. Hierher gehört die Zinnsäure und die antimonichte Säure; um diese aber rein zu erhalten, müssen sie geglüht werden, denn außerdem würden sie noch Salpetersäure enthalten, gegen welche sie die Rolle schwacher Basen spielen können.

Die Einwirkung der Salpetersäure auf die Metalle und besonders das Zinn ist äußerst lebhaft; am besten wirkt dieselbe, wenn sie nicht zu konzentrirt ist, denn im rauchenden Zustand zeigt sie fast gar keine Wirkung. Ein ähnliches Verhalten bietet die konzentrirte Schwefelsäure gegen Zink und Eisen dar, denn diese wirkt beinahe gar nicht, während die mit Wasser verdünnte, die genannten Metalle äußerst heftig angreift. Im letztern Falle erklärt sich die Erscheinung leichter als im ersten, weil das Wasser selbst zersetzt werden muß, während bei jenem die Oxydation des Metalls nur auf Kosten der Säure allein Statt findet und das Wasser hierbei nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Zwei Oxyde, das Bleiüberoxyd und das Chromoxyd werden auf eine Weise bereitet, die von den bisher beschriebenen ganz verschieden ist.

Das Bleiüberoxyd erhält man durch Behandlung der Mennig oder des Bleiüberoxyduls durch eine Säure; man wendet hierzu gewöhnlich Salpetersäure an. Die Mennig scheint eine Verbindung von Oxyd und Überoxyd zu seyn, welche durch die Säure zerlegt wird. Die Reaktion derselben geht schon bei gewöhnlicher Temperatur vor sich, man erhitzt aber die Flüssigkeit bis zum Kochen, damit die Einwirkung möglichst vollständig sey.

Das Chromoxyd wird durch Glühen des chromsauren Quecksilberoxyduls erhalten. Die Chromsäure verliert in der Rothglühhitze einen Theil ihres Sauerstoffs, welcher sich mit den Elementen des Quecksilberoxyds verbindet.

Endlich wendet man noch ein eigenthümliches Verfahren zur Bereitung der Überoxyde an, welches Produkte giebt, die sich auf keine andere Weise erzeugen lassen. Es ist dieß die Anwendung des oxydirten Wassers. Das Oxyd darf, wenn es löslich ist, in Auflösung angewendet werden; man gießt einen Überschuß von Wasserstoffüberoxyd hinein, wodurch dann sogleich das Metallüberoxyd in krystallinischer Form gefällt wird. Man erhält so die Überoxyde von Calcium und Strontium. Auf gleiche Weise lassen sich die Überoxyde von Zink, Nickel und Kupfer bereiten, wenn man nämlich das oxydirte Wasser auf die Oxyde dieser Metalle einwirken läßt.

Capitel IV.

Wirkung des Chlors auf die Metalle. — Chlormetalle oder Metallchloride *) im Allgemeinen.

308. Die Wirkung des Chlors auf die Metalle ist noch kräftiger als die des Sauerstoffs. Alle Metalle werden schon bei gewöhnlicher Temperatur durch Chlor angegriffen und zwar unter Licht- und Wärmeentwicklung. Diejenigen, welche in der Kälte sich im Chlor nicht entzünden, fangen darin Feuer, wenn man die Temperatur hinreichend erhöht.

*) Wenn man mit unserm Verfasser überhaupt alle Verbindungen des Sauerstoffs oder Oxygens mit den übrigen Grundstoffen ohne Rücksicht auf ihren verschiedenen elektrochemischen Werth mit dem Gattungsnamen Oxyde bezeichnet, so verfährt man ganz konsequent, wenn man den Verbindungen der Grundstoffe mit Chlor, Brom, Jod und Fluor die Gattungsnamen „Chloride, Bromide, Jodide und Fluoride giebt. Um aber ferner die verschiedenen Stufen dieser Verbindungen durch eine zweckgemäße Nomenklatur von einander zu unterscheiden, folgen wir dem Beispiele von Berzelius und bezeichnen diejenigen Chlor-, Brom- Jod- und Fluorverbindungen, deren Zusammensetzung (wenn man nämlich für 1 Atom Sauerstoff 2 Atome Chlor ꝛc. annimmt) der eines Oxyduls entspricht mit „Chlorür, Bromür ꝛc." und diejenigen, welche einem Oxyd entsprechen mit „Chlorid, Bromid ꝛc." Durch Chlorid und Oxyd wird hier nicht mehr die Gattung, sondern die Spezies bezeichnet. So wie es nun Sub- oder Unter- und Super- oder Über-Oxyde giebt, so werden wir auch nach dieser Bezeichnungsweise Unter- und Über-chloride, Unter- und Überbromide ꝛc. haben.

Wenn Berzelius übrigens diese Nomenklatur nicht auf diejenigen Chlor- Brom- Jod- und Fluor-Verbindungen anwendet, deren Grundlagen (z. B. Arsenik) mit Sauerstoff keine eigentlichen Oxyde (positiv elektrische Sauerstoffverbindungen) sondern nur Säuren bilden, so glauben wir hierin nicht folgen zu müssen, da ja überhaupt der elektrochemische Werth der einfachen Stoffe sowohl, als ihrer Verbindungen kein absoluter, sondern ein relativer ist. Wir werden demnach in der Folge auch Arsenik-Chlorür und Chlorid, Phosphor-Chlorür und Chlorid ꝛc. sagen. A. u. E.

Es bildet sich dabei stets ein Chlormetall. Da alle Chlormetalle bei ziemlich niedriger Temperatur schmelzbar und die meisten derselben flüchtig sind, so steht der ununterbrochenen Wirkung nichts entgegen, die, wenn sie einmal begonnen, sich von selbst fortsetzt, bis entweder alles Metall oder alles Chlor verzehrt ist. Gewöhnlich wirkt das feuchte Chlor nicht stärker auf die Metalle als das trockne. Obschon die meisten Chlormetalle im Wasser auflöslich sind, so äußert die Anwesenheit dieser Flüssigkeit nur einen schwachen Einfluß, weil einerseits die flüchtigen Chlormetalle so wie die schmelzbaren, indem sie sich bilden, den Metallrückstand entblößen, während andererseits, da die Wirkung meistens in der Kälte schon vor sich geht, das Chlor keiner vorherigen Verdichtung oder keines besondern elektrischen Zustandes bedarf, wie dieses häufig bei dem Sauerstoff der Fall ist.

Das Streben des Chlors sich mit den Metallen zu verbinden, kann nicht auf die Weise gemessen werden, deren man sich in dieser Beziehung bei dem Sauerstoff bedient. Da alle Chlormetalle sich bei gewöhnlicher Temperatur bilden und wenige derselben sich bei höhern Hitzgraden zersetzen, so hat man hierin keinen Anhaltspunkt; auf einigen Umwegen gelangt man jedoch zu ziemlich genügenden Resultaten.

So zersetzen sich z. B. alle Chlormetalle der letzten Abtheilung in höherer Temperatur, ausgenommen das Chlorsilber. Dieses Metall, welches sich in so mancher Hinsicht von den übrigen der letzten Abtheilung unterscheidet, nähert sich durch dieses Verhalten dem Blei, dem es auch außerdem noch ähnlich ist. Die Metalle der letzten Abtheilung können sich übrigens auch nicht in Chlormetalle durch die vereinigte Wirkung des Sauerstoffs und der Chlorwasserstoffsäure bei gewöhnlicher Temperatur umwandeln.

Dagegen bilden die Metalle der vierten und fünften Abtheilung unter gleichzeitiger Einwirkung des Sauerstoffs und der feuchten Salzsäure Chlormetalle bei gewöhnlicher Temperatur, allein sie sind nicht im Stande die trockne, oder im Wasser aufgelöste Chlorwasserstoffsäure zu zersetzen.

Die Metalle der ersten und wahrscheinlich die der zweiten Abtheilung zersetzen die Chlorwasserstoffsäure, allein wäh-

rend das Chlor den Sauerstoff aus den Oxyden der ersten Abtheilung austreibt, so kann dieses doch nicht bei denen der zweiten geschehen, ausgenommen bei der Magnesia.

Diese Thatsachen beweisen zur Genüge, daß die Verwandtschaft der Metalle zu dem Chlor denselben Gesetzen unterworfen ist, wie ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff. Bei der ersten und zweiten Abtheilung zeigt sich jedoch eine merkliche Verschiedenheit.

Wir würden in dieser Beziehung folgende Abtheilungen mit Bestimmtheit machen können:

1.) Metalle, welche die trockne Chlorwasserstoffsäure zersetzen	und deren Oxydule durch Chlor zersetzt werden	1te Abtheilung.
	und deren Oxyde nicht durch Chlor zersetzt werden . .	2te Abtheilung, mit Ausnahme des Magnesiums.
	und die nur bei hoher Temperatur eine Wirkung auf die trockne Chlorwasserstoffsäure äußern .	3te Abtheilung.
2.) Metalle, welche die Chlorwasserstoffsäure bei Mitanwesenheit von Wasser und Sauerstoff zersetzen können		4te u. 5te Abtheilung.
3.) Metalle, deren Chloride durch die Wärme zersetzt werden		6te Abtheilung, mit Ausnahme des Silbers.

809. Die vorangegangenen Betrachtungen und die hieraus gezogenen Folgerungen zeigen zur Genüge, daß man behufs der Erzeugung der Chlormetalle selten zu so künstlichen Mitteln seine Zuflucht nehmen muß, als dieß der Fall bei Bereitung der Oxyde ist. Weiter unten werden wir verschiedene Verfahrungsarten angeben, deren man sich bei der Darstellung der verschiedenen Chloride bedient; hier wollen wir nur kurz die Reaktionen erwähnen, welche das kondensirte Chlor ausübt.

Man wendet es in dreierlei Formen an: als Königswasser, als Salzsäure und als Chlormetall.

Die Wirkung des Königswassers wurde bereits näher beleuchtet; dieselbe kommt stets mit der des Chlors selbst überein, da es aber in demselben in tropfbarem Zustand mit dem Metall in Berührung kommt, so ist die Einwirkung sehr kräftig. Man wendet das Königswasser an, um die Metalle der letzten Abtheilung mit Chlor zu verbinden, so wie auch zur Bereitung des Zinnchlorides. Die Wirkung des Königswassers ist ganz die des Chlors, dem es auch in Absicht auf Stärke und Schnelligkeit der Reaktion nach Umständen gleich kommt.

Die tropfbare Chlorwasserstoffsäure enthält das Chlor ebenfalls sehr kondensirt; allein da es sehr fest mit Wasserstoff verbunden ist, so können nur die Metalle der drei ersten Abtheilungen sich desselben bemächtigen, indem jener dann frei wird. Kommt sie mit Sauerstoff zugleich in Berührung so geben die Metalle der vierten und fünften Abtheilung Wasser und Chloride; aber diese Wirkung, welche nur bei feuchten Stoffen erfolgt, geht übrigens so langsam von Statten, daß man sich derselben nur selten bedient. Dieser Fall gehört zu den verschiedenen Arten der Oxydation, denn es findet dieselbe bei dem Zusammentreffen von Wasser, Luft und einer Säure Statt; es bildet sich hierbei zuerst das Oxyd und dieses wirkt dann wieder auf die Salzsäure.

Die Metalle können sich auch mit Chlor auf Kosten von bereits gebildeten Chlormetallen vereinigen. Es geschieht dieses häufig, wenn man nämlich durch die Metalle der ersten Abtheilungen das Quecksilberchlorid zersetzt.

Das Chlor greift endlich gewisse Metalle weit leichter an, wenn man außerdem noch ein saures oder basisches Chlorid zugleich einwirken läßt. Man sucht dann ein Doppelchlorid zu bilden und mengt das Metall z. B. mit Chlorkalium, wenn ein saures Chlorid erzeugt werden soll; wollte man aber ein basisches Chlorid bilden, so dürfte man nur im Gegentheil ein saures Chlorid hinzufügen, wie z. B. das Quecksilberchlorid, Goldchlorid, Platinchlorid ꝛc. Die hierbei zur Wirksamkeit gelangenden Kräfte sind denjenigen ähnlich, welche wir im Vorhergehenden näher beleuchtet haben, wo nämlich Metalle mit Basen oder Säuren zusammengebracht wurden. Berzelius wußte dieß sehr vortheilhaft zu benützen, als er einige Metalle der letzten Abtheilung schnell und vollkommen mit Chlor verbinden wollte. Das Hinzubringen eines zweckmäßig gewählten Chlorids hat in diesem Falle noch den besondern Vortheil, daß die neue Chlorverbindung, indem sie sich mit jenem vereinigt, mehr Beständigkeit erlangt. Nachdem wir die allgemeinen Bedingungen der Wirkung des Chlors auf die Metalle festgestellt haben, wollen wir die Chloride selbst noch näher betrachten hinsichtlich ihrer chemischen Klassifikation, ihrer Eigenschaften oder ihrer Zusammensetzung, und werden zum Schlusse die mannigfaltigen Bereitungsarten derselben kennen lernen.

910. Klassifikation. Gleich den Oxyden kann man auch die Chloride in mehrere wohl von einander unterschiedene Klassen eintheilen, nämlich: in die basischen, sauern, indifferenten und salzähnlichen Chloride. Im Allgemeinen entsprechen die Chloride dieser verschiedenen Klassen den Oxyden, welche wir mit demselben Namen bezeichneten und es können dieselben fast stets sich bilden, wenn man diese Oxyde mit Chlorwasserstoffsäure behandelt.

Während wir nun die vier bezeichneten Klassen von Oxyden sich bei den Chloriden ganz genau wiederhohlen sehen, bemerkt man doch, daß unter den Chloriden keine den besondern Oxyden, sowohl hinsichtlich ihrer Zusammensetzung als ihrer Eigenschaften entsprechenden Verbindungen vorkommen. Werden die besondern Oxyde mit Salzsäure behandelt, so wird Chlor frei und ein niedrigeres Chlorid

bildet sich außerdem. Noch konnte man auf keine andere Weise das Chlor in dem Verhältniß mit den Metallen verbinden, als es diese Klasse von Körpern erforderte. Stets nehmen entweder die Metalle mehr oder weniger Chlor auf. Obgleich man die Ursache dieser Erscheinung nicht kennt, so ist dieselbe doch allgemein und durchgreifend.

Übrigens wäre es äußerst interessant auch besondere Chloride zu entdecken, denn ohne Zweifel würden dergleichen Verbindungen ganz ähnlich reagiren wie die entsprechenden Oxyde und man würde vielleicht dadurch in den Stand gesetzt, ein dem oxydirten Wasser ähnliches Wasserstoffüberchlorid zu bereiten.

Folgende Tabelle enthält die bekannten Metallchloride:

Tabelle der Chlormetalle.

Namen der Chloride.	Zusammensetzung und Natur der Chloride.			
	Saure.	Basische.	Indifferente.	Besondere oder salzähnliche.
Erste Abtheilung.				
Calciumchlorid	. . . .	$Ca\,Cl^2$		
Strontiumchlorid . . .	. . . .	$Sr\,Cl^2$		
Variumchlorid	. . . .	$Ba\,Cl^2$		
Lithiumchlorid	. . . .	$L\,Cl^2$		
Kaliumchlorid	. . . .	$K\,Cl^2$		
Natriumchlorid . . .	. . . .	$Na\,Cl^2$		
Zweyte Abtheilung.				
Magnesiumchlorid . .	. . . .	$Mg\,Cl^2$		
Yttriumchlorid . . .	. . . .	. . . .	$Y\,Cl^2$	
Berylliumchlorid . . .	. . . .	. . . .	$Be\,Cl^3$	
Aluminiumchlorid . .	. . . .	. . . .	$Al\,Cl^3$	
Zirkoniumchlorid . . .	. . . .	. . . .	$Zr\,Cl^3$	
Kobaltchlorid	. . . .	. . . .	$Co\,Cl^2$	
Nickelchlorid	. . . .	. . . .	$Ni\,Cl^2$	
Dritte Abtheilung.				
Manganchlorür . . .	. . . .	$Mn\,Cl^2$		
— — chlorid . . .	$Mn\,Cl^5$			
Zinkchlorid	. . . .	. . . .	$Zn\,Cl^2$	
Eisenchlorür	. . . .	$Fe\,Cl^2$		
— chlorid	. . . .	. . . .	$Fe\,Cl^3$	
Zinnchlorür	. . . .	. . . .	$St\,Cl^2$	
— chlorid	$St\,Cl^4$			
Kadmiumchlorid . . .	. . . .	$Cd\,Cl^2$		
Vierte Abtheilung.				
Arsenikchlorür	$As\,Cl^3$			
Chromchlorür	. . . .	. . . .	$Cr\,Cl^3$	
— chlorid	$Cr\,Cl^6$			
Molybdänüberchlorid .	$Mo\,Cl^6$			
Wolframchlorid . . .	$W\,Cl^6$			
Tantalchlorid	$Ta\,Cl^6$			
Antimonchlorür . . .	. . . .	. . . .	$Sb\,Cl^3$	

Namen der Chloride.	Zusammensetzung und Natur der Chloride.			
	Saure.	Basische.	Indifferente.	Besondere oder salzähnliche.
Fortsetzung der vierten Abtheilung.				
Antimonüberchlorid . .	$Sb\,Cl^6$			
Uranchlorid	. . . .	. . . .	$U\,Cl^3$	
Ceriumchlorür	. . . .	. . . .	$Ce\,Cl^2$	
— — chlorid	. . . .	. . . .	. . . .	$Ce\,Cl^3$
Titanchlorid	$Ti\,Cl^4$			
Wismuthchlorid . . .	. . . .	. . . .	$Bi\,Cl^3$	
Kupferchlorür	. . . .	$Cu\,Cl$		
— chlorid	. . . .	. . . .	$Cu\,Cl^2$	
Tellurchlorid	$Te\,Cl^4$			
Bleichlorid	. . . .	. . . .	$Pb\,Cl^2$	
Fünfte Abtheilung.				
Quecksilberchlorür . . .	. . . .	. . . .	. . . .	$Hg\,Cl$
— — chlorid . . .	. . . .	. . . .	$Hg\,Cl^2$	
Osmiumchlorür . . .	. . . .	. . . .	$Os\,Cl^2$	
— — anderthalbchlorür	. . . .	. . . .	$Os\,Cl^3$	
— — chlorid	$Os\,Cl^4$			
— — anderthalbchlorid	$Os\,Cl^6$			
Rhodiumchlorür . . .	. . . .	$R\,Cl^2$		
— — chlorid = chlorür	. . . .	. . . .	. . . .	$RCl^2 + RCl^3$
— — chlorid . . .	. . . .	. . . .	$R\,Cl^3$	
Sechste Abtheilung.				
Silberchlorid	. . . .	. . . .	$Ag\,Cl^2$	
Palladiumchlorür . . .	. . . .	. . . .	$Pd\,Cl^2$	
— — chlorid . . .	$Pd\,Cl^4$			
Goldchlorid	. . . .	. . . .	$Au\,Cl^3$	
Platinchlorür	. . . .	. . . .	$Pt\,Cl^2$	
— chlorid	$Pt\,Cl^4$			
Iridiumchlorür . . .	. . . .	. . . .	$Ir\,Cl^2$	
— — anderthalbchlorür	. . . .	. . . .	$Ir\,Cl^3$	
— — chlorid . . .	$Ir\,Cl^4$			
— — anderthalbchlorid	$Ir\,Cl^6$			

811. Dieser Tafel zur Seite wollen wir, wie dieß bei den Oxyden der Fall war, die Tafel der Chloride nach ihrem elektrochemischen Werthe geordnet stellen. Wir setzen die am meisten basischen oben an und so weiter bis zu den am meisten sauren. Hierdurch lernen wir ungefähr die relative Stellung der bekannten Chloride kennen; um aber die richtige Stellung ganz genau zu ergründen, sind noch viele Untersuchungen nöthig, welche nach dem jetzigen Zustand der Wissenschaft ziemlich schwierig anzustellen wären.

afel der Chloride, geordnet nach ihrer elektrochemischen Tendenz.

Kaliumchlorid	KCl^2
Natrium —	$NaCl^2$
Lithium —	LCl^2
Barium —	$BaCl^2$
Strontium —	$SrCl^2$
Calcium —	$CaCl^2$
Magnesium —	$MgCl^2$
Eisenchlorür	$FeCl^2$
Mangan —	$MnCl^2$
Kadmiumchlorid	$CdCl^2$
Kobalt —	$CoCl^2$
Kupfer —	$CuCl^2$
Nickel —	$NiCl^2$
Blei —	$PbCl^2$
Silber —	$AgCl^2$
Beryllium —	$BeCl^3$
Aluminium —	$AlCl^3$
Zirkonium —	$ZrCl^3$
Antimonchlorür	$SbCl^3$
Wismuthchlorid	$BiCl^3$
Quecksilber —	$HgCl^2$.
Eisen —	$FeCl^3$
Palladiumchlorür	$PdCl^2$
Rhodium —	RCl^2
Osmium —	$OsCl^2$
Iridium —	$IrCl^2$

Goldchlorid	$AuCl^3$
Platinchlorür	$PtCl^2$
Palladiumchlorid	$PdCl^4$
Rhodium —	RCl^3
Platin —	$PtCl^4$
Zinn —	$StCl^4$
Titan —	$TiCl^4$
Arsenikchlorür	$AsCl^3$
Molybdänüberchlorid . . .	$MoCl^6$
Wolframchlorid	WCl^6
Antimonüberchlorid	$SbCl^5$
Manganüberchlorid	$MnCl^6$
Chrom —	$CrCl^6$

312. Vorstehende Tabelle enthält nur eine kleine Anzahl salzähnlicher Chloride; nicht etwa weil diese Körper selten oder schwierig zu erzeugen wären, sondern weil die Chemiker erst nur seit Kurzem ihre Aufmerksamkeit darauf richteten, und theils auch weil man sie mit den eigentlichen Chloriden, denen sie am meisten ähnlich sind, verwechseln konnte. Diese Abtheilung wird sich also in der Folge vergrößern und das Studium derselben wird gewiß noch viele dunkle Erscheinungen aufklären. Durch gründlichere Untersuchungen wird demnach die Klasse der Chloride noch mit vielen neuen Arten bereichert werden. Diese Verbindungen entsprechen beinahe immer hinsichtlich ihrer Proportionen einem der Oxyde des in ihnen enthaltenen Metalls, und da man bis jetzt viel mehr Oxyde als Chloride kennt, so sind noch viele Körper dieser Klasse zu entdecken übrig. Es ist höchst wahrscheinlich, daß die noch nicht entdeckten Chloride hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Reaktionen gerade die merkwürdigsten sind.

313. Zusammensetzung. Die Zusammensetzung der Chloride läßt sich gleich der der Bromide, Jodide und Fluoride, welche so viele Ähnlichkeit damit haben, auf eine einfache Weise ausdrücken. Sie entsprechen fast stets einem der Oxyde des darin enthaltenen Metalls, so daß die Menge Wasserstoff, welche den Sauerstoff des Oxydes in Wasser verwandeln könnte, auch genau hinreichend wäre, um mit dem Chlor des Chlorids Chlorwasserstoffsäure und mit dem

Jod des Jodids Jodwasserstoffsäure rc. zu bilden. Es geht hieraus hervor, daß die Zahl der Atome des Chlors, Jod's, Brom's oder Fluors beständig doppelt so groß als die des Sauerstoffs ist, welcher sich in denjenigen Oxyden befindet, die den Chloriden, Bromiden, Jodiden und Fluoriden entsprechen. Zur richtigen Verständniß dieses Gesetzes fügen wir bloß hinzu, daß zwei Atome Wasserstoff, welche nur ein einziges Atom Sauerstoff zur Wasserbildung erfordern, dagegen zwei Atome Chlor, Jod, Brom oder Fluor nöthig haben, um die Wasserstoffsäuren dieser Körper zu erzeugen.

Aus diesem Gesetze gehen Annäherungen hervor, die wir näher kennen lernen wollen; das Chlor soll hierbei als Beispiel dienen und alles, was hiervon gesagt wird, läßt sich dann auch auf Brom, Jod und Fluor anwenden.

314. Nehmen wir an, ein Chlorid zersetzt das Wasser, so können verschiedene Fälle eintreten, wovon der gewöhnlichste und einfachste darin besteht, daß das Metall in Oxyd und das Chlor in Chlorwasserstoffsäure verwandelt wird. Die Proportionen sind leicht festzustellen.

Angewendete Stoffe.

$$1 \text{ At. Chlorid} = \begin{cases} 1 \text{ At. Metall} \\ 2 \text{ At. Chlor} \end{cases}$$

$$2 \text{ At. Wasser} = \begin{cases} 2 \text{ At. Wasserstoff} \\ 1 \text{ At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Erhaltene Produkte.

$$1 \text{ At. Oxyd} = \begin{cases} 1 \text{ At. Metall} \\ 1 \text{ At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$4 \text{ At. Chlorwasserstoffsäure} = \begin{cases} 2 \text{ At. Wasserstoff} \\ 2 \text{ At. Chlor} \end{cases}$$

Es geht hieraus offenbar hervor, daß das Chlorid stets eben so viele Atome Wasser zersetzt, als es Atome Chlor enthält, und daß es ein Oxyd erzeugt, welches den ganzen Sauerstoffgehalt des zersetzten Wassers enthält.

Läßt man im Gegentheil Chlorwasserstoffsäure auf ein Oxyd wirken, wobei sich Wasser und ein Chlorid bildet, so darf man nur das vorstehende Schema umkehren, um diese neue Reaktion darzustellen. Es erfordert dann jedes Atom

Sauerstoff im Oxyde vier Atome Chlorwasserstoffsäure um zwei Atome Wasser zu bilden, und ein Atom Chlorid, welches zwei Atome Chlor enthält.

815. Die Wirkung der Chloride auf das Wasser ist nicht immer so einfach. Bisweilen kann sich das gebildete Oxyd mit dem angewendeten Chlorid verbinden. Es wird dann nur ein Theil des Chlorids das Wasser auf die oben angegebene Art zersetzen; ferner bildet sich eine gewisse Quantität freie Salzsäure und zugleich verbindet sich dann das gebildete Oxyd mit einem Antheile des noch nicht zersetzten Chlorid's. Wenn dieser Fall eintreten soll, so muß das Chlorid die Rolle einer Säure spielen, und überhaupt finden dergleichen Reaktionen nur Statt, wenn das Metall mehr elektronegativer Natur ist. Die Chloride von Antimon, Wismuth ꝛc. bilden z. B. diese Art von Verbindungen. Ganz so verhalten sich die Jodide, Bromide und Fluoride, wenn auch nicht mit denselben doch wenigstens mit ähnlichen Metallen.

Es könnte aber auch der Fall eintreten, daß die erzeugte Wasserstoffsäure, indem sie sich mit einem Antheile des angewendeten Körpers verbände, ihn gegen die Einwirkung des Wassers schützte; dann würde das Oxyd frei bleiben und ein chlorwasserstoffsaures Chlorid oder fluorwasserstoffsaures Fluorid ꝛc. sich bilden. Dieß ist der Fall mit dem Fluorbor, und Fluorkiesel und wenn man noch keine metallische Verbindung kennt, die sich auf gleiche Weise verhält, so rührt dieß wahrscheinlich davon her, weil man diejenigen Körper, welche vielleicht auf ähnliche Weise reagiren könnten, noch nicht genau untersucht hat. Hier wird übrigens vorausgesetzt, daß derjenige Antheil des Körpers, welcher das Wasser zersetzen würde, hinsichtlich der atomistischen Reaktion stets so wirken müßte, wie oben bereits angedeutet wurde.

Später werden wir auf die Wirkung, welche das Wasser auf diese Körper äußert, wieder zurückkommen. Aus dem Bisherigen lassen sich schon diejenigen bestimmten Regeln hinsichtlich ihrer Zusammensetzung ableiten, welche wir bei Untersuchung ihrer allgemeinen Charaktere nöthig haben.

816. Aggregatzustand. Dieser ist bei den Chloriden sehr verschieden. Die meisten sind bei gewöhnlicher Temperatur starr, andere dagegen sind unter gleichen Umständen tropfbar und wiederum andere sind gasförmig.

Es drängt sich in dieser Hinsicht eine nicht uninteressante Bemerkung auf. Das Fluoratom ist das leichteste; hierauf folgt das des Chlors, dann das des Broms und endlich das Atomgewicht des Jods, welches das schwerste ist. Nun aber steht das Streben dieser vier Körper, flüchtige Verbindungen zu erzeugen, gerade im umgekehrten Verhältniß mit ihrem Atomengewicht.

Alle Jodide sind starr; die Bromide sind es auch beinahe alle. Von den Chloriden ist das des Zinns, Titans, Chroms, Mangans flüssig, und bei den Fluoriden findet man dieselbe Eigenschaft an den entsprechenden Verbindungen, während dieselben zugleich noch flüchtiger als die erwähnten Chloride sind.

Alle Chloride, selbst die tropfbaren sind schwerer als Wasser.

Die starren Chloride sind geruchlos, aber die tropfbaren haben dagegen einen sehr starken durchdringenden Geruch.

Der Geschmack der Chloride ist sehr verschieden, nur das Silberchlorid ist geschmacklos wegen seiner vollkommnen Unlöslichkeit.

817. Wirkung des Feuers. Alle diese Körper sind bei einer mehr oder minder hohen Temperatur schmelzbar. Mehrere sind schon bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, andere dagegen erfordern starke Rothglühhitze zum Schmelzen. Beinahe alle sind flüchtig und wenn unter denselben einige zu seyn scheinen, die diese Eigenschaft fast ganz entbehren, so geben sie doch wenigstens bei sehr hoher Temperatur und unter Mitwirkung eines Gasstroms Zeichen von Sublimation. Bei ein und demselben Metall sind die Chloride mit grösserem Chlorgehalt gewöhnlich schmelzbarer und flüchtiger als die untern Chlorverbindungen.

Beinahe alle diese Verbindungen werden in der Hitze nicht verändert. Diejenigen aber, welche Gold, Platin, Rhodium, Iridium und Palladium enthalten, sind allein im

Feuer zersetzbar und es bleibt dann das Metall rein zurück, während sich der elektronegative Körper entbindet, wenn überhaupt die Temperatur hoch genug ist.

818. Chemische Eigenschaften. Auf die Chloride können viele Körper wirken, und zwar indem sie ihnen entweder das Chlor oder das Metall entziehen, oder auch indem sie sich mit denselben verbinden, ohne sie zu zersetzen. Da die Chloride in der unorganischen Chemie eine bedeutende Rolle spielen, und weil außerdem eine genaue Kenntniß derselben das Studium der Bromide, Jodide und Fluoride, ja selbst der Sulphuride und Selenide sehr erleichtert, so wollen wir dieselben nun möglichst ausführlich betrachten.

Unter den einfachen Körpern giebt es mehrere, welche auf die Chloride vermöge ihrer Verwandtschaft zum Chlor einwirken und in diesem Falle lassen sich die Erscheinungen leicht aus der Klassifikation der Metalle ableiten. Andere wirken dagegen auf die Chloride ein, weil sie zum Metall eine Verwandtschaft besitzen, dann aber lassen sich die Resultate nicht so allgemein darstellen, wenn man sich überhaupt mit der Klassifikation der Metalle begnügt; nimmt man dagegen in diesem Falle die Klassifikation der Chloride selbst zu Hilfe, so findet man hierin ein leitendes Prinzip. Wir werden diese beiden Hilfsmittel zugleich anwenden, so wie dieses bereits bei den Oxyden geschehen.

819. Wirkung der nicht metallischen Körper. Der Kohlenstoff, das Bor, das Kiesel und der Stickstoff wirken nicht auf die Chloride. Indessen wirkt das Bor und das Kiesel auf diese Verbindungen, wenn sie in der Hitze zerstörbar sind, und beide Körper verhalten sich dann gegen die Chloride, wie sie sich gegen das Chlor allein verhalten.

Der Wasserstoff zersetzt alle diese Körper bei einer mehr oder minder hohen Temperatur, ausgenommen diejenigen, welche ein alkalisches oder Erdmetall zur Basis haben, d. h. die Metalle der ersten und zweiten Abtheilung. Der Wasserstoff bemächtigt sich des Chlors, bildet Chlorwasserstoffsäure und das Metall wird frei. Die Wirkung dieses Körpers ist selbst so mächtig, daß sie schon in niedriger Tempe-

ratur bei den Chloriden des Silbers, Goldes und ähnlicher Metalle Statt findet.

Der Sauerstoff dagegen äußert bei weitem keine so allgemeine Wirkung. Es läßt sich auch in dieser Hinsicht nur schwer eine Regel feststellen, denn die Wirkung auf verschiedene Chloride, welche ein und dasselbe Metall zur Grundlage haben, ist nicht immer die nämliche. Findet eine Wirkung Statt, so wird das Metall oxydirt und das mit ihm verbundene Chlor wird frei.

Außer den Chloriden der zwei letzten Abtheilungen, welche durch Sauerstoff nicht zersetzt werden können, weil deren Metalle sich entweder gar nicht oder nur äußerst schwierig mit demselben verbinden, kann man im Allgemeinen annehmen, daß der Sauerstoff auf die basischen Chloride nicht einwirkt, daß er aber im Gegentheil die sauern, so wie die meisten indifferenten Chloride zersetzt. Bisweilen ist die Einwirkung nur unvollkommen, weil sich Verbindungen von Chloriden mit Oxyden bilden, auf welche der Sauerstoff nicht weiter einwirkt.

320. Noch kennt man die Wirkung des Fluors auf die Chloride nicht; übrigens kann man annehmen, daß dieser Körper wahrscheinlich sehr häufig das Chlor austreiben würde. Das Chlor scheint jedoch fähig zu seyn, das Fluor aus einigen seiner Verbindungen auszuscheiden, besonders aber aus dem Fluorquecksilber.

Bekannt ist es, daß das Chlor sowohl den Bromiden als den Jodiden die Metalle entreißt; es bilden sich dann Metallchloride, indem Brom und Jod frei werden; ist das Chlor im Überschuß vorhanden, so kann sich auch Chlorbrom und Chloriod bilden. Aus diesen Thatsachen läßt sich schliessen, daß das Brom und Jod die Chloride nur unter ganz besondern Umständen zersetzen können; z. B. wenn man etwa ein Chlorid anwendete, welches, indem es sich in eine höhere Chlorverbindung umwandelte, einen Theil seines Metalls an das Brom oder Jod abgeben könnte.

Schwefel, Selen, Phosphor und Arsenik äußern keine Wirkung auf die Chloride der ersten und zweiten Abtheilung; hat man es aber mit Verbindungen zu thun, die weniger

positive Metalle enthalten, so kann auch das Streben dieser Körper sich mit dem Metall und Chlor zugleich zu verbinden, eine Reaktion erzeugen. Auf solche Weise wird das Chromchlorid schon in gewöhnlicher Temperatur durch Schwefel zersetzt. Es bildet sich Chlorschwefel und Schwefelchrom. Die Wirkung ist so stark, daß Lichtentwicklung dabei Statt findet. Das Manganüberchlorid würde wahrscheinlich auf dieselbe Weise wirken. Bisweilen ist es gar nicht nöthig, daß dieser doppelte Einfluß wirksam ist; z. B. Phosphor und Arsenik können beide das Chlorquecksilber zersetzen, das Metall daraus frei machen, und Phosphor- und Arsenik-Chloride bilden. Es beweist dieß, daß das Quecksilber, der Phosphor und das Arsenik in Absicht auf die Verwandtschaft zum Chlor einander ungefähr gleichkommen, und daß die Reaktion selbst hervorgerufen wird, durch den Unterschied in der Flüchtigkeit der zu erzeugenden Produkte. Das Phosphor- und Arsenik-Chlorid ist wirklich auch flüchtiger als das Quecksilberchlorid.

821. Wirkung der Metalle. Die Wirkung der Metalle auf die Chloride ist schon ziemlich genau durch die Klassifikation der Metalle in Abtheilungen bezeichnet. Die Metalle der ersten Abtheilung zersetzen alle die Chloride der folgenden Abtheilungen, und dasselbe gilt für die nachfolgenden; hierbei finden jedoch einige Ausnahmen Statt, welche von besondern Umständen abhängen, die mit der Reaktion selbst in keinem Zusammenhang zu stehen scheinen. Man wußte dieses Verhalten seit langer Zeit schon sehr vortheilhaft zur Bereitung aller flüchtigen Chloride der vierten Abtheilung zu benutzen, indem man nämlich das Quecksilberchlorid durch diejenigen Metalle zersetzte, welche man mit Chlor verbinden wollte. Man machte erst seit Kurzem von demselben Verfahren auf umgekehrte Weise Anwendung, um die Metalle der zweiten Abtheilung darzustellen, indem man nämlich die Chloride dieser Abtheilung durch Kalium zersetzt.

822. Wirken die zusammengesetzten Körper auf die Chloride ein, so zeigen sich sehr verschiedene Erscheinungen, welche man übrigens häufig vorher sehen kann, wenn man dabei berücksichtigt: 1) den elektrochemischen Werth des Chlo-

rids; 2) den elektrochemischen Werth der Bestandtheile des Chlorids und den der Elemente des Körpers, welchen man mit demselben zusammen bringt.

Wollen wir nun die hauptsächlichsten in dieser Beziehung beobachteten Thatsachen zusammenstellen.

822. Wirkung des Wassers. Wir haben bereits oben (S. Bd. I. Einleitung §. 69.) diejenige Meinung aufgestellt, welche uns hinsichtlich der Einwirkung, welche das Wasser auf die Chloride hat, die wahrscheinlichste zu seyn scheint. Da jedoch dieser Gegenstand einige Schwierigkeiten darbietet, und weil man ihn gewöhnlich für wichtiger hält, als er es eigentlich ist, so wollen wir ihn doch noch etwas spezieller betrachten.

Alle Chemiker sind über diese Thatsachen einig; man kann dieselben in folgende vier Abtheilungen bringen.

1.) Beinahe alle Chloride lösen sich im Wasser auf, davon ausgenommen sind nur das Chlorsilber und Chlorquecksilber; das Chlorblei löst sich in geringer Menge auf.

2.) Das Wasser zersetzt das Wismuth- und Antimonchlorid; es bildet sich ein weißer Niederschlag, welcher aus Oxyd und Chlorid besteht und in der Flüssigkeit bleibt Chlorwasserstoffsäure, welche etwas Oxyd aufgelöst enthält.

3.) Die indifferenten Chloride der zweiten, der dritten und vierten Abtheilung lösen sich im Wasser auf, werden aber zersetzt, wenn man sie in den starren Zustand durch Abdampfen zurückzubringen sucht. Es bildet sich dann Chlorwasserstoffsäure, welche sich verflüchtigt, während ein Oxyd als Rückstand bleibt. Derselbe Fall findet bei den sauern Chloriden Statt.

4.) Die basischen und indifferenten Chloride der fünften und sechsten Abtheilung können, nachdem sie in Wasser aufgelöst worden, durch bloßes Abdampfen wieder hergestellt werden, und es findet weder Entbindung von Chlorwasserstoffsäure noch Bildung von Oxyd statt.

823. Es fragt sich nun, ob man in Folge dieser Thatsachen annehmen muß, daß alle Chloride das Wasser zersetzen und Chlorwasserstoffsäure und ein Oxyd bilden, welche letzteren in Form eines Salzes miteinander verbunden blei-

ben? oder ob man vielmehr alle Chloride als Körper betrachten muß, welche sich nur im Wasser auflösen, ohne es zu verändern, mit Ausnahme jedoch des Wismuth- und Antimonchlorids, welche auf so bestimmte Weise auf diese Flüssigkeit reagiren? oder ob man endlich vielleicht die Chloride in zwei Klassen theilen sollte, indem man annimmt, daß mehrere davon das Wasser zersetzen und andere wiederum sich darin ohne Weiters auflösen, ohne zersetzt zu werden? Das sind die Fragen, welche man in dieser Hinsicht aufwerfen kann, und Folgendes sind die Gründe, welche jede dieser Meinungen für sich hat.

824. Man ist geneigt anzunehmen, daß alle Chloride das Wasser zersetzen, wenn man betrachtet, daß diese Zersetzung offenbar beim Chlorwismuth und Chlorantimon bei gewöhnlicher Temperatur Statt hat, und daß es eben so der Fall ist, wenn die aufgelösten Chloride von Aluminium, von Eisen ꝛc. abgedampft werden. Allein im ersten Fall bildet sich eine besondere Verbindung, welche viel zur Hervorrufung dieser Erscheinung beiträgt. Im zweiten Fall, wo die Zersetzung des Wassers erst dann möglich wird, wenn die Verbindung selbst zu existiren aufhört, läßt sich auch annehmen, daß sie wirklich nicht eher Statt findet, als in dem Moment, wo die Chlorwasserstoffsäure und das Metalloxyd sich von einander trennen.

Die Existenz der chlorwasserstoffsauern Salze scheint sehr wahrscheinlich zu seyn, wenn man berücksichtigt, daß die Salzsäure sich offenbar mit dem Ammoniak verbindet und so ein chlorwasserstoffsaures Salz bildet, dessen Existenz nicht weiter bezweifelt werden kann, und das außerdem auch eine Menge Eigenschaften besitzt, womit die basischen Chloride ebenfalls begabt sind. Der Zweifel wird aber nicht beseitigt, wenn man die besondere Natur des Ammoniaks berücksichtigt und wenn man bedenkt, daß durch die wechselseitige Zersetzung dieses Körpers und der Chlorwasserstoffsäure stets Ammoniak und Chlorwasserstoffsäure erzeugt werden. Die Elemente befinden sich also in einem Zustand des Gleichgewichts, welcher sich wahrscheinlich nicht auf eine so entschiedene Weise zwischen allen Oxyden und der Chlorwasserstoff-

säure, oder auch zwischen allen Chloriden und dem Wasser darstellt.

Chevreul zeigte endlich noch, daß alle im Wasser auflöslichen Chloride im aufgelösten Zustand selbst entweder dieselben oder ähnliche Farben besäßen, wie diejenigen Salze, welche durch die entsprechenden Oxyde gebildet werden. So z. B. ist das aufgelöste Eisenchlorür grün wie alle Eisenoxydulsalze; ferner ist das aufgelöste Eisenchlorid gelb wie dieß bei allen Eisenoxydsalzen der Fall ist. Diese durchgreifende Ähnlichkeit wird vielleicht einst dazu dienen, die bis jetzt hierin noch obwaltende Ungewißheit zu beseitigen; allein noch sind wir über die Färbung der Körper zu sehr im Dunkeln, als daß jetzt schon etwas daraus gefolgert werden könnte.

325. Andrerseits bemerken die Anhänger der Hypothese, welche die Existenz der chlorwasserstoffsauern Salze läugnet, daß da ihre Entstehung und Zerstörung unter so schwachen Einflüssen statt haben müßte, dieselbe nicht wohl angenommen werden könnte. So würden z. B. die trocknen Chloride, indem sie vom Wasser aufgelöst werden, sich in chlorwasserstoffsaure Salze umwandeln, und umgekehrt würden aus diesen Auflösungen sich die Chloride schon bei der Krystallisation wieder herstellen müssen. Ferner, wenn zwei Chloride sich auf trocknem Wege mit einander verbänden, würde man ein Doppelchlorid erhalten, und wenn dieses Letztere löslich wäre, so würde man schon durch die einfache Auflösung ein zweifaches chlorwasserstoffsaures Salz erhalten; man würde also Chloride, chlorwasserstoffsaure Salze, Doppelchloride und doppelchlorwasserstoffsaure Salze haben, was das Studium und die Beschreibung dieser Körper außerordentlich schwierig macht. Vergleicht man nun die Chloride und chlorwasserstoffsauern Salze, so scheint der Unterschied zwischen beiden nicht größer zu seyn, als der welcher zwischen wasserlosen und wasserhaltigen Salzen existirt; in vielen Fällen scheint diese Verbindung selbst schwächer zu seyn, weil gewisse Chloride Kälte erzeugen, wenn sie sich im Wasser auflösen. Hierher gehört z. B. Chlorkalium und Chlornatrium.

Es läßt sich hierauf erwiedern, daß die Nothwendigkeit, zwei neue Klassen von Verbindungen, die einfachen und doppelchlorwasserstoffsauern Salze anzunehmen, keinen Einfluß auf eine die Principien betreffende Frage haben kann. Die Thatsachen müssen stets der Klassifikation vorausgehen und diese muß jene darstellen, wie sie wirklich sind. Da es übrigens offenbar ist, daß die Chloride leicht in chlorwasserstoffsaure Salze übergehen, so darf es auch nicht auffallen, daß schon die Auflösung oder Krystallisation, wenn dieß gleich nur schwache Kräfte sind, diese Umwandlung bewirken können. Da das Gleichgewicht, welches zwischen diesen Zuständen der kleinsten Theilchen herrscht, sehr unbeständig ist, so ist es auch äußerst schwierig, ihre wirkliche Lage zu ergründen, vorzüglich da schon die schwächsten Kräfte sie ändern können.

826. Wir ersehen hieraus, daß die Einwürfe und Erwiederungen die Frage fortwährend nicht genügend beantworten. Wenn wir in dieser Hinsicht eine Meinung aufstellten, so glaubten wir die Gründe hierzu angeben zu müssen, theils um ihre Gültigkeit darzuthun, theils aber auch um die Grenzen zu bezeichnen, über welche die daraus abzuleitenden Folgerungen nicht ausgedehnt werden dürfen. Um aber nun die Theorie dieser Erscheinungen richtig aufzufassen, müssen wir die Wirkung des Wassers auf die zusammensetzten Körper ganz allgemein betrachten, und die Ansichten, welche sich hier aufdrängen auch auf die Chloride selbst anwenden.

Man unterscheidet dreierlei Arten von Erscheinungen, welche von der Wirkung des Wassers auf die Körper herrühren. Da die Beschaffenheit und Zusammensetzung dieser Flüssigkeit früher schon hinlänglich besprochen worden, so werden wir zu dieser Untersuchung unmittelbar schreiten.

Das Wasser kann entweder als Auflösungsmittel wirken; oder es bildet wirkliche und bestimmte Verbindungen; oder endlich es wirkt vermöge seiner Bestandtheile, indem es entweder zersetzt oder als Verbindung wieder hergestellt wird.

Die Wirkung der Chloride auf das Wasser kann diese Erscheinungen hervorrufen.

827. Wir werden nun die Auflösung, welche durch das Wasser bewirkt wird aus einem ganz allgemeinen Gesichtspunkt betrachten. Auflösung nennt man das Gemenge, welches sich zwischen zwei oder mehreren Körpern in allen Verhältnissen bilden kann. Von zwei Körpern, welche sich auflösen, kann entweder der eine starr und der andere flüssig, oder alle beide flüssig, oder endlich der eine flüssig und der andere gasförmig seyn.

In allen diesen Fällen muß zuvörderst die Kohäsion der Theilchen des Auflösungsmittels überwunden werden, damit dieses den aufzulösenden Körper aufnehmen kann. Ist der aufzulösende Körper starr, so muß auch dessen Kohäsion so weit zerstört werden, als es zur Versetzung in den flüssigen Zustand nöthig ist; ist derselbe aber gasförmig, so muß dagegen die Repulsivkraft, welche die Theilchen in einem gewissen Abstand von einander erhält, größtentheils wenigstens aufgehoben werden. Diejenige Kraft, welche die Auflösung bewirkt, muß also die Kohäsion eines flüssigen oder starren Körpers oder die Kohäsion zweier Flüssigkeiten oder die Kohäsion einer Flüssigkeit und die Repulsionskraft eines gasförmigen Körpers übertreffen. Sie gleicht also in Absicht auf ihre Stärke derjenigen Kraft, welche die chemischen Wirkungen hervorbringt; von dieser unterscheidet sie sich übrigens nur, weil ihren Wirkungen keine Grenzen gesteckt zu seyn scheinen.

828. Man kann sich leicht überzeugen, daß die Auflösung wenig oder gar nicht von der eigentlichen chemischen Verbindung sich unterscheidet, wenn wir uns den Zustand der Theilchen denken, nachdem jene bereits wirksam gewesen ist. Es muß sich hierbei ohne Zweifel ein Zustand des Gleichgewichts herstellen, der die negativen Theilchen des aufgelösten Körpers mit den positiven Theilchen des Auflösungsmittels vereinigt. Haben sich einmal die ersten Theilchen des auflösenden Körpers geordnet, so bestimmen sie auch die Anordnug aller derjenigen, welche man nach und nach hinzufügt.

Man ersieht hieraus, daß in jeder Auflösung die Theilchen des Auflösungsmittels eine Stellung annehmen, welche durch die Natur des aufgelösten Körpers bestimmt wird.

Diejenigen, welche sich sehr nähern, sind also in demselben, als wenn sie wirklich mit einander verbunden wären, obschon es nicht unmöglich ist, daß bei einer gewissen Entfernung die Reaktion des aufgelösten Körpers unmerkbar wird, indem die kleinsten Theilchen des Auflösungsmittels sich gegen einander so ordnen, als wenn sie frei wären, in welchem Falle dann keine eigentliche chemische Verbindung mehr Statt haben würde.

829. Bei jeder Auflösung würde man also auch Theilchen haben, welche mit einander wirklich verbunden sind, d. h. die sich in einer gewissen Ordnung befinden, welche durch die Natur des aufgelösten Körpers und der dazwischen gelagerten Theilchen bestimmt wird, deren regelmäßige Aneinanderlagerung von der Einwirkung der ersten Theilchen des Lösungsmittels selbst abhängig ist. Die Auflösung wird vorzüglich dadurch charakterisirt, daß die letzten mit einander verbundenen Theilchen so schwach vereinigt sind, daß sie in Beziehung zu den ersten dazwischen gelagerten Theilchen sich ungefähr gerade so verhalten, als wenn sie ganz frei wären. Da der Übergang allmählig und unmerklich Statt findet, so kann auch dieses unbestimmte Gemenge nicht auffallen. Hält man diese Ansicht fest, so sieht man auch leicht ein, daß die die Chloride und chlorwasserstoffsauern Salze betreffende Frage von gar keiner Bedeutung ist, indem sich dann eigentlich nur die ganze Sache um Worte dreht. Was liegt demnach daran, wenn man das aufgelöste Chlorid als ein chlorwasserstoffsaures Salz betrachtet, wenn in beiden Fällen die Anordnung der Theilchen dieselbe ist?

803. Ein chlorwasserstoffsaures Salz kann man sich auf folgende Weise vorstellen:

Wasserstoff + O	O — Sauerstoff
Chlor . . — O	O + Metall

Nimmt man, wie früher bemerkt wurde an, daß ein sich im Wasser auflösendes Chlorid die Theilchen dieser Flüssigkeit nöthigt sich in Beziehung auf die Chlortheilchen selbst bestimmt zu ordnen, so leuchtet es ein, daß die positiven Wassertheilchen gegen die negativen Theilchen des Chlorids ꝛc.

eine bestimmt Stellung annehmen. Man würde dann folgende Figur erhalten.

Wasserstoff + O O — Sauerstoff

Chlor . . — O O + Metall.

In den beiden Figuren hat man also entweder ein aufgelöstes Chlorid oder ein chlorwasserstoffsaures Salz, je nachdem man den Strich horizontal oder vertikal anbringt, ohne daß dadurch in der Anordnung der Theilchen beider Körper etwas geändert wird. Der einzige zwischen beiden Zuständen mögliche Unterschied würde demnach bloß in der Entfernung der Theilchen in der einen oder andern Richtung bestehen; in dieser Beziehung ist aber kein Grund vorhanden, der uns zu einer solchen Annahme berechtigen könnte. Warum sollte zwischen einem Chlorid und Wasser die Annäherung der Theilchen nicht ungefähr dieselbe wie zwischen der Chlorwasserstoffsäure und einem Oxyde seyn?

Nachdem wir diese Frage so weit erörtert haben, und so lange der relative Abstand der Theilchen nicht bekannt ist, so möchte es ziemlich gleichgültig seyn, welche von beiden Hypothesen man annimmt. Hinsichtlich der chemischen Reaktion kann dieser geringe Unterschied in der Entfernung der Theilchen, wenn derselbe wirklich existirt, wohl einigen Einfluß haben, allein bis jetzt sind wir noch nicht im Stande denselben zu bestimmen. Wesentlich ist es jedoch die gegenseitige Lage der Theilchen kennen zu lernen, um die Bewegungen richtig aufzufassen, welche in den Körpern selbst bei dem chemischen Aufeinanderwirken Statt haben und in dieser Hinsicht sind beide Hypothesen unter den verschiedenen Umständen der uns bekannten Erscheinungen gleich genügend.

831. Wirkung der zusammengesetzten Körper. Diese ist sehr verschieden. So wirkt z. B. der Schwefelwasserstoff auf die im Wasser aufgelösten Chloride wie auf die Salze. Sind solche aber trocken, so zeigen sich sehr merkwürdige Erscheinungen. Auf gleiche Weise verhält sich die Jodwasserstoffsäure, die Cyanwasserstoffsäure und wahrscheinlich auch die Bromwasserstoffsäure. Wir werden die Ergebnisse der Wirkung dieser Körper, so wie noch anderer

Wasserstoffverbindungen bei dem Chlorzinn, Chlorantimon ꝛc. spezieller betrachten.

Die Chlorwasserstoffsäure kann sich mit mehreren Chloriden verbinden und es werden dann chlorwasserstoffsaure Chloride gebildet.

Die wasserfreie Schwefelsäure äußert keine Wirkung auf trockne Chloride; allein mit Hilfe des Wassers zersetzt sie dieselben und das Wasser selbst wird zugleich zerlegt. Es bildet sich in diesem Falle Chlorwasserstoffsäure in Gasform und ein schwefelsaures Salz. Alle Säuren, deren Siedepunkt entweder höher ist als der der liquiden Salzsäure oder sich demselben nähert, wirken auf gleiche Weise. Die Salpetersäure verwandelt sie in salpetersaure Salze, indem sich Chlor und salpetrichte Säure entbindet; übrigens wirkt dieselbe nur schwierig auf die unlöslichen Chloride, besonders auf das Chlorsilber, was gar nicht angegriffen wird.

832. Die Oxyde wirken sehr verschieden auf die Chloride. Die der ersten Abtheilung zersetzen beinahe alle Chloride der fünf folgenden Abtheilungen. Kali und Natrum erzeugen demnach mit den aufgelösten Chloriden fast immer Chlorkalium oder Chlornatrium und einen Oxydniederschlag, wenn das Chlorid ein Metall enthält, welches ein unauflösliches Oxyd bilden kann. Das Bleioxyd zersetzt jedoch im Gegentheil das Chlornatrium, es bildet sich aber dann eine Verbindung von Chlor, Sauerstoff und Blei, während das Natrium zugleich sich oxydirt. Die Chloride verbinden sich leicht mit einander und bilden dann Doppelchloride *) Auch mit den Bromiden und Jodiden können sie sich vereinigen, wenn nicht vielleicht die Unlöslichkeit einer der möglichen binären Verbindungen eine andere Reaktion erzeugt.

833. Bereitung. Es lassen sich zur Bereitung der Metallchloride sieben verschiedene Verfahrungsarten anwenden, welche wir nun näher beleuchten wollen.

---

*) Diese Doppelchloride sind Verbindungen, welche ganz und gar den Sauerstoffsalzen entsprechen und eigentlich der Analogie nach Chlorsalze genannt werden müssen. (S. Theil I. Einleitung S. 24.) A. u. E.

1.) Chlor und Metall. Das erste und einfachste Verfahren gründet sich auf die direkte Verbindung des Chlors mit einem Metall. Auf diesem Wege können alle Chloride bereitet werden. Man wendet hierzu gewöhnlich eine Glasröhre an, in welche man das fein zertheilte Metall bringt. Durch das eine Ende der Röhre wird das Chlorgas hinein geleitet, während das andere in eine Verlängerung (allonge) mündet, welche das erzeugte Chlorid in ein größeres kalt gehaltenes Glasgefäß führt. Man verfährt vorzüglich dann so, wenn das Produkt sehr flüchtiger Natur ist.

Auf diese Weise bereitet man Chlorarsenik und Chlorantimon. Läßt man das Chlor auf Antimon einwirken, so erhitzt man die Röhre gelinde, weil dieses Chlorid minder flüchtig ist als das Chlorarsenik und stets im flüssigen Zustand erhalten werden muß, damit es abfließen kann; könnte dieses nicht Statt finden, so würde das erzeugte Chlorid die weitere Einwirkung des Chlors auf das Metall verhindern.

Man kann auch die Reaktion sehr erleichtern, indem man entweder ein saures oder basisches Chlorid mit dem Metall mengt, welches mit Chlor verbunden werden soll.

2.) Königswasser und Metall. Das zweite Verfahren ist dem ersten ähnlich, in so ferne als es noch auf der Einwirkung des Chlors auf die Metalle beruht. Der hierzu erforderliche Apparat ist noch einfacher, allein es kann nicht zur Darstellung aller Chloride angewendet werden, wie z. B. derjenigen nicht, welche das Wasser zersetzt, wohin das Zinnchlorid gehört. Wir haben früher schon gesehen, daß sich durch die Einwirkung der Salpetersäure auf die Salzsäure Chlor und salpetrichte Säure bildet. Die Gefäße, welche man anwendet, sind entweder Glaskolben oder Porzellanschalen, in welchen man die Säure mit dem Metall kochen läßt und von ersterer so lange aufs Neue zusetzt, bis die Auflösung vollendet ist. Hierauf dampft man die Flüssigkeit ab und trocknet den Rückstand, wenn das Chlorid feuerbeständig ist; auf diese Weise bereitet man das Gold- und Platinchlorid. Ist dagegen das Chlorid flüchtiger Natur, so destillirt man die Flüssigkeit aus einer Retorte, bis das Chlorid selbst übergeht, theilt dann die Produkte und sammelt dieses nach-

her in geeigneten Gefäßen auf, so verfährt man z. B. bei Bereitung des Chlorantimons.

3.) Oxyde und Chlor. Einige Oxyde werden durch Chlor zersetzt unter Mitwirkung der Wärme; der Sauerstoff wird ausgetrieben, und es bildet sich ein Chlorid. Chlormagnesium und Chlorwolfram ꝛc. lassen sich auf diese Weise darstellen.

4.) Oxyde, Chlor und Kohle. Ist das Oxyd nicht durch Chlor allein zersetzbar, so mengt man es mit Kohle und steigert die Temperatur; die Produkte sind Kohlenoxyd und Chlormetall. Man bereitet auf diese Art das Titan- und Aluminiumchlorid ꝛc. Die Bereitung der Chloride wird auch in den Fällen durch Zusatz von Kohle sehr erleichtert, wenn die Oxyde durch Chlor allein schon würden zersetzt werden, wie dieses bei Wolfram, Molybdän und Magnesium der Fall ist.

5.) Chlorid und Metall. Das Quecksilberchlorid wird sehr häufig dann angewendet, wenn ein Chlormetall mit Hilfe eines Chlorides bereitet werden soll. Man kann sich desselben bedienen, sowohl bei Darstellung feuerbeständiger als auch solcher Chloride, welche flüchtiger als das Quecksilberchlorid selbst sind. Das Metall wird pulverisirt, mit dem Chloride gemengt, und dann in einer Retorte erhitzt. Ist das zu erzeugende Chlorid flüchtiger als das Quecksilberchlorid, so bleibt ein Amalgam zurück; ist jenes aber feuerbeständig, so muß man einen Überschuß von Quecksilberchlorid anwenden, welcher dann nebst dem reduzirten Quecksilber durch die Hitze fortgeführt wird. Dieses Verfahren ist vorzüglich bei Bereitung des Zinnchlorides im Gebrauche; aber auch zur Darstellung des Antimon-, Arsenik-, Wismuth-, Zinnchlorids ꝛc. läßt es sich anwenden.

6. Chlorwasserstoffsäure und Metalle. Die flüssige Chlorwasserstoffsäure löst bei gewöhnlicher Temperatur oder auch mit Hilfe der Wärme mehrere Metalle auf und verwandelt sie in Chloride, indem sich Wasserstoff dabei entbindet. Alle Metalle der drei ersten Abtheilungen können durch dieses Verfahren in Chloride verwandelt werden, allein

man wendet es nur bei Bereitung des Chloreisens, Chlorzink's und Chlorzinnes an.

7.) Oxyde, Kochsalz und Schwefelsäure. Wenn man bei einer etwas höhern Temperatur chlorwasserstoffsaures Gas mit einem Metalloxyd zusammenbringt, so kann gegenseitige Zersetzung Statt finden, indem Wasser und ein Chlorid gebildet wird; auf diese Art erhält man jedoch nur diejenigen Chloride, welche das Wasser nicht unmittelbar zersetzt. Die Reaktion würde noch allgemeiner Statt finden, wenn man einen Körper hinzufügte, dessen Anziehung zum Wasser beträchtlich wäre, und der zugleich vermöge seiner elektrischen Tendenz zur Vereinigung der Elemente beitragen kann. Bei Bereitung der flüchtigen Chloride aus Chlorwasserstoffsäure und Oxyden wirkt die Schwefelsäure auf diese Weise, indem sie außerdem aber zugleich noch dient, um das chlorwasserstoffsaure Gas frei zu machen und zu trocknen. Die Operation wird in einer tubulirten Retorte vorgenommen; man kann hierbei die Säure entweder auf das Gemenge von Kochsalz und Oxyd gießen, oder dieses portionenweise in die Säure fallen lassen, oder auch das Oxyd in der Schwefelsäure auflösen und das alkalische Chlorid nach und nach zufügen. Des letztern Verfahrens bedient man sich, um das gasförmige Manganchlorid zu bereiten; man sollte dasselbe stets dann anwenden, wenn man befürchtet, daß ein Überschuß von chlorwasserstoffsaurem Gase frei werden möchte.

8.) Chlorwasserstoffsäure und Sulphuride. Die Sulphuride, welche die Salzsäure zersetzen kann, gehören außer dem Schwefelantimon und einigen andern unter die drei ersten Abtheilungen. Es entbindet sich bei dieser Reaktion Schwefelwasserstoff. Man benützt dieses Verfahren schon lange zur Bereitung des Chlorantimons, Chlorbariums und Chlorstrontiums.

9.) Doppelte Wahlverwandtschaft. Die unauflöslichen Chloride werden gewöhnlich auf dem Wege der doppelten Wahlverwandtschaft bereitet; hieher gehört z. B. das Chlorsilber.

Capitel V.

Brommetalle oder Metallbromide.

824. Nachdem wir die Eigenschaften und das Verhalten der Chloride so speziell kennen gelernt haben, so bleibt uns nur wenig zur vollständigen Beschreibung der Bromide noch hinzuzufügen übrig. Diese können gleich den Chloriden auch in saure, basische, indifferente und salzähnliche eingetheilt werden, obgleich man die Existenz von Doppelbromiden noch nicht dargethan hat.

Die Bromide sind gewöhnlich starr und geruchlos, sämmtlich schmelzbar und wahrscheinlich meist flüchtig. Gold- und Platin-Bromid werden durch Hitze zersetzt.

Chlor treibt das Brom aus allen Bromiden aus und ist ersteres im Überschuß vorhanden, so erzeugt sich zugleich auch Chlorbrom neben dem Metallbromid. In wässrigen Auflösungen von Bromkalium löst sich nicht mehr Brom als im reinen Wasser auf. In dieser Hinsicht verhält sich das Brom wie Chlor, allein anders als Jod. Wahrscheinlich kann jedoch das Brom andere Bromüre in Bromide verwandeln. Das Jod äußert keine Wirkung auf die Bromide.

Blei- und Silber-Bromid sind die einzigen bis jetzt bekannten unauflöslichen Brommetalle.

835. Im Allgemeinen werden die Bromide durch die Säuren zersetzt. Die Borsäure wirkt im trocknen Zustande nicht auf sie, aber bei Mitanwesenheit des Wassers entbindet sie in höherer Temperatur Bromwasserstoffsäure. Bringt man die Bromide mit Salpetersäure zusammen, so wird Brom ausgeschieden. Mit Schwefelsäure erhält man zugleich Brom und Bromwasserstoffsäure aus den Bromiden.

Noch hat man die Wirkung der Oxyde, der Chloride, Jodide und der Bromide selbst auf die Bromide nicht näher

studirt; allein höchst wahrscheinlich finden hier dieselben Erscheinungen statt, die man beobachtet, wenn unter ähnlichen Umständen die Chloride und Jodide mit einander in Berührung kommen.

836. Die Bromide lassen sich auf folgende Weise bereiten: 1.) durch direkte Einwirkung des Broms auf die Metalle. Antimon und Zinn brennen in Berührung mit Brom. Das Kalium entbindet bei Vereinigung mit demselben so viel Hitze, daß eine gewaltsame Detonation entsteht. Das Brom oder dessen wässrige Auflösung lösen das Gold auf. Bromeisen kann durch direkte Vereinigung des Broms mit Eisen bereitet werden. 2.) Durch doppelte Wahlverwandschaft. Bromeisen mit einem kohlensauern Alkali zusammengebracht wird in Bromalkalimetall und in Eisenoxyd verwandelt. Mittelst Bromeisen oder alkalische Bromide kann man auf dem Wege doppelter Wahlverwandtschaft die unlöslichen Bromide bereiten. 3.) Mit Hilfe der Salpetersäure und Bromwasserstoffsäure bei gewöhnlicher Temperatur. So wirkt z. B. das Brom nicht direkte auf das Platin, mischt man aber Salpetersäure mit Bromwasserstoffsäure, so wird es aufgelöst, indem sich Bromplatin bildet. 4.) Durch Einwirkung des Broms auf Oxyde oder kohlensaure Salze. Leitet man Brom als Dampf über Kali, Natron, Baryt, Kalk, wenn solche rothglühen, so entbindet sich Sauerstoffgas unter lebhaftem Erglühen. Das Brom wirkt nicht auf Magnesia, Zirkonerde, Zinkoxyd ꝛc. Die kohlensauern Alkalien werden gleich den alkalischen Basen zersetzt, Sauerstoff und Kohlensäure werden frei und Bromide bilden sich. Werden die konzentrirten Auflösungen der Alkalien in der Kälte mit Brom zusammengebracht; so bildet sich ein bromsaures Salz und Brommetall. Wir kennen diese Reaktion hinlänglich aus der Geschichte der Chloride. 5.) Durch die Wirkung der Bromwasserstoffsäure auf die Metalle. Bringt man trocknes bromwasserstoffsaures Gas mit Zinn bei etwas höherer Temperatur und mit Kalium bei gewöhnlicher Temperatur zusammen, so wird es zersetzt und es bilden sich Bromide und freies Wasserstoffgas. Wenn das Gas im Wasser aufgelöst ist, so greift es das Eisen, Zink und Zinn stets mit Entbin-

dung von Wasserstoff an. 6.) Durch Einwirkung der Bromwasserstoffsäure auf die Oxyde; es werden dabei Wasser und Bromide gebildet. Dieses letztere Mittel würde ohne Zweifel das am leichtesten auszuführende seyn, wenn man die Bromwasserstoffsäure selbst auf ökonomische Weise in bedeutender Menge erhalten könnte.

Capitel VI.

Jodmetalle oder Metalliodide.

837. Die Jodmetalle haben hinsichtlich ihres Verhaltens die größte Ähnlichkeit mit den Chlor- und Brom-Metallen. Auch sie können in saure, basische, indifferente und salzähnliche Jodide eingetheilt werden. Die Jodide der drei ersten Abtheilungen spielen gewöhnlich eine basische, die Übrigen aber eine saure Rolle. Die salzähnlichen Jodide sind wenig bekannt; das gelbe Jodquecksilber gehört hierher und ist das Einzige, was man bisher als solches bezeichnet hat.

Alle bekannten Jodide sind starr. Sie sind gewöhnlich geruchlos, sehr verschiedenartig und zuweilen sehr schön gefärbt, wie z. B. Quecksilber- und Bleiiodid.

838. Alle Jodide sind flüchtig; sogar das Quecksilberiodür sublimirt sich unverändert, wenn es schnell erhitzt wird, erhitzt man es dagegen langsam, so verwandelt es sich in Jodid. Gold- und Platiniodid zersetzen sich in der Hitze.

Der Wasserstoff wirkt ähnlich auf die Jodide, wie auf die Chloride. Alle Jodide werden in der Rothglühhitze durch Sauerstoff zersetzt, Ausnahmen hiervon aber machen das Kalium- Natrium- Blei- und Wismuthiodid; Barium- und Calciumiodid verwandeln sich in Oxydiodide.

Das trockne Chlor treibt das Jod aus allen Jodiden aus, indem sich Chlormetalle und Chloriod bilden. Ist Wasser zugleich hierbei wirksam, so wird das Jod anfänglich frei und verbindet sich dann entweder mit Chlor oder bildet Jod- und Chlorwasserstoff-Säure, wenn das Chlor im Überschuß vorhanden ist. Das Brom wirkt gerade so wie Chlor. Alle auflöslichen Jodide besitzen die Eigenschaft Jod in reichlicher Menge aufzulösen und sich braun zu färben; sie verlieren

dasselbe wiederum nach Gay-Lussac durch Kochen, oder wenn sie beim Eintrocknen der Luft ausgesetzt werden.

839. Nach Baup können z. B. Kaliumiodid, Zinkiodid und sogar die Jodwasserstoffsäure eine Menge Jod auflösen, welche derjenigen gleich kommt, die sie schon enthalten, wenn sie nämlich in wenigstens drei Theilen oder noch mehr Wasser aufgelöst sind. Die Wirkung ist hierbei in dem Maße langsamer, als die Auflösung verdünnt ist, allein demungeachtet ist sie doch vollkommen. Ist das Jodkalium nur in ein oder zwei Theilen Wasser aufgelöst, so kann es sich noch mit zweimal so viel Jod verbinden, als es schon enthält. Die Flüssigkeit, welche man dann erhält, ist dunkelroth gefärbt und spielt schon ins Schwärzliche. Setzt man noch Wasser zu, so fällt Jod in feinen Schuppen nieder und es bleibt nur noch ein Quantum aufgelöst, welches gleich der doppelten Menge Jod ist, welche das einfache Jodid enthält. Wird nun ferner noch Wasser hinzugefügt, so groß die Menge desselben auch sey, so sondert sich kein Jod mehr ab. Das Jod verwandelt fast immer wie im vorhergehenden Fall die Jodüre in Jodide.

Phosphor und Schwefel wirken ganz ähnlich auf die Jodide, wie auf die Chloride; dagegen der Kohlenstoff, das Bor, das Kiesel und das Stickstoff äußern auf die Jodide eben so wenig eine Wirkung, wie auf die Chloride. Die Metalle wirken dagegen auf gleiche Weise und wir brauchen deshalb hierüber keine speziellen Betrachtungen mehr anzustellen.

840. Das Wasser löst mehrere Jodide auf, und besonders die alkalischen Jodide; einige werden entweder gänzlich oder nur theilweise von demselben zersetzt, wie z. B. das Jodantimon, welches Jodwasserstoffsäure und antimonichte Säure bildet.

Alle Jodide werden unter Mitwirkung des Wassers durch konzentrirte Schwefelsäure zersetzt; das Metall oxydirt sich und Jod wird frei. Die Borsäure wirkt weder trocken, noch bei Mitanwesenheit des Wassers merklich darauf ein. Die liquide Chlorwasserstoffsäure zersetzt die Jodide eben so wenig, weil sie flüchtiger als die Jodwasserstoffsäure ist. Als Gas in einer an Dunkelrothgluth grenzenden Hitze wird ein

Chlorid und Jodwasserstoffsäure gebildet. Sehr leicht geht diese Zersetzung mit dem Chlorcalcium und Chlorstrontium von statten.

841. Die Jodwasserstoffsäure kann sich mit den Jodmetallen verbinden und erzeugt öfters krystallisirbare Verbindungen oder iodwasserstoffsaure Jodide; hierher gehört das iodwasserstoffsaure Jodquecksilber.

Die Schwefelwasserstoffsäure giebt Sulphuride und Jodwasserstoffsäure, wenn die mit dem Jod verbundenen Metalle unauflösliche Sulphuride bilden können.

Die Oxyde wirken auf die Jodide ähnlich wie auf die Salze; so wird z. B. aus Jodeisen und Kali Jodkalium und Eisenoxyd gebildet.

842. In vielen Fällen werden durch diese Reaktion Doppeliodide erzeugt. Kali, Natrum und andere im Wasser aufgelöste alkalische Basen wirken so auf das Quecksilberiodid; es bildet sich dann ein Niederschlag von Quecksilberoxyd und ein Doppeliodid von Kali und Quecksilber; auch einige andere Metalloxyde verhalten sich gegen Jodkalium so, indem sich dabei Kali und ein Doppeliodid bildet. Mehrere Chloride lösen die Jodide in der Wärme auf und scheiden solche beim Erkalten wieder aus. In diesem Falle können die gefällten Jodide auch krystallisiren.

Chlornatrium, Chlorquecksilber, so wie die Chlorwasserstoffsäure selbst lösen das Quecksilberiodid auf und setzen es wieder beim Erkalten in Krystallen ab; eben so verhält sich das Bleiiodid. Dieses ist im Allgemeinen die Wirkung der löslichen Chloride auf die unlöslichen Jodmetalle, während die Einwirkung der löslichen Jodide auf lösliche oder unlösliche Chlormetalle gewöhnlich eine doppelte Zersetzung zur Folge hat.

843. Die Jodide selbst und die Jodwasserstoffsäure wirken verschieden auf die Jodmetalle. Die Jodide verbinden sich so wie die Oxyde, Sulphuride und Chloride unter einander selbst und bilden krystallisirbare Salze. Das Jodkalium löst z. B. das Jodquecksilber auf und bildet Salze von verschiedenen Sättigungsgraden. Jodkalium löst z. B. in der Wärme drei Atome Jodquecksilber auf, setzt davon beim Erkalten

wieder ein Atom ab und krystallisirt in schönen gelben Nadeln, welche noch zwei Atome Jodquecksilber enthalten; behandelt man dieses Jodsalz (Doppeliodid) mit Wasser, so scheidet sich noch ein Atom rothes Quecksilberiodid ab und die aufgelöste Verbindung besteht dann aus einem Atom von jedem Jodid. Blei- und Silberiodid können sich auch mit Jodkalium verbinden und bilden so krystallisirbare Salze. Das iodwasserstoffsaure Ammoniak wirkt ähnlich auf die alkalischen Jodide.

Kommen basische Jodide oder Jodwasserstoffsäure mit dem Quecksilberiodür in Berührung, so wird Quecksilber frei, indem Quecksilberiodid entsteht, welches nachher ein Doppeliodid bildet. Gerade so wirken die alkalischen Chloride auf das Quecksilberchlorür.

Die Wirkung der Salze auf die Jodide ist sehr verschiedenartig. Fast alle äußern keine Wirkung, wenn nicht doppelte Wahlverwandtschaft thätig ist. Einige davon lösen sie unverändert auf, wie z. B. das salpetersaure oder essigsaure Quecksilber das Jodid dieses Metalls auflöst.

844. Die Bereitung der Jodide geschieht auf verschiedene Weise.

Jod und Metalle. Die Jodide lassen sich durch direkte Vereinigung der Metalle mit Jod sowohl auf trocknem als auf nassem Wege darstellen. Alle Metalle werden durch trocknes Jod entweder bei gewöhnlicher Temperatur, wie Kalium und Quecksilber, oder in gelinder Hitze, wie Zink, Eisen, Zinn und Antimon angegriffen. Ist Wasser zugegen, so werden alle Metalle durch Jod in Jodide verwandelt, welche dasselbe unter Einfluß von Säuren zersetzen. Bei dem Eisen findet diese Wirkung schon in der Kälte unter grosser Wärmeentbindung Statt; bei Zink und Zinn geht sie erst in der Siedhitze des Wassers vor sich. Hat man diese auflöslichen Jodide dargestellt, so lassen sie sich leicht zur Bereitung alkalischer Jodide verwenden, wenn sie mit kohlensauren Alkalien zusammengebracht werden; man bereitet heut zu Tage gewöhnlich das Jodkalium auf diese Weise.

Jod und Oxyde oder kohlensaure Salze. Das Jod kann in der Dunkelrothgluth einige Oxyde, z. B. das

Kali zersetzen, indem der Sauerstoff ausgetrieben wird. Unter gleichen Umständen wird auch das kohlensaure Kali durch Jod zersetzt, während sich dabei die Kohlensäure und der Sauerstoff entbinden. Natrum und kohlensaures Natrum verhält sich auf gleiche Weise. Das Blei- und Wismuthoxyd wird ebenfalls durch Jod in Jodid verwandelt. Dieses Verfahren wird selten bei Bereitung der Jodide angewendet. Mit der Einwirkung des Jods auf alkalische Basen in konzentrirten Auflösungen ist es nicht also; es resultirt aus dieser Reaktion gewöhnlich, wie bei dem Chlor, ein Jodid und ein iodsaures Salz. Da das Letztere wenig auflöslich ist, so scheidet es sich leicht von dem Jodmetall. Sollte man übrigens dieses Gemenge nicht haben wollen, so darf man nur die Flüssigkeit, nachdem die Reaktion vollkommen beendigt und die Basis in jene Produkte umgewandelt worden zur Trockne abrauchen und den Rückstand rothglühen, wodurch das iodsaure Salz von selbst in Jodmetall übergeht. Das Jod wirkt schon bei gewöhnlicher Temperatur auf die alkalischen Basen unter Entwicklung von Wärme.

Jodmetalle durch doppelte Zersetzungen. Hat man auf die im Vorhergehenden erwähnte Art auflösliche Jodide bereitet, so kann man sich durch die doppelte Wahlverwandtschaft die unauflöslichen Jodide von Silber, Kupfer, Wismuth, Blei und Quecksilber verschaffen.

Capitel VII.

Fluormetalle oder Metallfluoride.

845. Die Fluoride zeigen gewöhnlich eine bei weitem entschiednere saure oder basische Reaktion als dieß bei den Chloriden und Jodiden der Fall ist. Wenn das Quecksilberchlorid das Lackmuspapier röthet, so reagirt das Kochsalz gar nicht auf das rothe Papier, während dagegen aber kein einziges Fluorid existirt, welches nicht auf die eine oder andere Weise entschieden reagirte. Auch Doppelfluoride existiren viele, welche leicht darzustellen sind; Berzelius hat dieselben speziell vor einigen Jahren untersucht unter dem Namen von flußsauren Doppelsalzen, da man die Fluoride früher überhaupt für flußsaure Salze ansah.

Es giebt tropfbare Fluoride wie das Fluorchrom, und starre wie das Fluorkalium, Fluorcalcium und Fluorblei, mithin giebt es also auch riechende und geruchlose Fluormetalle.

846. Sämmtliche Fluoride sind mehr oder minder schmelzbar, einige sogar flüchtig. Wasserstoff und Sauerstoff wirken ähnlich auf dieselben, wie auf die Chloride. Chlor, Brom und Jod wirken nicht auf die Fluormetalle, oder verwandeln in einigen Fällen nur die Fluorüre in Fluoride und Chloride, Bromide oder Jodide. Es scheint jedoch, daß das Chlor das Fluorquecksilber zersetzen kann. Phosphor und Schwefel wirken ähnlich wie Chlor. Kohlenstoff, Bor, Kiesel und Stickstoff wirken meistens entweder nur sehr schwach oder gar nicht auf die Fluoride. Aus den Fluoriden der letzten Abtheilungen kann jedoch das Bor und das Kiesel das Metall abscheiden, indem sich Fluorbor oder Fluorkiesel bildet. Hinsichtlich der Wirkung der Metalle ist dasselbe Gesetz, was für die Chloride gilt auch auf die Fluoride anwendbar. Die Metalle können einander in den Verbindungen mit

Fluor vertreten; es bilden sich aber zuweilen bei diesen Ausscheidungen Doppelfluoride.

847. Werden die alkalischen Fluoride in Wasser aufgelöst und zum Krystallisiren gebracht, so scheidet sich ein saures krystallisirbares Salz ab, welches ein fluorwasserstoffsaures Fluorid ist und die rückständige Flüssigkeit enthält einen Überschuß von Alkali. Behandelt man Fluortitan mit Wasser, so entsteht ein fluorwasserstoffsaures Fluorid und ein Fluoridoxyd. Einige Fluoride werden durch Wasser fast vollständig zersetzt, wie z. B. Antimon- und Wismuthfluorid.

Mehrere Fluoride sind im Wasser unauflöslich und werden durch dasselbe nicht verändert; hierher gehört Fluorcalcium und Fluorblei ꝛc. Alle ungefärbten Fluoride werden im Wasser halb durchsichtig und da sie ungefähr dasselbe Strahlenbrechungsvermögen wie das Wasser besitzen, so kann man sie erst dann am Boden des Gefäßes wahrnehmen, wenn man das Wasser ausgegossen hat.

848. Die Säuren zersetzen schon in der Kälte die auflöslichen Fluoride; dagegen wirken sie fast gar nicht auf die unlöslichen Fluoride ein, oder lösen sie unverändert auf. Das Fluorblei ist in der Salpetersäure und Chlorwasserstoffsäure auflöslich. In der Wärme zersetzen die starken Säuren die unauflöslichen Fluoride, wie z. B. das Fluorcalcium; Salze und Fluorwasserstoffsäure sind die Produkte dieser Reaktion. Wenn Fluorwasserstoffsäure auf die Fluoride wirkt, so können eine Menge verschiedenartiger Salze dadurch erzeugt werden.

Die Oxyde wirken auf die Fluoride, wie auf Chloride und Jodide. Mit den Chloriden, Jodiden und Sulphuriden aber sind die Fluormetalle noch nicht in Kontakt gebracht worden. Ohne Zweifel müßten doppelte Zersetzungen die Folge davon seyn, oder Verbindungen, die gewiß nicht ohne Interesse wären.

Die Fluoride gehen sehr gerne Verbindungen unter einander ein; es ist sogar ein natürliches Doppelfluorid bekannt, nämlich der Kryolith, eine Verbindung von Fluoraluminium mit Fluornatrium. Künstliche Produkte dieser Art lassen sich leicht hervorbringen, wenn man entweder Fluoride direkte

mit einander vereinigt, oder Oxyde auf die fluorwasserstoffsauren Fluoride wirken läßt, welche unter dem Namen von Doppelfluoriden bekannt sind. Man kennt Doppelfluoride von Chrom, Antimon, Eisen, Kupfer, Nickel, Kobalt, Mangan, Zink, Tantal, Molybdän ꝛc. mit den alkalischen Fluoriden. Die Doppelfluoride entstehen oft durch doppelte Wahlverwandtschaft in Fällen, wo man nur einfache Fluoride erhalten sollte.

849. Die Fluoride können auf folgende Weise bereitet werden. 1.) Das Gemenge von Fluorwasserstoffsäure und Salpetersäure greift mehrere Metalle sehr leicht an, wie z. B. das Zinn, Antimon und selbst das Gold und Platin. Dieses Verfahren wird jedoch nicht angewandt. 2.) Das Fluorquecksilber oder Fluorblei geben, wenn sie mit Körpern behandelt werden, welche positiver sind, als deren Metalle, wie z. B. mit Antimon, flüchtige Fluoride, deren Eigenschaften viel Ähnlichkeit mit denen der entsprechenden Chloride haben. 3.) Auch die Fluorwasserstoffsäure erzeugt, mit den Oxyden in Berührung gebracht, mehrere Fluoride; die Titansäure z. B. giebt Titanfluorid, wenn sie mit Fluorwasserstoffsäure behandelt wird. Auf gleiche Weise bereitet man die Fluoride von Wolfram, Molybdän ꝛc. 4.) Diejenigen Fluoride, welche zu den Metallen der drei ersten Abtheilungen gehören, können durch die Einwirkungen der Chlorwasserstoffsäure auf diese Metalle erzeugt werden. 5.) Einige Fluoride entstehen auch, wenn alkalische Fluoride und Oxyde unter Einfluß der Schwefelsäure auf einander einwirken. Hierher sind die flüchtigen Fluoride, wie Fluorchrom und Fluorarsenik zu zählen. 6.) Endlich können die unauflöslichen Fluoride durch doppelte Wahlverwandtschaft erzeugt werden; Blei- Silber- Kalium- und Barium-Chlorid gehören zu dieser Reihe.

Capitel VIII.

Schwefelmetalle oder Metallsulphuride.

850. Die Schwefelmetalle zerfallen in drei Reihen, welche folgende sind: 1.) die einfachen Sulphuride, die den salzbildungsfähigen Oxyden entsprechen; 2.) die Polysulphuride oder geschwefelten Sulphuride, deren es sehr viele giebt, und die noch nicht genau untersucht sind; 3.) die schwefelwasserstoffsauren Sulphuride.

Das Studium der Sulphuride ist äußerst wichtig, denn:

1.) Bilden sich diese Verbindungen sehr häufig bei chemischen Reaktionen; z. B. bei Analysen, wo man die Metalle in Schwefelmetalle verwandelt, um solche aus ihren Auflösungen zu fällen und von andern damit gemengten Körpern auf eine äußerst sichere Weise abzuscheiden; 2.) finden sich eine große Anzahl von Sulphuriden in der Natur, von welchen mehrere beständig angewendet werden zur Gewinnung der Metalle, wie z. B. das Schwefelblei, der Zinnober, das Schwefelantimon und Schwefelsilber; 3.) weil viele eine wichtige Anwendung in den Künsten finden, wie z. B. Schwefelarsenik und Schwefelquecksilber in der Malerei, oder wie das Schwefeleisen, woraus man den Schwefel gewinnt, oder das Schwefelkupfer, dessen man sich zur Bereitung des schwefelsauern Kupfers bedient, oder auch wie das Schwefelantimon, das zu mancherlei medizinischen Präparaten, so wie auch zur Bereitung des Schwefelwasserstoffs angewendet wird; 4.) braucht man in der Medizin täglich alkalische Sulphuride z. B. Schwefelkalium oder auch andere wie z. B. Schwefelquecksilber ꝛc.

851. Die einfachen Sulphuride sind so zusammengesetzt, daß wenn sie das Wasser zersetzen, sich Schwefelwasserstoff und eine salzfähige Basis bildet, d. h. es vertritt

ein Atom Schwefel ein Atom Sauerstoff in dem entsprechendem Oxyde. Diese einfachen Sulphuride werden in drei Klassen eingetheilt: 1.) die im Wasser auflöslichen Sulphuride; hierher gehören die der Metalle aus der ersten Abtheilung, nebst den von Magnesium, Beryllium, Yttrium aus der zweiten. 2.) Die unauflöslichen hydratischen Sulphuride wohin die von Zink, Mangan und Eisen gehören. 3.) Die unauflöslichen nicht hydratischen Sulphuride, die alle übrigen in den zwei vorhergehenden Klassen nicht vorkommenden in sich fassen.

852. Die Sulphuride der ersten Klasse sind gelblich weiß; ihr Geruch und Geschmack ähnelt dem von verfaulten Eiern. Sie sind sehr giftig. Man kann sie krystallisirt erhalten, besonders die von Barium und Strontium, welche sich beim Erkalten heißer etwas konzentrirter Auflösungen absetzen. Die Sulphuride der beiden andern Klassen sind verschiedenartig; das Schwefelzinn ist goldgelb, das Schwefelquecksilber roth, die meisten aber sind schwarz. Sie haben weder Geruch noch Geschmack.

853. Mit Ausnahme des Schwefelsilbers werden die Sulphuride der sechsten Abtheilung durch die Hitze zersetzt, indem der Schwefel sich entbindet und das Metall zurückbleibt.

Werden die Sulphuride der ersten und dritten Klasse mit Wasser erhitzt, so verändern sie sich nicht; die der zweiten Klasse dagegen verwandeln sich unter gleichen Umständen in Schwefelwasserstoff und in Oxyde.

Läßt man Sauerstoff auf die trocknen Sulphuride einwirken, so bilden sich verschiedene Produkte: 1.) Schwefelsaure Salze, wie dieses der Fall bei alkalischen Sulphuriden ist; 2.) Oxyde, z. B. aus dem Schwefelblei, wenn dieß in der Luft erhitzt wird, wo es in schwefelsaures Blei und dann in Oxyd übergeht; 3.) Oxydsulphuride, z. B. durch Rösten des Schwefelantimons; 4.) Metall und schweflichte Säure; dieß findet bei dem Schwefelquecksilber Statt.

Die Wirkung des Sauerstoffs auf die feuchten Sulphuride ist bei weitem komplizirter. Wird eine alkalische Sulphuridauflösung der Luft einige Tage ausgesetzt, so färbt sie sich und verwandelt sich in ein Polysulphurid. Fortge-

setzte Einwirkung der Luft verwandelt den im Polysulphurid vorhandenen Schwefelüberschuß in unterschweflichte Säure, die sich mit dem gebildeten Kali vereinigt und so ein farbloses unterschweflichtsaures Salz erzeugt. Das in der Auflösung zurückbleibende einfache Sulphurid erleidet aufs Neue diese Umwandlung und diese Wirkung währt so lange fort, bis die Flüssigkeit nichts weiter als unterschweflichtsaures Salz enthält. Aus dem Schwefelbarium setzt sich das unterschweflichtsaure Salz in nadelförmigen Krystallen ab. Da die übrigen unterschweflichtsauren Salze auflöslicher sind, so erhält man sie minder leicht krystallisirt.

854. Das Chlor verwandelt die wasserlosen Sulphuride in Chlormetalle und in Chlorschwefel. Man wendet dieses Verfahren häufig in der analytischen Chemie an, und zwar vorzüglich dann mit Vortheil, wenn Metalle von einander zu scheiden sind, deren Sulphuride feuerbeständig sind, deren Chloride aber verschiedene Grade von Flüchtigkeit besitzen. Sind die Sulphuride in Wasser aufgelöst, so kann das Chlor sie ebenfalls in Chloride verwandeln, der Schwefel aber wird dann ausgeschieden. Brom und Jod reagiren ähnlich wie das Chlor auf die Sulphuride. Zuweilen verbindet sich das Jod mit dem Sulphuride, wie bei dem Jodschwefelantimon.

855. Der Schwefel verbindet sich mit den Sulphuriden in mannigfaltigen Verhältnissen; diese Verbindungen heißen Polysulphuride.

856. Die Sulphuride können sich mit einander selbst wieder verbinden und Salze bilden, welche Berzelius in der letzten Zeit unter dem Namen von Schwefelsalzen genau untersuchte (S. Thl. I. p. 215. Anmerkg.) Durch frühere Arbeiten zeigte er schon, daß die Sulphuride von Arsenik, Wolfram und Zinn ꝛc. sich in alkalischen Sulphuriden auflösen. Berthier fand auch, daß die Sulphuride sich mit einander verbinden und Doppelsulphuride bilden können. Diese Doppelsulphuride lösen sich gewöhnlich im Wasser auf, und einige derselben werden durch diese Flüssigkeit zersetzt. Die Säuren scheiden aus den Doppelsulphuriden das saure Sulphurid, welches gewöhnlich unauflöslich ist.

857. Die alkalischen Sulphuride absorbiren den Schwefelwasserstoff in dem Verhältniß, daß der Schwefel der Säure gleich dem der Basis ist. Die Eigenschaften dieser schwefelwasserstoffsauren Sulphuride werden weiter unten beschrieben werden.

858. Mehrere Sulphuride, wie die von Blei, Antimon ꝛc. werden von manchen Metallen, z. B. von Eisen zersetzt. Das Metall des Sulphurids wird ausgeschieden und ein neues Sulphurid wird erzeugt. Man benützt dieses Verfahren, um mehrere Metalle im Großen zu gewinnen.

859. Zur Bereitung der einfachen Sulphuride können zwei Methoden angewendet werden. Erstens können die schwefelsauren Salze durch Kohle zersetzt werden, hierzu ist eine höhere Temperatur nöthig. Man mengt das feinpulverisirte schwefelsaure Salz mit Kohlenstaub und glüht das Gemenge einige Stunden im Schmelztiegel. So wird z. B. das Schwefelbarium bereitet, was nachher zur Darstellung des salpetersauren und ätzenden Baryts angewendet wird.

Das zweite Verfahren, was in der analytischen Chemie häufig gebraucht wird, gründet sich auf die Zersetzung der Oxyde durch Schwefelwasserstoff.

860. Übersulphuride. Sie sind gelb oder roth von Farbe; die der ersten Abtheilung, welche auflöslich sind, schmecken und riechen wie die einfachen Sulphuride und sind auch giftig.

Man bereitet diese Übersulphuride, indem man einen Überschuß von Schwefel mit reinem oder kohlensauerm Alkali z. B. mit Kali oder Natrum schmelzt. Man könnte sie auch darstellen, wenn man ein auflösliches Oxyd mit einem Überschuß von Schwefel kochen ließe. Im letzten Falle wird außer dem Übersulphurid auch ein unterschweflichtsaures Salz gebildet. Die unlöslichen Übersulphuride werden durch doppelte Wahlverwandtschaft mittelst auflöslicher Übersulphuride erzeugt.

861. Die Säuren scheiden Schwefelwasserstoff und Schwefel oder auch Wasserstoffschwefel aus denselben ab. Bei dieser Reaktion läßt sich nur schwer eine Fällung von Schwe-

fel vermeiden und sie findet stets bei schweflichter Säure, Chlorsäure, Jodsäure und Salpetersäure Statt.

Die Luft verwandelt die Übersulphuride in unterschweflichtsaure Salze. Chlor, Jod und Brom im trocknen Zustande oder unter Mitanwesenheit des Wassers wirken wie einfache Sulphuride auf dieselben ein.

Werden die Metalle mit den Übersulphuriden erhitzt, so können sie solche in Doppelsulphuride verwandeln; Platin wirkt auf solche Weise. Der Schwefelwasserstoff scheidet bei gewöhnlicher Temperatur Schwefel aus den löslichen Übersulphuriden und bildet mit ihnen dann schwefelwasserstoffsaure Sulphuride.

862. Schwefelwasserstoffsaure Sulphuride oder zweifach schwefelwasserstoffsaure Salze Man bereitet diese auf drei verschiedenen Wegen:

1.) Durch die Einwirkung der Schwefelwasserstoffsäure auf die Basen oder kohlensauern Salze, welche im Wasser entweder aufgelöst oder nur aufgeschlemmt sind. 2.) Durch Einwirkung der Schwefelwasserstoffsäure auf Kalium. 3.) Durch Einwirkung der Schwefelwasserstoffsäure auf die trocknen kohlensauren Alkalien.

In allen Fällen kann das erzeugte Salz durch die Formel $RS + H^2S$ bezeichnet werden.

863. Die Säuren entbinden Schwefelwasserstoff daraus, ohne daß sich dabei Schwefel absetzte, wenn sie nicht wie die Salpetersäure das sich entbindende Gas zum Theil seines Wasserstoffs berauben können. Die Wirkung der Basen kann in Folge ihrer Natur verschieden sein; so setzt z. B. das schwefelwasserstoffsaure Schwefelmagnesium, wenn es mit Kali zusammengebracht wird, Magnesia oder Talkerde ab, während ersteres sich in Schwefelkalium verwandelt. Andere wiederum wie das Chromoxyd, erleiden unter diesen Umständen keine Veränderung. Die elektronegativen Oxyde z. B. das von Arsenik geben dagegen ein Doppelsulphurid und in diesem Falle ein arsenichtsaures Salz. Die Salze wirken auf die schwefelwasserstoffsauren Sulphuride, wie auf die einfachen Sulphuride, nämlich es finden doppelte Zersetzungen Statt; zugleich aber wird Schwefelwasserstoff frei und

entbindet sich. Wird eine konzentrirte Auflösung eines schwefelwasserstoffsauren Sulphurid's mit Schwefelpulver gemengt, so verliert sie ihren Schwefelwasserstoff und es bildet sich ein Übersulphurid. Es giebt demzufolge also keine schwefelwasserstoffsauern Polysulphuride.

Die sauern Sulphuride wirken wie der Schwefel und bilden Doppelsulphuride.

Capitel IX.

Selenmetalle oder Metallselenide.

864. Noch kennen wir die Selenide nur sehr unvollkommen, allein da sie mit den Sulphuriden viele Ähnlichkeit haben, so läßt sich das, was von diesen im Vorhergehenden gesagt wurde meist auch auf sie anwenden. Die Selenide haben gewöhnlich ein metallisches Ansehen und dieses gilt selbst vom Selenkalium.

Die Meisten sind leichter schmelzbar, als die in ihnen enthaltenen Metalle. Die höhern Selenverbindungen werden durch Feuer eines Theils ihres Selens beraubt und in Selenide von geringerem Selengehalt verwandelt.

865. Die Selenide werden in der Hitze durch Sauerstoff zersetzt, indem sich entweder reines oder oxydirtes Selen entbindet; das Selen kann aber auch in eine Säure verwandelt werden, die mit dem sich bildenden Metalloxyd eine Verbindung eingeht, wenn dieses wie z. B. das Eisen basischer Natur ist. Das Selenplatin zersetzt sich unter diesen Umständen in Metall und Selen, welches letztere mit dem Sauerstoff entweder ein Oxyd oder eine Säure bildet. Das Selenantimon verwandelt sich in Selenidoxyd, gleichwie das Schwefelantimon unter gleichen Umständen in Sulphuridoxyd übergeht.

866. Die auflöslichen Selenide setzen Selen ab, wenn sie längere Zeit mit der Luft in Berührung sind; sie lösen aber auch noch Selen auf, welches wieder von den Säuren daraus gefällt werden kann, indem sich zugleich Selenwasserstoff entbindet. Selenmetalle von geringerem Selengehalt können sich mit mehr Selen verbinden und bilden dann Polyselenide. Noch kennt man die Zusammensetzung und Anzahl derselben nicht.

Chlor, Brom und Jod treiben das Selen aus seinen Verbindungen mit Metallen aus und vereinigen sich theils mit diesen, theils mit dem Selen selbst.

Alle alkalischen Selenide sind auflöslich, die übrigen sind gewöhnlich unauflöslich. Das Seleneisen, wenn es mit Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure behandelt wird, bildet Selenwasserstoffgas und schwefelsaures Eisen oder Chloreisen. Dasselbe würde bei mehreren andern unauflöslichen, so wie bei allen auflöslichen Seleniden Statt finden. Die Salpetersäure löst mehrere unauflösliche Selenide auf, und verwandelt sie in selensaure Salze; sehr schwer wirkt sie dagegen auf das Selenquecksilber ein.

Höchst wahrscheinlich kann man die Selenide gleich den Sulphuriden in saure und basische Selenide eintheilen, die salzartige Verbindungen *) mit einander bilden können. Bis jetzt kennt man jedoch noch keine Doppelselenide.

867. Die Selenide können auf verschiedene Weise bereitet werden: 1) Indem man die Metalle direkt mit Selen verbindet. In mehreren Fällen z. B. mit Kalium läßt sich das Selen und das Metall zugleich erhitzen; die Verbindung geht so kräftig vor sich, daß sie gewöhnlich von einer gewaltsamen Detonation begleitet wird. Zuweilen kann man auch die Selendämpfe über das rothglühende Metall hinstreichen lassen, wie z. B. bei Zink. Diese Reaktion ist stets mit Lichtentwicklung begleitet. 2) Durch Einwirkung des Selenwasserstoffs oder des Selenkaliums auf Metallauflösungen. Durch doppelte Wahlverwandtschaft lassen sich gleichfalls alle unlöslichen Selenide, wie das Kupfer-, Blei-, Quecksilber-Selenid ꝛc. bereiten.

*) Diese aus zwei Seleniden bestehenden Verbindungen würden, da sie den Schwefelsalzen (856) ähnlich sind, Selensalze heißen müssen. A. u. C.

Capitel X.

Phosphormetalle.

863. Alle Verbindungen des Phosphors mit den Metallen sind starr. Enthalten sie einen Überschuß an Metall, so besitzen sie metallischen Glanz; sind sie dagegen mit Phosphor gesättigt, so mangelt ihnen derselbe. Sie sind schmelzbar, spröde, von verschiedener Farbe und im Wasser unauflöslich; einige derselben aber zersetzen diese Flüssigkeit. Durch Wärme kann aus den Phosphormetallen der vier letzten Abtheilungen ein Theil ihres Phosphorgehaltes ausgetrieben werden; gewöhnlich aber können sie desselben nicht gänzlich hierdurch beraubt werden. Der Sauerstoff verwandelt die Phosphormetalle leicht in phosphorsaure Salze oder auch in freie Phosphorsäure und Metalle. Chlor bildet mit denselben ein Metallchlorid und Chlorphosphor. Auf gleiche Weise verhalten sich Brom und Jod. Die Wirkung anderer nicht metallischer Körper kennt man noch nicht; mit Ausnahme der vom Arsenik kann sie nur schwach seyn. Die Metalle verhalten sich gegen die Phosphormetalle wie gegen die Schwefelmetalle. Das Wasser bringt in den Phosphormetallen der vier ersten Abtheilungen keine Veränderung hervor, wenigstens wenn sie nicht sehr fein zertheilt sind und kein Zutritt der Luft Statt findet, außerdem säuert sich der Phosphor. Es wirkt dagegen sehr schnell auf die der ersten Abtheilung, indem Phosphorwasserstoff, Wasserstoff und ein unterphosphorichtsaures Salz sich bildet. Die schwachen Säuren erzeugen mit denselben Phosphorwasserstoffgas und ein Salz. Die konzentrirten Säuren verhalten sich gegen die Phosphormetalle wie gegen das Metall und den Phosphor besonders.

869. Die Phosphormetalle lassen sich auf verschiedene Weise bereiten: 1.) Indem man Phosphor in Dampfform mit erhitzten Metallen zusammenbringt; auf diese Weise erhält man Phosphorkupfer, Phosphorkalium und Phosphor-Natrium. Bei letztern beiden reicht es schon hin, die Metalle mit dem Phosphor zu erhitzen. 2.) Mittelst Zersetzung des Phosphorwasserstoffs durch Metalle. 3.) Indem man aufgelöste Salze oder Chloride mit Phosphorwasserstoff behandelt. Dieses Verfahren ist auf die Phosphormetalle der drei letzten Abtheilungen und selbst bei dem Phosphorzinn anwendbar. 4.) Durch Reduktion der phosphorsauern Salze mittelst Wasserstoff; 5.) durch Reduktion der nämlichen Salze durch Kohle; 6.) indem man Gemenge von sauerm phosphorsaurem Kalk und einem Metall oder Oxyd mit Kohle behandelt. Diese drei Verfahrungsarten lassen sich übrigens nur auf die Phosphormetalle der vier letzten Abtheilungen und selbst auf die fünfte und sechste Abtheilung nur schwierig anwenden. 7.) Endlich wenn man gewisse Oxyde mit Phosphor behandelt. Diese letzte Methode läßt sich nur bei den Metallen der ersten, dritten, vierten und bei einigen der sechsten Abtheilung gut anwenden.

870. Häufig bedient man sich dieses Verfahrens bei Bereitung der Phosphormetalle der ersten Abtheilung, so wird z. B. die Phosphorverbindung mit Barium, Strontium, und Calcium dargestellt. Es bildet sich dann außer dem Phosphormetall zugleich auch ein phosphorsaures Salz. Lange sah man diese als Verbindungen von Phosphormetallen mit Oxyden an; es läßt sich aber leicht einsehen, daß dieses nicht der Fall ist. Bringt man das Phosphormetall mit Baryt zusammen, so erhält man ein Gemisch von sieben Atomen Metall und zwölf Atomen Phosphor. Es würde dieß eine Verbindung seyn, die ohne Beispiel wäre; allein wenn man dieselbe aus fünf Atomen Doppel-Phosphorbarium und einem Atom phosphorsauren Baryt bestehend, betrachtet, so steht diese Zusammensetzung mit der allgemeinen Theorie ganz im Einklange.

Man erhält diese Verbindung, indem man Phosphordämpfe über glühenden Baryt streichen läßt; diese Reaktion

ist von lebhafter Lichtentwicklung begleitet. Der Baryt wird in eine schlackige, schwärzlichbraune, harte und metallischglänzende Masse verwandelt. Behandelt man dieselbe mit Wasser, so entbindet sich Phosphorwasserstoff im Maximum, Wasserstoffgas und zugleich bildet sich unterphosphorichtsaurer und phosphorsaurer Baryt.

Capitel XI.

Arsenikmetalle.

871. Das Arsenik verhält sich gegen die Metalle wie der Phosphor und bildet Verbindungen mit denselben, welche noch nicht genau genug untersucht worden sind. Man kann sie bereiten: 1.) durch direkte Vereinigung der Metalle mit Arsenik; auf diese Weise verschafft man sich die Arsenikverbindungen von Kalium, Platin, Zinn ꝛc. 2.) Indem man Arsenikwasserstoff und Metalle aufeinander einwirken läßt. Arsenikkalium und Arsenikzinn lassen sich auch auf diese Weise bereiten und wahrscheinlich überhaupt alle Arsenikverbindungen mit den Metallen der drei ersten Abtheilungen und mit einigen der vierten. 3.) Durch Zersetzung der Salze der drei letzten Abtheilungen mittelst Arsenikwasserstoff; Arsenikkupfer, Arsenikſilber ꝛc. können auch auf diese Weise dargestellt werden. 4.) Wenn man die arsenichtsauren oder arsenicksauren Salze oder auch wohl Gemenge von arsenigter oder Arsenicksäure mit Metallen oder Metalloxyden durch Wasserstoff oder Kohle behandelt. 5.) Indem man gewisse Oxyde mit Arsenik in höherer Temperatur zusammen bringt. Gay Lassac bereitete so das Arsenikbarium, indem er Arsenikdämpfe über rothglühenden Baryt leitet. Die auf solche Weise bereiteten Arsenikverbindungen sind entweder nach festen Mischungsverhältnissen zusammengesetzt, oder sie enthalten einen Metallüberschuß. Es hängt dieß theils von den Eigenschaften der gebildeten Verbindung selbst, theils von dem Verfahren, oder auch von der angewendeten Temperatur ab.

872. Die Wärme zersetzt zum Theil die Arsenikmetallee der drei letzten Abtheilungen und sogar die der dritten. Durch Sauerstoff werden sie mit Beihilfe der Wärme in arsenicksaure Salze verwandelt, oder das Arsenik wird wenigstens

arsenichte Säure, während das Metall entweder frei wird oder sich oxydirt. Das Chlor verwandelt sowohl das Arsenik als auch das Metall in Chloride. Brom und Jod verhalten sich eben so; Schwefel und Selen wirken wahrscheinlich auf ähnliche Weise. Wie sich die übrigen einfachen Stoffe gegen die Arsenikmetalle verhalten, ist theils noch unbekannt, theils aber auch leicht vorher zu bestimmen.

Alle Arsenikmetalle sind im Wasser unauflöslich; durch die der ersten Abtheilung wird das Wasser zersetzt. Es entbindet sich in diesem Falle Arsenikwasserstoffgas, während sich zugleich irgend ein arsenikhaltiges Salz bildet. Es scheint, daß dabei ein arsenikfaures Salz erzeugt wird. Die mit Wasser verdünnten Säuren wirken ebenfalls auf die Arsenikmetalle der drei ersten Abtheilungen, indem sich gleichfalls Arsenikwasserstoff dabei bildet. Die konzentrirten Säuren Säuren verhalten sich gegen die Arsenikmetalle, wie gegen gegen Arsenik und Metalle besonders. Enthalten die Arsenikmetalle einen Metallüberschuß, so haben sie Metallglanz; sind dieselben aber nach bestimmten Proportionen zusammengesetzt, so kommt ihnen diese Eigenschaft nur in geringem Grade zu.

Capitel XII.

Verbindungen des Stickstoffs mit Metallen.

873. Der Stickstoff verbindet sich nie direkte mit den Metallen, er kann sich aber mit ihnen vereinigen, wenn er in dem Augenblicke, wo er aus festen oder tropfbaren Verbindungen frei wird, mit Metallen in Berührung kommt. Die Stickstoffmetalle sind noch wenig gekannt, vergleicht man sie aber mit den Phosphor- oder Schwefelmetallen, so läßt sich daraus leicht auf ihr Verhalten im Allgemeinen schließen.

Stickstoffkalium und Stickstoffnatrium, die durch Gay-Lussac und Thenard entdeckt wurden, bieten hier einen trefflichen Anhaltspunkt dar, indem über ihre Zusammensezzung kein Zweifel mehr herrscht. Da diese Stickstoffmetalle trocken sind, so kann ihre Zusammensetzung nicht wohl bestritten werden. Mit Wasser verwandeln sie sich in Ammoniak und Metalloxyde. Diese Stickstoffmetalle bestehen aus

3 Atomen Metall und
2 — Stickstoff

die man zusammen bringen muß mit

$$\left.\begin{array}{l}\text{3 At. Sauerstoff}\\ \text{6 — Wasserstoff}\end{array}\right\} = \text{6 At. Wasser,}$$

um daraus zu erzeugen

3 At. Oxyd = 3 At. Metall und 3 At Sauerstoff
4 At. Ammoniak = 2 At. Stickstoff und 6 At. Wasserstoff.

874. Wenn man auch hinsichtlich der Zusammensetzung des Stickstoffkaliums und Natriums im Reinen ist, so bleibt in dieser Beziehung doch noch einige Ungewißheit über die Stickstoffverbindungen der übrigen Metalle. Ihre Existenz wird selbst von vielen Chemikern noch bezweifelt, welche diejenigen Verbindungen mit dem unpassenden Namen von Ammoniakmetallen bezeichnen, die wir für ammoniakhaltige Stickstoffmetalle halten.

Das Ammoniak wirkt auf viele Metalloxyde und bildet damit eigenthümliche Verbindungen, wie z. B. Zink-, Kupfer-, Gold- und Silber-Ammoniak. Über die Zusammensetzung dieser Verbindungen lassen sich dreierlei Vermuthungen aufstellen: 1.) man kann annehmen, daß das Ammoniak sich geradezu mit den Metalloxyden verbindet, und dann ist die Verbindung als eine Art Salz anzusehen, in welchem das Ammoniak basische und das Oxyd saure Rolle spielt.

2.) Es läßt sich ferner denken, daß sich auf Kosten des Sauerstoffs ein Oxyd und des Wasserstoffs im Ammoniak Wasser bildet, während sich zugleich der Stickstoff mit dem Metall vereinigt. In diesem Falle ist klar, daß sich die Stickstoffverbindung auf eine ganz ähnliche Weise bildet, wie oben bei Stickstoffkalium und Natrium angedeutet wurde, nämlich in Verhältnissen, welche durch die bekannte Zusammensetzung des Ammoniaks, Wassers und der angewandten Oxyde bestimmt werden.

3.) Oder man kann endlich annehmen, daß die auf besagte Weise erzeugte Stickstoffverbindung sich mit überschüssigem Ammoniak vereinigt; es bildet sich in diesem Falle eine Verbindung von Stickstoffmetall und Ammoniak, was auch durch die Versuche, welche ich mit dem Goldoxydammoniak angestellt habe, ziemlich wahrscheinlich gemacht wird.

875. Die Eigenschaften der Ammoniakstickstoffmetalle im Allgemeinen kennt man noch wenig, allein in vielen Fällen lassen sie sich leicht vorher bestimmen. Um die ammoniakhaltigen Stickstoffverbindungen des Kaliums und Natriums zu zersetzen, bedarf es der Rothglühhitze, für die von Zink und Kupfer reicht schon eine niedrigere Temperatur hin. Das Goldoxydammoniak zersetzt sich bei 140° C. und die Silberverbindung bei noch niedrigern Wärmegraden. Die beiden Letzteren werden durch Wärme so rasch zersetzt, daß zugleich eine höchst gewaltsame Detonation Statt findet. Das Ammoniakstickstoffsilber ist unter dem Namen Knallsilber bekannt, welches bei der leisesten Berührung detonirt, wenn es gut bereitet und trocken ist.

Es wurde bereits erwähnt, wie das Wasser sich gegen Stickstoffkalium und Natrium verhält; es bildet mit densel-

ben Ammoniak und Oxyde. Auf die übrigen Stickstoffmetalle wirkt diese Flüssigkeit unter gewöhnlichen Umständen nicht ein, allein da sie verschiedene Erscheinungen hervorruft, so können hiernach die Stickstoffmetalle in drei bestimmte Klassen geschieden werden:

1.) Stickstoffkalium und Stickstoffnatrium, welche durch Wasser zersetzt werden, indem sich Ammoniak und Metalloxyde bilden. 2.) Die Verbindungen des Zinks, Kupfers, Nickels und Kobalts ꝛc. mit Ammoniak, welche das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur nicht verändern, die aber durch Abdunsten in Ammoniak und Oxyde verwandelt werden, und welche sonach nicht im trocknen Zustand erhalten werden können; 3.) die ammoniakhaltigen Stickstoffverbindungen des Goldes, Silbers, Quecksilbers und Platins, welche entweder gar nicht auf das Wasser wirken, oder deren Einfluß auf diese Flüssigkeit noch nicht genau ausgemittelt ist.

876. Die Mittel, deren man sich zur Bereitung der Stickstoffmetalle bedient, und der Zustand, in welchem sie sich darstellen, stehen mit ihren Eigenschaften im genauen Zusammenhange. Die Verbindungen des Kaliums und Natriums mit Stickstoff z. B. können, da sie durch gelinde Hitze zerstört werden, sich bei dieser Temperatur bilden, wenn man beide Metalle auf trocknes Ammoniak einwirken läßt. Die Übrigen dagegen können nur mit Hilfe von Oxyden oder Salzen bereitet werden, wenn man solche mit wässerigem Ammoniak in Berührung bringt. Die Stickstoffmetalle der zweiten Abtheilung können demnach nur aufgelöst, die der dritten aber im trocknen Zustande erhalten werden.

Die Wirkung der Säuren und der Basen kann in vielen Fällen vorher bestimmt werden, wenn man sowohl die Veränderung, welche die Stickstoffmetalle durch Wasser erleiden, als auch die Natur des in ihnen enthaltenen Metalls berücksichtiget. Derselbe Fall findet rücksichtlich der Wirkung der einfachen nichtmetallischen Körper Statt. Mit Ausnahme des Wasserstoffs, Bors, Kiesels und Kohlenstoffs scheiden sie den Stickstoff aus, vereinigen sich mit dem Metall und bilden dann Chloride, Jodide, Sulphuride ꝛc.

Die wasserhaltigen Säuren wirken vermöge ihres Wassers auf die Stickstoffmetalle der ersten Klasse und geben Veranlassung zur Bildung von Ammoniak- Kali- oder Natrumsalzen. Die Sauerstoffsäuren geben einen Theil ihres Sauerstoffs an das Metall ab und treiben den Stickstoff aus. Die Wasserstoffsäuren geben ihren negativ elektrischen Bestandtheil dem Metall und den Wasserstoff an den Stickstoff ab; es bildet sich also Chlorkalium und salzsaures Ammoniak, wenn man z. B. Stickstoffkalium und trockne Chlorwasserstoffsäure zusammenbringt. Auf die Stickstoffmetalle der zweiten Klasse wirken die Säuren dergestalt, daß das Wasser zersetzt wird und entweder zwei Salze oder ein Doppelsalz gebildet werden. Die Säuren wirken auf die Stickstoffmetalle der dritten Klasse nicht.

Die Basen können ihren elektronegativen Bestandtheil den Stickstoffmetallen der ersten Klasse abtreten, gewöhnlich aber äußern sie keine Wirkung auf die der zweiten und noch weniger auf die der dritten Abtheilung.

Capitel XIII.

Kohlenstoffmetalle.

877. Kohlenstoff, Bor und Kiesel können sich mit dem Eisen verbinden, mit den übrigen Metallen aber scheinen diese drei Körper sich nur unter besondern Bedingungen und höchst unvollkommen vereinigen zu können.

Wir werden später beim Stahl und Gußeisen die Verbindungen des Eisens mit dem Kohlenstoff näher betrachten. Es scheint als könne sich der Kohlenstoff bei sehr hoher Temperatur mit den Metallen verbinden, allein die erzeugten Verbindungen enthalten nur sehr geringe Mengen von diesem Stoffe. Ein merkwürdiges Beispiel hiervon, werden wir später bei dem Prozeß des Kupfergarmachens kennen lernen. *) Mit Kalium und Natrium verbindet sich der Kohlenstoff offenbar.

Kieselmetalle.

878. Das Kiesel kann sich wie der Kohlenstoff mit dem Eisen, Kalium, Natrium und endlich mit dem Platin verbinden, aber diese Verbindungen sind noch nicht hinreichend genau untersucht worden; wir werden darauf wieder zurückkommen, wenn die Rede vom Stahl und Gußeisen seyn wird; mit diesen Körpern vereinigt das Kiesel unter Einwirkung der Wärme. Um Kieselmetalle zu bereiten darf man nur Kieselerde und Kohle mit den Metallen erhitzen. Andere Kieselmetalle als die angeführten kennt man bis jetzt noch nicht.

---

*) Berzelius betrachtet die Gemenge von Kohle und sehr fein zertheiltem Metall, welche bei der Destillation der Cyanide zurückbleiben, als Kohlenstoffmetalle; wir aber halten sie nur für mechanische Gemenge.

Bormetalle.

Reduzirt man das borsaure Natrum oder Kali mit Kohle, so scheint sich Bornatrium oder Borkalium zu bilden; bei Behandlung des borsauern Eisens mit Wasserstoff erhält man wahrscheinlich auch Boreisen. Gewiß ist es, daß die Borsäure mit Kohle und Platin zusammen erhitzt Borplatin bildet, allein diese Verbindungen sind noch sehr wenig untersucht worden.

Capitel XIV.

Verbindungen des Wasserstoffs mit den Metallen.

879. Bis jetzt kennt man nun drei Wasserstoffmetalle: das starre Wasserstoffkalium, das Wasserstofftellur, welches viele Ähnlichkeit mit dem Wasserstoffarsenik hat, und das Tellurwasserstoffgas, das theils dem Arsenikwasserstoff, theils dem Schwefelwasserstoff sich nähert.

Diese Verbindungen sind einander nicht sehr ähnlich, doch können sie wahrscheinlich sämmtlich durch die Hitze zerlegt werden, indem das Metall und das Wasserstoff frei wird.

Später bei der speziellen Betrachtung des Quecksilbers und Tellurs werden wir das Nähere über diese Verbindungen anführen, die übrigens nicht besonders merkwürdig wären, wenn sie sich nicht unmittelbar an die interessanten ammoniakhaltigen Wasserstoffmetalle anschlößen, die gewiß noch lange Zeit zu der Vermuthung Veranlassung geben werden, die Metalle als zusammengesetzte Körper zu betrachten.

Es ist bei diesen Verbindungen zu berücksichtigen, daß das Metall die negative und der Wasserstoff die positive Rolle spielt.

Capitel XV.

Von den Verbindungen, welche aus zwei binär zusammengesetzten Körpern gebildet werden, oder von den Salzen.

880. Mit dem Namen Salze bezeichnete man ehedem gewisse Verbindungen, welche mit dem Kochsalze mehrere Eigenschaften gemein hatten, auf welche man jetzt behufs dieser Bestimmung keinen Werth mehr legt. Körper, welche sich im Wasser auflösten und durch Abdampfen oder Abkühlen krystallisiren konnten, einen eigenthümlichen Geschmack, Durchsichtigkeit und noch mehrere minder wichtige Eigenschaften besaßen, erhielten den Namen Salze. Auf gleiche Weise wurden viele brennbare Körper Schwefel, und alle im Dunkeln leuchtenden Körper Phosphoren genannt.

In der neuen Nomenklatur gab man den Namen Salze Verbindungen, die aus einer Säure und einer Basis bestehen und betrachtete überhaupt nur solche als Salze, welche ein Oxyd oder einen offenbar alkalischen Körper zur Basis hatten.

Es scheint uns unpassend zu seyn, den Begriff der Salze so zu beschränken; dagegen glauben wir es den jetzigen chemischen Ansichten angemessen, den Namen Salze ohne Unterschied allen Verbindungen zu geben, welche aus zwei binär zusammengesetzten Körpern bestehen, indem wir überzeugt sind, daß in allen Fällen dieser Art der eine Bestandtheil die Rolle einer Säure, der andere aber die Rolle einer Basis spielt.

881. Wir nennen demnach Salz jedes Produkt, welches aus der Vereinigung zweier Verbindungen hervorgeht, deren jede aus zwei Grundstoffen besteht. Diese Definition

läßt sich nicht bloß auf die binären Sauerstoffverbindungen anwenden, welche man früherhin ausschließlich Salze nannte, sondern auch auf die Verbindungen der Sulphuride unter sich; auch die aus zwei Chloriden, oder zwei Jodiden ꝛc. bestehenden Verbindungen sind Salze. Unter diesem Namen begreift man ferner alle zusammengesetzten Körper, welche aus der Vereinigung irgend einer binären Verbindung mit einer andern entstehen; hierher gehören z. B. die aus einem Oxyd und Chlorid bestehenden, das Antimonoxyd-Chlorid ist ein solches, weil es eine Verbindung von Antimonoxyd und Antimonchlorid ist. Salze sind ferner die Verbindungen einer Säure mit einem Sulphurid; die unterschweflichtsauern Salze z. B. sind schwefelsaure oder schweflichtsaure Sulphuride, und sonach wirkliche Salze.

Was wir nun von den allgemeinen Eigenschaften der Salze sagen werden, läßt sich bloß auf solche anwenden, deren Basis und Säure sauerstoffhaltig sind, weil man diese am genauesten kennt und am häufigsten anwendet, obgleich in vielen Fällen, die für diese geltenden Gesetze auch auf die übrigen Salze sich anwenden lassen.

882. Zusammensetzung. Eine Säure verbindet sich mit einer Basis im bestimmten stöchiometrischen Verhältniß, d. i. 1 Atom Säure vereinigt sich mit 1, 1½, 2, 3 Atomen Basis, oder auch 1 Atom Basis kann sich mit 1, 1½, 2, 3 Atomen Säure verbinden. Besteht die Verbindung aus 1 Atom Säure und 1 Atom Basis, so ist das Salz gewöhnlich neutral. Sauer ist es, wenn es auf 1 Atom Basis 1½, 2 und 3 Atome Säure enthält, und basisch im Gegentheil, wenn gegen 1 Atom Säure 1½, 2 oder 3 Atome Säure in demselben vorhanden sind.

Die Nomenklatur der Salze ist heut zu Tage mit Recht von ihrer stöchiometrischen Zusammensetzung abhängig. Man bildet die Namen derselben auf folgende Weise:

Atome der Basis.	Atome der Säure.	
3	1 . .	dreifach basisches Salz.
2	1 . .	doppelt basisches Salz.
1½	1 . .	anderthalb basisches Salz.

Atome der Säure.	Atome der Basis.	
1	1 . .	neutrales Salz.
1	1½ . .	anderthalb Salz.
1	2 . .	doppeltes oder zweifaches Salz.
1	1 . .	dreifaches Salz. *)

Wollen wir nun noch einige allgemeine Betrachtungen über die chemischen Eigenschaften dieser verschiedenartig zusammengesetzten Salze anstellen, und sehen, in wie weit die Annahme dieser Namen zulässig ist.

883. Man kann dreist im Voraus behaupten, daß alle diejenigen Salze, welche stöchiometrisch gleich zusammengesetzt sind, sich nicht alle in dem nämlichen Zustande der Sättigung befinden können. Es wäre in der That höchst sonderbar, wenn Körper, welche in anderer Beziehung so verschieden von einander sind, sich gerade in diesem so charakteristischen Punkte, welcher gleichsam einen Maaßstab für ihre wesentlichen und Grund-Eigenschaften liefert, durchaus gleich seyn sollten. Wenn man auf die jetzige Nomenklatur Rücksicht nimmt, so würde die Sättigungsfähigkeit in den Säuren ganz vom Radikal derselben abhängen, in den Basen aber fast gänzlich von dem elektronegativen Körper abhängig seyn.

In den Säuren also, worin nach der allgemeinen Annahme der Sauerstoff die Rolle des säuernden Princips

---

*) Am einfachsten und am meisten bezeichnend ist die jetzt allgemein in Deutschland angenommene Nomenklatur der Salze. Es heißen nämlich diejenigen Salze, welche aus 1 Atom Säure und 1 Atom Basis bestehen, einfache oder auch neutrale; Ausnahmen hiervon machen die arsenikfauern und phosphorsauern Salze, welche einfach genannt werden, wenn sie 1 Atom Säure und 2 Atome Basis enthalten. Alle Salze aber, welche auf andere Weise zusammengesetzt sind, werden durch Vorsetzung von ganzen oder gemischten Zahlen oder auch durch Brüche näher bezeichnet, wodurch die relative Anzahl der in dem Salze befindlichen Atome der Säure und Basis ausgedrückt wird. Die Zahlwörter anderthalb, zweifach, dreifach, fünfsechstel, ein Drittel, zwei Drittel, drei Viertel, vier Drittel, ein halb ꝛc. bedeuten sonach, daß die Atome der Säure zu den Atomen der Basis in den damit bezeichneten Salzen ihrer relativen Anzahl nach sich verhalten wie 3:2 oder 11:2:1, 2:1, 3:1, 5:6, 1:3, 2:3, 3:4, 4:3, 1:2 ꝛc.

spielt, würde nichts darauf ankommen, ob er in größerer oder geringerer Quantität vorhanden wäre, denn das Produkt würde denselben sauern Werth besitzen, so lange die Menge des nicht säuernden Körpers sich nicht verändert.

In den Basen ferner, in welchen, wie man allgemein annimmt, der basische Werth von den Metallen bedingt wird, würde es wenig ausmachen, ob dieses mehr oder weniger basisch oder positiv wäre, indem das Produkt denselben Werth behalten müßte, so lange die Sauerstoffmenge sich nicht veränderte.

884. Diese Folgerungen lassen sich aus den Benennungen herleiten, welche man jetzt allgemein angenommen, um die Salze in neutrale, saure oder basische einzutheilen; wir wollen aber nun zeigen, daß dieselben nichts weniger als richtig sind. Wenn die Salze mit alkalischer Basis, welche von jedem Bestandtheil ein Atom erhalten, gegen Lakmus neutral reagiren, so sind dagegen alle auf gleiche Weise zusammengesetzten Metallsalze mit Ausnahme der Blei- und Silbersalze sauer.

Wenn man demnach von einem neutralen schwefelsauern Kupfer, oder einem neutralen salpetersauern Zink ꝛc. spricht, so hängt dieß nicht etwa von den Eigenschaften dieser Salze ab, sondern beruht vielmehr auf einer allgemein getroffenen Übereinkunft. Alle Oxyde dieser Metalle bilden Salze, welche gegen das Lakmus sauer reagiren, sobald sie nur im Wasser auflöslich sind. Wenn man die Menge der Basis zu vermehren sucht, so wird das Salz unauflöslich, und dann können diejenigen Eigenschaften, welche sich auf die Neutralität beziehen, nicht mehr beobachtet werden.

885. Man kann durch einen direkten Versuch beweisen, daß wirkliche Verschiedenheiten in der Sättigungsfähigkeit verschiedener Oxyde von gleichem Sauerstoffgehalt Statt finden. Ein Beispiel hierzu liefert das salpetersaure Silber, von welchem man eine so neutrale Auflösung erhalten kann, daß es gegen Lakmus nicht reagirt, und woraus man das Silber durch viele Metalle abzuscheiden im Stande ist, ohne daß das Verhältniß zwischen der Säure und dem Sauerstoff des Oxydes nur im Geringsten verändert wird.

Das neutrale, salpetersaure Silber kann durch Kupfer, Quecksilber, Zink und Eisen zersetzt werden. Es läßt sich dann das Atom Silber durch ein Atom von jedem dieser Metalle ersetzen, allein die Auflösung dieser neuen Metallsalze ist nun, anstatt neutral, wie die des Silbers zu seyn, sauer geworden. Man darf deshalb mit Gewißheit annehmen, daß das Silberoxyd eine mächtigere Basis ist als die übrigen Oxyde, wodurch es ersetzt worden ist. Es giebt sich hierdurch die Fähigkeit des Silberoxyds zu erkennen, Salze zu bilden, welche gegen Lakmus neutral reagiren, während die andern genannten Oxyde diese Eigenschaft entbehren.

886. Zu derselben Schlußfolgerung gelangen wir auch auf anderm Wege, wenn von der Zusammensetzung der Ammoniaksalze die Rede seyn wird.

Gay-Lussac hat die Gesetze über die Zusammensetzung der Ammoniaksalze zuerst aufgefunden; er betrachtet diejenigen als Neutralsalze, in welchen das Volum des Säureradikals zu dem Volum der Basis wie 1:2 sich verhält. Diese Salze entsprechen hinsichtlich ihrer Neutralität denjenigen, welche aus einem Atom Säure und einem Atom oxydirter Basis bestehen, welche letztere selbst nur ein Atom Sauerstoff enthält. Es ist jedoch nicht wahrscheinlich, daß alle Ammoniaksalze in gleichem Grade neutral sind, und man darf wohl annehmen, daß sie in dieser Beziehung sehr von einander verschieden sind. Um dieß zu beweisen, darf man nur einen Blick auf die verschiedenen Elemente werfen, woraus das sogenannte neutrale chlorsaure und chlorwasserstoffsaure Ammoniak zusammengesetzt ist.

Neutrales chlorsaures Ammoniak	=	1 Chlor 2,5 Sauerstoff	gesättigt durch 2 Vol. Ammoniakgas.
Neutrales chlorwasserstoffsaures Ammon.	=	1 Chlor 1 Wasserstoff	gesättigt durch 2 Vol. Ammoniakgas.

Streicht man in beiden Salzen die gleichen Bestandtheile, d. h. das Volum Chlor und die beiden Volume Ammoniak, so bleibt einerseits 2,5 Vol. Sauerstoff und andrerseits nur 1 Vol. Wasserstoff, welche beiden Körper hinsichtlich ihrer elektrischen Eigenschaft einander gerade entgegengesetzt

sind. Demzufolge müßte also, damit beide Salze neutral wären, ein einziges Atom des elektropositivsten Körpers dieselbe Säuerungscapazität besitzen, wie 2,5 Atome des elektronegativsten Körpers, was aber nicht anzunehmen ist.

Wir sehen ferner, daß das chlorwasserstoffsaure Ammoniak in sehr vielen Fällen die Rolle einer Basis spielt; es kann sich mit dem Quecksilberchlorid verbinden, so wie das jodwasserstoffsauere Ammoniak mit dem Quecksilberiodid eine Verbindung eingeht, und in beiden Fällen spielt sowohl das chlorwasserstoffsaure, so wie das iodwasserstoffsaure Salz offenbar die Rolle einer Basis. Andrerseits sehen wir, daß diejenigen Ammoniaksalze, welche durch sehr sauerstoffreiche Säuren gebildet werden, wie z. B. durch Salpetersäure ꝛc., sich hinsichtlich ihres Gesammtverhaltens gewissen Salzen nähern, die sich mit binären Verbindungen, welche gegen sie die Rolle einer Basis spielen, vereinigen können.

387. Zu demselben Schlusse gelangt man auch durch eine andere Betrachtung. Die Salze, obgleich schon Verbindungen, welche aus vielen Elementen bestehen, sind doch noch fähig sich wieder unter einander zu verbinden. Welchen Begriff man sich auch von den Kräften machen mag, durch welche die chemischen Verbindungen erzeugt werden, so muß man doch annehmen, daß der Sättigungszustand in den einfachen Salzen noch nicht eingetreten ist, weil sie noch die Fähigkeit besitzen chemisch auf einander einzuwirken.

Dieser Sättigungszustand, so wie man ihn gewöhnlich betrachtet, würde also eine absolute Indifferenz zwischen den vorhandenen Körpern zur Folge haben. Ein aus einer Säure und einer Basis zusammengesetzter Körper kann entweder sowohl den sauern, als auch den basischen Charakter noch beibehalten, je nachdem der eine der Bestandtheile über den andern vorherrscht, oder es kann jener auch vollkommen neutral seyn, wenn die Elemente sich das Gleichgewicht halten. Im letztern Falle wird dann die Verbindung sich nicht aufs Neue wieder chemisch verbinden können, denn sie würde dann gegen andere Körper, weder eine saure noch basische Rolle spielen können, was jedoch unumgänglich nothwendig wäre.

Da nun alle Salze Doppelsalze bilden können, so ist dadurch bewiesen, daß kein Salz vollkommen neutral ist. So verbindet sich z. B. das schwefelsaure Kali, obgleich es gegen Pigmente neutral sich verhält mit der schwefelsauern Thonerde, um Alaun zu bilden und in diesem Doppelsalze spielt offenbar das eine Salz säure und das andere basische Rolle.

888. Aus diesen Thatsachen muß man also schließen, daß es eigentlich keine wahrhaft neutralen Salze giebt, sondern daß alle gleich den Oxyden und Chloriden in zwei verschiedene Abtheilungen gebracht werden können. Es zeigt sich jedoch, daß man einige als indifferent betrachten kann; allein diese Eigenschaft geht weniger aus ihrem Mischungsgesetz hervor, als aus der Natur ihrer Säure oder Basis.

Eine gute Klassifikation der Salze nach dieser Ansicht würde ohne Zweifel der Wissenschaft große Dienste leisten, allein welche Schwierigkeiten sind noch zu überwinden, bevor wir dahin gelangen! — Welche Mittel werden wir anwenden, um den sauern oder alkalischen Werth derjenigen Salze zu bestimmen, welche man nicht im neutralen Zustand haben kann? Wie werden sich diese Eigenschaften in den unauflöslichen Salzen bestimmen lassen? Alle diese Fragen sind für jetzt nur äußerst schwierig zu beantworten. Es scheint übrigens aber, daß die Untersuchung des elektrischen Verhaltens der Salze unter sich zu wichtigen Resultaten führen kann.

Als Grundsatz muß bei dieser Frage wenigstens vorerst angenommen werden, daß es keine eigentlichen neutralen Salze giebt, obgleich viele sich gegen die gewöhnlichen Reagentien neutral zu verhalten scheinen. Wenn wir mithin das Wort neutral bei den Salzen gebrauchen; so ist dieß mehr in Folge einer allgemeinen Übereinkunft, indem man diejenigen Salze so nennt, welche gegen 1 Atom Säure 1 Atom Sauerstoff in der Basis enthalten, und welche sich diesem neutralen Zustand, so weit es die Natur ihrer Elemente erlaubt, annähern, ohne ihn aber wirklich zu erreichen.

Wollen wir nun die allgemeinen Eigenschaften der Salze untersuchen, indem wir uns wie bereits erwähnt wurde auf die Sauerstoffsalze beschränken.

889. Physische Eigenschaften. Alle Salze sind starr, und besitzen die Fähigkeit zu krystallisiren, wenn sie vom tropfbaren in den starren Zustand allmählig übergehen.

In Absicht auf Farbe zeigen die Salze mannigfaltige Verschiedenheiten. Die Metallsalze der ersten Abtheilung sind mit Ausnahme der chromsauern ungefärbt. Im Allgemeinen gilt, daß sobald das Oxyd und die Säure ungefärbt ist, das Salz auch keine Farbe besitzt; die Farbe dagegen variirt, wenn das Oxyd gefärbt ist, wie folgende Tafel zeigt. Man ersieht übrigens hieraus und dieß ist ein wesentlicher Punkt, daß die Salze mit gleicher Basis fast durchgängig dieselbe Farbe haben.

Tabellarische Übersicht der Farben verschiedener Salze mit Ausnahme der chromsauern.

Zirkoniumsalze	weiß, bisweilen gelblich.
Thorsalze	weiß.
Aluminiumsalze	desgl.
Yttriumsalze	desgl.
Magnesiumsalze	desgl.
Calciumsalze	desgl.
Strontiumsalze	desgl.
Bariumsalze	desgl.
Kaliumsalze	desgl.
Natriumsalze	desgl.
Zinksalze	desgl.
Zinnsalze	desgl.
Kadmiumsalze	desgl.
Basische Eisenoxydulsalze, gallertartig	grünlich weiß.
Neutrale Eisenoxydulsalze, aufgelöst oder krystallisirt	Smaragdgrün.
dergl. gallertartig .	grünlich weiß.
Basische Eisenoxydsalze	ockergelb.
Neutrale dergl. in Auflösung und krystallisirt	röthlich gelb.
Saure dergl.	sehr wenig gefärbt.
Manganoxydulsalze	weiß.

Gewisse Mangansalze sind . . .	violettrosenroth.
Chromsalze in Auflösung . . .	grasgrün.
Antimonsalze	weiß, bisweilen gelblich.
Uranoxydsalze	gelb, ins Grünliche.
Titansalze	weiß, etwas gelb.
Ceroxydulsalze	weiß.
Ceroxydsalze	gelb.
Saure oder neutrale Kobaltsalze .	violettrosenroth.
Basische Kobaltsalze	veilchenblau.
Neutrale oder saure Wismuthsalze	weiß.
Tellursalze	desgl.
Neutrale Kupferoxydsalze . . .	blau.
Saure dergl.	grün oder nur grünlich.
Basische dergl.	blau oder grün.
Nickelsalze { aufgelöst oder krystallisirt	grün.
Nickelsalze { gallertartig	weißlich grün.
Neutrale oder saure Bleisalze . .	weiß.
Basische Bleisalze { gallertartig .	weiß.
Basische Bleisalze { geschmolzen .	gelb.
Neutrale oder saure Quecksilberoxydulsalze	weiß.
Basische Quecksilberoxydulsalze . .	graulich weiß od. gelblich.
Neutrale oder saure Quecksilberoxydsalze	weiß.
Basische Quecksilberoxydsalze . .	gelb oder orange.
Neutrale Silbersalze	weiß.
Neutrale oder saure Rhodium- und Palladiumsalze	rosenroth.
Neutrale oder saure Goldoxydsalze	goldgelb.
Basische Goldoxydsalze	gelblich.
Neutrale oder saure Platinoxydsalze	gelb oder orange.
Platinoxydulsalze	grünlich.
Iridiumsalze	roth oder blau, in Auflösung.

890. Die Salze besitzen nach dem Grade ihrer Auflöslichkeit einen mehr oder minder starken Geschmack. Die Unauflöslichen sind geschmacklos. Im Allgemeinen haben Salze von gleicher Basis fast beständig denselben Geschmack,

davon aber machen die Kali- und Natrumsalze ein Ausnahme. Der Geschmack der Salze ist oft ein wichtiges Kennzeichen, um die Basis hiernach zu bestimmen.

Geschmack verschiedener Salze.

Zirkonsalze	styptisch oder zusammenziehend.
Thorsalze	desgl.
Yttererdesalze	süß.
Beryllerdesalze	
Alaunerdesalze	adstringirend.
Magnesiasalze	bitter.
Kalksalze	stechend.
Strontiansalze	
Barytsalze	
Kalisalze	verschieden.
Natrumsalze	
Lithionsalze	
Bleisalze	süß, scharf, styptisch.
Nickelsalze	
Ceriumsalze	
Salze, die nicht unter den Vorhergehenden aufgezählt sind	Sehr scharf, sehr zusammenziehend, machen den Speichel stark fließen, und besitzen einen so starken und unangenehmen Geschmack, daß derselbe kaum zu ertragen ist. Man nennt dieß den Metallgeschmack.

Alle Salze ohne Ausnahme sind schwerer als das Wasser.

891. Chemische Eigenschaften. Die chemischen Erscheinungen, die man an den Salzen beobachtete, stehen fast stets in genauem Zusammenhang mit der Wirkung, welche das Wasser auf diese Körper ausübt; wir müssen deshalb letztere zuvor genau kennen lernen, ehe wir jene Erscheinungen näher betrachten. Das Wasser löst gewisse Salze auf, während andere dagegen unauflöslich in dieser Flüssigkeit sind; während der Auflösung finden verwickelte Phänomene Statt, von welchen wir eine Erklärung zu geben, versuchen wollen. Löst das Wasser ein Salz auf, so wird ent-

weder die Temperatur desselben erhöht oder fällt. Wärme wird dann immer frei, wenn das Salz im wasserlosen Zustande sich befindet und sich mit Wasser verbinden kann. Im Gegentheil aber findet immer eine Temperatur-Erniedrigung Statt, wenn das Salz mit einer hinreichenden Menge Wassers bereits verbunden ist und sich nur noch aufzulösen strebt. So erzeugt gebrannter Gyps beim Anmachen mit Wasser Wärme, während schwefelsaure Magnesia während ihrer Auflösung das Thermometer um mehrere Grade fallen macht *). Im ersten Fall verbindet sich das Wasser mit dem Salze, und im zweiten löst es dasselbe nur auf. Das Salz absorbirt, indem es vom festen in den tropfbaren Zustand übergeht, unter beiden Umständen Wärme, und wenn im ersten Fall die Temperatur steigt, so rührt es davon her, daß das Salz, indem es sich mit Wasser verbindet mehr Wärme erzeugt hat, als nöthig ist um es vom starren Zustand in den liquiden überzuführen, und dieser Überschuß kann durch das Gefühl wahrgenommen werden. Wenn das Salz im Wasser sich auflöst, so rührt die Herabstimmung der Temperatur davon her, daß das Salz behufs seiner Auflösung Wärme absorbirt.

892. Es giebt also Salze, welche Wasser chemisch gebunden enthalten. Dieses gebundene oder Krystallisationswasser ist in allen Theilen des Krystalls verbreitet und beträgt bisweilen mehr als die Hälfte des Gewichtes. Diese Wassermenge ist für ein und dasselbe Salz von der nämlichen Krystallform stets dieselbe. Bisweilen aber enthalten die Salze ausser diesem Krystallisationswasser noch etwas Wasser, welches sich zwischen den Lamellen des Krystalls befindet; es ist dieß nicht reines Wasser, sondern eine gesättigte Salzlösung, welche zwischen die Krystallblättchen im Moment der Krystallisation eingeschlossen wurde. Dieses Dekrepitionswasser ist in den Salzen stets in weit geringerer Quantität vorhanden als das Krystallisationswasser. Man sieht leicht, ob Krystalle Krystallisationswasser oder Dekrepi-

*) Ein anderes Beispiel dieser Art liefert das schwefelsaure Natrum (Glaubersalz), welches im entwässerten Zustand mit Wasser zusammengebracht Wärme erzeugt; werden dagegen die wasserhaltigen Krystalle desselben aufgelöst, so wird die Temperatur erniedrigt. A. u. E.

tationswasser enthalten, wenn man sie schnell einer höheren Temperatur aussetzt. Im letztern Fall dekrepitiren oder verknistern sie, ohne ihre Durchsichtigkeit zu verlieren, welche Erscheinung ihren Grund darin hat, daß indem das dazwischen befindliche Wasser in Dämpfe sich verwandelt die Salztheile, welche sich seinem Ausgang entgegensetzen, zerreißt und fortschleudert. Wenn die Krystalle chemisch gebundenes Wasser enthalten, so verlieren sie dasselbe im Feuer und werden trübe, oder sie schmelzen in ihrem Krystallisationswasser und kommen so in den wässrigen Fluß. Enthält ein Salz Krystallisations- und Dekrepitations-Wasser zugleich, so verknistert es nur schwach im Feuer und wird zugleich undurchsichtig. Es ist übrigens nicht jederzeit leicht zu bestimmen, ob ein Salz blos Krystallisations-Wasser enthält; man untersucht dieß indem man das Salz pulverisirt und dann zwischen feines Fließpapier preßt; dieses bleibt trocken, wenn das Salz blos Krystallisationswasser enthält, feucht aber wird es durch mechanisch eingemengtes Wasser. Es ist aus dem Vorangegangenen klar, daß so oft das aufgelöst werdende Salz sich mit Wasser verbindet, eine Wärmeerzeugung Statt haben wird, daß aber im Gegentheil Kälte entsteht, wenn es sich nur im Wasser auflöst ohne eine innige chemische Verbindung damit einzugehen. Hierauf gründen sich die kaltmachenden Mischungen. Alle im Wasser auflöslichen Körper wirken auf dieselbe Weise wie die Salze.

893. Wenn man, statt tropfbar flüssiges Wasser mit einem Körper zusammen zu bringen, der eine starke Anziehung zu demselben besitzt, Eis oder starres Wasser nimmt, so ist die Erniedrigung der Temperatur noch bedeutender; die durch das Flüssigwerden zweier starren Körper erzeugte Kälte wird um so größer seyn, je schneller die Auflösung vor sich geht, und je bedeutender die Menge des aufgelösten Körpers selbst ist. Die zerfließbaren Salze sind diejenigen, welche sich in größerer Menge und am schnellsten auflösen; diese sind es auch, welche am meisten Kälte erzeugen.

Um künstliche Kälte zu erzeugen, muß man im Allgemeinen folgende Bedingungen erfüllen: das Salz muß sich mit so viel Wasser verbinden, als es aufnehmen kann, außer-

dem würde im Gegentheil Wärme statt der zu erzeugenden Kälte entstehen; das Eis und das Salz müssen beide sehr fein zertheilt seyn und sehr sorgfältig und schnell unter einander gemischt werden. Die feine Zertheilung der Stoffe ist deshalb nöthig, daß jedes Salz- und Eis-Theilchen einander so nahe als möglich kommen. Aus demselben Grunde muß man auch die Masse so innig und schnell als möglich mengen, denn die Kälte erreicht so ihr Maximum, den Verlust abgerechnet, welcher unfehlbar aus dem Streben aller Körper hervorgeht ein Gleichgewicht der Temperatur herzustellen. Statt gepulvertem Eis ist es besser frisch gefallenen, trocknen Schnee zu nehmen, denn dieser ist sehr fein zertheilt. Die Menge des zu nehmenden Salzes und Schnee's kommt hierbei auch in Betracht; man muß sie so bestimmen, daß beide flüssig werden, ohne einen Überschuß unaufgelöst zu lassen. Verschiedene Proportionen geben auch weniger vortheilhafte Resultate. Man macht das Gemenge in dünnen, die Wärme schlecht leitenden Gefäßen; thönerne und gläserne Gefäße eignen sich hierzu am besten. Salz und Schnee werden in dünnen abwechselnden Schichten über einander gebracht und nachher mit einer hölzernen Spatel wohl untereinander gerührt.

894. Will man mittelst des Gemenges eine sehr große Kälte erzeugen, so muß man die Stoffe vorher schon in eine sehr niedrige Temperatur versetzen; zu dem Ende bringt man sie abgesondert in Gefäße, welche vorher schon in kaltmachende Mischungen gestellt werden. Sobald das Gleichgewicht der Temperatur hergestellt ist, so verfährt man damit wie oben erwähnt.

Man kann auf verschiedene Weise künstliche Kälte erzeugen, entweder indem man Salze in Wasser oder verdünnten Säuren auflöst, oder indem man Eis mit verdünnten Säuren behandelt, oder auch durch Auflösen irgend eines Körpers in irgend einer Flüssigkeit, vorausgesetzt, daß dabei keine eigentlich chemische Verbindung Statt findet, was die entgegengesetzte Wirkung hervorbringen würde.

Lowitz und Walker stellten über diesen Gegenstand viele Versuche an; aus ihren Abhandlungen entlehnen wir folgende Angaben zur Erzeugung von künstlicher Kälte.

Tabellarische Übersicht der kaltmachenden Mischungen.

Mischungen von Salzen und Wasser.	Sinken des Thermometers.
Salmiak . . . . . 5 Thl. Salpeter . . . . . 5 — Wasser . . . . . 16 —	v. + 10° auf — 12,22° c.
Salpetersaures Ammoniak 1 — Kohlensaures Natrum . 1 — Wasser . . . . . 1 —	v. + 10° auf — 13,88°
Salpetersaures Ammoniak 1 — Wasser . . . . . 1 —	v. + 10° auf — 15,55°
Salmiak . . . . . 5 — Salpeter . . . . . 5 — Schwefelsaures Natrum 8 — Wasser . . . . . 16 —	v. + 10° auf — 15,55°

Mischungen von Salzen und mit Wasser diluirten Säuren.	Sinken des Thermometers.
Phosphorsaures Natrum 9 Thl. Salpetersares Ammoniak 6 — Verdünnte Salpetersäure 4 —	v. + 10° auf — 6,11° c.
Schwefelsaures Natrum 6 — Salpetersaures Ammoniak 5 — Verdünnte Salpetersäure 4 —	v. + 10° auf — 10°
Phosphorsaures Natrum 9 — Verdünnte Salpetersäure 4 —	v. + 10° auf — 11,11°
Schwefelsaures Natrum 6 — Salmiak . . . . . 4 — Salpeter . . . . . 2 — Diluirte Salpetersäure 4 —	v. + 10° auf — 12,22°
Schwefelsaures Natrum 3 — Verdünnte Salpetersäure 2 —	v. + 10° auf — 16,11°
Schwefelsaures Natrum 8 — Salzsäure . . . . . 5 —	v. + 10° auf — 17,77°

Mischungen von Schnee und Salzen oder Alkalien, oder verdünnten Säuren.	Sinken des Thermometers.
Schnee . . . . . 1 Thl. Kochsalz . . . . . 1 —	v. 0° auf —17,77° c.
Chlorcalcium . . . . 3 — Schnee . . . . . 2 —	v. 0° auf —27,77°
Kali . . . . . 4 — Schnee . . . . . 3 —	v. 0° auf —28,33°
Schnee . . . . . 1 — Verdünnte Schwefelsäure 1 —	v. —6,66° auf —51°
Schnee od. gestoßenes Eis 2 — Kochsalz . . . . . 1 —	v. —17,77° auf —20,55°
Schnee . . . . . 1 — Verdünnte Salpetersäure 1 —	v. —17,77° auf —45,33°
Salzsaurer Kalk . . 2 — Schnee . . . . . 1 —	v. —17,77° auf —54,44°
Schnee od. pulverisirt. Eis 1 — Kochsalz . . . . . 5 — Salmiak und Salpeter 5 —	v. —20,55° auf —27,77°
Schnee . . . . . 2 — Verdünnte Schwefelsäure 1 — — — Salpetersäure 1 —	v. —23,33° auf —48,88°
Schnee od. gestoßenes Eis 12 — Kochsalz . . . . . 5 — Salpetersaures Ammoniak 5 —	v. —27,77° auf —31,66°
Salzsaurer Kalk . . 3 — Schnee . . . . . 1 —	v. —40° auf —58,33°
Verdünnte Schwefelsäure 10 — Schnee . . . . . 8 —	v. —55,55° auf —68,33°

895. Salze, welche eine bedeutende Menge Wasser enthalten, verlieren dasselbe in der Hitze; kommen in den wässrigen Fluß und trocknen in dem Maaße aus, als sich jenes

verflüchtigt. Diejenigen Salze, welche zwischen den Krystallblättchen mechanisch eingeschlossenes Wasser enthalten, dekrepitiren mehr oder minder stark, indem das sich verflüchtigende Wasser die Salztheilchen, welche sich seinem Ausgang entgegensetzen, zersprengt und umherschleudert. Fährt man mit dem Erhitzen der Salze fort bis sie ganz trocken geworden sind, so kommen mehrere derselben in den feurigen Fluß, vorausgesetzt, daß sie stark genug erhitzt werden und in dieser Hitze nicht zersetzbar sind. In den feurigen Fluß kommen gewöhnlich solche Salze, welche aus sehr schmelzbaren Säuren und Oxyden zusammengesetzt sind.

Bei Beschreibung der Gattungen und Spezien der Salze werden wir stets besonders erwähnen, welche durch die Hitze zersetzt oder nicht zersetzt werden.

896. Wirkung der galvanischen Säule. Wenn man das elektrische Fluidum auf ein angefeuchtetes oder aufgelöstes Salz wirken läßt, so findet immer eine Zersetzung desselben Statt. Ist die Säule stark, so begiebt sich die Säure in gewissen Fällen an den positiven, die Basis aber an den negativen Pol; zuweilen aber wird das Oxyd selbst zersetzt, und das Metall geht allein an den negativen Pol, während sich der Sauerstoff des Oxydes und die Säure an den andern Pol begiebt.

Die Salze der zweiten Abtheilung, wenn sie befeuchtet oder aufgelöst sind, verhalten sich wie in dem erstern angeführten Falle. Auf gleiche Weise wirkt die Säule auf die aufgelösten Salze der ersten Abtheilung, allein alle Salze mit Ausnahme der der zweiten Abtheilung werden im befeuchteten Zustand von starken Säulen so zersetzt, daß das Metall sich an den negativen und der Sauerstoff des Oxydes sich an den positiven Pol begiebt. Diese Wirkung wird etwas verändert, wenn die Säule schwach ist; es lassen sich dann die Oxyde der Salze der ersten und selbst die der dritten Abtheilung, wenn sie aufgelöst sind, nicht mehr reduziren.

897. Man stellt diese Versuche auf folgende Weise an: will man mit einem aufgelösten Salz operiren und die Grundlage seiner Säure abscheiden, so bringt man in eine Röhre die Salzauflösung und in die andere reines Wasser;

beide Flüssigkeiten werden dann mittelst eines befeuchteten Stückchens Amianth in Verbindung gebracht, dann führt man den positiven Pol in die eine und den negativen Pol in die andere Röhre. Ist die Säule wirksam, so tritt die Zersetzung bald ein; am negativen Pol zeigt sich freies Oxyd oder reduzirtes Metall; am positiven Pol dagegen findet sich freie Säure vor, oder solche Produkte, welche aus deren Zersetzung hervorgehen.

898. Wir wollen der Deutlichkeit wegen einige Beispiele anführen. Bringt man in zwei Gefäße, welche durch Amianth mit einander verbunden sind, einerseits Wasser, andrerseits eine Auflösung von Glaubersalz, so erhält man Schwefelsäure am positiven und Natrum am negativen Pol.

Nimmt man aber statt des schwefelsauern Natrums schwefelsaures Kupfer, so erhält man am positiven Pol Schwefelsäure und am negativen metallisches Kupfer.

Wendet man eine stärkere Säule an, und nimmt zu den Versuchen immer Salze der drei letzten Abtheilungen, so zeigen sich wieder etwas veränderte Erscheinungen. Die Säure selbst wird zersetzt; so erhält man z. B. bei Anwendung des salpetersauern Silbers am positiven Pol Sauerstoff und am negativen Stickstoff und metallisches Silber. Das schwefelsaure Silber giebt gleichfalls Sauerstoff am positiven Pol, während an dem negativen sich Schwefelsilber ablagert.

899. Becquerel zeigte, daß man diese Resultate auch mit schwachen Säulen erzielen kann, wenn sie lange in Wirksamkeit erhalten werden. Auf solche Weise setzen sich auch die Produkte in krystallinischer Form ab, wie sich dieß auch aus der lang fortgesetzten Wirkung leicht erklären läßt, denn es finden ähnliche Erscheinungen stets Statt, wenn Körper allmählig in den festen Zustand übergehen. Durch diese Apparate erzeugte Becquerel aber auch in vielen Fällen neue Verbindungen, deren Bildung man nicht vorhersah. Gewöhnlich reicht schon ein einfaches Plattenpaar hin, um diese neuen und merkwürdigen Reaktionen hervorzurufen. Becquerel fand sogar, daß die aus zwei Metallen sich entwickelnde Elektrizität oft noch zu viel Wirksamkeit besitzt und er nahm deshalb Kohle statt des einen Metalls. Im Allgemei-

nen reicht fast immer die Berührung zweier leitender Körper hin, um merkliche Zersetzungen mit den Salzen der drei letzten Abtheilungen zu bewirken, wenn man überhaupt den Versuch lange genug fortsetzt.

900. Wirkung der nichtmetallischen Körper. Das Chlor verwandelt die Oxydulsalze von Eisen, von Zinn und Kupfer in Oxydsalze; dasselbe bemächtigt sich eines Theils des Metalls der Basis und bildet ein Chlormetall. Der Sauerstoff des reduzirten Metalls bewirkt eine höhere Oxydation des nicht zersetzten Antheils des Oxyduls. Das Brom und das Jod werden ohne Zweifel ähnlich wirken wie das Chlor. Der Stickstoff zeigt sowohl in der Kälte als in der Wärme keine Einwirkung; der Wasserstoff, das Bor, der Kohlenstoff, der Phosphor und der Schwefel wirken bei erhöhter Temperatur sehr verschieden auf die verschiedenen Salze. Hiervon soll später bei näherer Betrachtung der einzelnen Arten von Metallen die Rede seyn.

Sogar bei gewöhnlicher Temperatur kann der Sauerstoff auf einige Salze einwirken, wenn diese feucht oder aufgelöst sind; dagegen reagirt der Sauerstoff trocken bei niedriger Temperatur auf kein Salz. Bald wirkt der Sauerstoff auf die Säure, und dann bleibt der Sättigungszustand des neu erzeugten Salzes derselbe, den das Salz ursprünglich hatte; bald wirkt aber auch der Sauerstoff auf die Basis und in diesem Falle wird das Salz basisch. Das schwefelsaure neutrale Eisenoxydul verwandelt sich so in basisch schwefelsaures Eisenoxyd, welches im Wasser unauflöslich ist.

901. Wirkung der Metalle. Was wir von der Wirkung der Metalle auf Salzauflösungen sagen werden, bezieht sich nur auf die Metalle der vier letzten Abtheilungen; denn die Metalle der ersten Abtheilung wirken auf das Wasser, welches das Salz aufgelöst hält, verwandeln sich dadurch in Oxyde und wirken dann nicht mehr als Metalle, sondern als Salzbasen. Die Wirkung der Metalle der zweiten Abtheilung ist nicht bekannt. Übrigens werden die Salzlösungen dieser beiden ersten Abtheilungen nicht verändert durch die übrigen Metalle.

So verhält es sich nicht mit den Salzen der vier letzten Abtheilungen. In diesem Falle bemächtigt sich häufig ein Metall, wenn es mit einem aufgelösten Salze in Berührung gebracht wird, des Sauerstoffs der Basis und der Säure selbst, indem dann das anfänglich im Salze vorhandene Metall ausgeschieden wird.

Salze, deren Auflösung nicht durch Metalle reduzirt wird.	Salze, deren Auflösungen durch gewisse Salze reduzirt werden.		
Salze der zwei ersten Abtheilungen.	Zinnsalze		werden durch Eisen, Zink und vielleicht auch durch Mangan reduzirt.
Mangansalze	Antimon= —		
Zink= —	Arsenik= —		
Eisen= —	Wismuth= —		
Chrom= —	Blei= —		
Kobalt= —	Kupfer= *) —		
Cerium= —	Tellur= —		
Uran= —	Salpeters.	wird durch Eisen, Zink und alle voranstehenden Metalle reduzirt.	
Titan= —	Quecksilber.		
Nickel= —			
	Silbers. **)	werden reduzirt durch Zink, Eisen, Mangan, Kobalt und alle vor dem Silber stehenden Metalle.	
	Palladiums.		
	Rhodiums.		
	Platinsalze		
	Goldsalze		
	Osmiums.		
	Iridiums.		

902. Die analytische Chemie und selbst die Künste benützten dieses Verhalten sehr vortheilhaft, weshalb es fast unerläßlich ist, dasselbe hier etwas gründlicher zu untersuchen.

Wenn ein Metall die Eigenschaft besitzen soll ein anderes aus seinen Auflösungen zu fällen, so muß es nothwen-

*) Das essigsaure Kupfer wird durch Blei reduzirt.

**) Das salpetersaure Silber wird durch Kobalt reduzirt.

diger Weise eine größere Anziehungskraft als dieses entweder zum Sauerstoff besitzen, oder zu den Säuern selbst, wenn es schon oxydirt ist. Diese Bedingung allein reicht aber noch nicht hin, denn es muß das fällende Metall auch gegen das gefällte positiv elektrisch werden, wenn beide mit einander in Berührung kommen. Verhielte es sich anders, so würde vom Anfange der Fällung an die Wirkung unterbrochen und im entgegengesetzten Sinne Statt haben, oder würde, richtiger gesagt, sich gar nicht kund thun. Wenn man z. B. in eine Bleiauflösung ein Stück Zinn brächte, so scheint es, als wäre das Zinn in Folge seiner größern Oxydirbarkeit fähig dem Blei seinen Sauerstoff entziehen und es zu fällen. Wenn dieß nun geschehen könnte, so müßte das Blei und das Zinn ein Element der galvanischen Säule bilden, in welchem ersteres positiv und letzteres negativ wäre. Das Blei würde dann den Sauerstoff und die Säure anziehen und sich demnach auflösen, während das Zinn seinerseits aus der Auflösung gefällt werden würde.

Damit also eine Wirkung der Art beginnen könne, ist es erforderlich, daß die fällenden Metalle mehr Neigung besitzen sich mit dem Sauerstoff und den Säuern zu verbinden, als die gefällten Metalle; um aber eine fortdauernde Wirkung zu erzeugen, ist es nothwendig, daß die fällenden Metalle gegen die gefällten positiv elektrisch werden.

903. Die Fällung der Metalle geschieht aus etwas verdünnten wässrigen Auflösungen, bisweilen müssen solche auch etwas Überschuß an Säure besitzen, wenn die Einwirkung rasch vor sich gehen soll. Außerdem muß das neue Salz auflöslich seyn, sonst würde der Erfolg bald aufhören.

Die gefällten Metalle stellen sich entweder als Pulver, oder in Krystallen, oder als dünner Überzug dar. In den beiden ersten Fällen findet die Wirkung ununterbrochen Statt, im letzten Falle aber hört sie bisweilen auf. Bringt man z. B. Eisen in salpetersaueres Silber, so bedeckt sich das Eisen mit einer sehr dünnen Silberhaut, allein bisweilen hört das Eisen auf zu wirken, und findet sich sogar gegen die Einwirkung der im Überschuß zugefügten Säure geschützt.

In diesem Falle ist dann das Eisen weder mit der Silberauflösung noch mit der freien Säure in Berührung. Das Silber selbst, indem es auf der Oberfläche des Eisens einen dünnen Überzug bildet, befindet sich in einem elektronegativen Zustand, in welchem es eine Zeit lang gegen die Wirkung der überschüssigen Salpetersäure gesichert ist. Auf solche Weise wirkt diese Säure selbst in der Wärme längere Zeit nicht auf das Eisen ein, wenn man der Flüssigkeit etwas salpetersaures Silber zufügt. Ähnliche Erscheinungen zeigen sich in allen den Fällen, wo man in den Künsten die Fällung der Metalle zum Versilbern oder Vergolden des Kupfers oder Messings anwendet.

Wenn das gefällte Metall sich als Pulver oder krystallinisch absetzt, so geht daraus hervor, daß die Wirkung andauert, und der Erfolg demnach keine Beschränkung erleidet.

Zuweilen verbindet sich das gefällte Metall mit dem fällenden; dieß findet immer dann Statt, wenn man die Fällung mittelst Quecksilber bewirkt. Werden z. B. Silber- oder Goldsalze durch Quecksilber niedergeschlagen, so erhält man statt des reinen Goldes oder Silbers stets Amalgame, wovon das Silber als sogenannter Dianenbaum sehr schön in langen Nadeln krystallisirt. Ähnlich scheint es sich auch bei der Fällung der Silber- und Goldsalze durch Kupfer zu verhalten, denn das gefällte Gold und Silber wird mit etwas Kupfer legirt.

Das Blei präcipitirt sich gewöhnlich in schönen blättrigen Krystallen; man erhält durch Zink, welches in eine Auflösung von essigsauerm Blei gebracht wird, den sogenannten Bleibaum. Das Silber setzt sich oft in krystallinischer Form ab, allein bisweilen als dünner metallisch glänzender Überzug, der kein krystallinisches Ansehen hat. Das Kupfer scheidet sich immer als metallisch glänzende Masse von unbestimmter Form aus. Das Quecksilber wird als kleine Tropfen reduzirt. Alle übrigen Metalle werden stets als braunes oder schwarzes Pulver gefällt, an welchem man kaum metallische Eigenschaften wahrnimmt.

904. Bei allen diesen Fällungen bemächtigt sich das angewandte Metall des Sauerstoffs und der Säure, wäh-

rend das Metall des Salzes sich ausscheidet; die Wirkung ist dann hiemit beendigt, wenn man das Experiment nicht weiter fortsetzt. Im entgegengesetzten Fall bilden die zwei Metalle ein Element drr galvanischen Säule, welches auf das neu gebildete Salz einwirkt und es wiederum zersetzt.

905. Wirkung der Basen. Die Wirkung, welche die salzfähigen Basen auf die Salze ausüben, wurde bisher nur in dem Falle genau untersucht, wenn diese so wie das Oxyd selbst aufgelöst sind. Alle Auflösungen der fünf letzten Abtheilungen werden durch Kali, Natrum, Lithion, Baryt, Strontian und Kalk zersetzt und diese Basen bemächtigen sich aller Säure des Salzes und fällen das Oxyd als Hydrat daraus, auf welches sie nachher je nach den Eigenschaften desselben noch besonders einwirken. Das Kali und Natrum lösen, wenn sie Auflösungen von Beryllerde, Thonerde, Zinkoxyd, Zinnoxyd, Antimon und Bleioxyd im Überschuß zugesetzt werden, die anfänglich erzeugten Niederschläge wieder auf.

906. Wir äußerten bereits früher über diese wichtigen Reaktionen unsere Ansicht, die wir aber hier wiederholen wollen.

Jedes Salz, welches mit einer Basis zusammengebracht wird, sucht dieser einen Theil seiner Säure abzugeben. Es kann dieser seine Säure sogar ganz überlassen und eine vollständige Zersetzung erleiden, wenn die Basis des Salzes unlöslich und die neu hinzugefügte löslich ist, und wenn außerdem noch das erste Salz sowohl, als das neu gebildete auflöslich ist. Damit diese Reaktion vollständig Statt habe, dürfen sich auch die Basen nicht verbinden und kein auflösliches Doppelsalz bilden.

Das Kali fällt z. B. aus einer Kupferoxydauflösung, Kupferoxydhydrat, während sich ein auflösliches Kalisalz bildet. Das freigewordene Kupferoxyd bleibt zwar mit etwas Kali verbunden, allein man kann dieß Resultat als etwas Zufälliges betrachten.

Fügt man zu einem Thonerdesalz Kali, so bildet sich anfangs ein unlösliches basisches Thonerdesalz; in diesem Fall bemächtigt sich also das Kali des größten Theils der Säure. Setzt man nun einen Kaliüberschuß zu, so bemäch-

tigt sich derselbe aller Säure und die frei gewordene Thonerde löst sich dann in dem überschüssigen Kali auf. Die Verbindung zwischen Kali und Thonerde erzeugt sich also hier in Folge einer Einwirkung, die von der Hauptreaktion unabhängig ist.

Fügt man zu einem Magnesiasalz Ammoniak, so erhält man einen Magnesianiederschlag; allein ein Theil Magnesia bleibt noch mit der Säure verbunden und dieses Magnesiasalz vereinigt sich mit dem neu gebildeten Ammoniaksalz; um ein Doppelsalz zu erzeugen. Ein Ammoniaküberschuß wirkt nicht weiter auf dieses Doppelsalz ein.

Gießt man Barytwasser in eine Auflösung von schwefelsauerm Kali, so wird das Kali dadurch frei, indem sich unauflöslicher schwefelsaurer Baryt bildet, der sich niederschlägt.

Diese sämmtlichen Resultate lassen sich aus denselben Ursachen erklären, welche die meisten chemischen Reaktionen erzeugen. In einem gegebenen Gemenge von Stoffen bestimmt die relative Kohäsion gewisser Verbindungen ihre Bildung; nun aber sind in den angeführten Fällen alle die sich bildenden Verbindungen im Wasser unauflöslich und dieser Ursache verdanken sie ihre Entstehung.

907. Das Ammoniak ist nach den Oxyden der ersten Abtheilung die stärkste Basis und zersetzt auch gleich diesen alle Salze der übrigen Abtheilungen, bemächtigt sich der Säure derselben und fällt gewöhnlich die Oxyde. Es bildet mit den Magnesiasalzen Doppelsalze, indem es gleichzeitig einen Theil Magnesia präcipitirt, der sich in einem Überschuß von Ammoniak nicht wieder auflöst. Die Zink-, Kupfer- und Nickelsalze werden durch Ammoniak gefällt, die Niederschläge sind aber in einem Überschuß dieser Basis wieder auflöslich, indem sich dann Doppelsalze bilden. Die Auflösung des Kupferdoppelsalzes ist schön himmelblau, des Nickelsalzes violett und des Zinksalzes farblos. Das Ammoniak fällt die Kobaltsalze und bildet ein Doppelsalz, allein das Kobaltoxydhydrat ist schwer in einem Überschuß von Ammoniak auflöslich. Diese Basis hat ferner eine große Neigung mit Silber Doppelsalze zu bilden. Mit den Platinsalzen bildet sie ebenfalls Doppelverbindungen, die gelb

und wenig auflöslich sind; dieß ist auch der Fall mit den Rhodium-, Palladium- und Iridiumsalzen.

Die Magnesia folgt nach dem Ammoniak. Den übrigen salzfähigen Basen läßt sich kein bestimmter Rang anweisen, denn noch hat man in dieser Beziehung keine genauen, entscheidenden Versuche angestellt. Man hat indessen beobachtet, daß die Oxyde, welche die Säuern am besten neutralisiren, zugleich auch diejenigen sind, welche die meiste Verwandtschaft zu ihnen besitzen; hieraus folgt, daß man unter den unlöslichen Oxyden, das Silberoxyd, Bleioxyd, Manganoxydul, Zinkoxyd und Eisenoxydul als die stärksten Basen ansehen kann. Diese genannten Oxyde werden demnach einige, durch andere Basen gebildete Salze zersetzen können.

Die früher (775) gegebene Tabelle enthält in dieser Beziehung alle allgemeinen Andeutungen, welche man aus Untersuchungen entnehmen konnte, die über diesen Gegenstand angestellt worden sind. Es ist übrigens schwierig die Resultate dieser Art den Ursachen zuzuschreiben, welche die vorerwähnten so genügend erklären. Die Zersetzung des salpetersauren Kupfers durch Silberoxyd ist nur schwer als eine Wirkung der Auflöslichkeit zu erklären, da beide Oxyde unlöslich sind und das salpetersaure Kupfer weit auflöslicher ist als das salpetersaure Silber. In diesem Falle scheinen also die chemischen Kräfte allein und ohne Mithilfe der relativen Kohäsion zu wirken, welche den Erfolg jener so häufig verwickelt macht.

908. Wirkung der Säuren. Wenn man eine Säure auf ein Salz gießt, so äußert sie bisweilen keine Wirkung, häufig aber bemächtigt sie sich der Basis, entweder ganz oder nur zum Theil, zuweilen jedoch selten vereinigt sie sich auch ganz mit dem Salze.

909. Eine Säure kann mit einer Salzlösung zusammen gebracht werden, ohne daß diese eine Veränderung erleidet. Dieß findet immer Statt, wenn man ein auflösliches Salz nimmt, dessen Säure sowohl als dessen Basis auflöslich ist, und wenn ferner sowohl die neu hinzugefügte Säure, als das sich möglicherweise bildende Salz im Wasser löslich ist. Dieß ist der Fall, wenn man Schwefelsäure in eine

Auflösung von phosphorsauerm Natrum bringt, indem keine Erscheinung anzeigt, daß die Säure auf das Salz reagirt hat. Es ist denkbar, daß die Basis sich der beiden Säuren bemächtigt und saure Salze damit bildet. Man könnte auch annehmen, daß die neue Säure sich den Atomen der Basis nähern, wie wir dieß in der Einleitung weiter erörtert haben, so daß die Basis gegen die beiden Säuren in einem Zustand des Gleichgewichts sich befände. Es sind dieß bloße Vermuthungen, um sich diese Thatsache zu erklären, allein bis jetzt war man noch nicht im Stande auf experimentellem Wege die Frage zu entscheiden.

910. Wenn sich die Säure der Basis eines Salzes gänzlich bemächtigt, so muß sich die Säure desselben, entweder als unlöslich präzipitiren, oder als Gas entbinden, oder es muß sich auch das neue Salz niederschlagen, weil es selbst unauflöslich ist. So zersetzt die Schwefelsäure die kohlensauren Salze sobald sie in Kontakt mit diesen kommt, und die Kohlensäure entbindet sich dann als Gas. Dieselbe Säure zersetzt die konzentrirten arsenichtsauern Salze, indem sich die arsenichte Säure präcipitirt; sie zersetzt ferner alle Barytsalze und bildet unauflöslichen schwefelsauern Baryt.

Die Kohäsion und die Elastizität sind demnach in den vorerwähnten Fällen die vorherrschenden Ursachen der Reaktion, und man kann behaupten, daß eine Säure, deren Siedepunkt sehr hoch ist, alle übrigen Säuren aus ihren Salzen austreibt, welche einen niedrigern Siedepunkt besitzen. Haben zwei Säuern einen sich nähernden Siedepunkt, so treiben sie sich wechselsweise aus, wenn man die eine den Salzen der andern im großen Überschuß zufügt. So zersetzt z. B. die im Überschuß zugesetzte Essigsäure die salzsauern Salze, und umgekehrt zerlegt die Salzsäure die essigsauern Salze, wenn sie diesen im Übermaaß zugefügt wird.

911. Wenn die Säure sich eines Theils der Basis bemächtigt, so entstehen zwei neue saure Salze.

912. Wirkung der Salze. Man hat weit häufiger die Wirkungen der aufgelösten Salze als die der trocknen auf einander studirt. Findet der letztere Umstand Statt, so weiß man nur, daß wenn zwei Salze mit einander ge-

glüht werden, welche durch wechselseitige Zersetzung ein fixes und ein flüchtiges Salz bilden können, sie sich wirklich zersetzen, indem sich das erzeugte flüchtige Salz verflüchtigt.

Mischt man zwei im Wasser aufgelöste Salze mit einander, welche durch ihre gegenseitige Reaktion, entweder zwei unlösliche Salze oder auch nur ein solches bilden können, so erfolgt immer eine Zersetzung, wobei dann die unauflöslichen Salze gefällt werden. Gießt man z. B. eine Auflösung von schwefelsauerm Natrum in aufgelösten salpetersauern Baryt, so wird schwefelsaurer Baryt gefällt und salpetersaures Natrum bleibt aufgelöst.

Bertholler, der zuerst den Einfluß der Kohäsion und der Elastizität bei der Wechselwirkung der Körper nachgewiesen hat, leitete Regeln daraus ab, deren er sich zur Erklärung der wechselseitigen Einwirkung der Salze bediente. In dem Falle, wo sich ein unlösliches Salz bildet, ist die Reaktion so rein und bestimmt, daß kein Zweifel mehr übrig bleibt. Auf gleiche Weise verhält es sich, wenn man zwei Salze mit einander erhitzt, welche ein flüchtiges neues Salz bilden.

913. Schwieriger ist es, die Resultate zu erklären, welche eine Folge der Reaktion zweier auflöslicher Salze ist, die durch wechselseitige Zersetzung wieder auflösliche bilden; hierher gehören z. B. salpetersaures Kali und schwefelsaures Natrum.

Auch hier lassen sich noch die möglichen Zersetzungen durch dieselben Grundsätze erklären. Von den sich möglicher Weise bildenden Salzen wird jedesmal das minder lösliche ausgeschieden. Die verschiedenen Bedingungen jedoch, unter welche die Auflösung gestellt werden kann, sind leicht im Stande die Verhältnisse der Löslichkeit und somit auch die Natur der Salze, welche sich ausscheiden werden, zu verändern. Die Resultate dieser Art lassen sich bis jetzt durchaus nicht vorausbestimmen. Man müßte zu dem Ende die relative Löslichkeit der Salze bei allen Temperaturen vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt kennen. Mischt man z. B. Salpeter mit Glaubersalz, so bildet sich gewöhnlich schwefelsaures Kali und salpetersaures Natrum, weil von den vier

möglichen Salzen das letztgenannte das auflöslichste und das schwefelsaure Kali das am wenigsten auflösliche ist.

914. Um die Ansichten über diese so wichtigen Fragen fester zu stellen, werden wir noch einige ähnliche Beispiele anführen. Nehmen wir an, man hätte z. B. Kochsalz mit Schwefelsäure oder Glaubersalz mit Salzsäure zusammengebracht. Bei 14,7° C. ist die Löslichkeit des Glaubersalzes und des Kochsalzes einander gleich, woraus folgt, daß bei dieser Temperatur die Kräfte, welche das Glaubersalz und das Kochsalz zu erzeugen streben, in Beziehung auf die Kohäsion gleich stark sind. Die Natur der Verbindung, welche sich während der Verdampfung bei dieser Temperatur bildet, wird sonach durch die Tendenz einer dieser Säuren, sich entweder mit dem Wasser zu verbinden, oder Gasform anzunehmen, bestimmt. Bei einer niedrigern Temperatur würde man schwefelsaures Natrum, bei einer höhern dagegen Kochsalz erhalten; denn ersteres ist unterhalb 14,7° weniger als Letzteres löslich; über 14,7° verhält es sich umgekehrt.

Fügt man ferner Kali einer Auflösung von Kochsalz zu, oder giebt man Natrum in eine Auflösung von salzsauerm Kali, so scheiden sich beide Salze aus der Flüssigkeit wenn man bei 26° C. abdampft, denn sie sind bei dieser Temperatur gleich löslich. Hier beschränken sich nun die wirkenden Kräfte nur noch auf das Bestreben des Natrums oder des Kalis sich mit dem Wasser zu verbinden, ein Bestreben, welches man genau bestimmt hat. Über 26° wird man Kochsalz und unterhalb dieser Temperatur dagegen salzsaures Kali erhalten; wenigstens läßt sich dieß in dem vorliegenden Falle aus den Löslichkeitsverhältnissen folgern.

915. Aus dem Gesagten geht hervor, daß man nicht bestimmen kann, auf welche Weise in einer Auflösung in der mehrere Säuren und Basen vorhanden, dieselben wirklich mit einander vereinigt sind. Scheidet sich eine Verbindung entweder durch Abdampfung oder durch Erkältung aus, so beweist dieser Umstand noch keines Weges, daß dieselbe schon vorher gebildet war oder nicht; alles spricht dafür, daß diese im Augenblicke ihres Hervortretens erst entstanden ist. Wenn

daher die Chemiker bei der Analyse eines Mineralwassers die verschiedenen darin enthaltenen Salze genau angeben, so geschieht dieß nur in Folge von Voraussetzungen, welche zwar die Erklärung der Thatsachen erleichtern, die aber keineswegs als absolute Wahrheiten zu betrachten sind.

916. Unsere Betrachtungen erstreckten sich bisher vorzüglich auf Salze, die ihre relative Löslichkeit nicht verändern und welche dem zufolge als nicht auf einander reagirend betrachtet werden; allein diese Annahme ist nicht bei allen gültig: der schwefelsaure Kalk z. B. ist in konzentrirten Auflösungen von Kochsalz unlöslich, dagegen löst er sich in verdünnten Auflösungen in größerer Menge auf, als selbst in reinem Wasser. Alle Salze können mehr oder minder ähnliche Veränderungen zeigen, und deshalb sind die uns beschäftigenden Erscheinungen bis zu dem Grade verwickelt, daß man wohl schwerlich die ihnen zum Grunde liegenden Gesetze auffinden wird, ohne direkte Versuche darüber anzustellen, wenn selbst die Löslichkeit der einzelnen Salze in reinem Wasser genau bekannt ist.

917. Die Hauptreaktionen der Salze stehen also unter dem Einfluß von Kräften, deren Natur leicht ausgemittelt werden kann, und wovon sich in Beziehung auf die allgemeinen Resultate leicht Anwendung machen läßt. Auch dann noch, wenn die Natur des Auflösungsmittels sich verändert, sind diese Ansichten noch anwendbar.

Der Alkohol von verschiedener Stärke ist für die Salze ein schwächeres Lösungsmittel als das Wasser. Während nun gewisse Salze ganz unauflöslich im Alkohol sind, so können andere wiederum sich darin in beträchtlicher Menge auflösen, wenn er nicht zu konzentrirt ist. Gießt man Alkohol in ein Gemenge von salpetersauerm Kalk und Chlorkalium, so erzeugt derselbe einen Niederschlag des erstern, während das letztere aufgelöst bleibt. Der Alkohol wirkt hier wie eine Temperaturveränderung bei den vorhin angeführten Fällen. Stets wird eine der möglichen Verbindungen durch ihre Kohäsion in Beziehung auf das gegenwärtige Lösungsmittel aus der Auflösung abgeschieden.

918. Aus dem Vorhergegangenen ersieht man, daß, wenn auch die allgemeinen Ansichten einfach sind, ihre Anwendung doch genaue und so manchfache Kenntnisse erfordert, daß man sich nicht verwundern darf, wenn die über die Salze bis jetzt so häufig angestellten Untersuchungen doch noch unzureichend sind, um eine Anwendung der allgemeinen Ansichten auf besondere Fälle zuzulassen.

919. Natürliches Vorkommen. Man findet in der Natur sehr viele Salze; das am häufigsten vorkommende ist der kohlensaure Kalk, der einen Bestandtheil der fruchtbaren Erde ausmacht, und woraus ferner der Marmor, die Kreide, manche Bausteine ꝛc. bestehen. Die natürlichen kieselsauren Salze sind gleichfalls weit verbreitet und bilden einen Hauptbestandtheil der Erdrinde. Die übrigen Salze kommen in kleinern Massen vor; es wird später bei der Beschreibung der einzelnen Salzgattungen oder Arten die Rede davon seyn.

920. Bereitung. Salze, welche nicht in der Natur schon gebildet oder mit andern Stoffen verunreinigt vorgefunden werden, kann man auf folgende Weise bereiten:

1.) Alle Salze können durch direkte Vereinigung der Säuren mit den Basen dargestellt werden.

2.) Man kann sie ferner erhalten, indem man ihre kohlensauren Salze mit einer Säure behandelt, wobei gewöhnlich die Kohlensäure mit Aufbrausen entweicht.

3.) Wenn das zu bereitende Salz unlöslich ist, so kann man sich dasselbe durch doppelte Wahlverwandtschaft verschaffen; man mischt in diesem Falle zwei Salzlösungen, welche durch ihre gegenseitige Reaktion das unlösliche Salz erzeugen, welches man erhalten will. Wenn man z. B. kohlensauren Baryt haben wollte, so darf man nur kohlensaures Kali oder Natrum in eine Barytauflösung bringen, wodurch dann ein Kali oder Natrumsalz gebildet wird, während kohlensaurer Baryt sich als Pulver niederschlägt.

4.) Endlich kann man Salze bereiten, indem man Metalle mit Säuren behandelt; einige lösen sich in der Kälte

andere in der Wärme auf. Auf diese Weise verschafft man sich fast alle salpetersauren und schwefelsauern Salze. In gewissen Fällen wird das Wasser zersetzt, sein Sauerstoff tritt an das Metall, der Wasserstoff entweicht und das gebildete Oxyd verbindet sich mit der Säure; in andern Fällen wird die Säure selbst zum Theil zersetzt um das Metall zu oxydiren, und das gebildete Oxyd vereinigt sich mit der nicht zersetzten Säure.

921. Anwendung. Sehr viele Salze werden in den Künsten angewendet; wir werden später das Nöthige darüber sagen.

Capitel XVI.

Hydrate.

922. Wir müssen noch einige Worte über die Verbindungen sagen, welche das Wasser mit den Metalloxyden eingehen kann. Proust, der zuerst die Aufmerksamkeit der Chemiker darauf hinleitete, gab ihnen den Namen Hydrate, welcher bezeichnend für ihre Natur ist. Heut zu Tage betrachtet man sie als wahre Salze, in welchen das Wasser die Rolle der Säuren spielt.

Beinahe alle Metalloxyde können sich mit Wasser verbinden. Das Kalium- und Natriumüberoxyd, welche das Wasser zersetzt, so wie die salzähnlichen Oxyde machen hiervon eine Ausnahme. Unter den Letztern finden sich jedoch einige, welche sich wirklich mit dieser Flüssigkeit verbinden können.

923. Die Verbindungen des Wassers mit den Metalloxyden besitzen alle Eigenschaften der chemischen Gemische; bisweilen findet die Vereinigung unter Wärme- und selbst unter Lichtentbindung Statt; es giebt hier ebenfalls bestimmte, und zuweilen auch bei ein und demselben Hydrat verschiedene Mischungsverhältnisse. In manchen Fällen widerstehen diese Produkte der Einwirkung des kräftigsten Zersetzungs-Mittels. Z. B. das Bariumoxyd absorbirt das Wasser mit solcher Gewalt, daß es erglüht. Wird es im warmen Wasser aufgelöst, so sondert es sich beim Erkalten in Form von Krystallen aus, die aus Wasser und Baryt bestehen. Diese Krystalle verlieren im Feuer einen Theil ihres Wassers, allein selbst eine starke Rothgluth kann es nicht gänzlich daraus entfernen. Der Rückstand ist ein anderes, aber eben so bestimmt zusammengesetztes Hydrat, wie das Erstere.

924. Die Hydrate sind alle fest; die der weißen Oxyde sind selbst weiß; die der farbigen Oxyde sind zwar auch zuweilen weiß, allein gewöhnlich sind sie doch gefärbt. Ihre Farbe ist gewöhnlich verschieden von der Farbe der sie bildenden Oxyde.

925. Alle Hydrate können durch Feuer zersetzt werden, mit Ausnahme des Kali- und Natrumhydrats. Das Barythydrat widersteht sogar einer hohen Temperatur; das Strontianhydrat zersetzt sich leichter, obschon es auch ein tüchtiges Feuer bedarf. Die Hydrate der drei letzten Abtheilungen zersetzen sich dagegen schon in einer sehr niedrigen Temperatur; hierher gehören z. B. das blaue Kupferoxyd, welches schon bei 50° — 60° C., selbst wenn man es nur im Wasser erhitzt, schwarz wird, indem es sein Wasser verliert. Die Hydrate der Erden sind gleichfalls leicht zersetzbar und können deshalb nur mit Mühe rein erhalten werden, da sich das Wasser schon beim Trocknen daraus entfernt; einige derselben finden sich jedoch in der Natur vor.

Drei Hydrate, nämlich das Eisenoxydul, das Manganoxydul und das Zinnoxydul zersetzen sich auf besondere Weise. Erhitzt man diese, so zersetzen sie das Wasser und bemächtigen sich des Sauerstoffs. Die ersten beiden gehen in salzähnliche Oxyde über, und das dritte verwandelt sich in Zinnsäure, während der Wasserstoff sich entbindet.

926. Bei der Einwirkung der galvanischen Säule, verhalten sich die Hydrate wie die Oxyde.

927. Diejenigen Körper, welche fähig sind, das Wasser zu zersetzen, wirken stets auf die Hydrate, selbst auf diejenigen, welche die Wärme nicht verändert. So giebt z. B. das Kali- und Natrumhydrat mit Eisen in der Weißglühhitze Wasserstoffgas und Kalium oder Natrium. Mit Kohle bildet sich Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff und Kalium.

928. Die Säuren zersetzen die Hydrate der basischen oder indifferenten Salze; es bilden sich Salze und das Wasser wird frei. Selbst die Basen zersetzen häufig die Hydrate der sauern Oxyde, indem sich Salze bilden und das Wasser ausgeschieden wird.

929. Die Hydrate der ersten Abtheilung kann man mit Ausnahme des Kali's und Natrums direkte darstellen; die übrigen erhält man meist, wenn man die respektiven Salze mit Kali, Natrum oder Ammoniak zusammenbringt. Es setzen sich diese Hydrate in Flocken ab, die man mit kaltem Wasser aussüßen und in freier Luft oder bei der Temperatur des siedenden Wassers trocknen muß, wenn sie überhaupt diese vertragen.

Die hydratischen Metallsäuern erhält man im flüssigen Zustand, wenn man deren Salze durch stärkere Säuern zersetzt.

Die beständigsten und die am leichtesten zu bereitenden Hydrate sind gewöhnlich diejenigen, welche aus einem Atom Oxyd und zwei Atomen Wasser bestehen.

Capitel XVII.

Eigenschaften der Salzgattungen, welche durch nichtmetallische Mineralsäuren gebildet werden.

930. Die Beschreibung der Gattungen der Salze ist äußerst leicht, weil alle Eigenschaften dieser Körper in so unmittelbarer Beziehung zu den Reaktionen der sie bildenden Säure und Basis stehen, daß wenn diese bekannt sind, es in den meisten Fällen sehr leicht ist, jene vorher zu bestimmen. Wir werden uns damit begnügen, diese Eigenschaften nur überhaupt anzugeben, in der Überzeugung, daß wenn die Resultate einmal bekannt sind, hieraus sich leicht die Theorie ableiten läßt. Bei einigen Säuren jedoch, welche Ausnahmen hiervon oder nur unsichere Kennzeichen darbieten, wird eine genauere Beschreibung gegeben werden.

Die Gattungen, welche wir zu untersuchen haben, zerfallen nach ihrer stöchiometrischen Zusammensetzung in sieben natürliche Gruppen.

	Der Sauerstoff der Basis verhält sich zu dem der Säure wie
1te Gruppe.	
Überchlorsaure oder oxydirt chlorsaure Salze	1:7
2te	
Chlorsaure Salze	1:5
Bromsaure —	
Jodsaure —	
Salpeters. —	
Unterschwefels. —	

	Der Sauerstoff der Basis verhält sich zu dem der Säure wie
3te	
Schwefelsaure Salze	1:3
Selensaure —	
Chlorichtsaure —	
Jodichtsaure —	
Untersalpetrichts. —	
Borsaure —	
Kieselsaure —	

Der Sauerstoff der Basis verhält sich zu dem der Säure wie		Der Sauerstoff der Basis verhält sich zu dem der Säure wie	
4te		6te	
Phosphorsaure Salze Arsenikſaure —	1:2,5	Phosphorichts Salze . Arsenichtsaure — .	1:1,5
5te		7te	
Schweflichtsaure — Selenichtsaure — Kohlensaure —	1:2	Unterschwef-lichtsaure — Unterphos-phorichts. —	Die Zusammensetzung ist noch nicht genau bekannt.

Wir wollen nun diese Gruppen in Bezug auf ihre Zusammensetzung, ihre physikalischen oder chemischen Eigenschaften, ihr natürliches Vorkommen und ihre Bereitung betrachten; obgleich aber die Ordnung, in welcher wir sie aufzählten, die angemessenste ist, so werden wir dieselbe zur Erleichterung unserer Untersuchung hier doch nicht befolgen. Wir bemerken übrigens noch, daß nur diejenigen Salze eigentlich mit einander verglichen werden können, welche wir unter einer und derselben Gruppe aufgeführt haben.

Chlorsaure Salze. (Chlorates.)

931. Zusammensetzung. Die neutralen chlorsauern Salze sind so zusammengesetzt, daß die Sauerstoffmenge der Basis zu der der Säure sich wie 1:5 verhält.

Stellen wir ihre Zusammensetzung nach Atomen dar, so haben wir:

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 2\,\text{At. Chlor} \\ 5\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

932. Eigenschaften. Alle chlorsauern Salze werden im Feuer zersetzt, selbst schon unter der Rothglühhitze; die der zweiten Abtheilung werden in Sauerstoff, Chlor und Oxyd verwandelt, und die der übrigen Abtheilungen in Sauerstoff und in Chloride.

Es läßt sich schon voraussehen, daß die chlorsauern Salze bei höherer Temperatur alle brennbaren Körper, wel-

che sich mit Hilfe der Wärme oxydiren können, verbrennen müssen, weil sie durch das Feuer leicht zersetzt werden und Sauerstoff entlassen. Nur Jod, Brom, Chlor, Stickstoff und die Metalle der letzten Abtheilung werden durch die chlorsauern Salze nicht oxydirt, weil diese Körper überhaupt, bei welcher Temperatur es auch immer sey, sich mit Sauerstoff nicht direkte verbinden. Mehrere dieser Verbrennungsprozesse sind von Licht- und Wärmeentwicklung begleitet.

Es ist sogar nicht einmal immer nöthig die Gemenge von chlorsauern Salzen und brennbaren Körpern einer höhern Temperatur auszusetzen; es giebt deren mehrere, welche durch einen plötzlichen Stoß detoniren; hierher gehören Gemenge von chlorsaurem Kali mit Schwefel, Schwefelantimon, Phosphor, Kohle, vegetabilischen und animalischen Stoffen, die man gewöhnlich mit dem Namen Knallpulver bezeichnet. Die aus diesen Verpuffungen entstehenden Produkte lassen sich leicht vorherbestimmen.

Alle chlorsauern Salze sind im Wasser löslich, ausgenommen das chlorsaure Quecksilberoxydul; ihre Auflösung wird nicht durch salpetersaures Silber getrübt.

Die starken Säuren zersetzen die chlorsauren Salze, allein die die Zersetzung begleitenden Erscheinungen sind verschieden, je nachdem man schnell oder langsam erhitzt. Gießt man Schwefelsäure in ein aufgelöstes chlorsaures Salz und kocht das Gemisch schnell, so entsteht ein schwefelsaures und überchlorsaures Salz, indem sich zugleich Sauerstoff und Chlor entbindet, es wird hierbei die frei gewordene Portion Chlorsäure wegen der Erhöhung der Temperatur zersetzt. Setzt man dagegen das Gemisch einer gelinden Wärme aus, so entbindet sich viel Chloroxydgas und nur äußerst wenig Chlor und Sauerstoff.

933. Bereitung. Bis jetzt fand man noch kein chlorsaueres Salz in der Natur vor. Um sie zu bereiten leitet man einen großen Überschuß von Chlor durch die in Wasser aufgelösten oder blos darin aufgeschlemmten Basen, oder bringt die Chlorsäure direkte mit den Basen zusammen.

Überchlorsaure Salze. (Perchlorates.)

934. Zusammensetzung. Der Sauerstoff der Basis in diesen Salzen verhält sich zu dem der Säure wie 1:7 *)

Ihre Zusammensetzung in Atomen dargestellt ist demnach:

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 2\,\text{At. Chlor} \\ 7\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

935. Eigenschaften. Das oxydirt chlorsaure Kali ist bis jetzt das einzige Salz dieser Gattung, womit einige Versuche angestellt worden sind. Wird es in einer Retorte bis auf 200° erhitzt, so verwandelt es sich in Sauerstoff und Chlorkalium.

Mit den meisten brennbaren Körpern detonirt es nur schwach. Die überchlorsauren Salze sind überhaupt Verbindungen, die weit weniger der Zersetzung unterworfen sind, als die chlorsauern. Das überchlorsaure Kali ist im kalten Wasser sehr wenig löslich, dagegen aber ist es im kochenden Wasser sehr auflöslich. Mit Schwefelsäure behandelt, läßt es seine Säure bei ungefähr 140° fahren.

Chlorichtsaure Salze oder Oxyd-Chloride. **) (Chlorites.)

936. Diese Salze werden gebildet, wenn man, wie oben (786) gezeigt wurde, Chlor bei gewöhnlicher Temperatur mit Oxydhydraten in Berührung bringt. In den chlorichtsauern Salzen verhält sich der Sauerstoff der Säure zu dem der Basis wie 1:3 mithin bestehen sie aus:

$$1\,\text{At. Oxyd} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$1\,\text{At. Säure} = \begin{cases} 2\,\text{At. Chlor} \\ 3\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

---

*) Berzelius nimmt nur 1 : 6 an, weil für jenes Verhältniß durchaus keine Analogie spricht, was dagegen bei diesem der Fall ist, da z. B. die borsauern Salze ähnlich zusammengesetzt sind. A. u. E.

**) Diese Verbindungen wurden ehedem Chlormetalloxyde genannt, wie z. B. Chlorkalk, Chlorkali ꝛc.

Die chlorichtsauern Salze sind bis jetzt noch nicht für sich allein dargestellt worden, sondern stets in Verbindung mit Chloriden und zwar in dem Verhältniß, daß auf ein Atom der erstern, wenigstens drei Atome der letztern kommen. Dieser Umstand hat bis jetzt die zum Behufe ihrer nähern Kenntniß angestellten Untersuchungen bedeutend erschwert, und dient auch zur Erklärung einiger ihrer Eigenschaften.

937. Eigenschaften. Die neutralen chlorichtsauern Salze kennt man nur im Zustand wässriger Auflösungen. Das chlorichtsaure Natrum kann man jedoch im festen Zustand erhalten, wenn man die Auflösung bei abgehaltener Luft schnell abdampft. Diese trocknen chlorichtsauren Salze sind noch nicht untersucht worden, während dagegen deren Auflösungen sehr genauen Untersuchungen unterworfen wurden. Die chlorichtsauern Salze scheinen alle auflöslich zu seyn und ihre Auflösungen haben alle einen eigenthümlichen Geschmack, der dem Geschmacke der Metallauflösungen ähnlich ist.

Werden sie der Einwirkung der Wärme unterworfen, so zersetzen sie sich. Erwärmt man allmählig, so entbindet sich anfangs eine merkliche Menge Chlor, die jedoch im Ganzen unbedeutend ist; später nimmt die Gasentwicklung zu und man erhält Sauerstoff mit etwas Chlor. Ist die Flüssigkeit endlich bis zum Kochen erhitzt worden, so geht die Sauerstoffentbindung noch rascher vor sich und hält eine Zeit lang an. Gegen das Ende der Einwirkung entbindet sich nur noch wenig Sauerstoff, und um denselben ganz zu gewinnen, ist ein lange fortgesetztes Sieden nöthig.

Der so entbundene Sauerstoff kommt nicht ganz der in dem chlorichtsauern Salze enthaltenen Menge gleich; analysirt man den Rückstand, so findet man ein chlorsaures Salz in demselben, dessen Menge dem Sauerstoffquantum entspricht, welches beim Kochen des chlorichtsauern Salzes noch zurückgehalten wurde. Nach Morin läßt sich diese Reaktion folgendermassen darstellen.

Angewendete Atome.

9 At. chlorichts. Salz = { 9 At. Oxyd = { 9 At. Metall, 9 At. Sauerstoff
9 At. Säure = { 18 At. Chlor, 27 At. Sauerstoff

Erzeugte Atome.

24 At. Sauerstoff
7 At. Chlorid = { 7 At. Metall, 14 At. Chlor

2 At. chlors. Salz = { 2 At. Oxyd = { 2 At. Metall, 2 At. Sauerstoff
2 At. Säure = { 4 At. Chlor, 10 At. Sauerstoff

Zum richtigen Verständniß dieses Resultats müssen wir noch bemerken, daß die 9 Atome des angewendeten chlorichtsauern Salzes ursprünglich mit 27 Atomen Chlormetall gemengt waren, die sich in dem Rückstand wieder vorfinden und mit den aufs Neue gebildeten 7 Atomen Chlorid sich vereinigen. Der Rückstand besteht demnach aus 34 At. Chlormetall und 2 At. chlorsaurem Salz, oder die Atome des ersteren verhalten sich zu denen des letzteren wie 17 : 1.

So verhält es sich wenigstens bei dem chlorichtsauern Kalk und Kali und wahrscheinlicher Weise auch bei den übrigen chlorichtsauern Alkalien.

938. Man hat nicht immer nöthig die Temperatur zu erhöhen, um die Zersetzung zu bewerkstelligen, bisweilen findet solche schon bei gewöhnlicher Temperatur Statt, da die chlorichtsauern Salze äußerst unbeständig sind. Bei chlorichtsauerm Silber z. B. zeigt sich selbst in der Kälte eine sehr rasche Reaktion; das chlorichtsaure Salz zersetzt sich, es entbindet sich dabei aber kein Gas, sondern es fällt viel Chlorsilber nieder, während zugleich chlorsaures Silber in der Auflösung bleibt. Nach Berzelius läßt sich diese Reaktion folgendermassen darstellen.

Angewendete Atome.

$$3\text{ At. chlorichts. Salz} = \begin{cases} 3\text{ At. Oxyd} = \begin{cases} 3\text{ At. Silber} \\ 3\text{ At. Sauerstoff} \end{cases} \\ 3\text{ At. Säure} = \begin{cases} 6\text{ At. Chlor} \\ 9\text{ At. Sauerstoff} \end{cases} \end{cases}$$

Erzeugte Atome.

$$1\text{ At. Chlormetall} = \begin{cases} 1\text{ At. Silber} \\ 2\text{ At. Chlor} \end{cases}$$

$$2\text{ At. chlors. Salz} = \begin{cases} 2\text{ At. Oxyd} = \begin{cases} 2\text{ At. Silber} \\ 2\text{ At. Sauerstoff} \end{cases} \\ 2\text{ At. Säure} = \begin{cases} 4\text{ At. Chlor} \\ 10\text{ At. Sauerstoff} \end{cases} \end{cases}$$

Diese Reaktion könnte auch einer dritten Hypothese über die Natur der chlorichtsauern Salze, die lange als Chlormetalloxyde betrachtet wurden, zur Grundlage dienen. Man kann sie nämlich auch als Verbindungen betrachten, die aus 2 Atomen chlorsauerm Salz und 1 At. Chlormetall bestehen. Die meisten Erscheinungen in ihrem Verhalten stehen mit dieser Annahme im Einklange.

939. Die Schwefelsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure scheiden die chlorichte Säure aus ihren Verbindungen, wenn man sie auf reine chlorichtsaure Salze gießt. Da aber diese Säure sehr wenig beständig ist, so zersetzt sie sich im freien Zustand schnell. Die schweflichte, phosphorichte und ähnliche Säuren verwandeln die chlorichtsauern Salze in Chlormetalle, indem sie selbst durch Aufnahme von Sauerstoff in Schwefelsäure, Phosphorsäure ꝛc. übergehen. Auch die Wirkung der Schwefelwasserstoffsäure, der Jodwasserstoffsäure, der Bromwasserstoffsäure ꝛc. läßt sich vorher bestimmen; es wird Wasser, ein Chlormetall und Schwefel, Brom oder Jod gebildet. Mit Chlorwasserstoffsäure erhält man Wasser und Chlor. Nach Berzelius wirken die Metalloxyde ganz eigenthümlich auf die chlorichtsauern Salze, und diese Wirkung äußern vorzüglich diejenigen Oxyde, welche den Sauerstoff aus dem oxydirten Wasser austreiben. Z. B. das Silberoxyd verwandelt diese Salze augenblicklich in Chlormetalle, während es ihren Sauerstoff zugleich frei macht.

940. Die neutralen chlorichtsauern Salze scheinen auf Pflanzenfarben nicht zu wirken; sobald dieselben aber nur im Geringsten sauer sind, so zerstören sie dieselben auf der Stelle. Es wirkt hier die chlorichte Säuren, sowohl mittelst ihres Sauerstoffs, als auch durch ihr Chlor, indem letztere das Wasser zersetzt und den Sauerstoff desselben frei werden läßt. Die Pflanzensubstanz scheint demnach der Wirkung des Sauerstoffs in dem Momente, wo dieser in Gaszustand übergeht, ausgesetzt zu seyn; derselben bemächtigt sich dann eines Theils ihres Kohlenstoffs und Wasserstoffs und verändert so dessen Beschaffenheit ganz.

Wenn das chlorichtsaure Salz, statt rein zu seyn, mit Chlormetall vermengt ist, so können die Erscheinungen auch auf andere Weise erklärt werden. Gießt man eine Säure auf ein solches Gemenge, so tritt die chlorichte Säure ihren Sauerstoff an das Metall des Chlorides ab, woher also eine neue Menge Oxyd entsteht. Das Chlor der chlorichten Säure, so wie das des Chlorides wird nun frei, woraus hervorgeht, daß ein Gemenge von chlorichtsauerm Salz und Chlorid gerade so wirkt, wie eine Verbindung von Chlor und Oxyd.

941. Sogar die Kohlensäure scheint die chlorichtsauern Salze zersetzen zu können; wenigstens zersetzt sie die mit Chlormetallen gemengten chlorichtsauern Salze und entbindet Chlor. Der Einwirkung der Kohlensäure schreibt man das Bleichen im Großen mittelst chlorichtsauerm Kalk zu. Man weiß nämlich, daß die Auflösung des sogenannten Chlorkalks, ein Gemenge von chlorichtsauerm Kalk und Chlorcalcium, bei Ausschluß der Luft selbst die unbeständigsten Pflanzenfarben nicht zu zerstören vermag. Sobald aber atmosphärische Luft oder vielmehr deren Kohlensäure mit in Berührung kömmt, so zerstört jene Auflösung sogar die haltbarsten Farben äußerst schnell. Die Einwirkung der Kohlensäure auf die mit Chloriden gemengten chlorichtsauern Salze begreift man leicht, wenn man sich an die schnelle Wirkung erinnert, welche die chlorichte Säure selbst auf die Chlormetalle äußert. Es ist hier klar, daß in dem Augenblicke, wo die chlorichte Säure frei zu werden strebt, das Metall des

Chlorides sich ihres Sauerstoffs bemächtigt, wodurch das frei gewordene Chlor sich entbindet, und die Basis des chlorichtsauern Salzes wird dann in doppelt kohlensaures Salz verwandelt. Ist das Gemenge mit einer organischen Substanz in Berührung, so ist die Einwirkung noch rascher, denn das Chlor, anstatt sich zu entbinden, geht in Chlorwasserstoffsäure über und diese reagirt kräftig auf das noch vorhandene chlorichtsaure Salz. Daher rührt es, daß eine neue Menge Chlor, welche in Säure übergeht, eine dem ersten Quantum gleiche Menge chlorichtsaures Salz zersetzt, u. s. f. Dieß geht vor, wenn man unreine chlorichtsaure Salze zum Bleichen oder zur Reinigung der verdorbenen Luft anwendet.

Wenn man die mit Chloriden vermengten chlorichtsauern Salze aufbewahren will, so müssen sie wohl gegen den Zutritt der Luft und des Staubes verwahrt werden; ohne die Beobachtung dieser Vorsichtsmaaßregel verwandeln sie sich in Folge der Einwirkung der in der Luft enthaltenen Kohlensäure und der organischen Stoffe, die als Staub in derselben schweben, in Chlormetalle.

942. Natürliches Vorkommen und Bereitung. Die chlorichtsauern Salze finden sich nirgends in der Natur; man erhält sie, wenn man hydratische oder im Wasser aufgelöste Basen mit Chlor zusammenbringt. Wir werden bei der Bereitung des chlorichtsauern Kalks, Natrums und Kalis in einem besondern Kapitel ausführlicher davon sprechen

Bromsaure Salze. (Bromates.)

943. Zusammensetzung. In den neutralen bromsauern Salzen verhält sich die Menge des Sauerstoffs der Basis zu der Sauerstoffmenge der Säure wie 1 : 5 und dieß giebt in Atomen

1 At. Basis = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerstoff }

1 At. Säure = { 2 At. Brom, 5 At. Sauerstoff }

944. Eigenschaften. Werden die bromsauern Salze einer starken Hitze ausgesetzt, so verwandeln sie sich in Bro-

mide und ihr Sauerstoff wird frei. Im Allgemeinen verhalten sie sich fast ganz wie die chlorsauern Salze. Das bromsaure Silberoxyd und Quecksilberoxydul ist unlöslich.

Jodsaure Salze. (Iodates.)

945. Zusammensetzung. In den iodsauern Salzen verhält sich der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure der Quantität nach wie 1 zu 5; sie bestehen nach Atomen aus:

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 2\,\text{At. Jod} \\ 5\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

946. Eigenschaften. Gleichwie die chlorsauern Salze werden auch die iodsauern Salze durch das Feuer bei Dunkelrothglut zersetzt; sie entlassen beinahe sämmtlich den Sauerstoff und das Jod, indem die Säure zersetzt und das Oxyd frei wird. Das iodsaure Kali, Natrum, Lithion, der iodsaure Kalk und mehrere andere verwandeln sich in Jodmetalle und entbinden nur allein ihren Sauerstoff. Da sie durch Feuer zersetzt werden, so läßt sich auch voraussehen, daß die nach Sauerstoff begierigen Körper eine gleiche Wirkung auf sie äußern.

Das jodsaure Kali und Natrum sind im Wasser schwer löslich, andere Salze dieser Gattung sind dagegen ganz unlöslich.

Die Schwefelsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure entziehen bei gewöhnlicher Temperatur einigen jodsauern Salzen einen Theil ihrer Basis; aber die schweflichte Säure, so wie der Schwefelwasserstoff, zersetzen sie auf der Stelle, indem sie sich des Sauerstoffs bemächtigen und das Jod frei machen. Anders wirkt die Chlorwasserstoffsäure: es bildet sich Wasser, Chlor entbindet sich und man erhält außerdem noch ein Jodunterchlorid und ein chlorwasserstoffsaures Salz.

947. Natürliches Vorkommen und Bereitung. Die jodsauern Salze kommen nicht in der Natur schon gebildet vor; man bereitet sie, indem man Jod mit

aufgelösten Basen in Berührung bringt, oder wenn man die Jodsäure mit den Basen direkte vereinigt, oder endlich durch doppelte Wahlverwandtschaft.

Jodichtsaure Salze. (Iodites.)

948. Zusammensetzung. Der Analogie nach darf man schließen, daß die iodichtsauern Salze bestehen aus:

$$1\,\text{At. Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$1\,\text{At. Säure} = \begin{cases} 2\,\text{At. Jod} \\ 3\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

wenn man nämlich annimmt, daß die iodichte Säure der chlorichten Säure sowohl hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, als auch hinsichtlich ihrer Sättigungscapazität ähnlich ist.

949. Eigenschaften. Die iodichtsauern Salze scheinen noch unbeständiger als die chlorichtsauern zu seyn. Der geringste Einfluß reicht schon hin, diese Salze in Jodide und iodsaure Salze zu verwandeln, ohne daß sich Sauerstoff entbindet. Das chlorichtsaure Natrum, das einzige Salz dieser Gattung, was bisher näher untersucht worden, erleidet eine solche Zersetzung, wenn man es mit lauwarmem Wasser oder mit Alkohol in Berührung bringt.

Die Schwefelsäure und Salpetersäure zersetzen die iodichtsauern Salze, indem sie das Jod frei machen. Überschüssig angewendete Chlorwasserstoffsäure zersetzt sie auch, allein der Sauerstoff der iodichten Säure tritt an den Wasserstoff der Salzsäure und das frei werdende Chlor bildet mit dem Jod, Chloriod, welches aufgelöst bleibt, wenn die Wassermenge hinreichend ist.

Die Basen verhalten sich gegen das iodichtsaure Natrum ähnlich wie die Säuren. Baryt oder Barytsalze in eine Auflösung dieses Salzes gegossen, fällen sogleich iodsauern Baryt. Die iodichtsauern Salze können deshalb als Verbindungen von Jodmetallen mit iodsauern Salzen angesehen werden.

950. Bereitung. Es wird hiervon bei dem iodichtsauren Natrum die Rede seyn.

Schwefelsaure Salze. (Sulfates.)

951. Zusammensetzung. In den neutralen schwefelsauern Salzen verhält sich die Sauerstoffmenge der Basis zu der der Säure wie 1 : 3 oder sie bestehen aus

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 1\,\text{At. Schwefel} \\ 3\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Übrigens giebt es auch doppelt und anderthalb schwefelsaure Salze, so wie dreifach und sechsfach basische Salze dieser Gattung, ja es giebt sogar solche, in welchen die Menge der Basis zwölfmal größer ist, als in den schwefelsauren Neutralsalzen.

952. Eigenschaften. Die schwefelsaure Magnesia und die schwefelsauren Salze der ersten Abtheilung werden durch Feuer nicht zersetzt; die übrigen Salze dieser Gattung werden dagegen bei einer mehr oder minder hohen Temperatur zersetzt und zwar so, daß die Schwefelsäure in zwei Volume schweflichte Säure und ein Volumen Sauerstoff sich verwandelt. Aus allen diesen Salzen entbindet sich zugleich auch wasserfreie Schwefelsäure, welche ohne Zweifel durch die sich entbindenden Gase mit fortgerissen wird, und deren Menge um so größer ausfällt, je geringer die Temperatur war, bei welcher das Salz zersetzt wurde.

953. Der Kohlenstoff zersetzt alle schwefelsauren Salze bei höherer Temperatur; aus denen der ersten Abtheilung erhält man Kohlenoxyd und ein Schwefelmetall, wenn Weißglühhitze zur Zersetzung angewendet wurde. Zuweilen bildet sich in diesem Falle eine Verbindung aus einem Polysulphurid und einem Oxyd, vorzüglich wenn die Hitzgrade bei der Zersetzung geringer sind. Aus den schwefelsauren Salzen der zweiten Abtheilung wird das Oxyd frei und Schwefel nebst schweflichter Säure und Kohlensäure entbinden sich. Mit den übrigen Salzen erhält man ein Schwefelmetall, wenn das Metall mit dem Schwefel sich überhaupt verbinden kann; außerdem aber häufig auch etwas Schwefelkohlenstoff,

indem dann das Metall als ein Sulphurid von geringerem Schwefelgehalt zurückbleibt.

Es scheint, daß der Wasserstoff auf die schwefelsauren Salze gerade so wie der Kohlenstoff wirkt, nur mit dem Unterschiede, daß man statt Kohlensäure oder Kohlenoxyd und Schwefelkohlenstoff, Wasser und Schwefelwasserstoff erhält. Arfvedson, der die schwefelsauren Salze durch Wasserstoff zersetzte, hat sehr veränderliche und verwickelte Resultate erhalten, wovon bei jedem einzelnen schwefelsauren Salz die Rede seyn wird.

Das Bor und der Phosphor zersetzen ohne Zweifel alle schwefelsauren Salze; es bildet sich Borsäure oder Phosphorsäure und demnach entstehen in gewissen Fällen borsaure oder phosphorsaure Salze. Der Schwefel äußert auf die durch Hitze nicht zersetzbaren schwefelsauren Salze keine Einwirkung, aber offenbar muß er auf die übrigen wirken; seine Wirkung ist dann dieselbe, welche er auf die freien Basen dieser schwefelsauren Salze übt. Chlor und Jod verhält sich auf gleiche Weise. Der Stickstoff verändert kein schwefelsaures Salz.

954. Das Kalium und Natrium zersetzen alle schwefelsauren Salze in der Kirschrothglühhitze und es bildet sich Schwefelkalium und Kali und zuweilen auch, wenn es die Umstände erlauben, eine Kaliumlegirung. Die schwefelsauren Salze werden auch durch die Metalle der dritten Abtheilung und durch mehrere der vierten in der Rothglühhitze zersetzt. Durch diese verschiedenen Zersetzungen gehen die Metalle zum Theil in Oxyde, theils in Sulphuride über; die übrigen Produkt variiren nach dem Metall oder dem schwefelsauren Salz.

955. Alle schwefelsauren Salze sind im Alkohol unauflöslich; mehrere sind im Wasser auflöslich, einige sind es äußerst wenig, andere gar nicht.

Die unlöslichen schwefelsauren Salze sind die von Baryt, Zinn, Antimon, Wismuth, Blei und Quecksilber. Die sehr wenig löslichen sind die des Strontians, Kalkes, der Zirkon- und Yttererde, des Ceriumoxydes und des Silbers. Man ersieht hieraus, daß unter dem Einflusse des Wassers der Baryt diejenige Basis ist, welche die gröste Neigung hat,

sich mit der Schwefelsäure zu verbinden; hierauf folgt der Strontian, das Kali, die Soda, das Lithion, der Kalk, das Ammoniak, die Magnesia rc.

956. Die schwefelsauren Salze werden bei gewöhnlicher Temperatur nicht durch andere Säuren zersetzt, ausgenommen durch die Wasserstoffsäuren, wie z. B. durch Schwefelwasserstoff und Selenwasserstoff, welche auf die Basen derselben wirken. In höherer Temperatur kann nur die Phosphorsäure und Borsäure die schwefelsauern Salze zersetzen, indem sie deren Säure austreiben.

Die Kieselsäure treibt gleichfalls die Schwefelsäure aus ihren Verbindungen, allein diese Säure zersetzt sich, während die Kieselerde sich mit der Basis des angewendeten Salzes verbindet.

Durch Schwefelsäure werden bisweilen die unauflöslichen schwefelsauern Salze etwas löslich, obgleich nur in sehr geringem Grade; so ist z. B. der schwefelsaure Baryt in konzentrirter Schwefelsäure etwas auflöslich.

957. Natürliches Vorkommen. Es finden sich in der Natur zwei und zwanzig schwefelsaure Salze, nämlich die Verbindungen der Schwefelsäure mit Thonerde, Magnesia, Kalk mit und ohne Wasser, Strontian, Baryt, Kali, Natrum, Ammoniak, Zinkoxyd, Eisenoxydul und Oxyd, Kobaltoxyd, Kupferoxyd, Nickeloxyd, Bleioxyd; ferner die schwefelsauern Doppelsalze von Thonerde und Kali entweder neutral oder mit Thonerdeüberschuß, die von Thonerde und Ammoniak, von Kalk und Natrum, von Natrum und Magnesia, von Thonerde und Eisen. Am häufigsten und in großen Massen kommen in der Natur der schwefelsaure Kalk und Baryt und das schwefelsaure Doppelsalz von Thonerdekali vor.

958. Bereitung. Die schwefelsauern Salze des Kalkes, Baryts, Strontians, den Alaun und bisweilen auch das schwefelsaure Kali und Natrum gräbt man aus der Erde heraus, oder gewinnt sie aus Mineralwassern, in welchen mehrere davon aufgelöst vorkommen.

Durch doppelte Zersetzung kann man die schwefelsauern Salze des Baryts, Strontians, Kalkes, Blei's, des Quecksilberoxyduls und Silbers bereiten. Das schwefelsaure Zink

und Eisen verschafft man sich dagegen durch Behandlung dieser Metalle mit verdünnter Schwefelsäure; mittelst der Metalle und konzentrirter Säure erhält man schwefelsaures Zinn, Antimon, Wismuth und Quecksilberoxyd. *)

Das schwefelsaure Zink, Eisen und Kupferoxyd bereitet man im Großen auch durch Rösten der Sulphuride dieser Metalle, welche nachher bei gewöhnlicher Temperatur der feuchten Luft ausgesetzt werden. Alle übrigen schwefelsauern Salze erhält man durch geeignete Behandlung der Oxyde oder kohlensauern Salze mittelst Schwefelsäure.

Schweflichtsaure Salze. (Sulfites.)

959. Zusammensetzung. Die Sauerstoffmenge des Oxydes verhält sich zu dem Sauerstoffgehalt der Säure in diesen Salzen, wie 1 : 2 oder in Atomen ausgedrückt bestehen sie aus

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 1\,\text{At. Schwefel} \\ 2\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Es giebt auch zweifach schweflichtsaure Salze.

960. Eigenschaften. Die schweflichtsauern Salze der ersten Abtheilung und die schweflichtsaure Magnesia verwandeln sich im Feuer in basische schwefelsaure Salze, indem sich zugleich Schwefel entbindet. Die übrigen schweflichtsauern Salze entlassen ihre Säure in der Hitze, indem das Oxyd frei wird und sich in dieser hohen Temperatur ganz so verhält, wie im unverbundenen Zustand.

Durch die Berührung mit der Luft gehen die schweflichtsauern Salze, indem sie noch Sauerstoff aufnehmen, allmählig in schwefelsaure Salze über; die unauflöslichen erleiden diese Veränderung nur äußerst langsam, und zuweilen beschränkt sich die Wirksamkeit nur auf die äußern Theile. Drei schweflichtsaure Salze sind auflöslich, nämlich das schweflichtsaure Kali, Natrum und Ammoniak; die übrigen sind im

*) Auch schwefelsaures Kupferoxyd läßt sich auf gleiche Weise bereiten. A. u. E.

neutralen Zustande unlöslich, durch einen Säureüberschuß aber werden sie auflöslich.

Die Schwefelsäure, Salzsäure, Phosphorsäure und Arsenicksäure zersetzen, wenn sie flüssig sind, die schweflichtsauern Salze bei gewöhnlicher Temperatur. Die salpetrichte Säure und Salpetersäure werden zersetzt durch die schweflichtsauern Salze; es entsteht Stickstofforyd und die letztern verwandeln sich in schwefelsaure Salze. Das flüssige Chlor zersetzt, wenn es in ein aufgelöstes schweflichtsaures Salz gegossen wird, einen Theil der Basis und es ensteht ein schwefelsaures Salz, ein Chlorid und schweflichtsaures Gas entbindet sich.

961. Bereitung. Man findet die schweflichtsauern Salze nie schon gebildet in der Natur; diejenigen, welche sich in den Umgebungen von Vulkanen erzeugen könnten, gehen nach und nach in schwefelsaure Salze durch die beständige Berührung mit der atmosphärischen Luft über. Um sich diese Salze zu verschaffen, leitet man einen Strom von schweflichtsaurem Gas in Auflösungen von Kali, Natrum oder Ammoniak oder auch in die Auflösungen der kohlensauern Salze dieser Basen. Die übrigen Salze dieser Gattung erhält man durch doppelte Wahlverwandtschaft, oder auch indem man schweflichtsaures Gas mit der im Wasser aufgeschlämmten Basis in Berührung bringt.

Unterschwefelsaure Salze. (Hyposulfates.)

962. Zusammensetzung. In den neutralen unterschwefelsauern Salzen verhält sich die Sauerstoffmenge der Basis zu der der Säure wie 1 : 5, und dieß ist in Atomen

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 2\,\text{At. Schwefel} \\ 5\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

963. Eigenschaften. Diese Salze werden leicht durch Wärme zersetzt und verwandeln sich dann in neutrale schwefelsaure Salze und in schweflichte Säure. Der Sauerstoff und die Luft scheinen nicht auf sie einzuwirken. Alle unterschwefelsauern Salze sind im Wasser auflöslich, im Alkohol dagegen meist unauflöslich.

Gießt man verdünnte Schwefelsäure auf ein unterschwefelsaures Salz, so wird die Unterschwefelsäure frei, ohne eine Veränderung zu erleiden; ist aber die Schwefelsäure konzentrirt, oder erhitzt man, wenn sie verdünnt ist, die Flüssigkeit, so wird die Unterschwefelsäure zerlegt, gerade wie wenn man ihre Salze der Hitze aussetzt; es entbindet sich sogleich schweflichtsaures Gas in Menge.

964. Bereitung. Kein unterschwefelsaures Salz findet sich in der Natur. Man bereitet sie aus unterschwefelsauerm Manganoxydul oder Baryt mittelst doppelter Wahlverwandtschaft, oder auch durch direkte Verbindung der Unterschwefelsäure mit den Basen.

Unterschweflichtsaure Salze. (Hyposulfites.)

965. Diese Salze können auf zweierlei Weise betrachtet werden; entweder als Salze, deren Säure weniger Sauerstoff als die schweflichte Säure enthält, und dieß ist die fast durchgängig geltende Ansicht; oder man kann sie auch als Verbindungen ansehen, die aus der Vereinigung eines Schwefelmetalls mit Schwefelsäure oder schweflichter Säure entstehen und dieß ist Gay-Lussac's Meinung, der auch wir beipflichten.

966. Zusammensetzung. Sie erfordert aufs Neue eine gründliche Untersuchung, denn offenbar hat man Salze von sehr verschiedenartiger Natur unter diesem Namen zusammengefaßt. Man kann sich diese Verbindungen auf sehr verschiedene Weise verschaffen und wir wollen nun versuchen die Resultate davon zu berechnen.

1.) Aus auflöslichen schweflichtsauren Salzen lassen sich die unterschweflichtsauern Salze bereiten, wenn man eben so viel Schwefel hinzufügt, als schon in denselben vorhanden ist. Man hat demnach:

1 At. schweflichts. Salz =	1 At. Basis =	1 At. Metall	
		1 At. Sauerstoff	
	1 At. Säure =	1 At. Schwefel	
		2 At. Sauerstoff	
1 At. Schwefel			1 At. Schwefel

Dieses Resultat kann auf zweierlei Weise erklärt werden, nämlich:

Unterschweflichts. Salz.		Schwefels. Sulphurid.	
1 At. Basis =	1 At. Metall 1 At. Sauerstoff	1 At. Sulph. =	1 At. Metall 1 At. Schwefel
1 At. Säure =	2 At. Schwefel 2 At. Sauerstoff	1 At. Säure =	1 At. Schwefel 3 At. Sauerstoff

2.) Erhält man diese Salze aus Schwefelmetallen und schweflichter Säure. Das absorbirte Gas scheint dann eben so viel Schwefel als das Sulphurid zu enthalten. Man hat dann:

1 At. Sulphurid = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerstoff }

1 At. Säure = { 1 At. Schwefel, 2 At. Sauerstoff }

was wiederum zweierlei Erklärungen zuläßt, nämlich:

Unterschweflichts. Salz.		Schweflichts. Sulphurid.	
1 At. Basis =	1 At. Metall 1 At. Sauerstoff	1 At. Sulph. =	1 At. Metall 1 At. Schwefel
1 At. Säure =	2 At. Schwefel 1 At. Sauerstoff	1 At. Säure =	1 At. Schwefel 2 At. Sauerstoff

Man sieht hier sogleich, daß bei der Annahme eines unterschweflichtsauern Salzes diese Säure doppelt so viel Schwefel enthalten müßte, als die vorhergehende.

3.) Können diese Salze auch aus Metallen, schweflichter Säure und Wasser bereitet werden; das Zink, das Eisen und einige andere Metalle geben unter diesen Umständen unterschweflichtsaure Salze. Man hat dann:

{ 1 At. Eisen, 1 At. Schwefel, 2 At. Sauerstoff } = { 1 At. Basis = { 1 At. Eisen, 1 At. Sauerstoff }; ½ At. Säure = { 1 At. Schwefel, 1 At. Sauerstoff } }

In diesem Falle würde also ein basisch unterschweflichtsaures Salz entstehen; da nun das erhaltene Produkt sehr sauer ist, so hat man wahrscheinlich im Gegentheil:

Angewendete Atome.

1 At. Eisen

3 At. schweflichte Säure = { 3 At. Schwefel, 6 At. Sauerstoff }

Erzeugte Atome.

1 At. Schwefelmetall = { 1 At. Eisen, 1 At. Schwefel }

2 At. Schwefelsäure = { 2 At. Schwefel, 6 At. Sauerstoff }

was ein doppelt schwefelsaures Salz darstellen würde.

4.) Auch durch Einwirkung des Schwefels auf die alkalischen wasserhaltigen Basen erhält man die unterschweflichtsauern Salze. Es bilden sich dann neben diesen Salzen auch Polysulphuride. Die auf solche Weise entstehenden unterschweflichtsauern Salze kann man auch als schweflichtsaure Salze oder als schwefelsaure Sulphuride betrachten. Man wird erst durch Versuche die Richtigkeit der einen oder andern Ansicht entscheiden können.

5.) Durch Einwirkung der Luft auf lösliche Sulphuride. Hier sind die Erscheinungen die nämlichen, wie im vorhergehenden Fall, indem das Metall sich oxydirt und der Schwefel frei wird, gerade so als wenn Oxyd und Schwefel sogleich direkte mit einander in Berührung gekommen wären.

Man könnte auch gemäß folgender Thatsachen die unterschweflichtsauern Salze als Sulphuridsalze betrachten, da sich jene nur nach dieser Ansicht genügend erklären lassen.

Die unterschweflichtsauern Salze der vier letzten Abtheilungen, z. B. die von Eisen, Blei und Silber, setzen Schwefel in Menge ab und werden sonach ganz zersetzt, wenn sie im Wasser aufgelöst und bis zum Sieden erhitzt werden. Das rothe Schwefelquecksilber zersetzt das unterschweflichtsaure Natrum, es bildet sich unterschweflichtsaures Quecksilber und das Natrum wird frei. Diese Thatsache ist wirklich ganz unerklärbar nach der Ansicht, welche man gewöhnlich von den unterschweflichtsauern Salzen hat, ist aber leicht in Einklang mit der zweiten oben erwähnten Hypothese zu bringen.

Da noch in der Geschichte der unterschweflichtsauern Salze eine Verwirrung herrscht, so läßt sich im Allgemeinen noch wenig über dieselben sagen.

967. Eigenschaften. Der Sauerstoff der Luft verwandelt sie nach und nach obgleich schwierig in schwefelsaure Salze; sie sind demnach beständiger als die schweflichtsauern Salze.

In einer mehr oder minder hohen Temperatur werden alle unterschweflichtsauern Salze zersetzt. Die der ersten Abtheilung und die unterschweflichtsaure Magnesia geben in diesem Falle Schwefel und ein basisch schwefelsaures Salz; alle übrigen geben schweflichte Säure und ein Produkt, welches demjenigen ähnlich ist, was man durch Behandlung ihres Oxydes mit Schwefel erhält.

Mehrere Salze dieser Gattung sind auflöslich, das Barytsalz jedoch löst sich nur dann auf, wenn es überschüssige Säure enthält.

Die Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salzsäure rc. entbinden, mit den unterschweflichtsauern Salzen zusammengebracht, schweflichte Säure und Schwefel setzt sich ab.

Selensaure Salze. (Seleniates.)

963. Die Sauerstoffmenge der Basis verhält sich in den selensauren Salzen zu der der Säure wie 1 : 3 und demnach bestehen sie aus

$$1\,\text{At. Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$1\,\text{At. Säure} = \begin{cases} 1\,\text{At. Selen} \\ 3\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Da die Selensäure eine sehr starke Säure ist, die in dieser Hinsicht kaum der Schwefelsäure nachsteht, so sind die selensauern Salze auch äußerst beständig. Übrigens ist ihre Ähnlichkeit mit den schwefelsauern Salzen so groß, daß die Eigenschaften der einzelnen Arten dieser Salze mit gleicher Basis fast dieselben sind, und solche können demnach nur schwer von einander unterschieden werden. So sind z. B. der selensaure Baryt und das selensaure Blei unauflöslich; das selen-

saure Kali, Natrum und Kupfer ꝛc. sind dagegen löslich und haben große Neigung, gerade so wie die entsprechenden schwefelsauern Salze zu krystallisiren. Zu bedauern ist es, daß Mitscherlich nicht umständlichere Details über die Geschichte der selensauern Salze im Allgemeinen gegeben und sich nur darauf beschränkt hat, einige Arten derselben in krystallographischer Beziehung zu beschreiben.

Die Bereitung der selensauren Salze bietet, wenn man die der Selensäure kennt, nichts besonderes dar.

Selenichtsaure Salze. (Selenites.)

969. In den selenichtsauern Salzen verhält sich die Sauerstoffmenge der Basis zu der der Säure wie 1 : 2 und dieß macht in Atomen ausgedrückt:

$$1\,\text{At. Oxyd} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$1\,\text{At. Säure} = \begin{cases} 1\,\text{At. Selen} \\ 2\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Diese selenichtsauern Salze zeigen alkalische Reaktion; man kennt auch basische Salze, welche noch nicht analysirt worden sind. Es giebt auch doppelt und vierfach selenichtsaure Salze. Fast alle Basen können doppelt selenichtsaure Salze bilden, allein von vierfach selenichtsauern Salzen kennt man nur das von Kali, Natrum und Ammoniak.

Alle doppelt- und vierfach-selenichtsauern Salze sind auflöslich. Die einfach- und basisch-selenichtsauren Salze sind dagegen alle unlöslich, ausgenommen das selenichtsaure Kali, Natrum und Ammoniak.

In der Hitze werden diese Salze nicht zersetzt. Die Kohle zersetzt sie dagegen alle, indem sich entweder Kohlensäure oder Kohlenoxydgas und ein Selenid mit den selenichtsauern Salzen der ersten und der vier letzten Abtheilungen bildet. Bei diesen Reduktionen wird stets auch etwas Selen frei. Die selenichtsauern Salze der zweiten Abtheilung geben mit Kohle Kohlensäure, Selen und ein Metalloxyd.

Die selenichtsauern Salze werden in der Wärme auch zersetzt durch die Schwefelsäure, Phosphorsäure, Arsenikſäure

und Borsäure, dagegen zersetzt die selenichte Säure die salpetersauern Salze, weshalb man sie zu den starken Säuren rechnen muß.

Über die Bereitung der selenichtsauern Salze findet man das Nöthige schon oben bei der selenichten Säure. (§. 213.)

Salpetersaure Salze. (Nitrates.)

970. Zusammensetzung. In den neutralen salpetersauren Salzen verhält sich die Sauerstoffmenge des Oxydes zu der der Säure wie 1 : 5 oder nach Atomen:

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 2\,\text{At. Stickstoff} \\ 5\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

971. Eigenschaften. Alle salpetersauern Salze werden bei einer mehr oder minder hohen Temperatur zersetzt; diejenigen welche mit einer starken Basis verbunden sind, entwickeln zuerst Sauerstoffgas und verwandeln sich in untersalpetrichtsaure Salze; diese letzteren aber entlassen wiederum eine Verbindung von Sauerstoff und Stickstoffoxyd; aber wenn man stärker erhitzt, so erhält man auf einmal Sauerstoff, Stickstoff, etwas salpetrichte Säure und das Metalloxyd. So verhält es sich wenigstens mit dem salpetersauern Kali und Natrum. Der salpetersaure Baryt verhält sich anders; anfangs geht er in ein Gemenge von Bariumüberoxyd und untersalpetrichtsauern Baryt über, und es entbindet sich Sauerstoff und salpetrichte Säure. Bei verstärktem Feuer bleibt zuletzt Baryt zurück. Die übrigen salpetersauren Salze entbinden Sauerstoff, salpetrige Säure und es bleibt als Rückstand das Oxyd, wenn es anders nicht in der Hitze reduzirbar ist.

Unter gewissen Umständen entfernt sich die Salpetersäure ohne zersetzt zu werden; aus salpetersauern Salzen, welche durch schwache Basen gebildet werden und die Krystallisationswasser enthalten, reißt dieses, indem es sich verflüchtigt, einen Theil der Säure mit sich fort; das Salz geht

dann in neutrales oder basisches über, was sich nun wie gewöhnlich verhält. Dieß ereignet sich bisweilen bei denjenigen salpetersauern Salzen, welche indifferente Oxyde enthalten.

972. Da die salpetersauern Salze schon durch Wärme allein zersetzt werden, so geschieht dieß noch viel mehr durch alle brennbaren Körper, welche sich in höherer Temperatur mit dem Sauerstoff verbinden. Ohne Zweifel zersetzt der Wasserstoff alle salpetersauren Salze bei etwas gesteigerter Temperatur. Der Versuch selbst dürfte vielleicht gefährlich werden, weil man zu dem Ende das Gas durch eine das salpetersaure Salz enthaltende Porzellanröhre leiten müßte, welche durch die plötzliche Erhöhung der Temperatur zerspringen könnte.

Ein Gemenge von Salpeter und Bor in einen weißglühenden Tiegel geworfen, verpufft lebhaft und es bildet sich borsaures Kali, während Stickstoff entweicht.

Bringt man ein inniges Gemenge von einem salpetersauern Salz und überschüssigem Kohlenpulver plötzlich in hohe Temperatur, so findet eine lebhafte Verbrennung Statt und es entbindet sich Kohlenoxyd, oder Kohlensäure nebst Stickstoff; das Metalloxyd wird frei. Ist in diesem Falle überschüssiges salpetersaures Salz vorhanden, so sind die Resultate anderer Art: es entbindet sich Kohlensäure, Stickstofoxyd oder salpetrichte Säure und der Rückstand besteht dann entweder ganz oder nur zum Theil aus untersalpetrichtsauerm Salz. Auch der Phosphor wirkt heftig in der Hitze auf die salpetersauern Salze; die Säure verwandelt sich dann in salpetrichte Säure oder Stickstofoxyd oder auch nur in Stickstoff, während sich ein phosphorsaures Salz bildet, wenn ein Phosphorüberschuß oder die hohe Temperatur sich nicht widersetzen. Eine äußerst lebhafte Verbrennung findet Statt, wenn man in einem rothglühenden Tiegel ein inniges Gemenge von Schwefel und einem salpetersauern Salz wirft; salpetersaures Natrum oder Kali eignen sich am besten dazu. Die Salpetersäure geht in Stickstofoxyd oder salpetrichte Säure über und man erhält mit den salpetersauren Salzen der er-

sten Abtheilung, schweflichtsaures Gas und ein Oxyd *), und mit denen der zweiten Abtheilung, so wie mit der salpetersauern Magnesia ein schwefelsaures Salz, mit denen der übrigen Abtheilungen aber, schweflichtsaures Gas und ein Sulphurid.

Jod, Chlor und Stickstoff wirken nicht auf die salpetersauern Salze; die beiden ersten würden nur auf die Basis derselben eine Wirkung äußern können, wenn sie durch die Hitze zuvor zersetzt worden sind.

Alle Metalle, welche sich durch die Berührung mit Sauerstoff bei höherer Temperatur oxydiren, zersetzen die salpetersauern Salze und werden auch durch dieselben in der Hitze oxydirt. Haben die salpetersauern Salze ein stark basisches Oxyd z. B. Kali oder Natrum zur Basis, so können sie selbst die Metalle der letzten Abtheilung, d. h. die säuerungsfähigen wie Gold, Platin ꝛc. oxydiren. Es vereinigt sich in diesem Fall das neue Oxyd mit der Basis des salpetersauern Salzes und spielt die Rolle einer Säure gegen dieselbe.

Die salpetersauern Salze sind alle im Wasser auflöslich, es giebt jedoch einige, welche nur mit überschüssiger Säure sich darin auflösen. Nach ihrer Verwandtschaft zu der Salpetersäure folgen die Basen in folgender Ordnung auf einander: Kali, Natrum, Lithion, Baryt, Strontian, Kalk, Ammoniak, Magnesia ꝛc.

Die Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Flußsäure und Arsenicksäure zersetzen, wenn sie flüssig sind, alle salpetersauern Salze. Die Erstere äußert diese Wirkung schon bei gewöhnlicher Temperatur, die übrigen aber brauchen höchstens bis zum Siedepunkt des Wassers erhitzt zu werden. Diese Säuren treiben sämmtlich die Salpetersäure in Dampfform aus, wovon jedoch die Salzsäure eine Aus-

*) Dieß sind die Worte des Originals, offenbar muß es aber heißen, die salpetersauern Salze der ersten Abtheilung geben mit Schwefel verpufft schwefelsaure Salze; dagegen erhält man durch gleiche Behandlung der salpetersauern Salze der zweiten Abtheilung schweflichtsaures Gas und Oxyde, ausgenommen davon ist jedoch die salpetersaure Magnesia, welche sich gleichfalls in ein schwefelsaueres Salz verwandelt. A. u. E.

nahme macht, indem sie zwar auch an die Stelle der Salpetersäure tritt, allein zugleich die Bildung von Chlor und salpetrichter Säure veranlaßt, indem ihr Wasserstoff und ein Atom Sauerstoff der frei werdenden Salpetersäure Wasser bilden. (§. 335.) Die Borsäure zersetzt die salpetersauern Salze bei einer der Rothglut nahe kommenden Temperatur.

Da alle salpetersauern Salze löslich sind, so folgt daraus, daß, wenn man in ihre Auflösungen ein lösliches Salz bringt, dessen Säure mit der Basis des salpetersauern Salzes ein unlösliches Salz bildet, nothwendiger Weise eine Zersetzung Statt findet, indem die Basen wechselseitig ihre Säure austauschen.

973. Natürliches Vorkommen. Vier salpetersaure Salze finden sich in der Natur vor, nämlich die von Natrum, Kali, Kalk und Magnesia.

Die letztern drei kommen fast immer mit einander vor, bisweilen im Wasser aufgelöst, am häufigsten aber efflorescziren sie entweder auf der Oberfläche von kalkhaltigem Erdreich, oder auch an Mauern oder sonst an Orten, wo thierische Stoffe in Fäulniß und Verwesung übergehen. Im Mauerschutt, auf dem Boden der Pferd- und Schaafställe findet man immer mehr oder weniger von diesen Salzen.

In Ostindien findet sich der Salpeter in solcher Menge, daß er allenthalben auf der Oberfläche des Erdbodens krystallisirt, wo man ihn mit Besen zusammenkehrt.

Vor Kurzem hat man in Peru salpetersaures Natrum in dünnen Schichten im Sande auf der Erdoberfläche gefunden.

974. Bereitung. Mit Ausnahme des salpetersauern Kali's, welches man durch Auslaugen der salpeterhaltigen Erde und durch Zersetzung des salpetersauern Kalkes und der Magnesia mittelst kohlensaurem Kali erhält, verschafft man sich alle übrigen salpetersauern Salze mittelst einer der folgenden Verfahrungsarten: 1) Durch Einwirkung der Salpetersäure auf die Metalle. Das salpetersaure Zink, Kadmium, Wismuth, Kupferoxyd, Blei, Silber, Quecksilber und Eisenoxyd bereitet man so. 2) Durch Einwirkung der Salpetersäure auf die Schwefelme-

talle; hierher gehört der salpetersaure Baryt und Strontian. 3) Durch Einwirkung der Salpetersäure auf die Oxyde oder kohlensauern Salze verschafft man sich alle übrigen salpetersauern Salze.

Untersalpetrichtsaure Salze. (Hyponitrites.)

975. Zusammensetzung. In diesen Salzen verhält sich der Sauerstoff des Oxydes zu dem der Säure wie 1 : 3. Die basischen untersalpetrichtsauern Salze enthalten bald zwei mal, bald viermal so viel Basis als die Neutralsalze dieser Gattung; letztere aber bestehen aus:

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 2\,\text{At. Stickstoff} \\ 3\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Die untersalpetrichtsauern Salze werden gleich den salpetersauern im Feuer zersetzt; die Produkte der Zersetzung sind verschieden, allein sie sind fast dieselben, wie bei den salpetersauern Salzen, nur mit dem Unterschiede, daß, da die untersalpetrichtsauern weniger Sauerstoff enthalten, auch die Verbrennung der damit in Berührung gebrachten, brennbaren Körper minder lebhaft ist. Alle untersalpetrichtsauern Salze sind im Wasser löslich. Die Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Chlorwasserstoffsäure ꝛc. zersetzen diese Salze selbst bei gewöhnlicher Temperatur augenblicklich. Die untersalpetrichte Säure verwandelt sich in Salpetersäure und Stickstoffoxyd, welches letztere in Berührung mit der Luft in salpetrichte Säure übergeht.

In der Natur findet man keine untersalpetrichtsauern Salze, dagegen verschafft man sich dieselben durch Glühen der salpetersauern bis zu einem gewissen Punkte, allein man erhält dadurch keine reinen Salze, weil man nicht genau weiß, wenn die Operation endigen muß. Glüht man zu stark, so bildet sich ein basisches oder Stickstoffoxyd enthaltendes untersalpetrichtsaures Salz; im entgegengesetzten Fall aber ist es noch mit salpetersauerm Salz gemengt.

Berzelius bereitet ein basisch untersalpetrichtsaures Blei, indem er eine Auflösung von salpetersaurem Blei mit der zur Bildung von basisch salpetrichtsauerm Salz erforderchen Menge Blei in einem Kolben kocht. 20 Gramme salpetersaures Blei erfordern 12,4 Grm. Blei. Um nun das neutrale untersalpetrichtsaure Blei daraus zu erhalten, fügt man zu einer Auflösung jenes basischen Salzes so viel Schwefelsäure, um nur die Hälfte des darin enthaltenen Oxydes zu fällen. Das neutrale untersalpetrichtsaure Salz bleibt dann in Auflösung. Mit Hilfe dieses Salzes könnte man auf dem Wege doppelter Wahlverwandtschaft die übrigen Salze dieser Gattung bereiten. Berzelius erhielt z. B. das neutrale untersalpetrichtsaure Ammoniak und Kupferoxyd, indem er neutrales untersalpetrichtsaures Blei durch schwefelsaures Ammoniak und schwefelsaures Kupferoxyd zersetzte.

Unterstickstoffichtsaure Salze. (Hypoazotites.)

976. Mit diesem Namen glauben wir die noch sehr wenig gekannten Verbindungen des Stickstofforydes mit Salzbasen passend zu bezeichnen, denn nach einer folgerechten Nomenklatur müßten eigentlich die salpetersauern Salze selbst stickstoffsaure Salze ꝛc. heißen. Sie enthalten:

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 2\,\text{At. Stickstoff} \\ 2\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Die unterstickstoffichtsauern Salze können sich auf direktem Wege bilden. Man bereitet sie, indem man das salpetersaure Kali und Natrum oder den salpetersauern Baryt oder Kalk so lange stark erhitzt bis alle Sauerstoffentwicklung aufhört; der Rückstand ist dann ein unterstickstoffichtsaures Salz. Diese Verbindungen sind im Alkohol auflöslich, krystallisirbar und enthalten oft Krystallisationswasser.

In hoher Temperatur entlassen sie Stickstoff und Sauerstoff, allein die der zwei letzten Abtheilungen entbinden

*) Siehe Anmerkung. I. Bd. S. 398. A. u. E.

Stickstoff und salpetrichte Säure, indem das Metall regulinisch zurückbleibt. Starke Säuren entbinden daraus Stickstofforyd. Die Goldauflösungen werden durch die unterstickstoffsauern Salze auf der Stelle reduzirt, indem das Gold sich als Pulver absetzt.

Phosphorsaure Salze. (Phosphates.)

Die Zusammensetzung der phosphorsauern Salze ist sehr merkwürdig. Die Phosphorsäure verbindet sich in fünf verschiedenen Verhältnissen mit den Basen. Es giebt neutrale, anderthalb, doppelt, zweidrittel, und halb phosphorsaure Salze. In den neutralen phosphorsauern Salzen verhält sich der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure wie 2 : 5 oder sie bestehen nach Atomen aus:

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 1\,\text{At. Phosphor} \\ 2\tfrac{1}{2}\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

977. Eigenschaften. Die phosphorsauren Salze der vier ersten Abtheilungen zersetzen sich in der Hitze nicht, weil die Phosphorsäure feuerbeständig und unzersetzbar ist, oder sich wenigstens nur äußerst schwer verflüchtigt, zumal wenn sie mit feuerbeständigen Oxyden verbunden ist. Die der zwei letzten Abtheilungen werden dagegen durch Feuer zerlegt, indem die Basis ihren Sauerstoff verliert. Übrigens scheint das phosphorsaure Silber eine sehr hohe Temperatur noch aushalten zu können.

Die einfachen nichtmetallischen Körper zersetzen die phosphorsauren Salze. Glüht man z. B. ein Gemenge von Kohle und einem phosphorsauren Salze, dessen Basis durch jene nicht reduzirt wird, so erhält man Kohlenoxydgas, Phosphor, und ein basisch phosphorsaures Salz, was, je nach der Verwandtschaftsstärke der Basis zur Säure, mehr oder weniger Basis enthält. Hat man dagegen ein phosphorsaures Salz, dessen Oxyd sich durch Kohle reduziren läßt, so bekommt man Kohlensäure oder Kohlenoxyd und ein Phosphormetall. Letzteres würde sich jedoch nicht bilden, wenn die Temperatur zu hoch wäre

und das Phosphormetall selbst durch die Hitze zersetzt werden könnte. In den meisten Fällen erhält man nur ein Phosphormetall mit äußerst wenig Phosphor. Die phosphorsauren Salze der zwei ersten Abtheilungen zersetzen sich nur bei sehr hoher Temperatur, die der dritten erfordern dagegen geringere Hitzgrade und die der letzten Abtheilung werden äußerst leicht zersetzt.

Die Ähnlichkeit des Bors mit dem Kohlenstoff läßt vermuthen, daß dieser brennbare Körper in derselben Weise auf die phosphorsauren Salze wie der Kohlenstoff wirkt; nur weil die Borsäure starr ist, und sich mit dem Oxyde des phosphorsauren Salzes zu verbinden strebt, wird sich ein borsaures Salz bilden und der Phosphor sich verflüchtigen. Indessen erhält man zuweilen ein Phosphormetall und Borsäure.

Der Wasserstoff wird bei sehr hoher Temperatur die phosphorsauren Salze der ersten und zweiten Abtheilung zersetzen müssen, es wird sich dann Wasser und dampfförmiger Phosphor bilden, der mit überschüssigem Wasserstoff gemengt, leicht das Ansehen von Phosphorwasserstoff haben könnte; allein dieses Gas kann man nicht erhalten, weil es, wenn es sich wirklich bildete, bei der angewendeten hohen Temperatur wieder zersetzt werden würde. Mit den phosphorsauren Salzen der vier letzten Abtheilungen erhält man Wasser, ein Phosphormetall und dampfförmigen Phosphor.

Der Phosphor selbst kann nur auf diejenigen phosphorsauren Salze wirken, deren Basis leicht reduzirbar ist; er reduzirt ohne Zweifel das Oxyd dieser Salze, die Phosphorsäure wird dann frei und es bildet sich ein Phosphormetall.

Was wir vom Phosphor gesagt haben läßt sich auch auf den Schwefel anwenden; wenn die Temperatur nicht zu hoch ist, so bildet sich schweflichte Säure und ein Sulphurid. Diese verschiedenen Erscheinungen sind leicht erklärlich, wenn man bedenkt, daß die Phosphorsäure wenig Anziehung zu den leicht reduzirbaren Oxyden hat, und daß ein Metall sich nur dann erst mit einer Säure verbindet, wenn es oxydirt ist.

Das phosphorsaure Natrum und Kali sind die einzigen im Wasser löslichen Salze dieser Gattung, alle übrigen

aber werden auflöslich, wenn man ihnen einen Säureüberschuß zufügt. Gießt man z. B. in Baryt-, Strontian- oder Kalk-Wasser Phosphorsäure, so bildet sich anfänglich ein Niederschlag, der sich in überschüssig zugefügter Säure endlich wieder auflöst.

Am meisten Verwandtschaft zur Phosphorsäure haben von allen Basen unter Vermittlung des Wassers der Baryt, der Strontian und der Kalk, weil sie die Auflösungen von phosphorsauerm Kali, Natrum und Ammoniak trüben. Das Kali, Natrum und Ammoniak ihrerseits bemächtigen sich jedoch auch eines Theils der Säure aus neutralem phosphorsauern Baryt, Strontian und Kalk, und verwandeln diese in basische Salze.

Alle etwas starken Säuern zersetzen die neutralen phosphorsauern Salze zum Theil und verwandeln sie in saure Salze. Da nun alle sauern phosphorsauern Salze auflöslich sind, und dieß auch fast bei allen übrigen sauern Salzen der Fall ist, so folgt daraus, daß man mit Hilfe der Phosphorsäure alle phosphorsauern Salze auflösen kann, und daß solche auch durch beinahe alle andern Säuren aufgelöst werden können. Die Salpetersäure löst alle phosphorsauern Salze auf. Die Schwefelsäure scheidet die Phosphorsäure vollkommen aus ihren Baryt- und Bleisalzen.

978. Natürliches Vorkommen. Man findet in der Natur eilf phosphorsaure Salze, nämlich die von Kalk, Blei, Eisen, Magnesia, Ammoniack und Magnesia, Kali, Mangan und Eisen, Thonerde, Kupfer und Uran. Nur der phosphorsaure Kalk kommt in bedeutender Menge vor; er bildet mit Gallerte, kohlensaurem Kalk und etwas phosphorsaurer Magnesia die Knochen aller Thiere. In Spanien bestehen ganze Hügel bei Logrosan daraus.

979. Bereitung. Man erhält das phosphorsaure Kali und Natrum, indem man in eine Auflösung von saurem phosphorsaurem Kalk kohlensaures Kali oder Natrum gießt. Aus dem löslichem phosphorsauern Kali oder Natrum erhält man durch Doppelzersetzung das Baryt- und Blei-Salz, will man aber die übrigen phosphorsauern Salze mittelst desselben Verfahrens bereiten, so fällt ein anderthalb

phosphorsaures Salz nieder. Um diese Salze aber neutral zu erhalten, muß man zu besondern Kunstgriffen seine Zuflucht nehmen, die wir später erwähnen wollen, wenn jene besonders abgehandelt werden.

Pyrophosphorsaure Salze. (Pyrophosphates.)

980. Engelhart beobachtete, daß die Phosphorsäure das Eyweiß fällte, während Berzelius und fast alle Chemiker das Gegentheil annahmen. Bei aufmerksamer Untersuchung dieser Thatsache fand Engelhart, daß diese Fällung nur erzeugt würde durch frisch geglühte aufgelöste Phosphorsäure, während dieselbe nach einiger Zeit diese Eigenschaft aber wieder verliert.

Clark entdekte ferner, daß das geglühte phosphorsaure Natrum besondere Eigenschaften besitze, und Gay-Lussac überzeugte sich, daß diesen merkwürdigen Modifikationen dieselbe Ursache zum Grunde läge, wie der vorerwähnten Erscheinung *). Man erhält also mit frisch geglühter Phosphorsäure pyrophosphorsaure Salze, welche sich wesentlich von den gewöhnlichen unterscheiden. Diese pyrophosphorsauern Salze lassen sich durch Glühen der gewöhnlichen darstellen.

Die pyrophosphorsauern Salze behalten ihre Eigenschaften länger bei als die Pyrophosphorsäure selbst. Scheidet man die Säure aus den pyrophosphorsauern Salzen, so besitzt sie dieselben Eigenschaften, wie die frisch geglühte Phosphorsäure und besitzt auch wahrscheinlich deren Unbeständigkeit.

Pyrophosphorsaures Natrum in eine Auflösung von salpetersauerm Silber gegossen, erzeugt einen weißen Niederschlag und die Flüssigkeit bleibt neutral. Das gewöhnliche phos-

*) Weitere Untersuchungen über diesen höchst interessanten Gegenstand stellte Stromeyer an. (Schweiggers Jahrbuch d. Ch. u. Ph. 1830. Bd. 1. S. 125.) Bemerkungen über Körper, welche gleiche Zusammensetzung, aber ungleiche Eigenschaften besitzen, theilte Berzelius mit in Poggendorffs Annalen d. Ch. u. Ph. Bd. 19. S. 326. A. u. E.

phorsaure Salz erzeugt dagegen einen gelben Niederschlag, der aus zwei Drittel phosphorsauerm Silber besteht, und die Flüssigkeit bleibt folglich sauer in diesem Falle. Bei 350° C. verliert das krystallisirte pyrophosphorsaure Natrum, welches seiner Form nach von dem gewöhnlichen verschieden ist, seinen ganzen Krystallwassergehalt. Bei derselben Temperatur hält das gewöhnliche phosphorsaure Natrum noch ein Atom Wasser zurück; es verliert dieses auch in der Rothglühhitze und geht in pyrophosphorsaures über.

Werden die pyrophosphorsauern Salze in Wasser aufgelöst und wiederhohlt krystallisirt, so verwandeln sie sich dadurch nicht in gewöhnliche phosphorsaure Salze.

Läßt man ferner eine Auflösung gewöhnliches phosphorsaures Salz eine Zeit lang kochen, so krystallisirt dieß ganz eigenthümlich und behält nun diese Eigenschafe hartnäckig bei.

Man hat demnach die gewöhnlichen, die gekochten und die pyrophosphorsauern Salze, mithin für dieselben Salze drei, durch ihre bleibenden Eigenschaften von einander verschiedene Reihen, in welchen der Einfluß der durch eine einfache chemische Einwirkung erzeugten, besondern Anordnung der kleinsten Theilchen sich nicht verkennen läßt. In diesen drei Salzreihen bleibt die chemische Zusammensetzung des trocknen Salzes dieselbe und nur der Krystallwassergehalt ändert sich. Anderntheils wirken aber auch die gewöhnlichen phosphorsauern Salze chemisch verschieden von den pyrophosphorsauern, und dieses Verhalten mit dem Vorigen zusammen genommen, ist gewiß eine der merkwürdigsten Entdeckungen der neuern Chemie.

Noch hat man nichts Ähnliches an den geglühten arsenikſauern Salzen beobachtet, aber die gekochten Salze dieser Gattung besitzen Eigenschaften, die viele Ähnlichkeit mit dem Verhalten der auf gleiche Weise behandelten phosphorsauern hat.

Phosphorichtsaure Salze. (Phosphites.)

981. Zusammensetzung. In den neutralen, phosphorichtsauern Salzen verhält sich die Sauerstoffmenge des

Oxydes zu der der Säure wie 2 : 3 und sie bestehen demnach aus

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 1\,\text{At. Phosphor} \\ 1\tfrac{1}{2}\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Im Feuer zeigen sie ein verschiedenes Verhalten, je nachdem sie neutral, sauer oder basisch sind. Wirft man sie auf glühende Kohlen, so erzeugen die sauern eine schöne gelbe Flamme, die neutralen aber bringen eine schwächere und die basischen eine noch minder intensive Flamme hervor. In verschlossenen Gefäßen erhitzt, entbinden die basisch phosphorichtsauern Salze Phosphorwasserstoffgas, etwas Phosphor und es bleibt ein röthlich gelber Rückstand, der ein in Säuren lösliches basisches phosphorsaures Salz ist.

Fast alle phosphorichtsauern Salze sind unauflöslich; die von Baryt und Strontian sind etwas löslich und fähig zu krystallisiren; phosphorichtsaures Kali, Natrum und Ammoniak sind dagegen sehr auflöslich im Wasser und zerfließen sogar an der Luft; in Alkohol lösen sie sich jedoch nicht auf.

In der Natur findet sich kein phosphorichtsaures Salz, und man erhält sie nur durch direkte Verbindung der Phosphorsäure mit den Basen.

Arsenikſaure Salze. (Arseniates.)

982. Zusammensetzung. In den phosphorsauern Salzen verhält sich der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure wie 2 : 5; auf gleiche Weise verhält es sich auch bei den arsenikſauern Salzen. Sie bestehen aus

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 1\,\text{At. Arsenik} \\ 2\tfrac{1}{2}\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Die doppeltarsenikſauern Salze enthalten für dieselbe Menge Basis zweimal so viel Säure; es giebt auch anderthalb, so wie basische arsenikſaure Salze.

983. Alle arsenikſauren Salze ſchmelzen bei mehr oder minder hoher Temperatur, oder fangen wenigſtens an in Schmelzung überzugehen. Die am meiſten ſchmelzbaren ſind das arsenikſaure Kali und Natrum. Nur ſehr wenige Salze dieſer Gattung werden im Feuer zerſetzt, und vorzugsweiſe nur ſolche, deren Oxyde für ſich ſchon leicht zu reduziren ſind, oder die, welche in eine höhere Oxydationsſtufe übergehen können.

Glüht man arsenikſaure Salze mit Kohle, ſo wird die Säure reduzirt, und auch die Baſis, wenn ſolche für ſich allein mit Kohle reduzirbar iſt. Iſt eine ſtarke Hitze zur Reduktion nöthig, ſo erhält man Kohlenſäure, Kohlenoxyd und Arsenik oder ſtatt deſſen auch ein Arsenikmetall; hat man dagegen nur niedrigere Temperatur angewendet, ſo erhält man kein Kohlenoxyd, aber Kohlenſäure und zum Theil freies, zum Theil mit dem Metall des Oxydes verbundenes Arsenik.

Noch hat man durch Verſuche nicht nachgewieſen, wie die übrigen brennbaren nicht metalliſchen Körper auf die arsenikſauern Salze wirken; aus der Wirkung der Kohle läßt ſich aber ſchließen, daß der Waſſerſtoff, das Bor, der Phosphor und der Schwefel ſie gleichfalls bei einer mehr oder minder hohen Temperatur zerſetzen; die Produkte laſſen ſich in dieſen Fällen auch mit ziemlicher Gewißheit voraus beſtimmen.

Das arsenikſaure Kali, Natrum und Ammoniak iſt ſehr auflöslich; die übrigen und beſonders das arsenikſaure Wismuth ſind es nur in überſchüſſiger Arsenikſäure.

Bildet die Schwefelſäure mit der Baſis eines arsenikſauren Salzes ein unauflösliches Salz, ſo zerſetzt ſie daſſelbe entweder bei gewöhnlicher oder etwas erhöhter Temperatur. Ein ganz anderes Verhalten zeigt ſich, wenn man die Schwefelſäure bei Rothglut einwirken läßt, denn dann wird ſie ſelbſt aus ihren feſteſten Verbindungen durch die Arsenikſäure ausgetrieben; man bemerkt dieß, wenn man ein Gemenge von ſchwefelſauerm Kali und Arsenikſäure mit einander glüht: es bildet ſich dann ſchweflichte Säure, Sauerſtoff und arsenikſaures Kali.

Die Phosphorsäure, Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure, Fluorwasserstoffsäure, und Jodwasserstoffsäure wirken im liquiden Zustand fast auf alle arseniksauren Salze; sie lösen sie sammt der Basis, mit der sie lösliche Salze bilden können, auf und es entstehen dann sauere arseniksauere Salze.

Gießt man die Auflösung des neutralen arseniksauren Kalis, Natrums oder Ammoniaks in eine gleichfalls neutrale Barytauflösung, so fällt neutraler arseniksaurer Baryt nieder; wendet man dagegen andere auflösliche Neutralsalze an, so erhält man stets ein unlösliches basisches arseniksaures Salz und andererseits ein auflösliches saures Salz.

984. Natürliche arseniksaure Salze kennt man bis jetzt fünf, nämlich: das arseniksaure Eisen, Kupferoxyd, Kobaltoxyd, Nickeloxyd und Bleioxyd. *) Das arseniksaure Eisen ist sehr selten, dagegen findet man das Kobaltsalz häufiger; es kommt nicht blos in den Kobalt- sondern auch in den Kupfer- und Silbergruben vor.

Die löslichen arseniksauren Salze kann man direkte bereiten durch Vereinigung der Arseniksäure mit Basen; man bedient sich jedoch eines minder kostspieligen Verfahrens, indem man nämlich salpetersaures Kali oder Natrum mit arsenichter Säure glüht, wodurch arseniksaures Kali oder Natrum entsteht. Die unauflöslichen arseniksauern Salze verschafft man sich durch doppelte Wahlverwandtschaft. Das Glühen der arsenichten Säure mit Salpeter wird in gußeisernen Cylindern vorgenommen, wobei sich aber zugleich Arsenikeisen in Form von gelben schwefelkiesähnlichen Blättchen bildet.

Arsenichtsaure Salze. (Arsenites.)

985. Die Sauerstoffmenge des Oxydes verhält sich zu der der Säuren in diesen Salzen wie 2 : 3 und sie bestehen aus:

---

*) Wir fügen noch ein sechstes hinzu, nämlich den arseniksauern Kalk (Pharmakolith). A. u. E.

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 1\,\text{At. Arsenik} \\ 1\tfrac{1}{2}\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Die arsenichtsauern Salze zeigen, wenn man sie in verschlossenen Gefäßen erhitzt, ein sehr verschiedenes Verhalten; bald wird die Säure daraus frei und das Oxyd bleibt zurück, bald zersetzt sich ein Theil der Säure, indem sich einerseits Arsenikſäure, anderseits metallisches Arsenik bildet, Die alkalischen arsenichtsauren Salze gehören hierher.

Die einfachen brennbaren Körper, welche die arsenichtsauern Salze zersetzen, wirken auf die arsenichtsauren schon bei niedrigerer Temperatur und zersetzen sie leichter, indem sie übrigens dieselben Produkte geben.

Sehr auflöslich sind unter allen übrigen arsenichtsauern Salzen das arsenichtsaure Kali, Natrum und Ammoniak; der arsenichtsaure Kalk, Baryt und Strontian ist nur in einem großem Überschuß dieser Basen oder der arsenichten Säure selbst auflöslich.

Diejenigen Basen, welche die meiste Tendenz haben, sich unter Mitwirkung des Wassers mit der arsenichten Säure zu verbinden sind der Baryt, der Strontian und der Kalk; hierauf folgen das Lithion, das Kali, das Natrum und das Ammoniak.

Bringt man die Schwefelsäure, Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure, Phosphorsäure rc. in Berührung mit einem arsenichtsauren Salze, so wird dieses vollkommen zersetzt und es entsteht ein neues Salz; die frei werdende arsenichte Säure löst sich zuweilen in überschüßig angewendeter Säure auf. Da die arsenichte Säure eine schwache Säure ist, so spielt sie zuweilen die Rolle einer Basis; so löst z. B. die Salpetersäure dieselbe auf, allein beim Abdampfen, setzt sie sich zum Theil wieder daraus ab, während ein andrer Theil in Arsenikſäure übergeht.

Die Schwefelwasserstoffsäure wirkt auf die arsenichtsauern Salze der zweiten Abtheilung nicht, sie zersetzt aber fast alle die der übrigen Abtheilungen.

Bis jetzt hat man nur das arsenichtsaure Blei in der Natur gefunden. Das arsenichtsaure Kali und Natrum bereitet man durch direkte Verbindung der Säure mit diesen Basen. Man nimmt die Operation in einem Glaskolben vor, indem man einen Überschuß von arsenichter Säure mit Kali darin ¼ Stunde kocht, von Zeit zu Zeit umschüttelt, nachher filtrirt und abdampft.

Borsaure Salze. (Borates.)

986. Nach Berzelius sind die borsauern Salze so zusammengesetzt, daß deren Säure sechsmal so viel Sauerstoff enthält als ihre Basis; sie bestehen demnach aus

1 At. Basis = { 1 At. Metall, 1 At. Sauerstoff }

2 At. Säure = { 4 At. Bor, 6 At. Sauerstoff }

Es giebt auch doppelt borsaure Salze, so wie anderthalb und dreifach basische Salze dieser Gattung.

Die borsauern Salze werden im Feuer nicht verändert, so stark auch die Hitze seyn mag. Nur diejenigen, deren Oxyde durch die Wärme reduzirt werden, sind zersetzbar, weil die Borsäure für sich allein feuerbeständig und unveränderlich ist. Sobald keine Zersetzung möglich ist, so verglasen sich die borsauern Salze und zwar um so leichter, wenn das Oxyd selbst schon schmelzbar ist.

Da die Borsäure durch die einfachen brennbaren Körper nicht zersetzt wird, so folgt daraus, daß die borsauren Salze gleichfalls nur sehr schwierig eine Zersetzung durch diese Körper erleiden, wenn zugleich das Metall und das Bor wenig Neigung haben sich mit einander zu verbinden; haben dagegen die Basen wenig Verwandtschaft zu der Borsäure, so kann auch der Fall eintreten, daß diese Basen allein zersetzt werden durch den brennbaren Körper. So wird z. B. das borsaure Kupfer durch Kohle, Wasserstoff ꝛc. zersetzt, weil diese das Kupferoxyd reduziren, während dann die Borsäure frei wird; behandelt man dagegen borsaures Eisen mit Wasserstoff, so erhält man Boreisen.

Die Kohle scheint sogar fähig zu seyn das boraxsaure Natrum zu reduziren, indem sich dabei entweder freies Bor oder Bornatrium bildet.

Fast alle borsauern Salze sind unauflöslich und nur das borsaure Kali, Natrum, Ammoniak und Lithion werden vom Wasser in ziemlicher Menge aufgelöst. Gewisse borsaure Salze lösen sich in einem Säureüberschuß auf.

Hinsichtlich ihrer Verwandtschaft zur Borsäure bei Mitanwesenheit des Wassers scheinen die Basen in nachstehender Ordnung auf einander zu folgen: Baryt, Strontian, Kalk behaupten den ersten Rang, Kali und Natrum den zweiten, und darauf folgen dann Ammoniak, Magnesia rc.

In der Siedhitze oder noch darunter werden die borsauern Salze fast durch alle Säuren zerlegt, nur die schwächsten nämlich die Kohlensäure rc., sind davon ausgenommen. Man bereitet z. B. die Borsäure, indem man eine Auflösung von borsauerm Natrum in Wasser durch Schwefelsäure zersetzt. Auf trocknem Wege, d. h. in höherer Temperatur kann nur die Phosphorsäure die borsauern Salze zersetzen.

Es ist kaum zu bemerken nöthig, daß die auflöslichen borsauren Salze durch diejenigen löslichen Salze zersetzt werden, deren Oxyde ein unauflösliches borsaures Salz bilden können. (912.)

Zwei borsaure Salze kommen in der Natur vor, nämlich das borsaure Natrum oder der käufliche Borax und die borsaure Magnesia, welche die Mineralogen Borazit nennen. Den Borax findet man hauptsächlich in verschiedenen Seeen von Thibet, mit einer fetten Substanz vermengt. Mehrere Mineralien enthalten Borsäure, aber in so geringer Menge, daß dieselbe nur als zufälliger Gemengtheil erscheint. Den Borax gewinnt man aus den indischen Seeen, ferner bereitet man ihn durch direkte Vereinigung der in Toskana vorkommenden Borsäure mit kohlensauerm Natrum. Alle übrigen borsauern Salze können durch Verbindung der Basis mit Borsäure erhalten werden und die unauflöslichen stellt man durch doppelte Wahlverwandtschaft dar. Es ist übrigens schwer sie immer auf eine gleiche Weise zusammen-

gesetzt zu erhalten, da die unlöslichen borsauern Salze offenbar einen Theil ihrer Säure dem Wasser abtreten, womit sie ausgesüßt werden.

Kohlensaure Salze. (Carbonates.)

987. Die Sauerstoffmenge der Basis verhält sich in den kohlensauern Salzen zu der der Säure wie 1 : 2 und sie bestehen demnach aus

$$\text{Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$\text{Säure} = \begin{cases} 2\,\text{At. Kohlenstoff} \\ 2\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Es giebt auch anderthalb, doppelt, zwei Drittel und halb kohlensaure Salze.

Der neutrale kohlensaure Baryt, das kohlensaure Kali und Natrum sind die einzigen kohlensauern Salze, welche im Feuer nicht zersetzt werden; kohlensaurer Strontian und Kalk erfordern zu ihrer Zersetzung eine sehr hohe Temperatur, dagegen sind kohlensaure Magnesia, kohlensaures Zink, Eisen und Mangan bei weitem leichter als jene zu zersetzen. Alle übrigen kohlensauern Salze zersetzen sich schon in einer Temperatur, welche die Rothglut noch nicht erreicht. Die Kohlensäure entbindet sich dann als Gas, während die Oxyde frei zurück bleiben. Das Eisen- und Manganoxydul jedoch entbinden beim Glühen Kohlenoxydgas, indem diese Oxydule der Kohlensäure eine Atom Sauerstoff entziehen und in Oxyde übergehen. Die Zersetzung der kohlensauern Salze findet übrigens nur statt, wenn sie keinem Drucke unterworfen sind, denn durch den berühmten Versuch von Hill wurde gezeigt, daß z. B. der kohlensaure Kalk in dicken eisernen Röhren eingeschlossen schmilzt, ohne sich zu zersetzen.

Diejenigen kohlensauern Salze, welche durch die Hitze allein nicht zersetzt werden, können mit Hilfe des darüber streichenden Wasserdampfes in dunkler Rothglut zerlegt werden. Man kann dieses beweisen, indem man die fraglichen Salze in ein kleines Platinschälchen bringt und dasselbe

in eine Porzellanröhre setzt, die man glüht und wodurch man zu gleicher Zeit Wasserdämpfe streichen läßt.

988. Die brennbaren nicht metallischen Körper wirken bei gewöhnlicher Temperatur nicht auf die trocknen kohlensauern Salze; in der Wärme dagegen zeigen sie eine sehr verschiedene Einwirkung. Kann das angewendete kohlensaure Salz schon durch eine Hitze zersetzt werden, welche die Rothglut noch nicht erreicht, so entbindet sich die Säure daraus ohne eine Veränderung zu erleiden. Kann aber das kohlensaure Salz die Rothglühhitze vertragen, so bemächtigen sich der Wasserstoff, das Bor, der Kohlenstoff und der Phosphor entweder eines Theils, oder des ganzen Sauerstoffgehaltes der Kohlensäure und es bilden sich verschiedene Produkte nämlich: aus Wasserstoff und kohlensaurem Baryt, Kali oder Natrum, Kohlenoxydgas und die Hydrate dieser Basen; aus Wasserstoff und kohlensauerm Strontian und Kalk, Wasser, Kohlenoxydgas und Strontian oder Kalk; aus Kohle und irgend einem dieser kohlensauern Salze, Kohlenoxydgas und das freie Oxyd des Salzes; aus Phosphor und Bor und einem dieser kohlensauern Salze, Kohlenoxydgas oder Kohlenstoff und ein phosphorsaures oder borsaures Salz.

Das Chlor unter Mitwirkung des Wassers wirkt auf die kohlensauern Salze wie auf ihre Basen selbst und die Kohlensäure wird frei.

Die Metalle der dritten Abtheilung zersetzen die Säure des kohlensauern Baryt's, Kali's und Natrums und wahrscheinlich auch des Strontians und Kalks und verwandeln sie in Kohlenoxydgas.

989. Das Wasser löst nur vier kohlensaure Salze auf, nämlich das kohlensaure Kali, Natrum, Ammoniak und Lithion und selbst dieses letztere ist nur wenig löslich. Andere kohlensaure Salze dagegen lösen sich mit Hilfe überschüssiger Kohlensäure im Wasser auf; hierher gehören der kohlensaure Kalk und die Magnesia. Der saure kohlensaure Kalk findet sich sehr häufig in den Säuerlingen, aber schon durch den Kontakt mit der Luft und bei gewöhnlicher Temperatur entbindet sich der Säureüberschuß in Folge seiner Elastizität und das neutrale kohlensaure Salz setzt sich dann zu Boden. Daher

rühren die Ablagerungen oder Inkrustirungen von kohlensauerm Kalk auf Körpern, welche stets mit solchen Wassern in Berührung sind.

Die Kohlensäure bleibt in hoher Temperatur verbunden mit Kali und Natrum, nicht aber mit Kalk und Strontian, indessen trübt doch das Kalk- und Strontianwasser die Auflösungen von kohlensaurem Kali und Natrum. Demnach wäre die Ordnung, in welcher die Basen hinsichtlich ihrer Verwandtschaft zu der Kohlensäure auf einander folgten diese: Kalk, Strontian, Baryt, Lithion, Kali und Natrum.

Ein wesentlicher Charakter der kohlensauern Salze ist noch, daß sie sämmtlich bei gewöhnlicher Temperatur durch alle Säuern und vorzüglich durch die im Wasser aufgelösten, selbst durch Schwefel- und Selen-Wasserstoffsäure zersetzt werden. Die Kohlensäure entbindet sich mit mehr oder minder starkem Aufbrausen.

990. In der Natur findet man zwölf kohlensaure Salze, nämlich die von Kalk, Eisenoxydul, Natrum, Kali, Kupferoxyd, Blei, Zink, Baryt, Strontian, Magnesia, Mangan und den Dolomit oder das kohlensaure Doppelsalz von Kalk und Magnesia. Der kohlensaure Kalk ist außerordentlich häufig in der Natur; er bildet den Marmor, die Kreide, den dichten Kalkstein ꝛc. und man findet ihn in den ältesten, so wie in den jüngsten Gebirgsformationen. Er macht gewöhnlich auch einen Bestandtheil des kultivirten Bodens aus.

Das kohlensaure Eisen, obgleich minder häufig als der kohlensaure Kalk, findet sich doch noch in ziemlich bedeutenden Massen in Stöcken oder Gängen mitten in ältern Gebirgsformationen. Es kommt auch nieren- oder nesterweise in größern zusammengehäuften Massen oder in dünnen Schichten im Steinkohlengebirge vor. Fast alle englischen Eisensteine bestehen daraus, auch in den Steinkohlengruben zu St. Etienne in Frankreich findet man das Eisen auf diese Weise.

Die übrigen natürlichen kohlensauern Salze wollen wir bei Betrachtung der einzelnen Arten näher kennen lernen.

Da alle kohlensauern Salze mit Ausnahme von dreien unauflöslich sind, so erhält man sie durch doppelte Wahlverwandtschaft. Das kohlensaure Blei, bekannt unter dem Na-

men von Bleiweiß wird jedoch durch ein besonderes Verfahren bereitet, welches später ausführlich erwähnt werden wird. Eben so ist die Bereitung des kohlensauern Kalis und Natrums weiter unten in besondern Kapiteln abgehandelt.

Kieselsaure Salze. (Silicates.)

991. In den neutralen kieselsauern Salzen verhält sich nach Berzelius Annahme der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure wie 1 : 3. In Folge der Resultate, welche wir früher schon hinsichtlich des Kiesel-Chlorides und Fluorides angeführt haben und nach andern über die künstlichen Silicate oder kieselsauern Salze beobachteten Thatsachen, ist es wahrscheinlicher, daß die Sauerstoffmenge der Basis zu der der Säure in den neutralen Salzen sich wie 1 : 4 verhält. Da man jedoch noch keine Gewißheit über diesen Gegenstand hat, so nehmen wir der Bequemlichkeit wegen mit Beudant dieses Verhältniß wie 1 : 1 an, und man hätte dann in diesen Salzen

$$1\,\text{At. Basis} = \begin{cases} 1\,\text{At. Metall} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

$$1\,\text{At. Säure} = \begin{cases} 1\,\text{At. Kiesel} \\ 1\,\text{At. Sauerstoff} \end{cases}$$

Die kieselsauern Salze haben übrigens sehr verschiedene Sättigungsgrade.

Merkwürdig ist es, daß die Natur, welche so viele Salze dieser Gattung aufzuweisen hat, nur zwei darbietet, die nach unserer Ansicht neutral sind; es ist dieß die kieselsaure Berylleerde, die sich im Smaragd vorfindet und der kieselsaure Baryt, im Harmotom. Unter allen bekannten Silicaten sind dieß die einzigen, welche hinsichtlich ihrer Sättigung dem gewöhnlichen Glase gleichen; es ist dieß auch einer der Hauptgründe, welcher uns bestimmte, eine Bezeichnung zu gebrauchen, welche ohne irgend ein Vorurtheil damit zu verbinden, bloß die durch die Erfahrung bestimmten Verhältnisse ausdrückt. Einige Beispiele mögen die für die Bezeichnung der Zusammensetzung der Silicate gebrauchten Methode er-

läutern, die übrigens noch den Vortheil hat, mit Berzelius's mineralogischen Formeln oder Zeichen übereinzustimmen.

Einfach-kieselsaure Salze. In den so bezeichneten Salzen verhält sich der Sauerstoff der Basis zu dem der Säure wie 1 : 1; diese kommen sehr häufig in der Natur vor. Die kieselsaure wasserhaltige Magnesia oder der Marmolith, das hydratische kieselsaure Zink, das hydratische kieselsaure Mangan, die kieselsaure Zirkonerde oder der Zirkon gehören hierher.

Doppelt-kieselsaure Salze. Der Sauerstoffgehalt der Kieselerde ist darin doppelt so groß als der der Basis. Diese finden sich bei weitem am häufigsten vor. Der doppelt-kieselsaure Kalk oder Wollastonit, die doppelt kieselsaure Magnesia (Pyrallolith), das rothe doppelt-kieselsaure Mangan, das zweifach kieselsaure Kupfer (Dioptas) ꝛc. zeigen diesen Sättigungsgrad. Von den künstlichen kieselsauern Salzen ist das Bouteillen-Glas hierher zu zählen.

Dreifach kieselsaure Salze. Dieß sind die neutralen kieselsauern Salze Berzelius's. Man kennt deren zwar viele, allein doch bei Weitem weniger als von den vorhergehenden. Hierher gehören: die dreifach kieselsauern Salze von Kalk, von wasserhaltiger Magnesia (Speckstein), von hydratischem Eisenoxydul (Chloropal) und endlich von Thonerde oder der fette Töpferthon. Dieser Sättigungsgrad findet sich noch häufiger in den so vielfach in der Natur vorkommenden kieselsauern Doppel- oder Tripel-Salzen.

Vierfach-kieselsaure Salze. Die weißen Gläser, das Krystallglas, Flintglas und der Straß sind Verbindungen dieser Art. Unter den natürlichen Silicaten findet sich kein einziges, welches bloß daraus bestünde, allein man kennt Mineralien, welche aus zwei verschiedenen kieselsauern Salzen zusammengesetzt sind, und wovon das Eine ein vierfaches Silicat ist. Hierher gehört der Smaragd, der ein Atom vierfach kieselsaure Beryllerde und zwei Atome doppelt kieselsaure Thonerde enthält; ferner der Harmotom, welcher aus einem Atom vierfach kieselsauerm Baryt, vier Atomen kieselsaurer Thonerde und sechs Atomen Wasser besteht.

Sechsfach-kieselsaure Salze. Diese kommen nur in Verbindung mit andern Silicaten, nie aber allein vor. Der Apophyllit enthält sechsfach kieselsaures Kali, der Petalith sechsfach kieselsaures Lithion und der Sphen sechsfach kieselsauern Kalk. Diesen Sättigungsgrad der Kieselsäure findet man nur selten in der Natur; das Glas mit einfacher alkalischer Basis scheint auch zur Bildung desselben geneigt zu seyn.

Doppelt-basische oder halb kieselsaure Salze. Der Cyanit, ein Thonerdesilicat liefert hierzu ein Beispiel; dieser Sättigungsgrad kommt übrigens sehr selten vor.

Drittel-, viertel- und sechstel-kieselsaure Salze. Diese Verbindungen sind selten oder noch zweifelhaft, sowohl als Verbindungen für sich oder als zusammengesetzte Silicate.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß fast alle bekannten kieselsauern Salze sich in die vier ersten Gruppen einreihen lassen.

992. Im Feuer äußern alle Silicate das Bestreben zu schmelzen; sehr häufig schmilzt das kieselsaure Salz bei einer höhern Temperatur vollkommen und diese Eigenschaft der Kieselerde wird in der Metallurgie vortheilhaft benützt. Die kieselsauern Salze spielen dann bei diesen großartigen Operationen dieselbe Rolle wie der Borax in den Laboratorien. Bei der Verfertigung der Ziegel oder der Töpferwaaren benützt man die Eigenschaft anderer Silicate, im stärksten Feuer blos zusammen zu backen, ohne in den Fluß zu kommen.

Alle Silicate können mit Hilfe des Newmannischen Knallgebläses geschmolzen werden; im Essenfeuer aber sintern zwei der schwer schmelzbarsten nur zusammen, nämlich die kieselsaure Thonerde und kieselsaure Magnesia.

Es ist klar, daß der Sättigungszustand der Silicate auf ihre Schmelzbarkeit einen großen Einfluß hat, allein noch hat man wenig genaue Resultate darüber aufzuweisen. Es scheint übrigens als ob die einfachen oder doppelt-kieselsauern Salze am leichtesten schmelzen; aus den im Folgen-

den angeführten Beispielen scheint dieß wenigstens hervorzugehen.

Probirte Gemenge.		Ungefähr entsprechender Sättigungszustand.	Wirkung des Feuers.
1 Th. Kieselerde	1 Th. Kalk	Doppelsilicat	schmilzt.
1 „ dergl.	2 „ desgl.	einfaches Silicat	backt zusammen.
2 „ dergl.	1 „ desgl.	vierfaches Silicat	desgl.
1 „ dergl.	1 „ Thonerde	einfaches Silicat	desgl.
1 „ dergl.	2 „ dergl.	Halbsilicat	bleibt pulverförm.
2 „ dergl.	1 „ dergl.	Doppelsilicat	desgl.

Die Schmelzbarkeit der kieselsauern Salze hängt größtentheils von der ihrer Basen ab; demnach sind die schmelzbarsten die von Blei, Wismuth, Kali und Natrum; die am schwersten schmelzbaren sind dagegen solche, welche durch unschmelzbare Oxyde gebildet werden, wie die Thonerde und Magnesia. Die Kieselsäure und Magnesia verhalten sich im Feuer gerade wie die Kieselsäure und Thonerde.

993. Die im Feuer unschmelzbaren Silicate, nämlich die von Thonerde und Magnesia, vermindern jedoch in demselben ihr Volumen mehr oder minder beträchtlich. Auf diese Eigenschaft ist das Pyrometer von Wedgwood gegründet. Indem man nämlich annahm, daß diese Zusammenziehung mit der steigenden Temperatur regelmäßig zunimmt, so konnte man dieß als ein sehr zweckmäßiges Mittel zur Bestimmung hoher Temperaturen betrachten. Allein man hat die Unrichtigkeit dieser Annahme nachgewiesen, und gezeigt, daß die Zusammenziehung dieser Silicate nicht regelmäßig mit der Temperatur sich vermehrt, und daß übrigens die Länge der Zeit, während welcher sie dem Feuer ausgesetzt sind, merklichen Einfluß darauf hat. Vielleicht hat man aber doch mit Unrecht den Gebrauch des Wedgwoodschen Pyrometers ganz verworfen. Wenn irgend ein Pyrometer in den Künsten angewendet werden kann, so ist es wahrscheinlich, daß dieser noch am besten einem solchen Zwecke entspricht. Indessen weiß man auch, daß alle im Feuer zu behandelnden Stoffe selbst als Pyrometer dienen, indem sie gewisse Merkmale zeigen, die durch einige Übung sich leicht erkennen lassen.

994. Die Silicate, welche zwei oder mehrere Basen enthalten, sind gewöhnlich schmelzbar. Alle diejenigen, wel-

che im Feuer schmelzen, können auch durch langsames Erkalten zum Krystallisiren gebracht werden, und durch diese Eigenschaft wird man in den Stand gesetzt, mehrere Mineralspezies zu erzeugen.

Die Silikate von Kali und Natrum verlieren im Feuer einen Theil ihrer Basis, bis sie einen Sättigungszustand erreicht haben, der noch nicht genau ausgemittelt worden. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie, so lange sie nicht in vierfach-kieselsaure Salze übergegangen sind, noch einen Theil ihrer Basis fahren lassen.

995. Das kieselsaure Kali und Natrum ist im Wasser auflöslich; als einfaches, doppeltes, selbst als dreifaches Silicat lösen sich diese im kalten Wasser auf und deliquesziren sogar. Als sechsfache Silicate jedoch werden sie vom kalten Wasser kaum mehr angegriffen, obgleich sie sich im kochenden Wasser noch auflösen.

Die Silicate mit alkalischer Basis vereinigen sich mit den kieselsauern Erden und Metalloxyden und bilden Verbindungen, welche weniger vom Wasser angegriffen werden als die reinen kieselsauern Alkalien, allein das siedende Wasser löst doch einen Theil des alkalischen Silicates davon auf. Dieses Verhalten zeigt sich bei dem gewöhnlichen Glase, denn Scheele bewieß durch Versuche, daß wenn reines Wasser lange Zeit in Glas gekocht wird, es ein kieselsaures Alkali daraus auflöst, während der kieselsaure Kalk sich als weißer Niederschlag zu Boden setzt. Wird das Glas sehr fein pulverisirt, so wirkt schon das kalte Wasser auf ähnliche Weise. Auch wenn man feines Glaspulver auf befeuchtetes Kurkumapapier bringt, färbt sich dieses augenblicklich braunroth in Folge der alkalischen Reaktion des kieselsauern Kali's oder Natrums, welches sich auflöst.

Alle kieselsauern Salze, mit Ausnahme des genannten kieselsauern Kali's und Natrums oder solcher zusammengesetzter Silicate, in welchen diese beiden einen Bestandtheil bilden, sind unauflöslich.

996. Die löslichen kieselsauern Salze werden in der Kälte schon durch die Säuren und sogar durch die Kohlensäure zersetzt; es bilden sich Kali und Natrumsalze, während

die Kieselerde als durchsichtige Gallerte sich absetzt. Auch die unlöslichen Silicate werden durch Säuren, aber nur durch die starken und konzentrirten zersetzt. Ist die Basis des Silicates unlöslich, so muß man gewöhnlich die Wärme zu Hilfe nehmen; ist es aber ein kieselsaures Salz mit alkalischer Basis, so findet die Wirkung schon bei gewöhnlicher Temperatur Statt. Die Kieselsäure sondert sich immer als gallertartige Masse aus; gewöhnlich ist jedoch die Einwirkung der Säure nur partiell, oder erfordert wenigstens lange Zeit, wenn sie vollständig erfolgen soll. Die Fluorwasserstoffsäure greift alle kieselsauern Salze an, indem sich Kieselfluoride und Verbindungen von Fluor mit dem Metall der Basis aus den Salzen bilden und so entstehen fast immer Doppelfluoride.

Die ätzenden und kohlensauern Alkalien wirken nur äusserst schwach auf die unlöslichen Silicate, wenn sie im aufgelösten Zustand angewendet werden; auf die aufgelösten Silicate wirken sie gar nicht. Wendet man dagegen Rothglühhitze an, so zersetzt das Kali oder Natrum, ja selbst beide im kohlensauren Zustand alle unauflöslichen Silicate, machen deren Basis frei und bilden kieselsaures Kali oder Natrum. Bei diesen Reaktionen muß stets ein Überschuß von genannten Alkalien angewendet werden, indem sich sonst zusammengesetzte Silicate bilden könnten. Mit Hilfe dieses Mittels werden gewöhnlich alle Silicate analysirt; man glüht sie in einem Platintiegel mit überschüssigem kohlensaurem Natrum. Die geschmolzene Masse wird durch Salzsäure behandelt, worin sie sich schnell unter Hinterlassung der Kieselerde auflöst, welche nicht davon angegriffen wird. Die Salzsäure bemächtigt sich hierbei sowohl der frei gewordenen Basen, als auch des Natrums aus dem neugebildeten kieselsauern Natrum. Die neuen in der Auflösung befindlichen Salze werden dann durch die in der chemischen Analyse üblichen Methoden vollends von einander geschieden.

997. Die alkalischen, so wie viele andere schmelzbare Silicate erhält man durch Zusammenschmelzen von Kieselerde mit reinen oder kohlensauern Basen. Die unauflöslichen Silicate können mit Hilfe doppelter Zersetzung dargestellt wer-

den, indem man in aufgelöste Salze eine Auflösung von kieselsauerm Kali gießt.

Die auf nassem Wege künstlich erzeugten Silicate sind noch wenig untersucht; wir werden später bei dem kieselsauerm Kali oder dem Wasserglase davon sprechen. (1398.)

Die natürlichen Silicate, welche so häufig und in großen Massen auf der Erdoberfläche vorkommen, bilden beinahe die Hälfte der uns bekannten Mineralien. Wenn gleich diese in einem vollständigen, umfassenden chemischen Werke beschrieben werden müssen, so ist dieß doch hier in einem der angewandten Chemie gewidmeten nicht erforderlich, indem wir bloß solche Species aufführen werden, von denen in den Künsten nützliche Anwendung gemacht wird; diese sollen dann bei den Basen näher betrachtet werden, welche in ihnen vorkommen.

Viertes Buch.

998. Wir wollen in diesem Buche diejenigen Metalle einer genauern Untersuchung unterwerfen, welche nach der angenommenen Eintheilung die zwei ersten Abtheilungen bilden, nämlich

Kalium	Magnesium
Natrium	Yttrium
Lithium	
	Alumnium
Barium	Beryllium
Strontium	Zirkonium
Calcium	Thorium

Wir werden sie in vorstehender Ordnug studiren, die deshalb die natürlichste zu seyn scheint, weil die Modifikationen, welche deren Eigenschaften erleiden, fast regelmäßig in dieser Reihe beim Übergang von einem Metall zu dem andern fortschreiten.

Bei Lithium, Yttrium, Beryllium, Zirkonium und Thorium werden nur die Haupteigenschaften erwähnt werden, weil man von diesen Metallen keine technische Anwendung macht. Hinsichtlich des Bariums, Strontiums und Magnesiums werden wir uns auch mit einer mehr allgemeinen Betrachtung begnügen, weil sie bis jetzt nur beschränkte und minder wichtige Anwendung fanden. Dagegen werden wir besondere Sorgfalt auf die Betrachtung des Kaliums, Natriums, Calciums und Alumniums verwenden, welche unter so mancherlei Formen in den Künsten äußerst nützlich sind.

Capitel I.

Kalium; Verbindungen desselben mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Selen, Phosphor, Stickstoff und Kohlenstoff; Kalisalze, welche durch nichtmetallische Mineralsäuern gebildet werden.

999. Als Metall ist das Kalium in den Laboratorien eben so wichtig, als es seine verschiedenen Salze für die Industrie sind. So wie das Kalium für den Chemiker eines der kräftigsten Agentien ist, so sind auch die Kalisalze bei der Bereitung des Alauns, des Salpeters, des Pulvers, des Glases, der Seife, der Bleichlauge und zuverschiedenen andern industriellen Zwecken unentbehrlich. Wir werden deshalb hierbei mehr ins Einzelne eingehen, als bei andern Metallen.

Kalium.

(Synon. Lat. Kalium. Franz. Potassium.)

1000. Nachdem Davy dieses Metall im Jahre 1807 entdeckt hatte, wurde es von ihm sowohl, als auch von Gay-Lussac und Thenard gründlich untersucht.

Das Kalium ist bei gewöhnlicher Temperatur starr, läßt sich aber demungeachtet leicht drücken und schneiden. Es ist bildsam und weich wie Wachs, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man es unter Steinöl mit den Fingern zu kneten sucht. Es besitzt einen vollkommenen Metallglanz und wenn man es unter Naphta schmelzt oder zerschneidet, so gleicht es im ersten Falle dem matten und im zweiten dem polirten Silber.

Sein spez. Gewicht ist bei 15° C. 0,865; es ist demnach leichter als Wasser und schwerer als Naphta. Im Bruche ist das Kalium krystallinisch; es leitet die Wärme und Elektrizität sehr gut. Bei 58° C. fängt es an flüssig zu werden. In einer mit Stickstoffgas erfüllten Glocke geht es bei anfangender Rothglühhitze in Dampf über, der schön grün gefärbt ist. Am Schlusse dieses Kapitels werden wir von der Bereitung des Kaliums sprechen.

Kaliumüberoxyd.

(Synon. Kaliumsuperoxyd. Lat. Kalium hyperoxydatum. Franz. Peroxide de potassium.)

1001. Das Kalium, wenn es in trockenes Sauerstoffgas gebracht wird, absorbirt dasselbe, verliert seinen Glanz und überzieht sich selbst bei gewöhnlicher Temperatur mit einer Oxydkruste. Steigert man die Temperatur, so ist die Wirkung so lebhaft, und die Wärmeerzeugung so groß, daß die Glasglocken immer zerspringen würden, wenn man das Kalium nicht in kleine Platinschälchen brächte. Zum Gelingen des Versuches ist nothwendig, daß der Sauerstoff im Überschuß vorhanden und das Kalium so lange erhitzt werde, bis die Absorption aufhört. Es bildet sich dann Kaliumüberoxyd.

Dieses Überoxyd ist grünlich gelb, schon unter der Rothglut schmelzbar, schwerer als Wasser und wird durch Hitze nicht verändert. Das Wasser zersetzt es und verwandelt es in Oxyd, was sich darin auflöst und in Sauerstoff, der sich entbindet. Auf gleiche Weise wirken die Säuren. Die meisten Körper, welche sich mit Sauerstoff verbinden können, entziehen dem Überoxyd einen Theil desselben, und bilden Produkte, die leicht vorherbestimmt werden können. Das Kaliumüberoxyd besteht aus:

1 At. Kalium	=	487,915
3 At. Sauerstoff	=	300,000
1 At. Überoxyd	=	787,915.

Kaliumoxyd.

(Synon. Kali, Pflanzenlaugensalz, fixes Pflanzenalkali. Lat. Kalium oxydatum, Alkali vegetabile. Franz. Protoxide de Potassium. Potasse.)

1002. Um diesen Körper rein zu erhalten, erhitzt man in einer gekrümmten Glasglocke 2 At. Kalium und 1 At. Überoxyd dieses Metalls, wodurch beide sodann in Oxyd sich verwandeln. Würde man Kalium im Überschuß anwenden, so müßte man das Produkt stark erhitzen, um es wieder zu entfernen. Auch kann man dieses Oxyd sich bereiten, indem man in trockne kalte Luft dünne Blättchen von Kalium bringt, und nach und nach Sauerstoff zutreten läßt, in dem Maaße als der der Luft absorbirt wird. Hat die Absorption aufgehört, so bringt man diese Blättchen in ein Platinnäpfchen, bringt dieses nun in eine mit Stickstoff gefüllte Glocke und erhitzt dann, um den kleinen Rückstand von Kalium, auf welchen der Sauerstoff vielleicht noch nicht eingewirkt haben könnte, zu verflüchtigen.

Das Kali ist weiß, sehr ätzend, schwerer als Wasser, schmelzbar noch unter der Rothglühhitze, wird in hoher Temperatur nicht zersetzt, zerfließt an der Luft und ist folglich sehr löslich im Wasser. Im Auflösungsmomente wird viel Wärme frei. Wird es im Sauerstoffgas erhitzt, so absorbirt es dasselbe und verwandelt sich in Überoxyd. Zersetzt wird es durch Phosphor, Selen, Schwefel, Chlor, Jod und vielleicht durch Kohlenstoff, Bor und Kiesel; aber nicht verändert wird es durch Wasserstoff und Stickstoff.

Es besteht aus

1 At. Kalium	=	487,915
1 At. Sauerstoff	=	100,000
1 At. Kali	=	587,915.

Kalihydrat. (Hydrate de potasse.)

1003. Dieser Körper, der so häufig benützt wird, ist seit langer Zeit unter verschiedenen Namen bekannt, nämlich als: Ätzkali, Ätzstein, Pflanzenalkali Ätzkali

durch Kalk (potasse à la chaux) und Ätzkali durch Alkohol (potasse à l'alcohol) bereitet.

Wenn man, statt den Sauerstoff geradezu mit dem Kalium zu verbinden, letzteres auf Wasser wirft, so wird dieses plötzlich zersetzt, es entbindet sich Wasserstoffgas und eine bedeutende Menge Wärme wird erzeugt, die hinreicht um das Metall bis zum Rothglühen zu bringen. Man kann auch das Wasserstoffgas auffangen, wenn man das Kalium in ein mit Quecksilber gefülltes, umgestürztes Zylinderglas bringt, in welches man einige Kubikcentimeter Wasser vorher schon gethan hat. Es findet eine sehr lebhafte und plötzliche Entbindung von Wasserstoffgas Statt, während das Metall rothglühend wird. Experimentirt man bei offner Luft, so reicht die Temperatur noch hin, um das sich entbindende Wasserstoffgas zu entzünden, selbst dann wenn man das Kalium in ein auf einem Stück Eis gemachtes Grübchen legt. Diese merkwürdige Temperatur-Erhöhung hängt offenbar zugleich von der Bildung des Kaliumoxydes und von der Wirkung desselben auf das Wasser selbst ab, denn wir wissen bereits, daß das reine Oxyd mit Wasser zusammengebracht viel Wärme entbindet. Wendet man bei diesem Versuche eine bestimmte Menge Kalium an und mißt das entbundene Wasserstoffgas, so kann man daraus die Zusammensetzung des Oxydes berechnen. Dampft man die Flüssigkeit ab, so erhält man Kalihydrat. Hat sich das Hydrat einmal gebildet, so kann man das Wasser auf keine andere Weise mehr daraus entbinden, als wenn man es in ein Salz verwandelt; man kann sich deshalb das reine wasserfreie Kali nur auf die vorhin beschriebene Weise verschaffen. Das Hydrat dagegen läßt sich auf eine bei weitem minder kostspielige Art darstellen, und da es häufig in den Künsten, Laboratorien oder in der Medizin gebraucht wird, so müssen wir über die Bereitung desselben genaue Vorschriften geben.

1004. Eigenschaften. Das Kalihydrat ist starr, weiß, sehr kaustisch, stark alkalisch, schmilzt schon unter der Rothglühhitze, zerfließt an der Luft und zieht die Feuchtigkeit so stark an, daß es derselben den ganzen Wassergehalt

entzieht und sie auf 0° des Hygrometers von Saussure bringt. Das Kali absorbirt ebenso begierig die Kohlensäure, weshalb dasselbe im trocknen und aufgelösten Zustand in wohlverschlossenen Flaschen aufbewahrt werden muß. In der Rothglühhitze verwandelt es sich durch Berührung mit der Luft in Überoxyd, indem es einen Antheil Wasser verliert. Wahrscheinlich würde es sein Wasser vollständig entbinden, wenn es sich vollkommen in Überoxyd verwandelte; allein wenn es mit kohlensäurehaltiger Luft in Berührung kommt, so geht es zum Theil in kohlensaures Kali über und dieses kann nicht durch Hitze zersetzt werden.

Das Kalihydrat ist im Wasser in jedem Verhältniß auflöslich; das kalihaltige Wasser siedet bei einer weit höhern Temperatur als das reine, und zwar steigt dieselbe in dem Maaße, als der Kaligehalt zunimmt. *)

---

*) Man kann sich dieser Auflösung bedienen, um auf ähnliche Weise, wie durch das gewöhnliche Marienbad Körper einer höhern und ziemlich konstanten Temperatur auszusetzen; auch kohlensaures Kali oder andere Salzauflösungen eignen sich hierzu, da ihr Siedepunkt gleichfalls höher ist, als der des Wassers. Die Auflösung des Kalihydrats hat einen äußerst scharfen und brennenden Geschmack, wirkt mit thierischen Substanzen zusammengebracht sehr ätzend und zerstörend, indem es dieselben auflöst und eigenthümliche Produkte damit erzeugt, die noch nicht näher untersucht sind. Nach Gay-Lussac und Chevreul sollen sich dabei eigenthümliche Säuren bilden. Auch auf vegetabilische Stoffe wirkt sie sehr kräftig, daher ihre Benützung zum Bleichen ꝛc. Das aufgelöste Kali vereinigt sich ferner mit vielen unorganischen Körpern, es löst den Schwefel und mehrere Schwefelmetalle auf, verbindet sich mit verschiedenen Metalloxyden, die damit salzartige Verbindungen bilden, in welchen die Oxyde saure Rolle spielen; hierher gehört z. B. die Thonerde, das Zinkoxyd, Bleioxyd ꝛc., die es als Hydrate mit Leichtigkeit auflöst. Auch die geglühte Kieselerde löst es auf; man bedient sich dieses Mittels, um die Reinheit derselben zu erforschen.

Da es in vielen Fällen wünschenswerth ist, den Gehalt der Kaliauflösungen an reinem Kali schon aus dem spezifischen Gewicht derselben bestimmen zu können, so fügen wir hier die von Dalton entworfene Tabelle bei. Zu bemerken ist hierbei, daß diese Tabelle nur bei ganz reinen Kaliauflösungen anwendbar ist, enthalten dieselben aber fremdartige Stoffe wie Salze ꝛc., so läßt sich aus dem spezif. Gewicht einer Kalilauge nicht mehr der Kaligehalt bestimmen, und man muß dann zu Mitteln seine Zuflucht nehmen, von denen weiter unten die Rede seyn wird, wenn der Verfasser die Bereitung der gewöhnlichen Seifensiederlauge abhandelt.

1005. Bereitung. Um sich reines Kalihydrat zu verschaffen, behandelt man das aufgelöste kohlensaure Kali mit Kalk. Dieser bemächtigt sich der Kohlensäure, bildet unlöslichen kohlensauren Kalk, während das Ätzkali im Wasser aufgelöst bleibt. Obgleich nun diese Methode auf einer sehr einfachen Zersetzung beruht, so muß man doch mit besonderer Sorgfalt verfahren, da das käufliche kohlensaure Kali unrein ist, und weil man nur schwierig die Kohlensäure vollständig davon scheiden kann; anderntheils darf man auch nicht zu viel Kalk nehmen, weil sonst das Kali kalkhaltig würde. Nach Berthollets Vorschrift vermeidet man alle diese Übelstände, allein für den technischen Gebrauch ist dieses Verfahren zu kostspielig.

Nehmen wir zuerst an, man habe es mit reinem kohlensauern Kali zu thun. Man kann sich dasselbe leicht bereiten, wenn man einen Theil doppeltweinsteinsaures Kali oder gereinigten Weinstein und zwei Theile Salpeter, jedes für sich in einem gußeisernen Mörser wohl pulverisirt, und gut mit einander mengt; dieses Gemenge wird hierauf in einen rothglühenden eisernen Kessel mittelst eines Löffels nach und nach hineingeworfen. Die Masse entzündet sich und die Weinsteinsäure und Salpetersäure zersetzen sich einander; es entsteht Wasser, Stickstoff und Kohlensäure und vielleicht auch etwas Kohlenoxyd und Stickstoffoxyd. Die beiden letztern Produkte würden sich nicht bilden, wenn die Stoffe recht innig und im richtigen Verhältnisse mit einander gemengt wären; am besten ist es jedoch immer etwas überschüssigen Weinstein anzuwenden, um die Bildung eines untersalpetricht-

Spezif. Gewicht der Auflösung	Kaligehalt in Proz. ausgedrückt	Spezif. Gewicht der Auflösung	Kaligehalt in Proz. ausgedrückt
1,68	51,2	1,33	26,3
1,60	46,7	1,28	23,4
1,52	42,9	1,23	19,5
1,47	39,6	1,19	16,2
1,44	36,8	1,15	13,0
1,42	34,4	1,11	9,5
1,39	32,4	1,06	4,7
1,36	29,4		

A. u. S.

sauren Salzes zu verhindern, die außerdem immer Statt haben würde. Alle diese Stoffe verflüchtigen sich, mit Ausnahme der Kohlensäure, welche größtentheils mit dem Kali sich verbindet und fixes kohlensaures Kali bildet. Man findet dieses Salz in dem Kessel als porösen Rückstand; gewöhnlich ist dieser durch etwas Kohle schwarz gefärbt, wenn man die angegebenen Mengenverhältnisse anwendet, wodurch zugleich bewiesen wird, daß das salpetersaure Salz vollkommen zersetzt worden. Guibourt machte in dieser Beziehung eine interessante Beobachtung. Bei der so eben betrachteten Zersetzung wird Kohlenstoff und Stickstoff frei; wenn man nun statt das Gemenge in einen Kessel zu werfen, einen hessischen Schmelztiegel anwendet, so verbindet sich der Kohlenstoff mit dem Stickstoff und man erhält statt reinem kohlensauern Kali, ein Gemenge von Cyankalium und kohlensauerm Kali. Diese Erscheinungen lassen sich auf rein mechanische Weise erklären; die in den Kessel geworfenen Stoffe bilden jedesmal eine dünne Schicht, und die sich bildenden Gase berühren somit die Stoffe bei ihrer Entbindung nicht mehr. In einem Schmelztiegel dagegen bilden sie eine mehr oder minder dicke Schicht, welche die sich von unten entbindenden Gase durchstreichen müssen. Der Stickstoff, welcher nun durch das Gemenge von schon erzeugtem kohlensauren Kali und Kohle geht, bildet Cyankalium. Wir werden später bei Bereitung des Cyankaliums diese Theorie näher beleuchten.

1006. Hat man auf solche Weise reines kohlensaures Kali erhalten, so muß man nun die Kohlensäure daraus entfernen. Zu dem Ende nimmt man 1 Thl. dieses Salzes, ½ Thl. Ätzkalk und 7 bis 8 Theile Wasser. Man löscht den Kalk zuvor in einem eisernen Kessel, und wäscht ihn dann zu wiederhohlten Malen, um die auflöslichen Salze zu entfernen, die von der Asche des zum Brennen desselben angewandten Materiales herrühren können. Diese Salze und vorzüglich die Chloride können, wenn sie einmal mit Kali vermengt sind, nie mehr davon getrennt werden. Ist der Kalkbrei wohl ausgewaschen und abgetropft, so gießt man die ganze Menge des anzuwendenden Wassers darauf, rührt

dann mit einem Eisenspatel um und fügt das kohlensaure Kali hinzu. Das Gemenge wird nachher zum Kochen erhitzt und einige Stunden in diesem Zustand erhalten; da hierbei ein großer Theil Wasser verdunstet, so gießt man immer wieder nach, so daß das Volum der Masse gleich bleibt. Von Zeit zu Zeit gießt man von der Flüssigkeit eine kleine Menge ab und fügt Kalkwasser hinzu. So lange als die klare Flüssigkeit dadurch getrübt wird, muß man mit dem Sieden noch fortfahren; zeigt sich dagegen diese Erscheinung nicht mehr oder nur sehr schwach, so darf man damit aufhören.

Das Wasser verwandelt bei dieser Operation den Kalk in Hydrat und löst davon einen Theil auf. Das kohlensaure Kali wird ganz aufgelöst, und giebt dann Kohlensäure an den aufgelösten Kalk ab, der unlöslich zu Boden fällt; das übrige kohlensaure Kali wird allmählig durch das Kalkhydrat zersetzt, welches gleichfalls in unauflöslichen kohlensauern Kalk übergeht, so daß am Ende der Operation nur Ätzkali im Wasser aufgelöst bleibt.

So lange das Kalkwasser noch die Auflösung schwach trübt, was häufig der Fall ist, so ist daraus abzunehmen, daß das kohlensaure Kali noch nicht ganz zersetzt ist; man kann beide Körper dann mittelst Alkohol von einander scheiden. Zuerst schafft man den kohlensauern Kalk nebst dem überschüssigen Kalk weg, indem man das Ganze auf befeuchtete und ausgespannte Leinwand gießt. Die anfänglich trüb durchlaufende Flüssigkeit wird wiederhohlt aufgegossen, bis endlich die Auflösung klar abläuft; der Rückstand wird dann mit siedendem Wasser ausgewaschen, um das darin noch enthaltene Kali aufzulösen und dieses Waschwasser besonders aufbewahrt. Der ätzende und kohlensaure Kalk bleibt nun auf dem Filtrum zurück, die Flüssigkeit aber enthält Ätzkali und etwas kohlensaures Kali, wenn die Zersetzung unvollständig war, oder auch Ätzkali und etwas aufgelösten Kalk, wenn jene vollkommen Statt fand.

In beiden Fällen wird nun die Flüssigkeit abgedampft; zu dem Ende bringt man die schwächsten Waschwasser in den gereinigten Kessel und läßt sie bei starkem Feuer einkochen.

Nach und nach giebt man die stärkeren Waschwasser zu und zuletzt die starke, anfangs durchgelaufene Flüssigkeit. Man spart so Zeit und Brennmaterial, denn die schwächern Aussüßewasser sieden bei einer weit niedrigeren Temperatur, je weniger sie Kali enthalten und man würde ihren Siedepunkt ganz unnützer Weise erhöhen, wenn man sie sogleich anfangs mit der konzentrirten Flüssigkeit vermengen wollte.

1007. Es ist fast unmöglich die Absorption der in der Luft enthaltenen Kohlensäure zu vermeiden, während die Flüssigkeit im Abdampfen begriffen ist. Man erhält also immer ein Gemenge von viel Ätzkali und etwas kohlensauerm Kali. Die Menge des letzteren ist um so geringer, als die Abdampfung rascher vorgenommen wurde, weil die sich beständig bildenden Wasserdämpfe die Flüssigkeit vor dem Zutritt der Luft schützen.

Um das kohlensaure Kali davon zu trennen, unterbricht man die Abdampfung, wenn die Flüssigkeit Syrupsdicke angenommen hat. Man läßt sie hierauf erkalten, und wenn sie 60—50° C. zeigt, gießt man nach und nach drei bis viermal so viel Alkohol von ungefähr 33° darauf. Man rührt mit einem eisernen Spatel um und bringt das Gemenge in eine lange und enge Glasflasche, welche man neuerdings wieder wohl umschüttelt, um die wechselseitige Berührung so vollkommen als möglich zu machen. Überläßt man die Flüssigkeit nun 24 Stunden der Ruhe, so findet man, daß sie sich in zwei Schichten sondert. Die obere Schicht ist eine Auflösung von Kali in Alkohol, die untere dagegen ist eine wässrige Auflösung von kohlensauerm Kali und andern Salzen, welche der angewendete Weinstein und Salpeter vielleicht enthielt. Bisweilen setzen sich diese Salze in Pulverform ab, wenn der Alkohol zu konzentrirt war, oder durch die Abdampfung fast alles Wasser fortgeschafft werden ist.

Man zieht nun die Weingeistauflösung mittelst eines mit Alkohol gefüllten Glashebers ab. Die erhaltene Flüssigkeit ist klar und röthlich gefärbt. Man füllt damit eine Glasretorte bis ungefähr zu drei Viertheilen an, versieht diese mit einem Vorstoß, und läßt sie in eine durch kaltes Wasser gut gekühlte Vorlage gehen. Noch besser ist es, wenn

man den Retortenhals in ein Schlangenrohr münden läßt. Man feuert nun gelinde und erhält die Flüssigkeit so lange im Kochen, bis drei Viertheile Alkohol überdestillirt sind. Die Operation wird nun unterbrochen, denn die Kaliauflösung könnte bei noch stärkerer Konzentration das Glas angreifen. Der aufgefangene Alkohol ist weit stärker als der angewandte, da das Wasser durch das Kali zurückgehalten wird. Der Rückstand ist jetzt eine Kaliauflösung in sehr verdünntem Alkohol; man gießt denselben noch warm in einen silbernen Kessel und setzt die Abdampfung fort, bis die heiße fast rothglühende Masse wohl fließt. Hierauf gießt man dieselbe in ein reines, trocknes und gut verzinntes Kupferbecken. Beim Erkalten erstarrt sie, so daß sie nachher in zollgroße Stücken gebrochen werden kann. Diese Stücken bringt man noch warm in ein Glas mit eingeriebenen Glasstöpsel und weiter Mündung; auch gewöhnliche Glasflaschen, die man gut verpicht, lassen sich zur Aufbewahrung des Kalis anwenden, welches übrigens stets gut gegen den Zutritt der Luft verwahrt werden muß.

1008. Das so erhaltene Produkt ist das reinste Kalihydrat, welches man bereiten kann; es enthält höchstens schwache Spuren von kohlensauerm Kali, was durch Berührung mit der Luft und auch durch Zersetzung des Alkohols sich während des Abdampfens wieder gebildet haben kann, und vielleicht bisweilen äußerst geringe Mengen von Silber oder Kupfer, die von dem angewendeten Kessel herrühren. Man nennt diesen Körper Alkohol-Ätzkali (potasse à l'alcohol).

1009. Wenn man die wässrige Kaliauflösung, anstatt mit Alkohol zu behandeln, ganz abdampft bis sie in den feurigen Fluß kommt, so erhält man ein minder reines Präparat was jedoch so reich an Ätzkali ist, daß es in den meisten Fällen und vorzüglich in der Medizin angewendet werden kann. Man gießt die flüssige Masse wie oben aus und bewahrt sie auch auf dieselbe Weise auf; man giebt ihr dann gewöhnlich den Namen Kalk-Kali (potasse à la chaux). *)

*) Ist das Ätzkali zu chirurgischem Gebrauche bestimmt, so gießt man es, nachdem es in den feurigen Fluß gekommen, in eiserne mit etwas Fett ausgestri-

Diese Sorte Kali enthält stets mehr oder weniger kohlensaures Kali, auch findet man darin Chlornatrium oder Chlorkalium. Wendet man statt des aus Salpeter und Weinstein gewonnenen kohlensauern Kali's nur käufliche Pottasche an, die gewöhnlich sehr unrein ist, so gehen die darin enthaltenen auflöslichen Salze größtentheils in das Ätzkali über, dieß ist der Fall mit den salzsauern und schwefelsauern Salzen. Auch aus diesem unreinen Ätzkali läßt sich noch ziemlich reines Kalihydrat darstellen, wenn man es, wie oben erwähnt, mit Alkohol behandelt. Das zuerst angegebene Verfahren ist jedoch immer das billigste und sicherste.

1010. Zusammensetzung. Das bis zum Rothglühen erhitzte Kalihydrat enthält stets eine gleiche Menge Wasser und besteht aus

1 At. Kaliumoxyd	= 587,915
2 At. Wasser	= 112,480
1 At. Hydrat	= 700,395.

Man kann auch ein starres Hydrat erhalten, welches viel mehr Wasser enthält; gewöhnlich hat das Alkohol- und Kalk-Kali einen größern Wassergehalt, weil man mit dem Abdampfen dann aufhört, sobald die Masse beim Erkalten fest wird.

1011. Wenn man Ätzkali in Wasser oder Alkohol auflöst und bis zur Syrupsdicke abdampft und erkalten läßt, so krystallisirt es gewöhnlich. Die Krystalle bestehen aus Kali und Wasser und zwar ist der Wassergehalt bedeutend größer als bei dem bereits beschriebenen Hydrate. Die Krystalle sind längliche durchsichtige oder nur durchscheinende Prismen.

1012. Anwendung. Das feste Kalihydrat wird als chirurgisches Mittel zum Ätzen der Haut und des faulen Fleisches angewendet. Das reine Ätzkali wird sehr häufig in den chemischen Laboratorien, theils als Reagens, theils zum Aufschließen von Mineralien behufs der Analyse ge-

---

chene Formen. Das erstarrte, stängelförmige Ätzkali heißt dann Ätzstein (lapis causticus) und hat die Dicke eines Gänsekiels bei einer Länge von 2—3 Zoll. A. u. E.

braucht. Vielfach ist die Anwendung des unreinen Ätzkali's in den Gewerben; man bereitet daraus die Ätzlaugen, wovon das Weitere unter dem Artickel „Bleichen, Seifenbereitung ꝛc." vorkommen wird.

Chlorkalium.

(Synon. Salzsaures Kali, Digestivsalz, wiederhergestelltes Kochsalz. Lat. Kalium chloratum, Kali muriaticum, Sal febrifugum Sylvii. Franz. Chlorure de potassium, muriate de potasse.)

1013. Diese Verbindung läßt sich leicht durch direkte Vereinigung ihrer Bestandtheile darstellen; das Kalium entzündet sich, wenn man es in trocknes Chlorgas bringt, absorbirt dasselbe sehr rasch und verwandelt sich in Chlorkalium. Diese Verbindung erzeugt sich auch sehr häufig auf andere Weise. Man kann sie bereiten, indem man kohlensaures Kali durch Salzsäure zersetzt, dabei entbindet sich die Kohlensäure und der Wasserstoff der Säure vereinigt sich mit dem Sauerstoff des Oxydes zu Wasser, während dann das Chlor mit dem Metall Chlorkalium bildet.

Diese Verbindung ist weiß und besitzt einen stechenden aber etwas bitteren Geschmack; sie krystallisirt in Würfeln oder rechtwinklichen Parallelepipeden. Die wässrige Auflösung ist ihrem Gehalte nach von Gay-Lussac genau bestimmt worden, welcher fand, daß die aufgelöste Menge von Chlorkalium im geraden Verhältniß mit der Temperatur der Auflösung steht.

100	Thl.	Wasser	lösen	davon	auf	29,2	bei	0° C.
100	—	—	—	—	—	34,5	—	19,3°
100	—	—	—	—	—	43,6	—	52,4°
100	—	—	—	—	—	50,9	—	79,6°
100	—	—	—	—	—	59,3	—	109,6°

Dieser Körper erzeugt bei seiner Auflösung in Wasser eine merkwürdige Temperaturerniedrigung. Bringt man 50 Gramme gut gepulvertes Chlorkalium mit 200 Grammen Wasser zusammen in einem 185 Gramme schweren Glasge-

fäß, welches 320 Kubikcentimeter faßt, so wird die Temperatur um 11,4° C. herabgestimmt. (Gay-Lussac.) *)

Das Chlorkalium löst sich im Alkohol nicht auf; sein spez. Gewicht ist 1,836. Es besteht aus

1 At. Kalium	=	487,915
2 At. Chlor	=	442,64
1 At. Chlorkalium	=	930,555

Dieses Chlorid wird von den Salpeterfabrikanten angewendet. **)

Bromkalium.

(Synon. Lat. Kalium bromatum. Franz. Bromure de potassium.)

1014. Diese Verbindung ist farblos und ohne Geruch; sie krystallisirt in Würfeln oder rechtwinklichen Parallelepipeden. Ihr Geschmack ist stechend. Im Feuer dekrepitirt sie zuerst, dann kommt sie in den feurigen Fluß ohne jedoch eine Veränderung zu erleiden. Im Wasser löst sich das Bromkalium auf, indem die Temperatur merklich sich erniedrigt. Es läßt sich darstellen, entweder durch direkte Vereinigung des Kaliums und Broms, oder durch Zersetzung der Bromwasserstoffsäure mittelst Kalium, oder der Bromwasserstoffsäure durch kohlensaueres Kali, welches Verfahren ohne Zweifel das wohlfeilste ist. Man kann es endlich noch bereiten durch Zersetzung des Bromeisens mittelst kohlensauerm Kali.

---

*) Da sich das Chlorkalium in dieser Hinsicht auffallend von dem Chlornatrium unterscheidet, welches bei seiner Auflösung die Temperatur nicht in so hohem Grade herabstimmt, so benützte Gay-Lussac dieses Verhalten auf eine sinnreiche Weise, um in einem Gemenge von Chlorkalium und Chlornatrium das Mengeverhältniß beider durch die beim Auflösen erzeugte Temperaturerniedrigung zu bestimmen. Das Nähere darüber nebst einer von Gay-Lussac zu dem Behufe entworfenen Tabelle findet sich in Dinglers polytech. Journal. Bd. 32. S. 190. A. u. E.

**) Das bei der Seifenbereitung in der Unterlauge befindliche, mit andern Salzen verunreinigte Chlorkalium wird bei der Alaunbereitung benützt; auch zum Einsalzen der zu gerbenden Thierhäute kann man es gebrauchen. Könnte man sich dasselbe in Quantitäten billig verschaffen, so würde es auch zur Salzsäurebereitung vortheilhaft anzuwenden seyn. A. u. E.

Man hat angefangen dasselbe in der Medizin gegen Drüsengeschwülste anzuwenden. Es ist zusammengesetzt aus

1 At. Kalium	=	487,915
2 At. Brom	=	932,80
1 At. Bromkalium	=	1420,715

Jodkalium.

(Synon. Jodwasserstoffsaures Kali. Lat. Kalium iodatum. Kali hydriodicum (hydriodinicum. Franz. Iodure de potassium, Hydriodate de potasse.)

1015. Eigenschaften. Das Kalium entzündet sich im Joddampf gerade so wie in Chlorgas, und es erzeugt sich dabei Jodkalium. Diese Verbindung ist weiß, schon unterhalb der Rothglut schmelzbar, flüchtig, in trockner Luft unveränderlich, selbst wenn es stark erhitzt wird. Wenn man es nach dem Schmelzen erkalten läßt, so erstarrt es wieder und nimmt perlmutterartigen Glanz und Textur an, die wässrige Auflösung ist schwach alkalisch und giebt, bei mäßigem Feuer abgedampft, kubische Krystalle, die bisweilen von ansehnlicher Größe sind; man erhält es auch in Oktaedern und in mehr oder minder ausgehöhlten Trichtern. Diese Krystalle sind gewöhnlich undurchsichtig, milchweiß und enthalten Dekrepitationswasser. Zuweilen erhält man auch bei langsamer Krystallisation durchsichtige Krystalle, welche kein Wasser mechanisch eingeschlossen enthalten und deshalb im Feuer auch nicht verknistern; sie haben die Form langer vierseitiger Prismen oder auch kurzer Prismen mit vierseitiger Zuspitzung. Diese Krystalle absorbiren die Feuchtigkeit der Luft bei 85° nach dem Hygrometer von Saussure und darüber, und folglich ist dieses Jodid auch im Wasser sehr auflöslich; 100 Theile dieses Lösungsmittels nehmen bei 18° C. 143 Thl., bei 16° 141 Thl. und 12,5° nur 136 Thl. auf. Eine gesättigte Auflösung kocht bei 120° C. und 100 Thl. Wasser lösen bei dieser Temperatur 221 Thl. Jodkalium auf. Während der Auflösung wird viel Wärme gebunden und das Thermometer sinkt dabei oft um 24° C. herab. Dieser

Körper ist weniger auflöslich im Alkohol, denn 1 Thl. erfordert 5 bis 6 Thl. desselben zur Auflösung, wenn er ein spezif. Gewicht von 0,85 bei 12,5° C. besitzt; vom absoluten Alkohol dagegen sind 30—40 Thl. nöthig. Im warmen Alkohol ist das Jodkalium auflöslicher als im kalten, und eine in der Wärme gesättigte Auflösung setzt beim Erkalten dasselbe in nadelförmigen Krystalle ab.

1016. Anwendung. Dieses Jodid wird in der Medizin gegen den Kropf und Drüseanschwellungen entweder in wässriger Auflösung, oder mit einer Salbe vermengt, welche auf die leidenden Theile eingerieben wird. *)

1017. Bereitung. Man hat viele Vorschriften zur Darstellung des Jodkaliums: 1) wird es gebildet durch Einwirkung der Jodwasserstoffsäure auf Kali und auf kohlensaures Kali, wenn diese im Wasser aufgelöst sind; 2) durch Einwirkung des Jods auf konzentrirte Kaliauflösungen; 3) durch Zersetzung der Auflösungen von Jodzink oder Jodeisen mittelst kohlensauerm Kali; 4) durch die Einwirkung des Jods auf wässrige Schwefelkalium-Auflösungen.

Bei dem ersten Verfahren wendet man Jodwasserstoffsäure an, welche man durch die gegenseitige Reaktion des Schwefelwasserstoffs und des Jods erhält und bringt diese mit einer Auflösung von reinem Ätzkali oder kohlensauerm Kali zusammen. Die zweite Bereitungsart ist nicht schwieriger; man nimmt eine konzentrirte Auflösung von reinem Ätzkali und fügt nach und nach Jod unter beständigen Umrühren hinzu bis endlich die Flüssigkeit eine braune nicht mehr verschwindende Farbe annimmt, wodurch ein vorhandener Überschuß von Jod angedeutet wird. Die Flüssigkeit wird nun einige Stunden der Ruhe überlassen, während welcher Zeit sich das gleichzeitig gebildete iodsaure Kali krystallinisch absondert. Man gießt hierauf das noch in Auflösung verblie-

*) Man hat versucht diese Verbindung ganz neuerdings auch in der Kattundruckerei anzuwenden, indem man mittelst Quecksilbersalzen das prächtige scharlachrothe Jodquecksilber auf die Zeuge präcipitirte. Ob diese Anwendung aber rathsam ist, bezweifeln wir sehr, da das Tragen der mit Jodquecksilber gefärbten Stoffe der Gesundheit sehr nachtheilig seyn dürfte. A. u. E.

bene Jodkalium ab und fügt einige Tropfen Ätzkali zu, um diese zu entfärben. Um Krystalle zu erhalten, muß diese Auflösung bei sehr gelindem Feuer langsam abgedampft werden.

Das dritte Verfahren gründet sich auf die Einwirkung des Jods auf Eisen, welche unter Vermittlung des Wassers äußerst leicht erfolgt. Man könnte statt des Eisens auch Zink anwenden, allein es würde gefährlich seyn, wenn man das Jodid zu medizinischen Gebrauche anwenden wollte, weil es schwierig ist, das Zink vollständig zu fällen und davon zu scheiden. Wendet man Eisen an, so muß man 1 Thl. Jod und 3—4 Thl. Wasser nehmen, die man in einen Kolben bringt. Zu diesem Gemenge giebt man nach und nach ½ Thl. reine Eisenfeilspäne, wobei dann sogleich die Verbindung unter Wärmeentwicklung Statt findet. Das Jod verwandelt sich in auflösliches Jodeisen, da aber dieses Jodid fähig ist Jod aufzulösen, so muß man einen kleinen Überschuß von Eisen hinzufügen, den Kolben nach beendigter Operation etwas erwärmen und von Zeit zu Zeit umrühren, bis die Flüssigkeit ihre braune Farbe verloren hat. Man dekantirt hierauf die Flüssigkeit, süßt den Rückstand aus und giebt die Aussüßewasser zur abgegossenen Flüssigkeit, die man nachher bis auf 80° C. erhitzt. Von dieser Masse setzt man etwas bei Seite und sättigt dann das Übrige durch eine Auflösung von kohlensauerm Kali. Das Eisen bemächtigt sich des Sauerstoffs im Kali und der Kohlensäure und es bildet sich unauflösliches kohlensaures Eisenoxydul. Andererseits vereinigt sich das Kalium mit dem Jod und giebt Jodkalium. Von kohlensauerm Kali darf weder ein Überschuß, noch zu wenig zugefügt werden, man muß also vorsichtig dabei zu Werke gehen und im Fall etwas zuviel zugegeben worden seyn sollte, so benützt man die zur Seite gestellte Auflösung von Jodeisen. Das präzipitirte kohlensaure Eisen wird durch Filtration abgeschieden und die durchgelaufene Flüssigkeit dann abgedampft, nachdem man vorher versucht hat, ob sie noch durch Schwefelwasserstoff getrübt wird. Sollte dieß der Fall seyn, so läßt man so lange einen Strom von Schwefelwasserstoff durchgehen, bis die Flüssigkeit nicht mehr getrübt wird, und schreitet dann erst zur Abdampfung. Selten sind die Krystalle an-

fangs weiß, allein man kann sie bleichen, wenn man sie bei starker Hitze trocknet, bis sie durch Dekrepitation zu Staub zerfallen, nachher wieder auflöst und aufs Neue krystallisirt. *)

Die vierte Bereitungsmethode gründet sich auf die Eigenschaft des Jods, den Schwefel aus seinen Verbindungen mit Metallen auszuscheiden. Man nimmt hierzu eine beliebige Menge Jod, bringt solche in 5—6 Thl. Wasser und fügt nach und nach eine Auflösung von Schwefelkalium hinzu. Der Schwefel fällt zu Boden und das erzeugte Jodkalium bleibt aufgelöst. Man muß mit dem Zufügen von Schwefelkalium aufhören, wenn der Niederschlag, der anfangs braunroth ist, schmutzig weiß zu werden beginnt. Sobald man neutrales Schwefelkalium anwendet, so erhält man auch neutrales Jodkalium. Wollte man das schwefelwasserstoffsaure Schwefelkalium anwenden, so erhielte man ein Gemenge von Jodwasserstoffsäure und Jodkalium. Man müßte dann die überschüssige Jodwasserstoffsäure durch kohlensaures Kali sättigen. Auf jeden Fall muß aber der Schwefel, der sich in Fäden oder Flocken abscheidet, mittelst Filtrirens abgeschieden werden, und dann wird die Flüssigkeit abgedampft.

Bei diesen verschiedenen Bereitungsarten geben immer 100 Thl. Jod 130—132 trockenes Jodkalium, wie ich mich mehrmals selbst davon überzeugt habe; dieses Resultat stimmt mit der Zusammensetzung desselben überein, denn es besteht aus:

1 At. Kalium	=	487,91	oder	23,74
2 At. Jod	=	1566,70	—	76,26
1 At. Jodkalium	=	2054,61	—	100,00

*) Das hier beschriebene Verfahren wird in Frankreich in den chemischen Fabriken zur Bereitung des Jodkaliums im Großen angewendet. Caillot schreibt jedoch vor, das Gemisch von Jodeisen und kohlensauerm Kali 5—6 Tage in offenen flachen Gefäßen stehen zu lassen und öfters umzurühren, damit das gefällte Eisenoxydul in Oxyd sich verwandle und sich somit auch vollkommer aus der Auflösung abscheide. Bei der Fällung des Eisens durch kohlensaures Kali giebt man von Letzterem so viel zu, daß die Flüssigkeit schwach alkalisch reagirt. Berzelius wendet gegen dieses Verfahren ein, daß man leicht einen Verlust an Jod erleiden kann durch das Filtriren, Auswaschen und durch die höhere Oxydation des Eisens, wobei Jod sich niederschlägt, und zieht deshalb die zweite Bereitungsart vor. A. u. E.

Polyiodide von Kalium. (Polyiodures de potassium.)

1018. So wie alle auflöslichen Jodide, so kann auch das Kaliumiodid eine beträchtliche Menge Jod auflösen. Wenn man z. B. 1 Thl. Jodkalium in 2 Thl. Wasser auflöst, so nimmt diese Auflösung noch zweimal soviel Jod auf, als im Jodkalium schon vorhanden ist. Verdünnt man die Auflösung mit Wasser, so setzt sich die Hälfte nadelförmig krystallinisch daraus ab, und in der Auflösung bleibt soviel Jod zurück als bereits im aufgelösten Jodkalium existirt. (839.)

Dieselbe Auflösung würde man erhalten, wenn man in eine verdünnte Solution von Jodkalium einen Überschuß von Jod brächte. Diese noch nicht genau untersuchten Flüssigkeiten werden in der Medizin unter dem Namen von iodhaltigem iodwasserstoffsauerm Kali angewendet. Das Letzere könnte man auch Doppel-Jodkalium und das erste Dreifach-Jodkalium nennen, allein dieser Gegenstand muß noch näher untersucht werden.

Fluorkalium.

(Synon. Flußsaures Kali. Lat. Kalium fluoratum. Franz. Fluorure de potassium.)

1019. Die Fluorwasserstoffsäure wird durch Kalium schon bei gewöhnlicher Temperatur auf eine äußerst kräftige Weise zersetzt; da diese Säure schon bei niedriger Temperatur kocht, so ist der Versuch, wenn man eine bedeutende Menge Flußsäure und Kalium anwendet mit großer Gefahr verknüpft, weil durch die plötzliche Reaktion viel Wärme frei wird, welche nebst dem sich entbindenden Wasserstoffgas zugleich auch viel Säure selbst in Dampfform fortführt. Sicherer ist es, wenn man über ein Stück Kalium in ein kupfernes Gefäß einen Strom von Fluorwasserstoffsäure leitet und das frei werdende Wasserstoffgas wie gewöhnlich aufsammelt. Nicht immer jedoch bereitet man sich das Fluorkalium auf diese Weise. Am einfachsten ist es, wenn man Flußsäure mit kohlensauerm Kali sättigt und einen geringen

Überschuß von Flußsäure läßt. Die Kohlensäure entbindet sich und das Fluorkalium bleibt aufgelöst; man dampft die Flüssigkeit ein und erhält dann besagte Verbindung krystallisirt, wenn die Abdampfung langsam in einem flachen Gefäß bei 35—40° C vorgenommen wird. Die Krystalle sind Würfel, oder gerade vierseitige Prismen, oder auch treppenförmig geformte Trichter wie bisweilen beim Kochsalz vorkommen. Dieses Salz ist zerfließlich, sehr alkalisch, und die Auflösung, nachdem sie mit Essig neutralisirt worden, wird sehr sauer, wenn man sie mit Wasser verdünnt. Es besteht aus:

1 At. Kalium	= 487,91	oder	67,60
2 At. Fluor	= 233,80	—	32,40
1 At. Fluorkalium	= 721,71	—	100,00

1020. Man kann diese Verbindung zum Ätzen des Glases anwenden; im Wasser aufgelöst greift es dasselbe nach Verlauf von einem oder zwei Tagen an. Wendet man 3 Atome Fluorkalium an, so erhält man eine neue Verbindung, die aus 2 Atomen Fluorkiesel und 1 Atom Fluorkalium zusammengesetzt ist. Der Sauerstoff der Kieselerde im Glase tritt an das Kalium und das frei werdende Kiesel verbindet sich mit dem Fluor. Der sich bei diesem Verfahren ergebende Verlust würde also, verglichen mit der Wirkung, welche reine Flußsäure leistete, ein Drittel betragen; allein derselbe würde sicherlich wieder ausgeglichen werden, durch den unvermeidlichen Verlust an Flußsäure, womit die Anwendung des gewöhnlichen Verfahrens verbunden ist.

Fluorwasserstoffsaures Fluorkalium. (Hydrofluate de fluorure de potassium.)

1021. Außer dem Fluorkalium giebt es noch eine zweite Verbindung, welche auf dieselbe Menge Kalium zweimal so viel Fluor enthält. Man kann sich einen recht deutlichen Begriff von derselben machen, wenn man sie als fluorwasserstoffsaures Fluorkalium betrachtet. Dieses Salz krystallisirt in Würfeln und ist sehr löslich im Wasser. In hoher Temperatur entbindet sich daraus alle Fluorwasserstoffsäure

und das gewöhnliche Fluorkalium bleibt zurück. Man bereitet es, indem man Kali mit reiner Flußsäure bis zur vollkommenen Sättigung mischt, und dann durch Abdampfen zum Krystallisiren bringt.

Schwefelkalium.

1022. Nach Berzelius giebt es nicht weniger als sieben Verbindungen des Kaliums mit Schwefel; vielleicht dürfte man selbst acht annehmen, ohne das schwefelwasserstoffsaure Schwefelkalium dazu zu rechnen, welches besonders zu stellen ist. Wir wollen nun die verschiedenen Sulphuride aufzählen, welche diese merkwürdige Reihe bilden, und werden dann die Hauptcharaktere derselben anführen.

1.) einfaches Sulphurid = { 1 At. Kalium, 1 At. Schwefel }

Dieses wird gebildet, wenn man den Sauerstoff aus dem schwefelsauern Kali abscheidet.

2.) Doppel-Sulphurid = { 1 At. Kalium, 2 At. Schwefel }

Es wird erzeugt, wenn man kohlensaures Kali mittelst Schwefel in der Rothglühhitze zersetzt, indem ein Überschuß des Erstern vorhanden ist.

3.) dreifaches Sulphurid = { 1 At. Kalium, 3 At. Schwefel }

Die Bildung ist wie beim Vorigen, allein die Temperatur darf die Rothglut nicht erreichen und das kohlensaure Kali im Überschuß zugegen seyn.

4.) Vierthalb Sulph. = { 2 At. Kalium, 3,5 At. Schwefel } = { 1 At. Kalium, 2 At. Schwefel, 1 At. Kalium, 5 At. Schwefel }

Diese aus zwei Sulphuriden bestehende Verbindung erhält man durch Reduktion des schwefelsauern Kalis mittelst Schwefelwasserstoff.

5.) Vierfach-Sulphurid = { 1 At. Kalium, 4 At. Schwefel }

Man bereitet es, indem man Schwefelkohlenstoff auf schwefelsaures Kali einwirken läßt.

7.) Fünfthalb Sulph. = $\left\{\begin{matrix}\text{2 At. Kalium}\\ \text{9 At. Schwefel}\end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix}\text{1 At. Kalium}\\ \text{4 At. Schwefel}\\ \text{1 At. Kalium}\\ \text{5 At. Schwefel}\end{matrix}\right.$

Dieses salzähnliche Sulphurid erhält man durch Behandlung des Vierfach-Sulphurides mit überschüssigem Schwefel, indem man über die Masse einen Strom eines nicht oxydirenden Gases hinleitet, um die Verflüchtigung des nicht verbundenen Schwefels zu befördern.

7.) Fünffach Sulphurid = $\left\{\begin{matrix}\text{1 At. Kalium}\\ \text{5 At. Schwefel}\end{matrix}\right.$

Diese Verbindung kann unter dem Namen von Schwefelleber mit der zweiten und dritten Verbindung verwechselt werden. Man erhält sie durch Behandlung des kohlensauern Kali's mit überschüssigem Schwefel in hoher Temperatur.

8.) Übersulphurid = $\left\{\begin{matrix}\text{1 At. Kalium}\\ \text{5 At. Schwefel + einer nicht näher bestimmten Menge Schwefel.}\end{matrix}\right.$

Man bereitet diese Verbindung durch Kochen von Ätzkali mit überschüssigem Schwefel. Die Flüssigkeit läßt beim Erkalten Schwefel fallen und es bleibt fünffach Schwefelkalium aufgelöst.

1023. Endlich existirt noch als letztes ähnliches Produkt, was jedoch nicht mehr zu dieser Reihe selbst gezählt werden darf:

das schwefelwasserstoffs. Schwefelkalium = $\left\{\begin{matrix}\text{1 At. Schwefelkalium} = \left\{\begin{matrix}\text{1 At. Kalium}\\ \text{1 At. Schwefel}\end{matrix}\right.\\ \text{2 At. Schwefelwasserstoffsäure} = \left\{\begin{matrix}\text{1 At. Schwefel}\\ \text{2 At. Wasserstoff}\end{matrix}\right.\end{matrix}\right.$

Diese Verbindung erhält man durch Behandlung des Kaliums mit Schwefelwasserstoff, oder durch direkte Vereinigung des Schwefelkaliums mit diesem Gase, oder durch Einwirkung desselben auf Kali oder kohlensaures Kali. Diese verschiedenen Reaktionen lassen sich im Grunde auf eine Einzige zurückführen, denn in allen Fällen wird Schwefelkalium zuerst erzeugt, wenn es nicht wie im zweiten Fall schon vorhanden ist, und der Schwefelwasserstoff verbindet sich dann mit demselben.

1024. Unter diesen Sulphuriden giebt es welche, deren Existenz unbestreitbar ist, nämlich das einfach-, zweifach- und fünffach Schwefelkalium. Die Übrigen können Zweifel erregen, und vielleicht sind sie gleich dem vierten und sechsten auch salzartiger Natur. Das erste, dritte und fünfte Schwefelkalium sind vorzüglich deshalb für einfache Verbindungen zu halten, weil sie der Reihe nach dem Kali, dem Kaliumüberoxyd und dem Wasserstoffschwefel entsprechen. Diese reine Analogie also spricht hauptsächlich für ihre Einfachheit. Bei den übrigen Verbindungen findet sich nichts Aehnliches.

Einfach-Schwefelkalium.*)

(Synon. Lat. Kalium sulphuratum. Franz. Sulfure de potassium.)

1025. Dieses Sulphurid besteht aus:

1 At. Kalium	= 487,915	oder	70,89
1 At. Schwefel	= 201,160	—	29,11
1 At. Schwefelkalium	= 689,075		100,00

Diese Verbindung bildet sich, wenn man schwefelsaures Kali in einem Strom von Wasserstoffgas glüht, oder wenn man ein inniges Gemenge von schwefelsauerm Kali und Kohle bis zur hellen Rothglut erhitzt. Es ist übrigens schwer dieses Produkt rein zu erhalten, denn im ersten Fall ist es gewöhnlich mit noch unzersetztem schwefelsauern Salz oder mit verschiedenen vom Gefäße herrührenden Stoffen gemengt, da das Glas und alle Metalle angegriffen werden; im zweiten Fall enthält es entweder schwefelsaures Kali oder Kohle im Überschuß.

Diese Verbindung ist blaß zinnoberroth, im Bruche krystallinisch, färbt sich dunkel beim Glühen und wird schwarz und undurchsichtig. Bei gewöhnlicher Temperatur ist es in

*) So wie das Kaliumoxyd als starke Basis mit den Sauerstoffsäuern sich leicht vereinigt, so geht auch dieses dem Kali hinsichtlich seiner Zusammensetzung entsprechende Sulphurid mit negativ elektrischen Schwefelmetallen, z. B. mit Schwefelarsenik Verbindungen ein, die schon früher (§. 856.) im Allgemeinen erwähnt worden sind. Bisweilen werden diese technisch angewendet. (S. unten Nickelbereitung.) A. u. E.

dünnen Blättern vollkommen durchscheinend; durch Hitze wird es nicht verändert. In der Luft erhitzt, entzündet es sich stellenweise und verwandelt sich wieder in schwefelsaures Kali, allein nie vollkommen, da das gebildete Salz das im Innern befindliche Schwefelkalium gegen die Luft schützt.

Es löst sich leicht im Wasser auf ohne Wärmeentbindung; auch im Alkohol löst es sich auf, ohne daß sich das Gemisch erhitzte. Die Auflösungen sind ungefärbt. Durch Säuren wird die wässrige Auflösung zersetzt und es entbindet sich Schwefelwasserstoff, ohne daß sich Schwefel absetzt.

Die Auflösung absorbirt nach und nach den Sauerstoff der Luft und verwandelt sich anfangs in ein Polysulphurid, später aber in ein unterschweflichtsaures Salz.

Zweifach-Schwefelkalium. (Bisulfure de potasse.)

1026. Das Zweifach-Schwefelkalium besteht aus

1 At. Kalium	= 487,91	oder	54,82
2 At. Schwefel	= 402,32	—	45,18
1 At. Zweifach-Schwefelkalium	= 890,23		100,00

Es wird durch Zusammenschmelzen des kohlensauern Kalis mit der Hälfte seines Gewichtes Schwefel in starker Rothglühhitze bereitet. Das kohlensaure Kali wird dadurch zersetzt, die Kohlensäure entbindet sich und es bleibt ein Rückstand, welcher ein Gemenge von schwefelsauerm Kali und Zweifach-Schwefelkalium ist. Diese Reaktion kann folgendermassen ausgedrückt werden.

Angewendete Atome.		Erzeugte Atome.	
4 At. kohlens. Kali	= 3452,92	8 At. Kohlensäure	= 1101,28
7 At. Schwefel	= 1408,12	1 At. Schwefelsaures Kali	= 1089,07
	4861,04	3 At. 2fach-Schwefelkalium	= 2670,69
			4861,04

Dreifach-Schwefelkalium. *)

(Synon. Schwefelleber. Lat. Hepar sulphuris salinum. Franz. Trisulfure de potassium.)

1027. Dieses besteht aus

*) Ein mehr oder minder reines Dreifach-Schwefelkalium wird in den Apothe-

1 At. Kalium	=	487,91	oder 44,72
3 At. Schwefel	=	603,48	— 55,28
1 At. dreifach-Schwefelkalium	=	1091,39	100,00

Die Bereitung desselben hat mit der des Vorigen Ähnlichkeit, denn man erhält es durch Zusammenschmelzen von kohlensauerm Kali mit zwei Drittel seines Gewichtes Schwefel, wobei man die Temperatur nur bis zur dunkeln Rothglut steigert. Die Operation ist beendigt, wenn die Masse wohl fließt und sich kein Gas mehr entbindet. Ist das kohlensaure Kali im Überschuß vorhanden, so wird es nicht ganz zersetzt; ein Theil wird dann durch den Schwefel nicht angegriffen und wenn man die Temperatur steigerte, so würde diese dem erzeugten dreifachen Schwefelkalium ein Atom Schwefel entziehen, und beide würden in Zweifach-Schwefelkalium übergehen.

Diese Reaktion kann, nachdem der Überschuß von kohlensauerm Kali abgezogen worden, folgendermassen berechnet werden:

---

ken nach den Vorschriften der Pharmakopöen bereitet, und Schwefelleber genannt. Nach der preußischen Pharmacopoe nimmt man 1 Thl. gereinigten Schwefel und schmelzt diesen in einem geräumigen und bedeckten Schmelztiegel mit 2 Thl. aus Weinstein bereitetem kohlensauern Kali zusammen. Fließt die Masse nach längerem Schmelzen endlich ruhig ohne weiter aufzuschäumen, so wird sie auf kalte glatte Steine ausgegossen, zerschlagen und in Gefäßen aufbewahrt, welche gut verschlossen werden, damit die Luft keinen Zutritt habe. Dieses Präparat enthält immer noch schwefelsaures Kali, weil der Sauerstoff, welcher aus dem sich in Schwefelkalium verwandelnden Antheil Kali frei wird, mit Schwefel Schwefelsäure bildet; außerdem ist auch in der nach obiger Vorschrift bereiteten Schwefelleber noch etwas unzersetztes kohlensaures Kali, weil die angewandte Menge Schwefel nicht hinreicht, dieses vollständig zu zersetzen.

Die Schwefelleber wird als Arzneimittel innerlich und äußerlich angewendet; auch dient sie zur Darstellung der sogenannten Schwefelmilch (Lac sulphuris). Man bereitet diese, wenn man zu wässrigen Auflösungen der Schwefelleber nach und nach so viel verdünnte Schwefelsäure hinzufügt, als zur Neutralisation nöthig ist. Dieser Schwefelniederschlag wurde früher für Schwefelhydrat gehalten, nach den neuesten Untersuchungen aber ist es erwiesen, daß derselbe getrocknet nur höchst fein zertheilter Schwefel ist. A. u. E.

Angewendete Atome.		Erzeugte Atome.	
4 At. kohlens. Kali	= 3452,92	8 At. Kohlensäure	= 1101,28
10 At. Schwefel	= 2011,60	1 At. schwefelsaures Kali	= 1089,07
	5464,52	2 At. 3fach-Schwefelkalium	= 3274,17
			5464,52

Vierthalb-Schwefelkalium. (3½ Sulfure de potassium.)

1028. Es besteht aus

1 At. Kalium	=	487,91	oder 40,93
3½ At. Schwefel	=	704,06	— 59,07
1 At. 3½ Schwefelkalium	=	1191,97	100,00

Diese Verbindung erzeugt sich, wenn man schwefelsaures Kali durch Schwefelwasserstoff reduzirt. Man sollte in diesem Falle eigentlich Fünffach-Schwefelkalium erhalten, denn man hat:

Angewendete Atome.

1 At. schwefelsaures Kali = { 1 At. Metall, 1 At. Schwefel, 4 At. Sauerstoff } 8 At. Wasser.

8 At. Schwefelwasserstoff = { 4 At. Schwefel, 8 At. Wasserstoff } 1 At. 5fach-Schwefelkalium.

Dagegen erhält man nun

8 At. Wasser
1 At. 3½ Schwefelkalium
1½ At. Schwefel, welcher sich entbindet.

Die Existenz eines solchen Sulphurids kann demnach kaum mehr in Zweifel gezogen werden, und man kann es auch als ein salzähnliches Sulphurid ansehen, bestehend aus:

1 At. zweifach Schwefelkalium
1 At. fünffach Schwefelkalium.

Das vierthalb Schwefelkalium ist starr, weinroth und ganz durchscheinend. Es löst sich leicht in Wasser auf, und färbt es gelb.

In der Kälte fällen die Säuren ein weises Pulver ohne Gasentbindung, erwärmt man aber die Flüssigkeit, so erhält man Schwefel und Schwefelwasserstoff; das weiße Pulver muß demnach ein höchst fein zertheilter ölartiger Schwefelwasserstoff seyn.

Vierfach-Schwefelkalium. (Quadrisulfure de potassium.)

1029. Es besteht aus

1 At. Kalium	=	487,91	oder 37,75
4 At. Schwefel	=	804,64	— 62,25
1 At. 4fach-Schwefelkalium	=	1292,55	100,00

Man bereitet diese Verbindung, indem man Schwefelkohlenstoff über rothglühendes schwefelsaures Kali hinleitet. Würde alles hierzu verwendet, so hätte man:

Angewendete Atome.	Erzeugte Atome.
1 At. schwefelsaures Kali	4 At. Kohlensäure
4 At. Schwefelkohlenstoff	1 At. 5fach-Schwefelkalium

Es sollte sich also hierbei ein Fünffach-Schwefelkalium bilden, allein es scheint, daß durch die Strömung des dampfförmigen Schwefelalkohols 1 Atom Schwefel fortgeführt wird. Um aber dieses Vierfach-Schwefelkalium mit Sicherheit annehmen zu können, müßte man zeigen, daß die Menge des sich verflüchtigenden Schwefels nicht vermehrt wird durch Anwendung größerer Hitze, oder durch einen schnellern Gasstrom, wodurch dann vielleicht ein dreifach-Schwefelkalium gebildet werden könnte. Am einfachsten ist es jedoch anzunehmen, daß anfangs ein fünffach Schwefelkalium sich bildet, was nachher durch die hohe Temperatur und durch die Einwirkung des Gasstroms in ein Vierfach-Schwefelkalium sich verwandelt.

Auch auf andere Weise läßt sich diese Verbindung bereiten, aber auch dadurch ist ihre Existenz nicht außer Zweifel gestellt. Man leitet nämlich einen Strom von Schwefelwasserstoff über das Gemenge von fünffach Schwefelkalium und schwefelsaurem Kali, welches weiter unten beschrieben werden wird. Dieses Gemenge enthält auf drei Atome Fünffach-Schwefelkalium 1 Atom schwefelsaures Kali, was auch noch in fünffaches Sulphurid verwandelt werden sollte. Hier hat man nun:

Angewendete Atome.	Erzeugte Atome.
1 At. Schwefelsaures Kali	8 At. Wasser
8 At. Schwefelwasserstoff	4 At. fünffach Schwefelkalium
3 At. fünffach Schwefelkalium	

Es würde sich also, wie in dem vorerwähnten Fall Fünffach-Schwefelkalium bilden, wenn nicht in der Rothglut durch den Gasstrom diesem 1 Atom Schwefel entzogen würde.

1030. Zu bemerken ist jedoch, daß das fünffache Sulphurid selbst, wenn es in einem Strom von Schwefelwasserstoff erhitzt wird, nur ein halbes Atom Schwefel verliert, was anzudeuten scheint, daß bei diesen Versuchen der Erfolg von einer besondern chemischen Wirkung abhängt, die mithin stets fest bestimmte chemische Verbindungen zu bilden fähig ist. Da wir es nun nicht mehr mit so komplizirten Sulphuriden zu thun haben, so bemerken wir nur noch, daß bei Behandlung des Gemenges von fünffachem Schwefelkalium und schwefelsaurem Kali das Endresultat sehr gut aus der Wirkung dieses Gases auf jeden der beiden Körper einzeln genommen zu erklären ist. Nämlich:

1 At. schwefelsaures Kali würde geben: 1 At. vierthalb Schwefelkalium
3 At. 5fach Schwefelkalium würden geben: 3 At. fünfthalb — — —

Die beiden so erhaltenen Sulphuride würden demnach im Ganzen enthalten: 4 At. Kalium und 17 At. Schwefel oder 1 At. Kalium und $4\frac{1}{4}$ At. Schwefel, ein Gemenge, welches sich dem vierfachen Schwefelkalium zwar sehr nähert, allein mit der von Berzelius gemachten Analyse desselben nicht ganz übereinstimmt. Das vierfache Schwefelkalium ist schmutzig orangefarben. Im flüssigen Zustand ist es durchsichtig, beim Erkalten aber wird es trübe.

Fünfthalb-Schwefelkalium. ($4\frac{1}{2}$ Sulfure de potassium.)

1031. Es besteht aus:

1 At. Kalium	=	487,91	oder 35,02
$4\frac{1}{2}$ At. Schwefel	=	905,20	— 64,08
1 At. $4\frac{1}{2}$ Schwefelkalium	=	1393,11	100,00

Man erhält diese Verbindung, wenn man ein Gemenge von vierfachem Schwefelkalium und Schwefel im Überschuß stark erhitzt, während man einen Strom Schwefelwasserstoffgas darüber hinstreichen läßt. Es ist klar, daß das reine fünffache Schwefelkalium dasselbe Resultat gewähren würde.

Fünffach-Schwefelkalium. (Quintisulfure de potassium.)

1032. Es enthält

1 At. Kalium	= 487,915	oder	32,67
5 At. Schwefel	= 1005,800	—	67,33
1 At. 5fach Schwefelkalium	= 1493,715		100,00

Diese Verbindung entsteht, wenn man 1 Thl. kohlensaures Kali mit 1½ Thl. Schwefel längere Zeit zusammenschmelzt. Die Kohlensäure nebst dem überschüssigem Schwefel entweicht, und es bleibt ein Gemenge von schwefelsauerm Kali mit fünffach Schwefelkalium zurück. Das Erstere ist nicht auf gleichförmige Weise in der Masse verbreitet, denn während der Schmelzung scheidet es sich vom Schwefelkalium und macht es stellenweise teigig und klümperig. Diese Reaktion läßt sich folgendermassen darstellen:

Angewendete Atome.		Erzeugte Atome.	
4 At. kohlens. Kali	= 3452,92	8 At. Kohlensäure	= 1101,28
16 At. Schwefel	= 3218,56	1 At. schwefels. Salz	= 1089,07
	6671,48	3 At. 5fach-Schwefelkalium	= 4481,13
			6671,48

Die Säuren und besonders die Salzsäure scheiden reinen Wasserstoffschwefel daraus ab. Thénard machte mit dieser Verbindung ein merkwürdiges Experiment: indem er Schwefelwasserstoff darauf einwirken ließ, wurde die Flüssigkeit entfärbt, dieser absorbirt, und Schwefel fiel daraus nieder. Diese Thatsache sollte aufs Neue untersucht werden, denn sie verspricht die Theorie dieser so komplizirten Verbindungen aufzuklären.

Überschwefelkalium. (Persulfure de potassium.)

1033. Außer den vielen aufgezählten Kalium-Sulphuriden existirt noch Eines, welches man erhält, wenn konzentrirte Kalilauge mit einem Überschuß von Schwefel gekocht wird. So lange diese Auflösung noch warm ist, hält sie mehr Schwefel zurück, als bei gewöhnlicher Temperatur in derselben aufgelöst bleiben kann. Wahrscheinlich bildet sich da

ein eigenthümliches Sulphurid, welches Berzelius bei mehreren Versuchen zufällig beobachtet hat. Wird dieses Sulphurid mit kaltem Wasser gemengt, so setzt sich Schwefel ab und das fünffache Schwefelkalium bleibt aufgelöst.

Schwefelwasserstoffsaures Schwefelkalium.

(Synon. Schwefelwasserstoffsaures Kali. Lat. Kalium sulphuratum hydrosulphuricum, Kali hydrosulphuricum. Franz. Hydrosulfate de sulfure de potassium.)

1034. Diese Verbindung ist zusammengesetzt aus:

1 At. Schwefelkalium	= 689,07	oder 76,39
2 At. Schwefelwasserstoffsäure	= 213,64	— 23,61
1 At. Schwefelwasserstoffsaures Schwefelkalium	= 902,71	100,00

Man bereitet dasselbe, indem man Schwefelwasserstoff auf Kalium einwirken läßt, (127.) oder auch indem man trockenes kohlensaures Kali durch Schwefelwasserstoff behandelt, und überhaupt überall, wo man Schwefelwasserstoff mit Schwefelkalium in Berührung bringt. Operirt man in der Kälte, so muß der angewandte Körper im Wasser aufgelöst seyn; will man aber die Anwendung dieser Flüssigkeit vermeiden, so muß man die Temperatur erhöhen.

Man kann dieses Präparat demnach auf folgende Weise bereiten: 1.) indem man Kalium in der Wärme auf trockenes Schwefelwasserstoffgas in einer gebogenen Glocke einwirken läßt; 2.) wenn man auf trocknes kohlensaures Kali in der Rothglühhitze Schwefelwasserstoff wirken läßt; 3.) indem man Schwefelwasserstoff mit Aetzkaliauflösung zusammenbringt; 4.) durch Einwirkung des Schwefelwasserstoffgases auf eine Auflösung von einfachem oder doppeltem kohlensauerm Kali. Das letztere Verfahren wendet man in den Laboratorien gewöhnlich an, um sich dieses Salz im flüssigen Zustand zu verschaffen; zur Bereitung des trocknen muß man das zweite Verfahren in Anwendung bringen.

1035. Will man trocknes schwefelwasserstoffsaures Schwefelkalium bereiten, so bringt man kohlensaures Kali in einen Glaskolben, den man dunkel rothglüht, und leitet

einen Strom Schwefelwasserstoff darauf hin; die Masse bläht sich auf, es entweichen Wasserdämpfe und Kohlensäure, und zuletzt fließt dieselbe ruhig. Hat die Entbindung von Wasser und Kohlensäure aufgehört, so ist der Versuch beendigt. Beim Erkalten krystallisirt diese Verbindung in glänzenden breiten Blättchen, welche zitrongelb sind und auch dem Wasser diese Farbe mittheilen. Es ist sehr zerfließbar.

Um es tropfbarflüssig zu bereiten, löst man Aetzkali oder kohlensaures Kali in Wasser auf und leitet eine geraume Zeitlang Schwefelwasserstoff hinein. Nachher kocht man die Flüssigkeit, um den überschüssigen, bloß vom Wasser aufgelösten Schwefelwasserstoff zu verjagen; um die Verflüchtigung desselben zu erleichtern, kann man auch Wasserstoffgas in die Flüssigkeit während des Siedens leiten. Man erhält so eine Auflösung von reinem schwefelwasserstoffsauerm Schwefelkalium.

Nimmt man an, daß die Sulphuride das Wasser zersetzen, wenn sie sich auflösen, so könnte man das im Wasser aufgelöste schwefelwasserstoffsaure Schwefelkalium auch zweifach schwefelwasserstoffsaures Kali nennen; im trocknen Zustand aber muß es seinen ersten Namen beibehalten.

1036. Dampft man die Auflösungen des schwefelwasserstoffsauern Schwefelkaliums ab, so krystallisirt dasselbe in vier oder sechsseitigen Säulen mit vier oder sechsseitiger Zuspitzung.

Der Geschmack dieser Verbindung ist scharf und bitter, sie zieht die Feuchtigkeit der Luft an und absorbirt zugleich Sauerstoff daraus. Anfangs geht sie in ein Polysulphurid und nachher in unterschweflichtsaures Salz über. Im Wasser ist sie sehr löslich und erzeugt Kälte im Momente der Auflösung; auch im Alkohol löst sie sich mit Kälteerzeugung auf. Die Säuren zersetzen dieses Salz, indem sich Schwefelwasserstoff entwickelt, ohne daß jedoch Schwefel gefällt wird.

Das schwefelwasserstoffsaure Schwefelkalium löst den Schwefel und die sauren Sulphuride auf, indem es seinen Schwefelwasserstoff verliert. Im ersten Falle bildet sich ein

Polysulphurid von Kalium und im zweiten ein Doppelsulphurid. Wird es in freier Luft erhitzt, so verwandelt es sich in Wasser, schweflichtsaures Gas und schwefelsaures Kali. *)

Pyrophor.

(Synon. Feuerträger, Selbstzünder. Lat. Pyrophorus. Franz. Pyrophore.)

1037. Es giebt noch ein Kaliumsulphurid, und sicherlich ein reines oder mit Kali verbundenes Polysulphurid, dessen Schwefelgehalt noch nicht bekannt ist. Die ältern Chemiker bereiteten diese Verbindung, indem sie Kalialaun mit Zucker, Honig oder Mehl glühten. Descotil hat jedoch einen Pyrophor mittelst schwefelsauerm Kali allein bereitet und in der neusten Zeit hat Gay-Lussac gezeigt, welche Bedingungen zum Gelingen des Versuches erforderlich sind.

Da die Anwendung einer vegetabilischen wasserstoffhaltigen Substanz den Erfolg etwas verwickelt, so wendete Gay-Lussac vorzugsweise Kienruß an. Ein Gemenge von Kalialaun und Kienruß in einer Thonretorte erhitzt, welche mit einem Rohr versehen war, das unter Quecksilber mündete, gab anfänglich schweflichte Säure und Kohlensäure zu fast gleichen Volumen. Später entband sich reine Kohlensäure und endlich ein Gemenge dieses Gases mit Kohlenoxydgas, welches Letztere gegen das Ende der Operation vorherrschte. Zugleich entwickelte sich auch sehr wenig Schwefelwasserstoff und Schwefel.

Dieses Verhalten ist leicht zu erklären. Der Kohlenstoff zersetzt anfangs die schwefelsaure Thonerde, so daß Letztere zurückbleibt, während sich schweflichte Säure und Kohlensäure entbinden. Er zerstört ferner das schwefelsaure Kali und erzeugt daraus Schwefelkalium, was zurückbleibt, und Kohlensäure und Kohlenoxydgas, welche als Gas fortgehen. Aller Schwefel der schwefelsauern Thonerde wird

*) Anwendung findet diese Verbindung nur als Reagens und zwar theils zur Auffindung der Metalloxyde der vier letzten Abtheilungen, theils auch zur Abscheidung derselben bei quantitativen Analysen. A. u. E.

jedoch nicht entbunden, denn die Zersetzung der Schwefelsäure mittelst Kohle würde 1 Vol. Kohlensäure und 2 Vol. schweflichte Säure geben. Da nun diese Gase ungefähr zu gleichen Volumen erhalten werden, so muß man daraus schließen, daß ein Theil Schwefel im Rückstande bleibt und daß die demselben entsprechende Menge Sauerstoff Kohlensäure bildet.

Der Rückstand besteht demnach aus einem Kalium Polysulphurid, wahrscheinlich zweifach Schwefelkalium, aus Kali, Thonerde und überschüssiger Kohle.

1038. Gay-Lussac zeigte, daß die Thonerde, sowie die Kohle auf den Pyrophor nur eigentlich mechanischen Einfluß äußert, denn 75 Grm. Alaun und 3,33 Grm. Kienruß mit einander sehr stark geglüht, gaben ein braunrothes Produkt, in welchem keine Spur von Kohle zu bemerken war, und welcher sich demungeachtet an der Luft entzündete.

Andrerseits gab ein Gemenge von 1 At. schwefelsauerm Kali und 3 At. schwefelsaurer Magnesia mit Kohle geglüht einen sehr guten Pyrophor, in welchem weder Kohle noch Thonerde vorhanden war.

Endlich bereitet Gay-Lussac auch mit schwefelsauerm Kali und Kohle ohne noch etwas Anderes zuzufügen einen vortrefflichen Pyrophor. In diesem Falle aber muß man einen bedeutenden Überschuß von Kohle anwenden, um die Thonerde oder die Magnesia zu vertreten, welche wie sie selbst als poröse Körper wirken. Es ist übrigens auch einleuchtend, daß wenn gleich anfangs die Kohle nur eine passive Rolle spielt, sie doch selbst auch brennt, sobald die Temperatur gesteigert wird und dann das Auffallende der Erscheinung erhöht. Diesen merkwürdigen Pyrophor bereitet man durch Rothglühen eines Gemenges von 9 Thl. schwefelsaurem Kali und von wenigstens 5 Th. Kohle. Das erhaltene Produkt ist außerordentlich entzündlich, denn kaum kommt es mit der selbst trocknen Luft in Berührung, so wird es weißglühend und in glänzende Funken zerstiebt.

Offenbar besteht dieser Pyrophor aus einem Oxydsulphurid mit Kohlenüberschuß gemengt. Das Oxydsulphurid ohne beigemengte Kohle würde nicht bei gewöhnlicher Tem-

peratur in der Luft brennen. Es ist auch leicht begreiflich, daß es keine schweflichte Säure, sondern nur ein neutrales schwefelsaures Salz bilden kann.

Alle diese Pyrophore können beinahe Weißglühhitze vertragen, ohne ihre Entzündlichkeit zu verlieren; letztere hängt demnach gewiß nicht vom Kalium ab, denn sie lösen sich alle im Wasser auf, ohne Wasserstoff zu entbinden. Auch keine Kohlenstoffverbindung scheinen sie zu enthalten. Man darf deshalb annehmen, daß die Eigenschaften des Pyrophors theils von der Endzündlichkeit das Schwefelkaliums und von dem fein zertheilten Zustand desselben abhängen, theils aber auch von der schnellen Verdichtung der Luft herrühren, welche die porösen Stoffe, wie die Thonerde, Magnesia oder Kohle bewirken. Die schnelle Verdichtung erzeugt Wärme und diese kann dann leicht so bedeutend seyn, daß sie das Gemenge zu entzünden vermag. *)

Auch das schwefelsaure Natrum giebt mit Kohle noch einen sehr guten Pyrophor; dagegen liefert der schwefelsaure Baryt keinen.

Kaliumselenide. (Seleniures de potassium.)

1039. Diese bieten nichts Besonderes dar. Es giebt ohne Zweifel mehrere Verbindungen des Selens mit Kalium, allein sie lassen sich alle schon aus den Gattungscharakteren erkennen. Das Selenkalium besteht aus:

1 At. Kalium	= 487,91	oder 49,66
1 At. Selen	= 494,60	— 50,34
1 At. Selenkalium	= 982,51	100,00

Stickstoffkalium. (Azoture de potassium.)

1040. Kalium und Stickstoff verbinden sich nicht direkte mit einander. Das Stickstoffkalium erhält man durch Er-

*) Will man oben beschriebenen Pyrophor aufbewahren, so muß man bei dem Herausnehmen aus der Retorte, worin er bereitet worden, mit Sorgfalt zu Werke gehen und ihn möglichst gegen den Zutritt der Luft schützen; man erreicht dieses am Besten dadurch, daß man die Retortenmündung in ein Glas steckt, und nun den Pyrophor in dasselbe hineinschüttelt. Die ersten Antheile des hineinfallenden Pyrophors entzünden sich, sobald aber der in der Flasche befindliche Sauerstoff verzehrt ist, findet keine Entzündung weiter Statt. Die Flasche muß wohl verschlossen werden. A. u. E.

hitzen des Kaliums in trocknem Ammoniakgas; anfangs bildet sich hierbei eine leichtflüssige Verbindung von Kalium, Stickstoff und Ammoniak, woraus aber durch Dunkelrothglühen alles Ammoniak verjagt werden kann.

Das Stickstoffkalium ist grünlich und hat kein metallähnliches Ansehn. In der Rothglühhitze entzündet es sich an der Luft, besser aber noch im Sauerstoffgas. Alle Körper, welche sich mit Kalium verbinden können, verjagen den Stickstoff daraus. Das Wasser und die im Wasser aufgelösten Säuren verwandeln es in Kali und Ammoniak oder in Salze dieser beiden Basen. Das Stickstoffkalium besteht aus:

3 At. Kalium	=	1463,73	oder 89,25
2 At. Stickstoff	=	177,02	— 10,75
1 At. Stickstoffkalium		1640,75	100,00

Phosphorkalium. (Phosphure de potassium.)

1041. Es ist fest, glanzlos, chokoladefarbig und hat kein metallisches Ansehen. Das Wasser verwandelt es sogleich in Kali, unterphosphorichtsaures Kali, Phosphorwasserstoffgas im Maximum und in freies Wasserstoffgas. Die Zusammensetzung ist nicht bekannt. Man kann es durch direkte Vereinigung des Kaliums mit Phosphor bereiten, wobei sich Licht und Wärme entbindet, sobald die beiden Körper flüssig geworden sind; oder es läßt sich auch darstellen, indem man Phosphorwasserstoff mittelst Kalium zersetzt; hierbei entbindet sich dann Wasserstoffgas.

Arsenikkalium. (Arseniure de potassium.)

1042. Diese Verbindung ist fest, glanzlos und kastanienbraun. Nur wenn es einen Arseniküberschuß enthält, so zeigt es metallisches Gefüge und Glanz. Mit Wasser in Berührung gebracht zersetzt es dasselbe augenblicklich, und man erhält Arsenikwasserstoffgas, was wahrscheinlich mit Wasserstoffgas gemengt ist, ferner Wasserstoffarsenik als braune Flocken und Kali. Die Zusammensetzung dieser Verbindung ist noch nicht bekannt. Man bereitet sie durch Vereinigung von Arsenik und Kalium in einer erhitzten mit Stickstoff erfüllten

gebogenen Glocke. (Taf. 1. Fig. 9.) Bei der Verbindung beider Körper entbindet sich Licht. Auch durch Behandlung des Arsenikwasserstoffgas mittelst Kalium in der Wärme kann man das Arsenikkalium bereiten; es wird hierbei der Wasserstoff frei.

Kohlenstoff-, Bor- und Kiesel-Kalium. (Carbure, Borure et Siliciure de potassium.

1043. Die beiden letzgenannten Körper bilden sich wahrscheinlich bei der Bereitung des Bors und Kiesels. (S. §§. 386. u. 405.) Noch kennt man die Eigenschaften dieser problematischen Verbindungen nicht. Das Kohlenstoffkalium ist ebenso wenig näher gekannt; wahrscheinlich erzeugt sich dasselbe immer bei Bereitung des Kaliums nach Brunner. Wir werden später darauf zurückkommen.

Kalisalze.

1044. Die meisten Kalisalze sind sehr auflöslich, allein weniger löslich als die Ammoniaksalze; mehrere derselben werden an der Luft feucht. Sie vertragen die Rothglut leichter als die meisten übrigen Salze, so daß sogar einige Säuren, die mit andern Basen verbunden durch die Hitze ausgetrieben oder zersetzt werden, im Gegentheil derselben widerstehen, wenn sie mit Kali vereinigt sind.

Um ein Kalisalz zu erkennen, konzentrirt man dessen Auflösung und fügt eine konzentrirte Auflösung von Weinsteinsäure hinzu; es fällt dann sogleich in der Flüssigkeit ein weißer körniger Niederschlag zu Boden; dieser schmeckt sauer und ist saures weinsteinsaures Kali. Man kann auch die Kalisalze mit Hülfe einer gesättigten Auflösung von schwefelsaurer Thonerde prüfen, wodurch Kalialaun in kleinen Krystallen niedergeschladen wird; die Ammoniaksalze besitzen aber dieselbe Eigenschaft. Endlich lassen sich auch die Kalisalze durch Chlorplatinauflösung erkennen, wodurch ein orangefarbener Niederschlag gebildet wird, der ein wenig lösliches Doppelsalz ist; auf gleiche Weise verhalten sich aber auch die Ammoniaksalze gegen Platinlösung, so daß man, um nicht

in einen Irrthum zu verfallen, die zu untersuchenden Salze zuerst glühen und dann erst prüfen muß. *) Vor dem Löthrohre lassen sich die Kalisalze erkennen, wenn man etwas Borax mit Nickeloxyd zusammenschmelzt; die Kugel ist anfänglich braun, sobald aber etwas Kali oder ein Kalisalz hinzukommt färbt sie sich schön blau.

Chlorsaures Kali.

(Synon. Überoxydirtsalzsaures Kali. Lat. Kali chloricum, Kali muriaticum hyperoxygenatum. Franz. Chlorate de potasse. Muriate suroxigéné de potasse.)

1045. Das chlorsaure Kali krystallisirt in weisen rhomboidalen Blättchen von perlmutterähnlichem Ansehen, bisweilen auch in langen Nadeln. Es verändert sich an der Luft nicht, schmeckt kühlend und ist geruchlos. 100 Theile Wasser lösen davon 3,33 Th. bei 0°, 18,96 Th. bei 49° und 60,4 Th. bei 104,78° auf. Wird dieses Salz erhitzt, so schmilzt es schon bei ziemlich niedriger Temperatur, dann fängt es an zu kochen, entbindet seinen ganzen Sauerstoffgehalt und verwandelt sich in Chlorkalium.

Mengt man Harz oder Schwefel mit chlorsauerm Kali und bringt einige Tropfen Schwefelsäure darauf, so findet eine Verpuffung Statt, welche von der plötzlich durch die Schwefelsäure entbundenen Chlorsäure herrührt. Auf diesem Verhalten gründet sich die Bereitung und Anwendung der sogenannten chemischen Feuerzeuge. Man bereitet dieses Salz indem man einen bedeutenden Überschuß von Chlor in eine konzentrirte Auflösung von Ätzkali leitet. Das Chlor zersetzt das Kali und bildet Chlorkalium, während der aus dem Kali freigewordene Sauerstoff sich mit einem andern Antheil Chlor verbindet und Chlorsäure bildet, die mit Kali sich zu wenig auflöslichem chlorsaurem Kali vereinigt.

---

*) Durch Glühen werden die Ammoniaksalze entweder ganz verflüchtigt oder doch so zersetzt, daß wenigstens die Basis fortgeht, und mithin nachher nicht mehr reagiren kann; Kalisalze dagegen reagiren vor und nach dem Glühen auf Kali. A. u. E.

(§§. 786 und 787.) Ist die etwas langwierige Operation beendigt, so gießt man die Flüssigkeit ab und wäscht die krystallinische Masse mit etwas kaltem Wasser, um das anhängende Chlorkalium davon zu entfernen. Das erhaltene chlorsaure Kali wird durch Auflösen und Krystallisiren gereinigt. Ein Kilogramm käufliche Pottasche liefert gewöhnlich 90—100 Gramme (also ungefähr den zehnten Theil) von diesem Salze. *) Es besteht aus:

*) Da das chlorsaure Kali heut zu Tage in chemischen Fabriken im Großen bereitet wird, so fügen wir noch einige für die praktische Ausführung nöthige Bemerkungen hinzu. Zuvörderst sind, je nach der Menge des zu bereitenden Salzes, ein oder mehrere Glaskolben oder irdene Gefäße nöthig, welche die zur Chlorentbindung erforderlichen Stoffe aufnehmen. Man stellt solche in ein Sandbad und versieht sie außer dem gewöhnlichen Gasentbindungsrohr noch mit einer S förmigen, zum Eingießen der Schwefelsäure oder Salzsäure bestimmten Röhre (Taf. 4. Fig. 2. a und b.) Das Gasrohr eines jeden Gefäßes geht zuerst in eine tubulirte Sicherheitsflasche, welche etwas Wasser enthält, um das Chlorgas von anhängender Salzsäure zu reinigen. Diese Flasche hat außerdem noch ein Sicherheitsrohr und von ihr geht das Chlorgas durch eine zweite Röhre in ein großes Gefäß, in welches man eine Auflösung von guter käuflicher Pottasche bringt. Diese Röhre, welche tief in die Auflösung hinabreicht, muß weit seyn und sich entweder trichterförmig ausmünden oder man steckt einen am einen Ende aufwärts gebogenen Glasstab in den Kork, durch welchen das Glasrohr geht, um mit demselben die im Innern des Rohrs sich ansetzenden Salzkrystalle abzustoßen und das Verstopfen desselben zu verhüten. Die Pottaschenauflösung nimmt man am Besten zu 30—35° B. oder von 1,26—1,32 spez. Gewicht, je nach der äußern Temperatur. Ist der Apparat gehörig vorgerichtet und gut verkittet, so wird die Operation durch Eingießen der Säure und durch gelindes Feuern des Ofens begonnen. Das sich entbindende Chlorgas streicht nun ununterbrochen in die letzten Gefäße, und zersetzt das darin befindliche kohlensaure Kali. Die Kohlensäure entbindet sich im Verlaufe der Operation vollständig, (anfangs nicht sogleich, weil zuerst doppelt kohlensaures Kali gebildet wird) und es erzeugt sich Chlorkalium und chlorsaures Kali. Während die Operation im Gange ist, hat man vorzüglich darauf zu achten, daß keine Verstopfung der letzten Gasröhre bei Ausmündung derselben in die Pottaschenauflösung Statt finde, was leicht an der Sicherheitsröhre der Mittelflasche zu erkennen ist. Hat man eine Pottaschenauflösung von oben bemerkter Stärke angewendet, so krystallisirt bloß das chlorsaure Kali während der Operation aus derselben und das Chlorkalium bleibt aufgelöst; außerdem sondert sich noch aus derselben etwas Kieselerde ab, die mit Hilfe des Kalis aufgelöst war. Nach beendigter Operation, wenn kein Chlor mehr absorbirt wird, sondert man die Auflösung von den Salzkrystallen, löst diese in heißem Wasser auf, filtrirt um die anhängende Kieselerde davon zu trennen und läßt krystallisiren. Die

1 At. Kali	= 587,915	oder	38,49
1 At. Chlorsäure	= 942,64	—	61,51
1 At. chlorsaures Kali	= 1530,555		100,00

Das chlorsaure Kali dient zur Bereitung des Sauerstoffgases und zur Verfertigung der Zündhölzchen für die chemischen Feuerzeuge. *) Früherhin wurde es auch zur Anfertigung der Zündhütchen für Perkussionsflinten angewendet; auch versuchte man, dasselbe Behufs der Pulverbereitung mit Salpeter zu mengen, allein man mußte wieder darauf verzichten, weil dieses Pulver zu detonirend war.

Chlorichtsaures Kali.

(Synon. Chlorkali. Lat. Kali chlorosum. Franz. Chlorite de potasse.)

Dieses Salz bildet die bekannte javell'sche Lauge; seine Eigenschaften wurden bereits bei der allgemeinen Betrachtung der chlorichtsauern Salze erwähnt, allein da es im Großen angewendet wird, so werden wir über seine Berei-

---

erhaltenen Krystalle sind chlorsaures Kali, dessen Reinheit man daran erkennt, daß es nicht durch salpetersaures Silber getrübt werden darf; im entgegengesetzten Fall würde es noch Chlorkalium enthalten, und zu weiterer Reinigung ein wiederhohltes Umkrystallisiren erfordern. A. u. E.

*) Die Zündhölzchen werden folgendermassen bereitet: man nimmt 3 Thl. chlorsaures Kali und 1 Thl. gut ausgewaschene Schwefelblumen. Das Salz wird vorsichtig für sich zerrieben und nachher mit dem Schwefel auf Papier gemengt, wobei jede Reibung oder Stoß sorgfältig vermieden werden muß, um keine Explosion zu veranlassen. Das Gemenge wird nun mit etwas Traganthschleim und Bärlapp (Semen lycopodii) zu einer konsistenten Masse angemacht und zuletzt noch Zinnober zugefügt, um es zu färben. In diesen Brei werden gewöhnliche, gut mit Schwefel versehene Schwefelhölzchen eingetaucht und nachher scharf getrocknet. Die Zündgläschen selbst enthalten mit höchst konzentrirter Schwefelsäure getränkten Asbest oder Amianth; man bringt deshalb Asbest in die Gläschen, damit die Zündhölzchen nur oberflächlich die Schwefelsäure berühren können; würden sie tiefer in dieselbe eintauchen, so wäre zwar immerhin eine Entzündung möglich, allein die brennenden Hölzchen würden eben so schnell wieder verlöschen, weil der Schwefel, der in diesem Falle auch mit Schwefelsäure in Berührung kam, nicht fortbrennen könnte. Die Zündgläschen selbst müssen immer nach dem Öffnen schnell wieder aufs Sorgfältigste verschlossen werden, damit die Schwefelsäure nicht Feuchtigkeit aus der Luft anziehe, wodurch sie die zündende Kraft verliert. A. u. E.

tung ausführlich sprechen, wenn wir den damit verwandten chlorichtsauern Kalk abhandeln.

Bromsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali bromicum. Franz. Bromate de potasse.)

1047. Das bromsaure Kali ist im Alkohol wenig, dagegen im Wasser mehr löslich; da warmes Wasser davon mehr auflöst als kaltes, so krystallisirt das Salz aus gesättigten warmen Auflösungen nadelförmig; durch langsames Abdampfen aber krystallisirt es in glanzlosen Blättchen. *) Es besteht aus:

1 At. Kali	= 587,915	oder	29,10
1 At. Bromsäure	= 1432,80	—	70,90
1 At. bromsaures Kali	= 2020,715		100,00

Jodsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali iodicum. Franz. Iodate de potasse.)

1048. Das iodsaure Kali wird ganz auf ähnliche Weise wie das chlorsaure Kali bereitet. Man bringt Jod mit einer konzentrirten Auflösung von Ätzkali zusammen und schüttelt beide miteinander; hierbei bildet sich dann sehr lösliches Jodkalium und schwer lösliches iodsaures Kali. Um beide von einander zu scheiden, dampft man die Flüssigkeit bis zur Trockne ab und behandelt dann den Rückstand wiederhohlt mit Alkohol von 0,82 spez. Gew. Der Alkohol löst das Jodid auf und das iodsaure Kali bleibt zurück, welches nun im Wasser aufgelöst wird. Das noch dabei befindliche über-

*) Es ist in seinem übrigen chemischen Verhalten dem chlorsauern Kali sehr ähnlich: in der Hitze giebt es Sauerstoff aus und verwandelt sich in Bromkalium; mit brennbaren Körpern gemengt, verpufft es heftig durch den Stoß, und ein Gemenge von Harz oder Schwefel mit diesem Salze wird gleichfalls durch konzentrirte Schwefelsäure entzündet. Man bereitet dieses Salz durch Zusammenbringen von Brom und Kaliauflösung; es entsteht dadurch bromsaures Kali und Bromkalium, welche wegen ihrer verschiedenen Auflöslichkeit im Wasser leicht durch Krystallisiren von einander geschieden werden können. A. u. E.

schüssige Kali sättigt man durch Essigsäure und dampft die Auflösung aufs Neue ab. Die Salzmasse wird nun wiederum mit Alkohol behandelt, der das essigsaure Kali auflöst und das iodsaure Kali zuletzt ganz rein in kleinen weißen Krystallen zurückläßt.

Dieses Salz verpufft auf glühenden Kohlen gleich dem Salpeter; wird es in einer Retorte erhitzt, so verwandelt es sich in Jodkalium und entbindet seinen Sauerstoff. Es besteht aus

1 At. Kali	= 587,915	oder	22,21
1 At. Jodsäure	= 2066,70	—	77,79
1 At. iodsaures Kali	= 2654,615		100,00

Schwefelsaures Kali.

(Synon. Vitriolisirter Weinstein. Lat. Kali sulphuricum, Tartarus vitriolatus, Arcanum duplicatum, Sal de duobus. Franz. Sulfate de potasse.)

1049. Dieses Salz ist weiß und hat einen bittern, unangenehmen Geschmack; sein spezif. Gew. ist 2,4; 100 Th. Wasser von 12,7° lösen 10,59 Th. und dieselbe Menge Wasser von 101,5° lösen 26,33 Th. dieses Salzes auf. Es krystallisirt in vier- oder sechsseitigen kurzen Säulen, die sich in vier oder sechsseitigen Pyramiden endigen. An der Luft wird es nicht verändert; Krystallisationswasser enthält es nicht, wohl aber Dekrepitationswasser, weshalb es auch im Feuer verknistert. In einer die Rothglut noch übertreffenden Temperatur schmilzt es. Die meisten Säuren verwandeln es in doppeltschwefelsaures Kali. Man erhält es durch Glühen des sauern Salzes, welches von der Zersetzung des Salpeters mittelst Schwefelsäure herrührt. Auch durch Sättigung der Schwefelsäure mit kohlensaurem Kali läßt es sich bereiten, wenn man die Salzlösung abdampft und krystallisirt. *) Es besteht aus

*) Als Nebenprodukt erhält man dieses Salz auch bei der Bereitung der Schwefelsäure durch Verbrennen eines Gemenges von Schwefel und Salpeter. A. u. E.

1 At. Kali	= 587,915	oder	54,07
1 At. Schwefelsäure	= 501,16	—	45,93
1 At. schwefelsaures Kali	= 1089,075		100,00

Man bedient sich desselben bei der Alaunfabrikation, indem man es mit schwefelsaurer Thonerde verbindet; die die Salpeterfabrikanten wenden es an, um den salpetersauren Kalk in salpetersaures Kali zu verwandeln. *)

Doppelschwefelsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali bisulphuricum. Franz. Bisulfate de potasse.)

Dieses Salz schmeckt stark sauer und röthet die blauen Pflanzenfarben. Bei einer Temperatur von 16° sind 6 Theile Wasser zu seiner Auflösung erforderlich. Gewöhnlich krystallisirt es in langen losen Nadeln und zuweilen in sechsseitigen Säulen. Wenn die Auflösung langsam abgedampft wird, so bilden sich oben auf der Flüssigkeit sehr feine und weiße faßrige Krystallbündel, welche äußerst leicht sind und beinahe gar keinen Zusammenhang haben. Wird dieses Salz erhitzt, so schmilzt es leicht und nimmt öhlartige Beschaffenheit an; beim Erkalten wird es jedoch wieder so weiß wie vorher. Durch starkes und anhaltendes Glühen verliert es seinen Säureüberschuß und geht in neutrales schwefelsaures Salz über. Es besteht aus

1 At. Kali	= 587,915	oder	37,05
2 At. Schwefelsäure	= 1002,320	—	62,95
1 At. doppeltschwefelsaures Kali	= 1590,235		100,00

Der Rückstand, welchen man bei der Bereitung der Salpetersäure aus Salpeter mittelst Schwefelsäure erhält, ist doppeltschwefelsaures Kali, **) welches, nachdem man es in

*) Gebraucht wird es ferner als Arzneimittel, als Reagens (z. B. zur Scheidung des Ceroxyds) und zur Bereitung des Pyrophors nach Gay-Lussac. Auch in den Glashütten könnte man es zu Kaliglas verarbeiten, wenn man es wie das schwefelsaure Natrum behandeln würde, das jetzt allgemein zur Fabrikation des Natrumglases verwendet wird. A. u. E.

**) Nicht immer erhält man bei der Salpetersäurebereitung doppelt-schwefelsaures Kali als Rückstand, sondern nur in dem Falle, wenn man auf 1 At. Salpeter 2 At. Schwefelsäure genommen hat. Wir nehmen hier Gelegenheit

einfach schwefelsaures Kali verwandelt hat, in Alaun- und Salpeterfabriken verwendet werden kann. *)

Unterschwefelsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali hyposulphuricum. Franz. Hyposulfate de potasse.)

Es krystallisirt in zylinderähnlichen Säulen mit wagrecht abgestumpften Endflächen. In 2,65 Th. Wassers von 16° C. und in 1,58 Th. kochenden Wassers löst sich 1 Th. dieses Salzes auf. In Alkohol ist es auflöslich. Es enthält kein Krystallwasser und zerfließt nicht an der Luft; der Geschmack ist bitter. Es ist zusammengesetzt aus

1 At. Kali	= 587,915	oder	39,45
1 At. Säure	= 902,32	—	60,55
1 At. unterschwefelsaures Kali	= 1490,235		100,00

Wird dieses Salz erhitzt, so entbindet es schweflichte Säure und verwandelt sich in schwefelsaures Salz. Es absorbirt den Sauerstoff nur äußerst langsam.

Schweflichtsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali sulphurosum. Franz. Sulfite de potasse.)

1052. Das schweflichtsaure Kali ist weiß, krystallisirt in durchsichtigen rhomboidalen Tafeln, bisweilen aber auch in kleinen Nadeln, welche sämmtlich von einem gemeinschaftlichen Zentrum ausgehen. Es schmeckt durchdringend und

---

auf die von Mitscherlich neuerdings in dieser Hinsicht gemachten Erfahrungen nachträglich aufmerksam zu machen. Mitscherlich fand nämlich, daß sowohl Zeit als Brennmaterial erspart wird, und daß man das Maximum an Salpetersäure erhält, wenn man auf 1 At. Salpeter (100 Gew. Thl.) 2 At. wasserhaltige Schwefelsäure (96,8 Gew. Thl.) nimmt. In diesem Falle bleibt dann immer doppelt-schwefelsaures Kali als Rückstand. (S. Poggendorffs Annalen der Physik und Chemie. Bd. 18. S. 152.) A. u. E.

*) Seines Säureüberschusses wegen wendet man dieses Salz zur Entbindung des Chlors aus dem Chlorkalk an, und zieht es des bequemen Transportes halber zu den sogenannten Präservativflaschen den auf gleiche Weise wirkenden flüssigen Säuren vor. (S. Dinglers polyt. Journal. Bd. 3. S. 417. A. u. E.

nach schweflicher Säure. Bei gewöhnlicher Temperatur löst es sich in einem gleichen Gewicht Wassers auf; im siedenden Wasser ist es dagegen noch viel löslicher. Der Luft ausgesetzt geht es allmählig in schwefelsaures Salz über. Es besteht aus

1 At. Kali	= 587,915	oder	59,52
1 At. schweflichte Säure	= 401,16	—	40,48
1 At. schweflichts. Kali	= 989,075		100,00

Man bereitet diese Verbindung, wenn man schweflichtsaures Gas durch eine Auflösung von Ätzkali oder kohlensaurem Kali leitet. *)

Unterschweflichtsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali hyposulphurosum. Franz. Hyposulfite de potasse.)

1053. Man bereitet dieses Salz durch Kochen des schweflichtsauren Kali's mit Schwefelblumen; es ist beständiger als dieses und verwandelt sich nur äußerst schwierig in schwefelsaures Kali.

Selenichtsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali seleniosum. Franz. Selenite de potasse.)

1054. Es ist im Wasser in allen Verhältnissen löslich; auch im Alkohol löst es sich auf. Bis jetzt hat man es noch nicht krystallisirt darstellen können. Wird die Auflösung zur Trockne abgedampft, so erhält man eine Masse, welche die Feuchtigkeit der Luft anzieht. Dieses Salz besteht aus

1 At. Kali	= 587,91	oder	45,88
2 At. Säure	= 694,60	—	54,12
1 At. selenichtsaures Kali	= 1282,51		100,00

1055. Das doppelt-selenichtsaure Kali ist gleichfalls im Wasser sehr auflöslich und deliqueszirt; wird es stark erhitzt, so verliert es die Hälfte seiner Säure. Es besteht aus

*) Man wendet dieses Salz in den Laboratorien als Reagens an; es reagirt auf selenichte Säure und selenichtsaure Salze, indem das Selen daraus reduzirt und gefällt wird. A. u. E.

1 At. Kali	= 587,91	oder	29,77
4 At. Säure	= 1389,20	—	70,23
1 At. doppeltselenichtsaures Kali	= 1977,11		100,00

Phosphorsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali phosphoricum. Franz. Phosphate de potasse.)

1056. Dieses Salz hat einen kühlenden, etwas urinösen Geschmack. Es krystallisirt in gleichseitigen rechtwinklichten Prismen mit vierflächiger Zuspitzung. An der Luft ist es unveränderlich. In großer Hitze kommt es in den feurigen Fluß. Man bereitet es durch direkte Vereinigung der Phosphorsäure mit Kali, oder indem man den sauern phosphorsauern Kalk durch kohlensaures Kali zersetzt. Es ist zusammengesetzt aus:

2 At. Kali	= 1175,83	oder	56,94
1 At. Phosphorsäure	= 892,30	—	43,06
1 At. phosphorsaures Kali	= 2068,13		100,00

Doppelt-phosphorsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali biphosphoricum. Franz. Biphosphate de potasse.)

1057. Es ist im Wasser sehr auflöslich und krystallisirt nur äußerst schwierig. Im trocknen Zustande zieht es schnell die Feuchtigkeit der Luft an und wird dickflüssig. Einer hohen Temperatur ausgesetzt, schmilzt er zu einem durchsichtigen Glas, welches an der Luft ebenfalls wieder deliqueszirt. Dieses Salz besteht aus:

1 At. Kali	= 587,91	oder	39,71
1 At. Phosphorsäure	= 892,30	—	60,29
1 At. doppeltphosphorsaures Kali	= 1480,21		100,00

Phosphorichtsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali phosphorosum. Franz. Phosphite de potasse.)

1058. Noch hat man diese Verbindung nicht genau untersucht. Es krystallisirt nicht und bildet, wenn es erhitzt

wird, reines Wasserstoffgas und neutrales phosphorsaures Kali. Es enthält:

2 At. Kali	= 1175,83	oder	63,02
1 At. Säure	= 692,30	—	36,98
	1868,13		100,00

Unterphosphorichtsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali hypophosphorosum. Franz. Hypophosphite de potasse.)

1059. Es ist im Wasser sehr auflöslich und noch zerfließlicher als das Chlorkalium; auch im Alkohol löst es sich in allen Verhältnissen auf. An der Luft nimmt es nach und nach Sauerstoff auf und wird sauer. Im Feuer wird es zersetzt, entbindet Phosphor und Phosphorwasserstoffgas und als Rückstand bleibt phosphorsaures Kali.

Salpetersaures Kali.

(Synon. Salpeter, Kalisalpeter. Lat. Kali nitricum. Nitrum. Franz. Nitrate de potasse. Nitre. Salpêtre.)

1060. Das salpetersaure Kali ist weiß, schmeckt kühlend und etwas bitter. Es ist leicht zerbrechlich; sein spezif. Gewicht ist 1,93. Nach Gay-Lussac lösen 100 Thl. Wasser davon auf:

13,32	Thl.	bei	0°
85,0	—	—	50°
170,8	—	—	80°
246,15	—	—	100°

Es krystallisirt in langen, sechsseitigen, sechsflächig zugespitzten Säulen. Von diesen Krystallen hängen bisweilen mehrere so an einander, daß zwischen denselben röhrenförmige Räume gebildet werden; *) sie enthalten kein Krystallisationswasser.

*) In vollkommen soliden Krystallen, welche keine Zwischenräume enthalten, erhält man den Salpeter durch langsames, freiwilliges Verdunsten gesättigter Auflösungen. A. u. E.

Durch die Luft wird der Salpeter nicht verändert; in einer Temperatur von 350° C. schmilzt derselbe und erstarrt beim Ausgießen, nachdem er erkaltet, zu einer krystallinischen undurchsichtigen Masse, welche man in den Apotheken mineralischer Krystall, Salpeterkügelchen (Lapis prunellae s. Nitrum tabulatum) nennt. Wird der Salpeter der Rothglühhitze ausgesetzt, so entbindet sich daraus ein Theil Sauerstoff; läßt man das Feuer länger darauf einwirken, so wird die Säure gänzlich zersetzt und man erhält als Rückstand reines Kali. *) Unter allen salpetersauren Salzen verpufft dieses am heftigsten mit brennbaren Körpern; wirft man es auf glühende Kohlen, so schmilzt es und erzeugt eine äußerst lebhafte Verbrennung. Mengt man zwei Theile Salpeter und einen Theil Schwefelblumen und wirft das Gemenge in einen roth glühenden Tiegel, so ist die Verbrennung so lebhaft, daß das Auge kaum die starke Lichtentwicklung ertragen kann. Eben so verhält es sich mit einem Gemenge von Kohle und Salpeter, wobei zugleich noch eine Detonation Statt findet.

Mengt man drei Theile Salpeter, zwei Theile Pottasche und einen Theil Schwefel mit einander, so erhält man das sogenannte Knallpulver, welches stark erhitzt, außerordentlich explodirt. Man bringt etwas davon in einen eisernen Löffel und hält diesen über glühende Kohlen; sobald der Schwefel schmilzt, entsteht eine sehr bedeutende mit starkem Knalle begleitete Explosion. Der Löffel wird nach unten gebogen, als wenn er einen starken Druck von oben nach unten auszuhalten gehabt hätte. Wahrscheinlich bildet sich hierbei ein Schwefelkalium, welches bei einer niedrigern Temperatur als der Schwefel selbst entzündlich ist und dadurch plötzlich die in der ganzen Masse verbreitete Salpetersäure

*) In der Voraussetzung, daß heftig und anhaltend geglühter Salpeter wirklich in reines Kali verwandelt wird, wie mehrere Chemiker behaupten, so gäbe dieses ein Mittel an die Hand, sich leicht äußerst reines Ätzkali zu verschaffen. Eine Hauptschwierigkeit hierbei möchten aber die hierzu anzuwendenden Gefäße darbieten, da Silber die Hitze nicht aushält und Platin leicht von Kali angegriffen wird. Auf jeden Fall wäre es wichtig, zu untersuchen, ob diese Methode praktisch anwendbar werden könnte. A. u. E.

zersetzt. Die schnelle Ausdehnung der sich hierbei bildenden Gase, vorzüglich des Stickstoffs, verursacht dann die gewaltsame Detonation. *) Dieses Salz besteht aus

1 At. Kali	= 587,915	oder	46,55
1 At. Salpetersäure	= 677,02	—	53,45
1 At. salpetersaures Kali	= 1264,935		100,00

Man wendet den Salpeter zur Bereitung der Salpetersäure an, welche man so häufig in den Künsten gebraucht; ferner ist er ein unentbehrliches Mittel bei Bereitung der ungeheuern Massen von Schwefelsäure, die durch Verbrennen von 8 Th. Schwefel mit 1 Th. Salpeter erzeugt werden. Man bedient sich ferner des Salpeters zur Darstellung des reinen kohlensauern Kalis, zur Fabrikation des Pulvers ꝛc. **) Die Gewinnung des Salpeters und Bereitung des Pulvers wird in einem besondern Kapitel (1525) abgehandelt werden.

Untersalpetrichtsaures Kali.

(Synon. Lat. Kali hyponitrosum. Franz. Hyponitrite de potasse.)

1061. Man erhält dieses Salz indem man eine Auflösung von schwefelsauerm Kali in aufgelöstes neutrales untersalpetrichtsaures Kali gießt, dann filtrirt und die Flüssigkeit abdampft. Es besteht aus

---

*) Noch verdient hier Baume's Schnellfluß angeführt zu werden, mit welchem man in einem Augenblick eine kleine Silbermünze schmelzen kann; derselbe besteht aus einem Gemenge von 3 Thl. Salpeter, 1 Thl. Schwefel und 1 Thl. feinen trocknen Sägespänen. Drückt man einen Kreuzer oder Silberpfennig mit Schnellfluß umgeben, in eine Nußschale und zündet die Masse an, so schmilzt die bedeutende sich entwickelnde Hitze das kleine Metallstückchen, und es bleibt als ein Schwefelmetallkorn umgeben von Schwefelkalium in der unversehrt gebliebenen Nußschale zurück. A. u. E.

**) Der Salpeter wird ferner angewendet: 1.) Zur fabrikmäßigen Bereitung des chromsauern und arsenicksauern Kali's; 2.) In der Medizin und zur Bereitung mehrerer Arzneimittel in den Apotheken; 3.) Zum Einsalzen des Fleisches; 4.) In den Laboratorien zur Darstellung verschiedener chemischer Produkte, z. B. zur Oxydation mancher Metalle, wie des Antimons ꝛc.; 5.) Zu Feuerwerken; 6.) In den Glashütten. A. u. E.

1 At. Kali	= 587,91	oder	55,28
1 At. Säure	= 477,02	—	44,72
1 At. untersalpetrichtsaures Kali	= 1064,93		100,00

Arsenikfaures Kali.

(Synon. Lat. Kali arsenicicum. Franz. Arseniate de potasse.)

1062. Dieses Salz zerfließt an der Luft, grünt den Veilchensyrup und verändert die Lakmustinctur nicht. Um es zu bereiten, sättigt man kohlensaures Kali oder Ätzkali mit Arsenikfäure. Es besteht aus

2 At. Kali	= 1175,83	oder	45,02
1 At. Arsenikfäure	= 1440,77	—	54,98
1 At. arsenikfaures Kali	= 2616,60		100,00

Zweifach-arsenikfaures Kali.

(Synon. Kali biarsenicicum. Franz. Bi-arseniate de potasse.)

1036. Es krystallisirt in vierseitigen Säulen mit vierflächiger Zuspitzung. Im Wasser ist es auflöslich und zwar im warmen mehr als im kalten. Glüht man dieses Salz in einem Platintiegel, so verliert es einen Theil seiner Säure und verwandelt sich in neutrales Salz. Man bereitet das doppeltarsenichtsaure Kali, indem man Salpeter mit arsenichter Säure in einer Retorte erhitzt und nachher in warmem Wasser auflöst, filtrirt und zur Krystallisation abdampft. *) Es besteht aus

*) Da das arsenikfaure Kali jetzt ein Gegenstand der Bereitung im Großen ist, so fügen wir noch einige Details darüber hinzu. Sowohl das neutrale als das saure Salz gewinnt man, indem man gleiche Theile Salpeter und arsenichte Säure (weißen Arsenik) im pulverisirten Zustand mengt. Die Menge der zu behandelnden Stoffe bestimmt die Wahl der Gefäße. Kleinere Quantitäten behandelt man in Schmelztiegeln oder in thönernen Retorten; größere Massen bringt man in eiserne Zylinder, wie diejenigen sind, deren man sich zur Bereitung der Salpetersäure bedient. Ist das Gemenge in dem Zylinder, so feuert man ganz langsam und verstärkt die Hitze erst nach und nach Der Salpeter wird zersetzt und der frei werdende Sauerstoff verwandelt die

1 At. Kali	= 587,91	oder	29,05
1 At. Arsenikſäure	= 1440,77	—	70,95
1 At. 2fach-arseniksaures Kali	= 2028,68		100,00

Arsenichtsaures Kali.

(Synon. Kali arsenicosum. Franz. Arsenite de potasse.)

1064. Dieses Salz erhält man ganz einfach durch Sättigung des Ätzkalis mittelst arsenichter Säure. Man hat dasselbe noch nicht in krystallinischer Form darstellen können, und es erscheint als eine dicke gummiartige Masse von gelber Farbe. Es besteht aus

2 At. Kali	= 1175,82	oder	48,66
1 At. Säure	= 1240,77	—	51,34
1 At. arsenichtsaures Kali	= 2416,59		100,00

Borsaures Kali.

(Synon. Borarsaures Kali. Lat. Kali boracicum. Franz. Borate de potasse.)

1065. Noch kennt man dieses Salz, was man durch direkte Vereinigung der Borsäure mit Kali erhalten kann, nicht genau. Es ist im Wasser auflöslich und krystallisirt beim Abdampfen in vierseitigen Prismen.

---

arsenichte Säure in Arsenikſäure, welche sich des Kalis bemächtigt, zugleich aber entbindet sich viel salpetrichte Säure oder Stickstoffoxyd aus der im Zylinder gelassenen Öffnung. So lange noch Gasentbindung sichtbar ist, feuert man langsam; läßt diese nach, so verstärkt man das Feuer, so daß die Masse in vollkommnen Fluß kommt. Nach dem Erkalten nimmt man die geschmolzene Salzmasse heraus, zerschlägt sie und wirft sie in kochendes Wasser; das gebildete Salz löst sich auf und da gewöhnlich noch freie arsenichte Säure vorhanden ist, so bleibt diese als Rückstand. Die Flüssigkeit wird filtrirt, hierauf bis zum Erscheinen des Salzhäutchens abgedampft und dann der Krystallisation überlassen. So erhält man das zweifach-arsenikſaure Kali. Will man aber neutrales Salz haben, so sättigt man die Flüssigkeit mit einer hinreichenden Menge kohlensauern Kalis und dampft zur Trockne ab, weil diese Verbindung nicht krystallisirt. Diese beiden Salze werden zum Kattundruck angewendet. A. u. E.

Kohlensaures Kali.

(Synon. Weinsteinsalz, mildes Pflanzenlaugensalz, gereinigte Pottasche. Lat. Kali carbonicum, Sal tartari, Cineres clavellati depurati. Franz. Carbonate de potasse, Sous-carbonate de potasse, Sel de tartre.)

1966. Das kohlensaure Kali hat einen scharfen etwas kaustischen Geschmack; es reagirt wie die Alkalien und färbt demnach die meisten blauen Pflanzenfarben grün. Es ist nicht krystallisirbar *); der Luft ausgesetzt zieht es die Feuchtigkeit derselben an und zerfließt; im Wasser ist es sehr auflöslich. Erhitzt, schmelzt es noch ehe es rothglüht; aber selbst in der größten Hitze wird es nicht zersetzt. Zur Bereitung des reinen kohlensauern Kalis wendet man nicht das im Handel vorkommende an, weil es schwefelsaure Salze und Chloride enthält, welche nur schwierig davon zu scheiden sind; dagegen erhält man es rein, wenn man ein Gemenge von sauerm weinsteinsauerm Kali (gereinigtem Weinstein) und Salpeter in einen eisernen, fast rothglühenden Kessel wirft und das Produkt nachher auflöst, filtrirt und abdampft, wie bereits bei Bereitung des Kalihydrats angegeben wurde. Es ist zusammengesetzt aus:

1 At. Kali	= 587,015	oder	68,18
2 At. Kohlensäure	= 275,32	—	31,82
1 At. kohlensaures Kali	= 863,235		100,00

Das reine kohlensaure Kali wird nur in den chemischen Laboratorien gebraucht; sehr bedeutende technische Anwendung wird dagegen von dem käuflichen kohlensauern Kali oder der Pottasche gemacht. Wir werden weiter unten von der Bereitung und Benützung derselben ausführlich sprechen.

---

*) Nach den Beobachtungen anderer Chemiker krystallisirt er aus konzentrirten Auflösungen in Rhombenoctaedern mit abgestumpften Endspitzen. Die Krystalle enthalten 2 Atome Krystallwasser. A. u. E.

Doppeltkohlensaures Kali.

(Synon. Neutrales kohlensaures Kali einiger Chemiker. Lat. Kali bicarbonicum. Franz. Bi-carbonate de potasse.)

1067. Ist dieses Salz wohl bereitet, so hat es nur einen äußerst schwachen alkalischen Geschmack und färbt die blauen Pflanzenfarben noch merklich grün. Sein spezif. Gewicht ist 2,01; bei gewöhnlicher Temperatur sind 4 Thl. Wasser zu seiner Auflösung nöthig, von kochendem Wasser hingegen reichen schon 0,833 seines Gewichtes hin. Im Alkohol ist es nicht auflöslich; an der Luft erleidet es keine Veränderung. Wird er bis zum Rothglühen erhitzt, so läßt es einen Theil seiner Säure fahren und geht in einfach kohlensaures Kali über. Kocht man eine Auflösung längere Zeit, so entweicht Kohlensäure und zwar so viel, daß die Lösung in anderthalb kohlensaures Salz verwandelt wird.

1068. Man bereitet dieses Salz indem man kohlensaures Gas in eine Auflösung von einfach kohlensauerm Kali so lange streichen läßt, bis dieselbe nichts mehr davon aufnimmt. *) Es ist zusammengesetzt aus

*) Da das sich bildende doppelt-kohlensaure Kali bei gewöhnlicher Temperatur bei Weitem weniger auflöslich ist als das neutrale Salz, so krystallisirt es von selbst aus der Flüssigkeit. Die hier angegebene Methode ist jedoch bei der Bereitung im Großen nicht mit Vortheil anzuwenden und viel zu umständlich wegen der nöthigen Aufstellung eines Woulf'schen Apparates, wenn man nicht wegen der langsamen Absorption zu viel Kohlensäure unbenützt verlieren will. Am leichtesten und einfachsten verschafft man sich dieses Salz, wenn man eine Auflösung des neutralen kohlensauern Salzes in flachen Schüsseln an Orte hinstellt, wo sich bei der weinigten Gährung viel Kohlensäure entbindet; man erhält so das doppelt-kohlensaure Kali als ein wohlfeiles Nebenprodukt bei der Gährung des Mostes und Biers. Ein anderes Verfahren zur Bereitung dieses Salzes empfiehlt Sehlmeier, (s. Kastners Archiv. Bd. 2. S. 495.) was vorzüglich im Winter sehr anwendbar seyn soll. Man löst 2 Thl. einfach kohlensaures Kali in 3 Theilen Wasser auf und fügt der Auflösung nach und nach halb so viel konzentrirten Essig (nach Bucholz Vorschrift bereitet) von 1,045 spezif. Gewicht zu, als zur Sättigung der angewandten Menge von kohlensaurem Kali nöthig ist. Läßt man dieses Gemenge längere Zeit in der Kälte stehen, so krystallisirt das zweifach kohlensaure Salz größtentheils heraus. Die Krystalle werden mit etwas Alkohol vom anhängenden essigsauern Kali gereinigt. A. u. E.

1 At. Kali	= 587,915	oder	51,72	100
4 At. Kohlensäure	= 550,64	—	48,28	
1 At. doppeltkohlensaures Kali	= 1138,555	—	90,97	100
2 At. Wasser	= 112,480	—	9,03	
1 At. krystallisirtes Salz	= 1251,035			

Man gebraucht dieses Salzes als Reagens. *)

Bereitung des Kaliums.

1069. Das Kali kann auf dreierlei Art zersetzt werden: 1.) durch die Wirkung der galvanischen Säule auf Kalihydrat; 2.) durch Eisen, welches in der Glühhitze auf denselben Körper wirkt und 3.) endlich durch Glühen eines Gemenges von Kohle und kohlensauerm Kali.

Eine Säule von achtzig bis hundert Plattenpaaren kann schon diese Zersetzung bewirken. Handelt es sich nur um die Beobachtung der Erscheinung, so braucht man nur die beiden Pole einer frisch aufgebauten Säule mit einem Stückchen feuchten Kalihydrat in Berührung zu bringen. Sogleich bemerkt man am negativen Pol Kaliumkügelchen, welche sich mit Funkensprühen entzünden, entweder auf Kosten des Wassers oder der Luft. Will man sich nun auf diesem Wege Kalium in etwas größerer Menge verschaffen, so befeuchtet man ein dünnes aus Kalihydrat verfertigtes Näpfchen mit Wasser, füllt es mit Quecksilber, und stellt es auf ein Platinplättchen. Man bringt nun das Platin mit dem positiven Pol und das Quecksilber mit dem negativen Pol in Verbindung. Bei fortgesetzter Einwirkung der Säule bildet sich nun ein Kaliamalgam, was man nachher in eine kleine Glaskugel bringt und durch Destillation scheidet, während man einen Strom trockenes Stickstoffgas durchleitet. Das Quecksilber geht fort und das Kalium bleibt rein zurück.

*) Auch in der Medizin wird dasselbe angewendet. Kann man sich dieses Salz billig verschaffen, so eignet es sich am besten zur Bereitung eines reinen einfach-kohlensauern Kali's. Zu dem Ende erhitzt man es nur in einem Silber- oder Platingefäße stark, doch nicht bis zum Glühen, weil sonst nach Berzelius die gewöhnlich noch darin befindliche Kieselerde sich chemisch mit dem Kali verbindet und wieder auflöslich ist, was bei nicht allzustarkem Erhitzen vermieden wird.

Dieses Verfahren wurde zuerst von Davy angewendet, ist aber seitdem man andere kennen gelernt hat, nicht mehr im Gebrauche. Die Herrn Gay-Lussac und Thenard ließen Eisen bei sehr hoher Temperatur auf Kali wirken und waren so glücklich, auf diese Weise sich Kalium zuerst in größeren Quantitäten zu verschaffen. Neuerlich vereinfachte Brunner in Bern die Bereitung dieses Metalls noch bedeutend, indem er ein einfaches Gemenge von kohlensauerm Kali und Kohle dazu anwendet. *) Weiter unten werden wir diese Verfahrungsarten näher beschreiben.

*) Die Brunner'sche Methode wurde später noch von Berzelius verbessert (s. dessen Lehrbuch d. Chemie. Bd. I. S. 740.), wodurch es jetzt möglich wird, dieses Metall selbst im Großen zu bereiten. Hr. Herrmann in Schönebeck bei Magdeburg, aus dessen Fabrik überhaupt sehr schöne und reine chemische Produkte hervorgehen, liefert jetzt auch das nach dieser Methode bereitete Kalium in Quantitäten äußerst rein und billig. A. u. E.

Capitel II.

Natrium; Verbindungen desselben mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Selen, Phosphor, Stickstoff und Arsenik; Natrumsalze, welche nichtmetallische Mineralsäuern enthalten.

Das Natrium hat viele Ähnlichkeit mit dem Kalium, und es kann auch fast in allen Fällen dieses Metall ersetzen; die Verbindungen desselben sind äußerst wichtig für die Gewerbe; wir brauchen vorläufig nur anzuführen, daß das Natrium ein Bestandtheil des Kochsalzes, des schwefelsauern Natriums, der Soda ꝛc. ist, welche so wichtige Handelsartikel sind und täglich in der Hauswirthschaft, zur Fabrikation des Glases, der Seife, zum Bleichen der Zeuge und zu vielen nicht minder wichtigen Zwecken angewendet werden.

Da wir bei Betrachtung des Kaliums ziemlich weit in das Einzelne eingegangen sind, so können wir uns bei dem Natrium kürzer fassen, da es in so vieler Hinsicht jenem ähnlich ist.

Natrium.

(Synon. Lat. Natrium Franz. Sodium.)

1070. Das Natrium wurde von Davy zugleich mit dem Kalium entdeckt, und ebenso wie dieses auch von Gay-Lussac und Thenard untersucht. Bei gewöhnlicher Temperatur ist es weich und bildsam wie Wachs. Sein Metallglanz hält die Mitte zwischen dem des Silbers und Blei's; es hat bei 15° C. ein spezif. Gewicht von 0,972 und ist ein guter Wärme- und Elektrizitätsleiter. Bei 90° C. schmilzt

es, allein erst in starker Rothglühhitze kann es verflüchtigt werden. In Berührung mit Wasser zersetzt das Natrium dieses und entbindet Wasserstoff daraus; gewöhnlich entzündet sich Letzterer nicht, allein Serullas zeigte, daß wenn man das Wasser durch Gummizusatz etwas klebrig macht, wodurch die Beweglichkeit des auf dem Wasser schwimmenden Metalls vermindert wird, so kann sich dasselbe nicht so schnell abkühlen und die Temperatur ist dann zur Entzündung hinreichend. Wirft man das Natrium auf Quecksilber, so wird ein Amalgam gebildet, indem sich Luft und Wärme entwickelt, was bei Kalium nicht der Fall ist.

Natriumüberoxyd.

(Synon. Natriumsuperoxyd. Lat. Natrium hyperoxydatum. Franz. Sesqui-oxide de Sodium.)

1071. Das Natriumüberoxyd wird gerade so wie das Kaliumüberoxyd bereitet. Es ist schmutzig grünlich gelb, schmilzt in der Hitze, erfordert aber hierzu eine weit höhere Temperatur als das Kaliumüberoxyd. Kommt es mit Wasser in Berührung, so wird es in Oxyd verwandelt, welches sich darin auflöst und Sauerstoff entbindet. Es besteht aus

2 At. Natrium	= 581,84	oder	65,98
3 At. Sauerstoff	= 300,00	—	34,02
1 At. Überoxyd	= 881,84		100,00

Natriumoxyd.

(Synon. Natron, Natrum, Mineralalkali, mineralisches Laugensalz, Soda. Lat. Natrium oxydatum, Natrum, Alcali minerale. Franz. Protoxide de Sodium, Soude.)

1072. Das Natron erhält man wie das Kali. Es ist weiß, sehr ätzend ꝛc., und verhält sich fast wie das Kali, wenn es der Luft bei gewöhnlicher Temperatur ausgesetzt wird; anfangs zieht es die Feuchtigkeit derselben an, trocknet aber nachher wieder aus, weil es nach und nach in efflorescirendes kohlensaures Natron übergeht. Es enthält:

1 At. Natrium	= 290,92	oder	74,42
1 At. Sauerstoff	= 100,00	—	25,58
1 At. Natron	= 390,92		100,00

Natriumoxydhydrat.

(Synon. Natronhydrat. Franz. Hydrate de protoxide de Sodium.)

1073. Bringt man mit dem Natriumoxyd etwas Wasser zusammen, so wird Wärme frei, und beide Körper verbinden sich mit einander. Das Hydrat ist weiß, schmelzbarer als das reine Oxyd, hat aber übrigens dieselben Eigenschaften wie das Kalihydrat. Man bereitet das Natronhydrat übrigens genau wie dieses, indem man das kohlensaure Natrum zuerst mit Kalk und dann mit Alkohol behandelt. Dieses Hydrat besteht aus

1 At. Natron	= 390,92	oder	77,67
2 At. Wasser	= 112,48	—	22,33
1 At. Natronhydrat	= 503,40		100,00

Chlornatrium.

(Synon. Salzsaures Natron, Kochsalz, Seesalz, Steinsalz. Lat. Natrum hydro-chloratum, Natrum muriaticum. Sal culinare. Franz. Chlorure de Sodium, Hydrochlorate ou muriate de Soude, Sel gemme, Sel marin.)

1074. Das Natrium verbindet sich mit Chlor, wenn man es in Chlorgas bringt; es entzündet sich darin von selbst, brennt mit Funkensprühen äußerst lebhaft und es bildet sich so Chlornatrium. Diese Verbindung, welche die Chemiker seit langer Zeit salzsaures Natrum nannten, ist nichts anderes, als das gewöhnliche Kochsalz oder Steinsalz.

Das Kochsalz krystallisirt gewöhnlich in Würfeln. *) im

*) Die würfelförmigen Krystalle enthalten kein Krystallwasser, sondern mechanisch zwischen den Lamellen eingeschlossenes Wasser, welches beim Erhitzen das

Feuer zerknistern diese und kommen endlich bei einer an Weißglut grenzenden Rothglühhitze in den Fluß; in dieser Temperatur verflüchtigt es sich in weißen Dämpfen unzersetzt. Diese Verbindung hat einen kühlenden salzigen Geschmack, der nicht allein dem Menschen, sondern auch den meisten Thieren behagt. Es wiegt 2,125; in 100 Thl. Wasser lösen sich bei 13,89° C 35,81 von diesem Salze auf, und bei 109,38° nur 40,38 Thl.; demnach krystallisirt aus heißen gesättigten Auflösungen beim Erkalten sehr wenig Kochsalz.

An der Luft verändert sich das Chlornatrium nicht, wenn es ganz rein ist; das käufliche Salz dagegen zerfließt wegen seines Gehaltes an Chlormagnesium oder anderen Salzen.

In der Natur kommt das Chlornatrium sehr häufig und in großer Menge war, so daß man nicht nöthig hat es künstlich zu bereiten; bald findet es sich in derben Massen, welche sehr mächtige Gebirslager bilden und heißt dann Steinsalz, bald ist es in dem aus der Erde quellenden Wasser aufgelöst (Salzsoole).

Die Gewinnung desselben wird in einem besondern Kapitel abgehandelt werden. Es ist zusammengesetzt aus

1 At. Natrium	= 290,92	oder	39,65
2 At. Chlor	= 442,64	—	60,35
1 At. Chlornatrium	= 733,56		100,00

Das Kochsalz wird sehr vielfach angewendet und in ungeheuern Massen gewonnen und verbraucht; am meisten gebraucht man es zum Salzen der Speisen, zur Fabrikation der künstlichen Soda und zur Bereitung der Salzsäure. Man benützt es ferner bei der Darstellung des Chlors, des Salmiaks und mehrerer anderer chemischer Präparate.

Zerknistern verursacht. Fuchs zeigte neuerdings, daß das Kochsalz auch Krystallwasser aufnimmt und dann in Form von sechsseitigen plattgedrückten Tafeln krystallisirt. Diese Krystalle enthalten 47 Proz. Krystallwasser und erzeugen sich nur in gesättigten Salzauflösungen, wenn dieselben einer Kälte von wenigstens — 10° R. ausgesetzt werden. Diese tafelförmigen, wasserhaltigen Krystalle zerfallen in einer Temperatur von 0° oder darüber in kleine Kochsalzwürfelchen und Wasser, und können deshalb nicht aufbewahrt werden. A. u. E.

Auch in den Glasfabriken, sowie zur Glasur mancher irdener Geschirre wird es verwendet. Man giebt es dem Vieh zu lecken und düngt sogar bisweilen Felder und Wiesen damit.

Bromnatrium.

(Synon. Lat. Natrium bromatum. Franz. Bromure de Sodium.)

1075. Dieses Bromid wird wie das Bromkalium bereitet; es krystallisirt in kleinen nadelförmigen weißen Säulen und zerfließt leicht. Sein Geschmack ist etwas urinös; im Wasser und Alkohol löst es sich leicht auf. Es besteht aus

1 At. Natrium	= 290,92	oder	23,77
2 At. Brom	= 932,80	—	76,23
1 At. Bromnatrium	= 1223,72		100,00

Jodnatrium.

(Synon. Lat. Natrium iodatum. Franz. Iodure de Sodium.)

1076. Das Jodkalium ist weiß, schmilzt bei gewissen Hitzgraden, wird etwas alkalisch und verflüchtigt sich. 100 Thl. Wasser von 14° C. lösen 173 Thl. davon auf. Wird die Auflösung abgedampft, so setzen sich Krystalle daraus ab; es sind geschobene etwas zusammengedrückte und ziemlich große Säulen, welche sich zuweilen wieder mit einander vereinigen und größere, treppenförmig sich endigende, der Länge nach gestreifte Säulen bilden, welche mit dem krystallisirten schwefelsauern Natrum Ähnlichkeit haben. Diese Krystalle enthalten viel Krystallwasser und sind zerfließlich.

Man bereitet das Jodnatrium auf ähnliche Weise, wie das Jodkalium. Es enthält

1 At. Natrium	= 290,92	oder	15,61
2 At. Jod	= 1566,70	—	84,39
1 At. Jodnatrium	= 1857,62		100,00

Fluornatrium.

(Synon. Lat. Natrium fluoratum. Franz. Fluorure de Sodium.)

1077. Das Fluornatrium ist weiß, an der Luft unver-

änderlich; im warmen Wasser ist es löslicher als im kalten, und setzt deshalb aus warmen konzentrirten Auflösungen beim Erkalten kleine sehr harte Krystalle ab, welche oft auf der Oberfläche der Flüssigkeit, eine starke und durchsichtige Rinde bilden. Diese Krystalle dekrepitiren beim Erwärmen und kommen bei gesteigerter Temperatur in den feurigen Fluß.

Man bereitet diese Verbindung wie das Fluorkalium. Es besteht aus:

1 At. Natrium	= 290,92	oder	55,44
2 At. Fluor	= 233,80	—	44,56
1 At. Fluornatrium	= 524,72		100,00

Sulphuride und Selenide von Natrium.
Sulfures et Séléniures de Sodium.

Was von den Sulpuriden und Seleniden des Kaliums gesagt worden, gilt auch von diesen.

Phosphornatrium.

(Synon. Lat. Natrium phosphoratum. Franz. Phosphure de Sodium.)

1078. Bringt man Phosphor mit Natrium zusammen, so verbinden sich beide mit einander, wenn man erwärmt; zugleich entbindet sich bei dieser Vereinigung etwas Licht. Das Phosphornatrium ist ätzend, glanzlos, kastanienbraun, und leicht zu pulvern; wird es in Berührung mit Sauerstoff erhitzt, so verwandelt es sich in phosphorsaures Natrum. Kommt das Phosphornatrium mit Wasser zusammen, so entbindet sich augenblicklich Phosphorwasserstoff im Maximo, was wahrscheinlich mit Wasserstoff gemengt ist, und ferner bildet sich auch Natrium und unterphosphorichtsaures Natrum. Das Mischungsverhältniß dieser Verbindung kennt man noch nicht.

Stickstoffnatrium. (Azoture de Sodium.)

Man bereitet diese Verbindung, wenn man Natrium in Ammoniakgas erhitzt, gerade so wie bei der Darstellung

des Stickstoffkaliums, mit welchem es übrigens die größte Ähnlichkeit hat.

Arseniknatrium. (Arseniuré de Sodium.)

Dessen Zusammensetzung ist noch nicht bekannt. Man erzeugt diese Verbindung entweder durch direkte Vereinigung der Grundstoffe, oder indem man Arsenikwasserstoffgas durch Natrium zersetzt. Im ersten Falle wird bei der Vereinigung Licht und Wärme frei, im zweiten aber ist die Erwärmung nicht durch Leuchten begleitet. Diese Reaktionen finden schon in einer die Rothglut nicht erreichenden Temperatur Statt. Das Arseniknatrium ist braun und hat keinen metallischen Glanz, wenn es nicht überschüssiges Arsenik enthält. Es zieht die Feuchtigkeit der Luft an und zersetzt dieselbe, indem sich sogleich Natrium, Wasserstoff und Arsenikwasserstoff nebst Wasserstoffarsenik bildet.

Natronsalze.

1079. Die Natronsalze sind gewöhnlich auflöslicher als die Kalisalze. Fast alle enthalten Krystallisationswasser und die meisten ein bedeutendes Quantum, weshalb sie auch leicht in ihrem eigenen Krystallwasser schmelzen. Wenn die Säure desselben nicht zersetzbar ist, so kommen sie sämmtlich durch Glühen in den feurigen Fluß.

Alle Reagentien, welche zur Erkennung der Kalisalze angewendet werden, so wie auch andere zeigen gar keine besondere Wirkung auf die Natronsalze. Man erkennt deshalb diese Salze nur allein aus ihren negativen Charakteren. Mit Nickeloxyd vor dem Löthrohr geschmolzen färben sie sich nicht blau. Um sich von der Gegenwart eines Natronsalzes vollkommen zu überzeugen, ist es am sichersten dasselbe in schwefelsaures oder kohlensaures Natrum zu verwandeln, deren Krystallisation alle Zweifel beseitigt.

Chlorsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum chloricum. Natrum oxymuriaticum. Franz. Chlorate de Soude, Muriate de Soude suroxygéné.)

1080. Das chlorsaure Natron besitzt einen kühlenden

etwas stechenden Geschmack; es ist nicht zerfließlich, aber sehr löslich im Wasser und krystallisirt nur aus einer fast syrupdicken Auflösung, woraus sich vierseitige Tafeln absetzen. Erhitzt man dieses Salz, so verhält es sich wie das chlorsaure Kali, mit dem es auch übrigens die meisten Eigenschaften gemein hat. Man bereitet dasselbe, indem man Chlorsäure durch kohlensaures Natron sättigt. *) Es besteht aus:

1 At. Natron	= 390,92	oder	29,31
1 At. Chlorsäure	= 942,64	—	70,69
1 At. chlorsaures Natron	= 1333,56		100,00

Chlorichtsaures Natron.

(Synon. Chlornatron. Lat. Natrum chlorosum Franz. Chlorite de Soude.)

1087. Diese Verbindung wird heute zu Tage zur Zerstörung widriger Gerüche und ansteckender Stoffe, ferner als Arzneimittel angewendet und ist jetzt allgemein unter den Namen der Labarraque'schen **) Flüssigkeit bekannt.

Das chlorichtsaure Natron ist dem chlorichtsauern Kali sehr ähnlich, ist aber weniger einer Umwandlung in chlorsaures Natrum unterworfen und mithin beständiger, weshalb

*) Es läßt sich auch auf dieselbe Weise wie chlorsaures Kali darstellen, allein weit schwieriger von dem sich hierbei gleichzeitig bildenden Chlornatrium scheiden, weil beide fast gleich auflöslich sind. Durch Weingeist lassen sich beide Salze noch am besten trennen. Stratingh in seinem Werke „über die Bereitung und Anwendung des Chlors" giebt ein Verfahren zur Bereitung des chlorsauern Natrons an. Man füllt ein Zylinderglas mit wasserfreiem kohlensauern Natron und leitet Chlorgas hinein, so lange solches noch absorbirt wird. Die Salzmasse hat dem äußern Anschein nach keine Veränderung erlitten, enthält aber nach beendigter Operation chlorsaures Natron, weil es auf Kohlen verpufft und mit Phosphor durch den Stoß detonirt. Was sich bei dieser Reaktion noch bildet, bemerkt der Verfasser nicht. Dieser Gegenstand verdient eine nähere Untersuchung. A. u. E.

**) Labarraque ist Apotheker in Paris und hat sich um die Anwendung des Chlors und der Chloralkalien zur Vertilgung schädlicher Gerüche und ansteckender Stoffe durch seine vielen, mit unermüdetem Fleiße angestellten Versuche große Verdienste erworben, weshalb ihm zu Ehren das aufgelöste chlorichtsaure Natrum in Frankreich diesen Namen erhielt. A. u. E.

man es in allen Fällen anwendet, wo eine sich lange konservirende Flüssigkeit erfordert wird.

Man bereitet es zu medizinischem Gebrauche, wenn man 1 Kilogr. krystallisirtes kohlensaures Natrum in 4 Kilogr. Wasser auflöst und in die kalte Flüssigkeit soviel Chlor streichen läßt als sich aus 180 Grammen gutem Braunstein entwickeln läßt. Ein Volum dieser Flüssigkeit muß, wenn sie gehörig bereitet worden, achtzehen Volume schwefelsaure Indigoauflösung entfärben, von welcher tausend Theile einen Theil feinen Quatimalaindigo enthalten.

Labarraque's Flüssigkeit enthält chlorichtsaures Natron, Chlornatrium, doppeltkohlensaures Natron und unzersetztes einfaches kohlensaures Natron. Sie wird allein wegen des darin enthaltenen chlorichtsauern Natrons angewendet.

Jodsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum iodicum. Franz. Iodate de Soude.)

1082. Es krystallisirt in kleinen büschelförmig zusammengehäuften Prismen, oder auch in kleinen würflichten Körnern, welche kein Krystallwasser enthalten.

Durch Erhitzen wird es zersetzt, entbindet seinen Sauerstoff und etwas Jod, indem es sich in Jodnatrium verwandelt. Mit mehreren brennbaren Körpern zusammengebracht detonirt es schwächer als das chlorsaure Kali. Es besteht aus

1 At. Natron	= 390,92	oder	15,90
1 At. Jodsäure	= 2066,70	—	84,10
1 At. iodsaures Natron	= 2457,62		100,00

Jodichtsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum iodosum. Franz. Iodite de Soude.)

1083. Löst man so viel Jod in einer schwachen Natrumlauge auf, daß die Flüssigkeit roth zu werden anfängt und überläßt diese der freiwilligen Verdunstung, so krystallisiren sechsseitige abgestumpfte Säulen von iodichtsauerm Natron daraus.

Dieses Salz löst sich bei gewöhnlicher Temperatur unverändert auf; warmes Wasser und Alkohol aber verwandeln es in iodsaures Natron und Jodnatrium. Ähnlich verhalten sich die Barytsalze und die Salze aller übrigen Körper, welche mit Jodsäure und Jod unauflösliche Verbindungen bilden können.

Das iodichtsaure Natron ist demnach ein sehr wenig beständiges Salz; man kennt dessen Mischungsverhältniß noch nicht. Die Säure konnte noch nicht für sich daraus abgeschieden werden, aber sie ist allem Anschein nach der chlorichten Säure sehr ähnlich.

Schwefelsaures Natron.

(Synon. Glaubersalz, Glaubers Wundersalz. Lat. Natrum sulphuricum, Sal mirabile Glauberi, Alcali minerale vitriolatum. Franz. Sulfate de Soude, Sel de Glauber, Sel admirable, Soude vitriolée.)

1084. Glauber entdeckte es zuerst im siebzehnten Jahrhundert als er den Rückstand untersuchte, welcher von der Behandlung des Kochsalzes mit Schwefelsäure zurückblieb. Man glaubte damals von diesem Nebenprodukte keine Anwendung machen zu können und nannte es Todtenkopf. (Caput mortuum, Terra damnata.)

Das schwefelsaure Natron ist farblos, schmeckt anfangs etwas nach Kochsalz, nachher aber unangenehm bitter; erhitzt man es bis zur Weißglut, so schmilzt es; es krystallisirt in langen, durchsichtigen sechsseitigen Säulen, gewöhnlich der Länge nach gestreift und zweiflächig zugeschärft. *)

*) Wird eine warme, gesättigte Glaubersalzauflösung in ein Glaskölbchen gebracht und bis zum Sieden erhitzt, so daß die sich bildenden Wasserdämpfe die darüber befindliche Luft verjagen, und verschließt man nun hermetisch, oder giebt eine Schicht Öhl darauf, so krystallisirt diese Auflösung beim Erkalten nicht. Läßt man aber zu der erkalteten Auflösung wieder Luft zuströmen, oder berührt man die mit Öhl bedeckte Solution mit einem Glasstab, so beginnt die Krystallisation in einem Augenblick und verbreitet sich durch die ganze Masse. Diese interessante Erscheinung wurde von Gay-Lussac näher untersucht. A. u. E.

Die Auflöslichkeit desselben im Wasser wächst bis dieses eine Temperatur von 33° C erreicht hat, jedoch bei steigender Wärme vermindert sie sich wieder, und wenn man selbst bis 103,17° C erhitzt, so ist diese Verminderung der Löslichkeit noch sehr merkbar. Die Krystalle, welche sich bei 33° bilden, sind wasserlos.

100 Thl. lösen auf:

5,02 Th.	wasserfreies Salz bei	0°
16,73 —	— — — — — —	17,91°
43,05 —	— — — — — —	30,75°
50,65 —	— — — — — —	32,73°
44,35 —	— — — — — —	70,61°
42,65 —	— — — — — —	103,17°

In trockner Luft verliert dieses Salz sein Krystallisationswasser und zerfällt zu weißem Pulver; ein Gleiches zeigt sich bei dem wasserfreien Salz, allein hier ist die Ursache eine entgegengesetzte. Die Krystalle des Letztern efflorescziren an feuchter Luft und ziehen Wasser an.

Man findet das Glaubersalz in manchen Mineralquellen, vorzüglich aber in solchen, welche auch Kochsalz enthalten. Casaseca fand neuerdings in Spanien in der Nähe von Madrid wasserfreies Glaubersalz, und Gimbernat entdeckte im Kanton Argau in der Schweitz krystallisirtes mit Gyps gemengtes Glaubersalz.

Zur Bereitung dieses Salzes wendet man gewöhnlich zwei verschiedene Methoden an. Man gewinnt es erstens als Nebenprodukt bei der Kochsalzdarstellung. Sind die Soolen hinlänglich konzentrirt, so bilden sich weiße Flocken, welche sich am Boden der Pfannen absetzen und Pfannenstein genannt werden; diese bestehen aus schwefelsauerm Natrum und Gyps und werden herausgenommen, mit kaltem Wasser abgewaschen, um das Kochsalz zu entfernen und nachher mit kochendem Wasser behandelt, um das Glaubersalz aufzulösen; die Auflösung wird filtrirt und der Krystallisation nach vorhergegangener Abdampfung überlassen. Auf solche Weise erhält man aber die ungeheuren Quantitäten von schwefelsauerm Natrum nicht, welche gegenwärtig zur Sodafabrikation und zur Glasbereitung gebraucht werden. Diese gewinnt

man fabrikmäßig durch Zersetzung des Kochsalzes mittelst Schwefelsäure. *) Das Glaubersalz besteht aus:

1 At. Natron	= 390,92	oder 43,82	100
1 At. Schwefelsäure	= 501,16	— 56,18	
1 At. wasserfreies Glaubersalz	= 892,08	— 44,23	100
20 At. Wasser	= 1124,80	— 55,77	
1 At. krystallisirtes Glaubersalz	= 2016,88		

Dieses Salz wird vorzüglich zu den vorerwähnten technischen Zwecken, und außerdem auch in der Medizin häufig angewendet.

Schweflichtsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum sulphurosum. Franz. Sulfite de Soude.)

1085. Dieses Salz ist weiß und durchsichtig und schmeckt kühlend und nach schweflichter Säure: die Krystalle sind vierseitige Säulen mit zwei breiten und zwei schmalen Seiten, und zweiflächiger Zuschärfung. Es löst sich in der vierfachen Menge Wassers von 15° C und in weniger als seinem eigenen Gewichte kochenden Wassers auf; es efflorescirt an der Luft und verwandelt sich nach und nach in schwefelsaures Natron. Man bereitet dieses Salz wie das schweflichtsaure Kali. Es besteht aus

1 At. Natron	= 390,92	oder 49,35
2 At. schweflichte Säure	= 401,16	— 50,65
1 At. schweflichtsaures Natron	= 792,08	100,00

Unterschweflichtsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum hyposulphurosum. Franz. Hyposulfite de Soude.)

1086. Das unterschweflichtsaure Natron, welches man

*) Die Fabrikation des Glaubersalzes im Großen geschieht entweder in eisernen Zylindern, welche denen gleich kommen, die man zur Salpetersäurebereitung anwendet oder in Flammöfen; das erste Verfahren wird dann vorgezogen, wenn man die Salzsäure auffangen will; beim zweiten aber kann diese höchstens nur zum Theil gewonnen werden. Ein Weiteres darüber folgt bei der Sodafabrikation. A. u. E.

erhält, wenn man eine Auflösung des Polysulphurids von Natrium der Luft aussetzt bis es farblos wird, ist ein weißes Salz von sehr bitterem eckelhaftem Geschmack.

Eine konzentrirte Auflösung desselben hat Syrupkonsistens und krystallisirt durch Erkalten in zarten, büschelförmig zusammengehäuften Nadeln, welche seidenähnliches Ansehen besitzen. Diese Krystalle zerfließen an der Luft und verlieren im trocknen luftleeren Raum ihr Krystallwasser. Erhitzt, schmilzt dieses Salz in seinem eigenen Wasser, bildet dann eine trockne weiße Masse und fängt zuletzt Feuer, indem es mit hellblauer Farbe lebhaft verbrennt. Im Alkohol ist es unauflöslich. Das Chlorsilber wird äußerst leicht von demselben aufgelöst.

Unterschwefelsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum hyposulphuricum. Franz. Hyposulfate de Soude.)

1087. Dieses Salz krystallisirt in großen vierseitigen ausgezeichnet schönen Prismen, welche wasserhell und an der Luft unveränderlich sind; es besitzt einen eigenthümlichen und bittern Geschmack. Zur Auflösung von 10 Thl. dieses Salzes werden 21 Thl. kaltes und 11 Thl. kochendes Wasser erfordert. Der Alkohol löst es nicht auf. Es enthält:

1 At. Natron	= 390,92	oder	30,22	100
1 At. Säure	= 902,32	—	69,78	
1 At. wasserfreies Salz	= 1293,24	—	85,12	100
4 At. Wasser	= 225,96	—	14,88	
1 At. krystallisirtes Salz	= 1519,20			

Man stellt dieses Salz sehr leicht durch doppelte Wahlverwandtschaft aus unterschwefelsauerm Kalk und kohlensaurem Natron dar. *)

Selensaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum selenicum. Franz. Seleniate de Soude.)

1088. Dieses Salz hat mit dem schwefelsauern Na-

*) Siehe Dr. Heerens Abhandlung über die Unterschwefelsäure und deren Salze in Poggendorffs Annalen. Bd. 7. S. 76. A. u. E.

tron viele Ähnlichkeit. Es ist wie dieses in Wasser von 33° C. am auflöslichsten; auch krystallisirt es bei dieser Temperatur gleich dem Glaubersalze ohne Wasser. Die Krystallformen beider Salze sind vollkommen gleich. Das selensaure Natron besteht aus

1 At. Natrum	=	390,92	oder 32,97
1 At. Säure	=	794,60	— 67,03
1 At. selensaures Natron	=	1185,52	100,00

Selenichtsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum seleniosum. Franz. Selenite de Soude.)

1089. Das selenichtsaure Natron besteht aus:

1 At. Natron	=	390,92	oder 35,97
2 At. selenichte Säure	=	694,60	— 64,03
1 At. selenichtsaures Natron	=	1085,52	100,00

Es schmeckt alkalisch wie der Borax, ist sehr löslich im Wasser, und wenn die Auflösung zur Syrupsdicke abgedampft wird, so bilden sich wenige körnige Krystalle während dem Abdampfen selbst, nicht aber beim Erkalten der Flüssigkeit. Wird dieses Salz zur Trockenheit abgedampft, so ist es unveränderlich an der Luft. Vom Alkohol wird es nicht aufgelöst.

Doppelt-selenichtsaures Natron. (Biselenite de Soude.)

1090. Es enthält:

1 At. Natron	=	390,92	oder 21,93
4 At. Säure	=	1389,20	— 78,07
1 At. 2fach selenichts. Natron	=	1780,12	100,00

Dieses Salz krystallisirt in Nadeln, welche Krystallwasser enthalten. Erhitzt kommt es anfänglich in den wässrigen, später aber in den feurigen Fluß; es ist dann eine gelbe Flüssigkeit, welche beim Erkalten zur weißen Masse erstarrt. In der Rothglühhitze verliert es die Hälfte seiner Säure und geht in neutrales selenichtsaures Natron über.

Vierfach-selenichtsaures Natron. Quadriselenite de Soude.)

Es ist sehr auflöslich und krystallisirt durch freiwilliges Verdunsten in Nadeln.

Phosphorsaures Natron.

(Synon. Perlsalz. Lat. Natrum phosphoricum. Sal mirabile perlatum. Franz. Phosphate de Soude.)

1091. Die Phosphorsäure verbindet sich in zwei Verhältnissen mit dem Natron und bildet sowohl ein neutrales als ein doppeltphosphorsaures Natron.

Das neutrale Salz krystallisirt in geschobenen Säulen, deren spitze Winkel 60° und deren stumpfe 130° haben und sich in eine dreiseitige Pyramide endigen. Der Geschmack ist kühlend, harnartig und nicht bitter; sein spezif. Gewicht ist gleich 1,33. Es löst sich in vier Theilen Wasser von 16° C. und in zwei Theilen kochendem Wasser auf; aus der gesättigten Auflösung krystallisirt beim Erkalten das Salz. An der Luft efflorescirt es schnell, allein nur an der Oberfläche, denn im Innern behält es seine Form und Durchsichtigkeit. Im Feuer zerfließt es anfangs in seinem Krystallwasser, später aber kommt es in den feurigen Fluß, und bildet so lange es flüssig ist ein durchsichtiges, nach dem Erkalten aber ein trübes Glas.

Dieses Salz kommt verbunden mit phosphorsauerm Ammoniak vorzüglich im menschlichen Harn vor. Man erhält es, wenn man in eine Auflösung von sauerm phosphorsauerm Kalk (226) aufgelöstes kohlensaures Natrum gießt, bis endlich die Flüssigkeit alkalisch reagirt; es entbindet sich hierbei Kohlensäure, indem ein flockiger Niederschlag von kohlensauerm Kalk *) gebildet wird; man filtrirt hierauf die Flüssigkeit, welche

*) Dieser Niederschlag enthält meistens phosphorsauern und nur wenig kohlensauern Kalk, weil das Natron des kohlensauern Natrons sich nur mit der überschüssigen Säure im sauern phosphorsauern Kalk verbindet. A. u. E.

das phosphorsaure Natrum enthält, dampft diese gehörig ab und läßt sie durch langsames Erkalten krystallisiren. Um aus der Mutterlauge neue Krystalle zu erhalten, muß man zuerst prüfen, ob sie alkalisch reagirt; wäre dieß nicht der Fall, so müßte man noch kohlensaures Natron hinzufügen bis zur alkalischen Reaktion und dann wiederum Filtriren und Abdampfen. Hätte man im Gegentheil anfangs zuviel kohlensaures Natron hinzugefügt, so müßte man die Mutterlauge wieder mit Wasser verdünnen und ein neues Quantum sauern phosphorsauern Kalk zusetzen, wieder filtriren und zur Krystallisation abdampfen. Man erhält so immer wieder phosphorsaures Natron, bis endlich die Mutterlauge ganz erschöpft ist. Dieses Salz besteht aus

2 At. Natron	= 781,84	oder	46,70	100
1 At. Phosphorsäure	= 892,30	—	53,30	
1 At. wasserfreies Salz	= 1674,14	—	37,28	100
50 At. Wasser	= 2812,20	—	62,72	
1 At. krystallisirtes Salz	= 4486,34			

Es wird in den chemischen Laboratorien als Reagens und zur Bereitung der unlöslichen phosphorsauern Salze gebraucht. Auch in der Medizin wird es angewendet.

Pyrophosphorsaures Natron. (Pyrophosphate de Soude.)

1092. Diese neue und merkwürdige Verbindung wurde von Clark entdeckt.

Erhitzt man das gewöhnliche phosphorsaure Natron bis auf 350°, so verliert es 48 Atome Wasser und hält noch zwei Atome davon hartnäckig zurück. Löst man das Salz jetzt auf, so zeigt es noch dieselben Eigenschaften; erhitzt man es aber bis zur Rothglut, so verliert es noch die beiden Atome Wasser. Wird das geglühte Salz nun in Wasser aufgelöst, so bemerkt man an ihm ganz andere Eigenschaften, weshalb es auch einen neuen Namen erhielt.

Das phosphorsaure Natron krystallisirt anders als das gewöhnliche Salz, es ist minder löslich; enthält weniger Krystallwasser und verliert dieses bei 350° C gänzlich. An der Luft

efflorescirt es nicht; es reagirt alkalisch, wie das gewöhnliche Salz. Gießt man eine Auflösung von gewöhnlichem phosphorsauerm Natron in eine Silbersolution, so bildet sich ein gelber Niederschlag bestehend aus anderthalb basischen phosphorsauerm Silber und die Flüssigkeit wird sauer; wendet man aber bei diesem Experiment eine Auflösung von pyrophosphorsauerm Natron an, so ist der Silberniederschlag weiß und die überstehende Flüssigkeit bleibt neutral.

Das pyrophosphorsaure Natron ist sehr beständig und enthält:

1 At. phosphorsaures Natron	=	1674,14	oder 59,81
20 At. Wasser	=	1124,80	— 40,19
1 At. krystallisirtes Salz	=	2798,94	100,00

Wir haben bereits bemerkt (980.), daß nach Gay-Lussac diese so äußerst merkwürdige Modifikation von der Phosphorsäure abhängt.

Doppelt-phosphorsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum biphosphoricum. Franz. Biphosphate de Soude.)

1093. Fügt man zu dem phosphorsauren Natron eine etwas starke Säure, so wird es in doppeltphosphorsaures Natron verwandelt; auf solche Weise wirkt die Phosphorsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure. In diesem Zustand ist es viel auflöslicher im Wasser und krystallisirt nur schwierig; wird es gehörig abgedampft, so erhält man es in kleinen schuppigen Krystallen gleich der Borsäure. Es enthält zweimal so viel Säure als das neutrale Salz und besteht aus

1 At. Natron	=	390,92	oder 30,46
1 At. Phosphorsäure	=	892,30	— 69,54
1 At. doppeltphosphorsaures Salz	=	1064,93	100,00

Unterphosphorichtsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum hypophosphorosum. Franz. Hypophosphite de Soude.)

1094. Dieses Salz ist im Wasser, sowie im Alkohol sehr

auflöslich; an der Luft zerfließt es äußerst schnell. Man bereitet es, indem man Natron auf Phosphor unter Vermittlung des Wassers einwirken läßt. Es krystallisirt im trocknen luftleeren Raum in perlmutterartig glänzenden Blättchen, welche die Form von rechtwinklichen Tafeln haben. Obgleich es sehr deliqueszirt, so wird es doch hierin noch vom unterphosphorichtsauern Kali übertroffen. Erhitzt, entbindet es selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas.

Phosphorichtsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum phosphorosum. Franz. Phosphite de Soude.)

1095. Das phosphorichtsaure Natron ist im Wasser sehr auflöslich und selbst zerfließlich; im Alkohol dagegen löst es sich nicht auf. Es krystallisirt in Rhomboedern, welche dem Würfel sehr nahe kommen. Man bereitet es durch direkte Vereinigung der phosphorichten Säure mit Natrum.

Es enthält

2 At. Natron	=	781,84	oder 53,04
1 At. phosphorichte Säure	=	692,30	— 46,96
1 At. phosphorichtsaures Natron	=	1474,14	100,00

Arsenikſaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum arsenicicum. Franz. Arseniate de Soude.)

1096. Sättigt man Natron oder kohlensaures Natron durch Arsenikſäure, so erhält man durch langsames Abdampfen regelmäßig krystallisirte sechsseitige Prismen von arsenikſauerm Natron. Dieses Salz ist giftig, sehr auflöslich im Wasser, allein weniger im heißen als im kalten; enthält es einen Säureüberschuß, so krystallisirt es minder leicht und man erhält ein doppeltarsenikſaures Salz. Beide Salze haben dieselbe Form wie das einfache und doppelt-phosphorsaure Natron. Das neutrale arsenikſaure Salz besteht aus

2 At. Natron	=	781,84	oder 35,18
1 At. Arsenikſäure	=	1440,77	— 64,82
		2222,61	100,00

Arsenichtsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum arsenicosum. Franz. Arsenite de Soude.)

1097. Dieses Salz kommt in seinem Verhalten ganz dem arsenichtsauern Kali gleich.

Salpetersaures Natron.

(Synon. Kubischer Salpeter. Lat. Natrum nitricum. Franz. Nitrate de Soude.)

1098. Das salpetersaure Natrum krystallisirt in Rhomboedern; es ist durchscheinend und hat einen kühlenden, stechenden und bittern Geschmack; es ist ungefähr in drei Theilen Wasser von 16° C. und in gleichen Theilen bei 52° und in weniger als seinem eigenen Gewicht kochenden Wassers auflöslich. Man erhält es durch Zersetzung des kohlensauern Natrons mittelst Salpetersäure. Es ist zusammengesetzt aus

1 At. Natron	= 390,92	oder 36,60
1 At. Salpetersäure	= 677,02	— 63,40
1 At. salpetersaures Natron	= 1067,94	100,00

Man hat dasselbe in der Provinz Atakama in Peru aufgefunden, wo es sich in Schichten von verschiedener Mächtigkeit in einer Ausdehnung von 25 Meilen befindet. *)

Unterstickstoffichtsaures Natron. (Hypoazotite de Soude.)

1099. Es besteht aus

1 At. Natrum	= 390,92
2 At. Stickstoffoxyd	= 377,02
1 At. wasserfreies Salz	= 767,94
2 At. Wasser	= 112,48
1 At. krystallisirtes Salz	= 880,42

Man erhält es wie das entsprechende Kalisalz. Im Wasser ist es leicht auflöslich und krystallisirt wie das salpetersaure Natron in schönen Rhomboedern.

*) Dieses Salz kann zur Bereitung der Salpetersäure angewendet werden; bei der Pulverbereitung ersetzt es aber das salpetersaure Kali nicht. A. u. E.

Borsaures Natron.

(Synon. Borarsaures Natron. Borax. Lat. Natrum boracicum. Franz. Borax. Borate de Soude.)

1100. Dieses Salz schmeckt schwach alkalisch und färbt den Veilchensyrup grün. Es erfordert zur Auflösung das Doppelte seines Gewichtes kochendes Wasser, von kaltem aber ist viel mehr nöthig. Seine Krystalle sind gewöhnlich gedrückte sechsseitige Säulen, welche sich in eine dreiseitige Pyramide endigen. Die Krystalle sind trübe, durchscheinend und zeigen einen glasigen Bruch. Es hat ein spezifisches Gewicht von 1,705; an der Luft effloreszirt es, aber nur oberflächlich; im Feuer schmilzt es in seinem Krystallwasser und bläht sich sehr auf. Ist alles Wasser entwichen, so kommt es bei anfangender Weißglühhitze in den feurigen Fluß und bildet ein klares Glas, welches wasserfreier Borax ist und 2,36 wiegt.

Auf die Metalloxyde wirkt es in hoher Temperatur kräftig ein, befördert den Fluß derselben und verglast die meisten. Indem diese Metalloxyde schmelzen und mit Borax ein Glas geben, ertheilen sie diesem, je nach ihrer Natur, eine verschiedene Farbe. Das Manganoxyd färbt dasselbe violett; das Eisenoxyd bouteillengrün; das Chromoxyd smaragdgrün; das Kobaltoxyd schön dunkelblau; das Kupferoxyd hellgrün; die weißen Oxyde färben es nicht und ertheilen ihm höchstens einen gelblichen Stich. Man wendet zu dem Ende den Borax bei qualitativen Untersuchungen an, um die Metalloxyde aufzufinden. Derselbe besteht aus

1 At. Natron	= 390,92	oder	30,95	100
2 At. Borsäure	= 871,96	—	69,05	
1 At. wasserfreier Borax	= 1262,88	—	52,90	100
20 At. Wasser	= 1124,80	—	47,10	
1 At. krystallisirter Borax	= 2387,68			

1101. Man findet den Borax an mehreren Punkten der Erde: auf der Insel Zeylon, in der nördlichen Tartarei, in China, in Siebenbürgen, in Persien und selbst in der Gegend

von Halberstadt. Auch in den Bergwerken von Viquintizoa und Escapa in Peru traf man auf Borax. In großer Menge kommt dieses Salz vor in verschiedenen indischen Seeen, woher ehemals der größte Theil des in den Gewerben verbrauchten Boraxes kam. Nach Turner ist der See, woraus man in Indien den Borax gewinnt 15 Tagereisen nördlich von Teschou-Lounbou entfernt. Auf dem Grunde und an den Ufern des See's, der nur Salzwasser enthält, findet man den Borax in großen Blöcken; in der Mitte aber findet man nur Kochsalz.

Nach Blane und dem Pater von Novato liegen die Seeen, woraus man den Borax gewinnt, zwischen den Bergen von Thibet; der berühmteste davon heißt Necbal und befindet sich im Kanton Sumbul. Nach der Angabe dieser Männer staut man das Wasser mittelst Schleusen auf, welche man zu gewissen Jahrszeiten öffnet, um jenes abfliessen zu lassen: das zurückbleibende Salz wird dann gesammelt. Der auf solche Weise erhaltene Borax ist nicht rein, und hat die Form sechsseitiger mehr oder minder abgeplatteter, wohl ausgebildeter Krystalle. Es sind dieselben nur einige Millimeter lang, bisweilen farblos, bald aber auch gelblich oder grünlich und immer mit einer erdigen Kruste bedeckt, die sich fettig anfühlt und nach Seife riecht. Dieses äußere Ansehen rührt von einer fetten Materie her, mit welcher das überschüssige Natrum des Salzes verbunden zu seyn scheint. Die Indier nennen dieses Salz Tinkal oder rohen Borax. Außer dieser Sorte existirt noch eine zweite im Handel, nämlich das halbraffinirte boraxsaure Natron, welches aus China zu uns gebracht wird. Beide müssen gereinigt werden.

1102. Folgendes ist das einfache bei der Reinigung gebräuchliche Verfahren. Man pulverisirt den Borax und giebt ihn auf ein Filter, auf welchem er mit einer Natrumauflösung von 5° nach dem Aräometer Baumé's gewaschen wird; damit fährt man fort, solange noch die Flüssigkeit gefärbt durchläuft; man reinigt dadurch den Borax von dem fetten ihm adhärirenden Stoff, indem das Natrum sich desselben bemächtigt und eine Seife damit bildet, welche sich äußerst leicht auflöst. Ist der Borax auf solche Weise vorbereitet und wohl abge-

tropft, so muß er in kochendem Wasser aufgelöst werden, so daß die Auflösung 20° Baumé hat. Man giebt nun 12 Thl. kohlensaures Natron auf 100 Thl. des zu raffinirenden Salzes und filtrirt dann die Auflösung durch einen Spitzbeutel, nachdem sich der durch den Natronzusatz erzeugte Niederschlag abgesetzt hat. Nach beendigter Filtration bringt man die Flüssigkeit über's Feuer und konzentrirt sie bis 18—20° nach dem Aräometer; endlich läßt man die Auflösung in konische oder pyramidale mit Blei ausgeschlagene Gefäße laufen. Man zieht diese Form der Gefäße deshalb vor, weil der sich bildende Niederschlag die Krystallisation nicht stört, und Blei ist in so ferne besser als Holz, weil es die Krystalle nicht färben kann. Erfüllt man diese Bedingungen sämmtlich und sorgt dafür, daß die Flüssigkeit sehr langsam abkühlt, so erhält man gesonderte, wohlausgebildete Krystalle, wie sie im Handel verlangt werden; bei minder sorgfältiger Behandlung würden sich nur kryallinische Krusten oder feste Massen bilden.

1103. Bis auf die neuste Zeit bezog man allen Borax, der in Europa verbraucht wurde, aus Asien; *) aber gegenwärtig bereiten Payen und Cartier in Paris das ganze Quantum Borax, welches Frankreich bedarf, indem sie die aus den italienischen Seeen gewonnene Borsäure direkte mit Natron verbinden. **)

---

*) Da der Borax nur im rohen Zustand nach Europa gebracht wurde, so hat man sich schon sehr frühe mit der Raffinirung desselben befaßt. Die Venetianer waren ehemals ausschließlich im Besitze dieses Industriezweiges und hielten das Verfahren sehr geheim, weshalb der raffinirte Borax früher venetianischer Borax genannt wurde, welche Benennung sich bis auf die neueste Zeit erhalten hat. Später wurden Boraxraffinerien in Holland errichtet, und gegenwärtig giebt es deren in mehreren Seestädten Europa's. A. u. E.

**) Es ist in der That zu verwundern, daß dieses Verfahren nicht schon längst im Großen Anwendung gefunden, denn schon im Jahr 1778 also vor mehr als 50 Jahren zeigte Franz Höfer, Hofapotheker in Florenz in einer äußerst interessanten Abhandlung, „Nachricht von dem in Toskana entdeckten natürlichen Sedativsalze und von dem Boraxe, welcher daraus bereitet wird", daß die natürliche Borsäure und Natron einen Borax geben, welcher sich von dem käuflichen nur durch seine größere Reinheit unterscheidet. Er bewies die Richtigkeit seiner Entdeckung sowohl auf synthetischem als analytischem Wege und macht auf die Wichtigkeit derselben aufmerksam. Es

Man verfährt dabei folgendermassen: 500 Kilogr. Wasser werden in einem kupfernen Kessel zum Sieden gebracht, und dann 600 Kilogr. krystallisirtes kohlensaures Natron darin aufgelöst; nachdem die Auflösung Statt gefunden, dämpft man das Feuer etwas, so daß die Flüssigkeit aufhört zu sieden. Jetzt giebt man nach und nach 500 Kilogr. toskanische Borsäure zu, wodurch das kohlensaure Natron in Borax umgewandelt wird, indem die Kohlensäure unter lebhaftem Aufbrausen entweicht. Die Flüssigkeit steigt stark in der Höhe, weshalb der Kessel nur halb mit Flüssigkeit gefüllt seyn darf. Nach vollendeter Sättigung löscht man das Feuer und bedeckt den Kessel mit einem mit Blei überzogenen Deckel, worauf man wollne Decken legt und nun den Kessel dreißig Stunden der Ruhe überläßt. Nach Verlauf dieser Zeit gießt man die Flüssigkeit in sehr weite bleierne, flache Gefäße. Die in dem Gefäße befindliche Flüssigkeit darf höchstens 25—30 Centimeter hoch stehen, damit die Abkühlung schneller Statt finde. Nach Verlauf von drei Tagen im Winter und nach vier Tagen im Sommer ist die Krystallisation vollendet. Man gießt die Mutterlauge ab, welche man bei einer neuen Arbeit wieder benützt und sammmelt den rohen Borax, welcher sich auf dem Boden und den Seitenwänden der Krystallisationsgefäße anlegt.

Diese Waare muß einer zweiten Krystallisation unterworfen werden, um sich für dem Handel zu eignen. Man löst deshalb den rohen Borax wiederum in siedendem Wasser auf und fügt noch 10 Prozent kohlensaures Natron hinzu; diese Auflösung muß 20° Baumé haben und zu einer Operation müssen wenigstens 1000 Kilogr. genommen werden. Sobald die Auflösung beider Salze beendigt und die Flüssigkeit im Sieden begriffen ist, läßt man sie in pyramidenförmige Krystallisirgefäße laufen. Ist die Flüssigkeit nach einiger Zeit auf 30° C, abgekühlt, so gießt man die Mutterlauge ab. Man läßt nun die Krystalle während sechs bis acht Stunden langsam erkalten und öffnet nachher die Gefäße, um die an den Wänden befindlichen Salzmassen herauszunehmen.

---

scheint jedoch, daß dieselbe unbeachtet blieb und später ganz vergessen wurde. A. u. E.

Man sondert nun sorgfältig die großen Krystalle von den kleinen, weil letztere nicht in den Handel gebracht werden können; aus diesem Grunde muß man auch alle Sorgfalt auf die zweite Krystallisation verwenden, welche wir so eben beschrieben haben, vorzüglich muß man die Auflösung gegen zu schnelle Abkühlung verwahren und sie möglichst ruhig erhalten.

100 Kilogr. toskanische Borsäure geben 140 käuflichen Borax.

1104. Die Anwendung des Boraxes ist vielfach, man gebraucht denselben: 1.) zur Auffindung der Oxyde mittelst Löthrohrproben, wie bereits erwähnt worden; 2.) zu der Reduktion mehrerer Oxyde als Flußmittel für diese oder mehrere nicht reduzirbare Säuren, wie z. B. der Kieselerde der Thonerde ꝛc., welche damit gemischt werden; das erzeugte Glas schützt in diesem Falle das geschmolzene Metall gegen den Zutritt der Luft, macht die Masse flüssig und gestattet die Vereinigung der Metalltheile zu einem König; 3.) zur Bereitung der Borsäure in den Laboratorien; 4.) um die verschiedenen borsauern Salze zu bereiten; 5.) um die Metalle zu löthen. Hat man z. B. zwei Kupferstücken zusammen zu löthen, so reinigt man sie zuerst, bestreut sie dann mit gefeiltem Loth und Borarpulver und erhitzt nun bis das Loth zu schmelzen anfängt. Im geschmolzenen Zustand verbindet sich dieses mit den zwei Kupferstücken und vereinigt beide. Zu dem Ende ist es aber erforderlich, daß die zu löthenden Stücke ganz rein ohne Oxydkruste sind und dieses bewirkt der Borax, theils indem er das Oxyd auflöst, welches sich durch das Erhitzen des Metalls vielleicht bildet, theils weil er dieses einhüllt und somit die Berührung mit der Luft und die Oxydation verhindert; 6.) der Borax ist ein Bestandtheil des Strasses, einiger Glassorten oder Emaillen, sowie überhaupt der Farben, welche auf Glas und Porzellan im Feuer eingeschmolzen werden.

Die Alten nannten den Borax Chrysokolla (Goldleim), allein sie kannten dessen Natur nicht.

Octaedrisches borsaures Natron.

1105. Payen lehrte in der neusten Zeit eine neue Art Borax kennen, welcher sich von dem gewöhnlichen durch eine verschiedene Krystallform und durch einen andern Wassergehalt unterscheidet. Dieser neue Borax krystallisirt in regelmäßigen Octaedern; er hat ein spezif. Gew. von 1,81 und die Krystalle sind viel härter, als die des prismatischen oder gewöhnlichen Boraxes. Er hat einen sehr glänzenden und muschelförmigen Bruch, wie Bergkrystall. Die feuchte Luft und das Wasser trüben die Krystalle des octaetrischen Boraxes, während solche dagegen in trockner Luft vollkommen durchsichtig bleiben. Dieser Borax enthält nur halb soviel Wasser als der gewöhnliche; er besteht nach Payens Analyse aus

1 At. wasserfreien Borax	= 1262,88	oder	69,19
10 At. Wasser	= 562,40	—	30,81
1 At. octaedrischer Borax	= 1825,28		100,00

Die Krystalle dieses Boraxes hängen so fest an einander, daß sie in Stücke von beliebiger Dimension geschnitten werden können, was bei der Anwendung sehr viel Bequemlichkeit darbietet, vorzüglich wenn man Körper damit reiben will. Die Goldarbeiter ziehen ihn deshalb dem gewöhnlichen Borax vor.

Der octaedrische Borax eignet sich weit besser zum Löthen des Kupfers als der andere, weil er sich weniger aufbläht und schneller fließt. Ferner ist er dem prismatischen vorzuziehen, weil sein Volumen geringer ist, und deshalb auch weniger Raum zur Aufbewahrung erfordert. Beim Transporte erspart man auch Fracht, und zwar in dem Verhältniß von 70 zu 53.

1106. Man erhält den octaedrischen Borax, indem man von dem gewöhnlichen eine Auflösung bereitet, welche kochend 30° nach dem Baumé'schen Aräometer zeigt. Diese Auflösung läßt man dann langsam erkalten; so bald die Temperatur auf 79° C. gekommen ist, so beginnt die Krystallisation des octaedrischen Boraxes und fährt fort, bis zu 56° C.; von diesem Punkte an weiter herab erzeugt sich kein octaedrischer Borax mehr.

Um dieses Produkt im Großen zu erhalten, verfährt Buran, der dasselbe seit mehreren Jahren lang in den Handel bringt, auf folgende Weise. Er bereitet eine kochende Auflösung von Borax zu 32° Baumé, bedeckt dann den Kessel damit die Abkühlung langsam vor sich gehe, und nimmt nach 6 Tagen, wenn er mit 1000 Kilogr. operirt hat, die Krystalle heraus. Diese bilden eine dicke Schicht von octaedrischem Borax auf dessen Oberfläche sich schon etwas prismatischer Borax angesetzt hat, welchen man leicht davon sondern kann.

Es scheint, daß ein lange fortgesetztes Sieden nöthig ist, wenn octaedrischer Borax in Menge gebildet werden soll.

1107. Da man jetzt zwei Boraxsorten kennt, so ist nöthig, daß man im Handel den Wassergehalt desselben auf eine leichte und bequeme Weise bestimmen kann. Gay-Lussac schlug dafür ein äußerst einfaches Mittel vor, was hinlängliche Genauigkeit giebt. Es gründet sich auf die Verschiedenheit der Färbung, welche die Schwefelsäure und die Borsäure im Lakmus hervorbringt. Die erste ertheilt ihm die Farbe der Zwiebelschaalen, die zweite die des Rothweins.

Man macht die Probe nach Art der alkalimetrischen Prüfung. Nimmt man 15 Gramme Borax, so hat man zur genauen Sättigung des Natrons in demselben 77,2 halbe Kubicentimeter verdünnte Schwefelsäure nöthig, welche in 20 Theilen 1 Theil concentrirte Säure enthält. Die verbrauchte concentrirte Säure würde demnach 3,835 betragen, während sie der Berechnung nach 3,855 seyn sollte. Dieser Unterschied ist so unbedeutend, daß man für den Handel auf diese Weise alle wünschenswerthe Genauigkeit erhält. Um diese Prüfung vorzunehmen, löst man 15 Gramme Borax in 50 Kubikzentimeter Wasser auf, fügt dann die nöthigen neun Zehntel Schwefelsäure hinzu und läßt die Mischung erkalten. Man vollendet nachher die Sättigung und behält drei Tropfen der angewendeten Säure zurück. Der Versuch zeigt, daß man diese Menge Schwefelsäure nöthig hätte, um den Einfluß der Borsäure und des schwefelsauern Natrons auf die Färbung zu zerstören. *)

*) Zuweilen kommt der Borax im Handel mit Alaun vermengt oder verfälscht vor; um dieß schnell zu erkennen, fällt man eine Auflösung desselben mit

Kieselsaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum silicicum. Franz. Silicate de Soude.)

1108. Das Natron verbindet sich in mehreren Verhältnissen mit der Kieselerde, allein die Verbindungen sind nicht alle gleich beständig.

Schmelzt man die Kieselerde mit der fünf-, sechs- oder siebenfachen Menge kohlensauren Natrons, so wird nicht alle Kohlensäure ausgetrieben; ist dagegen die Menge des Natrons geringer, so ist die Reaktion vollständig und man erhält ein Glas, welches beim Abkühlen trübe wird und die Feuchtigkeit der Luft anzieht. Glüht man dieses Glas anhaltend, so verflüchtigt sich ein großer Theil des Alkali's und es bleibt ein kieselsaures Salz zurück, in welchem die Kieselerde und das Natron in bestimmten Verhältnissen mit einander vereinigt sind. Dieses Silikat ist noch in kochendem Wasser auflöslich, allein von kaltem Wasser wird es kaum angegriffen; an der Luft behält es nach dem Erkalten seine glasartige Durchsichtigkeit.

Das kieselsaure Natron ist stets etwas grünlich oder bläulich gefärbt, selbst wenn bei der Bereitung die reinsten Stoffe dazu genommen worden sind, außerdem unterscheidet es sich durchaus nicht vom kieselsauern Kali. Mit einer gewissen Menge kieselsauern Kalk's verbunden bildet es das Fensterglas und das meiste ordinäre weiße Glas; auch das Spiegelglas muß hierher gezählt werden. In ein Natronsilikat mit überschüssiger Basis verwandelt man die meisten kieselhaltigen Mineralien, wenn man sie zerlegen will, weil diese Verbindung leicht durch Säuren und sogar durch Wasser angegriffen wird.

Kohlensaures Natron.

(Synon. Soda, mildes Mineralalkali. Lat. Natrum carbonicum. Franz. Carbonate de Soude.)

1109. Es besteht aus:

---

salzsaurem Baryt und fügt hierauf etwas Salpetersäure hinzu. Wird der anfangs entstandene Niederschlag durch die Säure wieder aufgelöst, so war der Borax rein, zeigt sich dagegen ein in Salpetersäure unauflöslicher Nie-

1 At. Natron	= 390,92	oder	58,57	100
2 At. Säure	= 275,33	—	41,43	
1 At. wasserfreies Salz	= 666,25	—	37,21	100
20 At. Wasser	= 1124,80	—	62,79	
1 At. krystallisirtes Salz	= 1791,05			

Dieses Salz hat einen scharfen, etwas ätzenden Geschmack, ist im Wasser sehr auflöslich und zwar im warmen mehr als im kalten. Es krystallisirt aus gesättigten Auflösungen beim Erkalten in geschobenen Säulen oder in doppelt vierseitigen Pyramiden mit abgestumpften Endecken. An der Luft efloreszirt es, und im Feuer kommt es schon unterhalb der Rothglühhitze in den Fluß; die stärkste Hitze zersetzt es nicht, wenn nicht zugleich Wasser darauf einwirkt.

1110. Man gewinnt dieses Salz in Frankreich, Spanien und anderen Küstenländern aus Pflanzen, welche an dem Ufer des Meeres wachsen. Es enthalten diese oxalsaures Natron, welches durch Einäscherung in kohlensaures Natron verwandelt wird. Die fremdartigen Beimischungen werden durch Abwaschen und Krystallisiren davon geschieden.

Behufs der Sodabereitung aus den Seepflanzen, schneidet man diese ab, läßt sie an der Luft trocknen und verbrennt sie in Gruben, welche ungefähr 1 Meter tief und 1,03 Meter weit sind. Die Verbrennung geschieht unter freiem Himmel auf trockenem Boden und dauert mehrere Tage lang. Man erhält statt Asche eine salzige, harte und feste halbgeschmolzene Masse, welche man in Stücke zerschlägt und als Soda in den Handel bringt. Man unterscheidet verschiedene Sodasorten nach dem Lande, wo sie gewonnen werden, oder nach der Pflanze, welche sie liefert.

Die rohe Soda enthält in verschiedenen Verhältnissen kohlensaures und schwefelsaures Natron, Schwefelnatrium, Kochsalz, kohlensauern Kalk, Thonerde, Kieselerde, Eisenoxyd und gewöhnlich auch Kohle, welche bei der Einäscherung nicht verbrennt. Zuweilen enthält sie auch schwefelsaures Kali, Chlorkalium, Jodkalium, Jodcalcium und Bromcalcium.

---

derschlag, so deutet dieß auf Alaun oder irgend ein anderes schwefelsaures Salz hin. A. u. E.

Die beliebteste Soda ist die Barilla oder spanische Soda, welche im Handel als Soda von Alikante, Carthagena und Malaga bekannt ist; man erhält sie aus verschiedenen Pflanzen, vorzüglich aus der Barilla, eine Art Salsola, welche an der spanischen Küste angebaut wird. Diese Soda enthält 25 bis 30 Prozent trocknes kohlensaures Natron.

Die französischen Sodasorten sind bei Weitem nicht so reich; man hat drei Sorten davon:

1.) Das Salikor oder Soda von Narbonne, welche man durch Verbrennung der Salicornia annua erhält, die man in der Umgegend von Narbonne kultivirt. Man säht und sammelt diese Pflanze in einem Jahre und schneidet sie nach der Saamenbildung ab. Die daraus gewonnene Soda enthält 14—15 Prozent kohlensaures Natron; man wendet sie hauptsächlich zur Bereitung des ordinären gemeinen Glases (Chambourin) an.

5.) Die Blanquette oder Soda von Aiguemorte, welche man zwischen Frotignan und Aiguemorte aus allen dort vorkommenden Strandgewächsen gewinnt; diese Pflanzen sind die Salicornia europaea, salsola tragus, atriplex portulacoïdes, salsola Kali und Statice limonium. Die erste dieser Pflanzen giebt am meisten, die letzte aber am wenigsten Soda. Diese Sodasorten enthalten alle viel Kochsalz, was früher auch zur Verfälschung desselben angewendet wurde; sie enthalten nur zwischen 3—8 Prozent kohlensaures Natron.

3.) Wareck oder Soda von der Normandie, die man aus den Fucusarten erhält, welche sehr häufig an den Küsten des Oceans wachsen. Dieses ist die ärmste Soda; sie enthält nur äußerst wenig kohlensaures Natron, dagegen viel schwefelsaures Natron und Kali, Chlorkalium oder Natrium mit etwas Jodkalium. Sie wird eigentlich wegen ihres Kaligehalts von dem Glas- und Salpeterfabrikanten angewendet und heut zu Tage benutzt man dieselbe zur Darstellung des Jods.

Seit einiger Zeit fabrizirt man in Frankreich eine ungeheure Menge künstlicher Soda mittelst eines durch Leblanc entdeckten sehr sinnreichen Verfahrens. Wir werden diese Fabrikation in einem besondern Kapitel beschreiben.

Anderthalb-kohlensaures Natron.

(Synon. Lat. Natrum sesqui-carbonicum. Franz. Sesqui-carbonate de Soude.)

1111. Es besteht aus:

1 At. Natron	= 390,92	oder	48,62	100
3 At. Kohlensäure	= 412,98	—	51,38	
1 At. wasserfreies Salz	= 803,90	—	78,14	100
4 At. Wasser	= 224,96	—	21,86	
1 At. krystallisirtes Salz	= 1028,86			

Seit langer Zeit wurde das anderthalb kohlensaure Natron mit dem gewöhnlichem einfachen kohlensauern Salz verwechselt, allein sie unterscheiden sich, sowohl in der Zusammensetzung als in ihren Eigenschaften wesentlich von einander.

In England bereiten die Fabrikanten des Sodawassers das anderthalbkohlensaure Natron, indem sie 6 Thl. kohlensaures Natron und 4 Thl. kohlensaures Ammoniak in 4 Thl. Wasser auflösen und die Auflösung bei gelinder Wärme bis zum Erscheinen eines Salzhäutchens abdampfen. Beim Erkalten krystallisirt daraus anderthalbkohlensaures Natron in Tafeln oder als körniges Pulver. Man hat dieses Salz noch nicht in regelmäßigen Krystallen erhalten können, obgleich es die Natur sehr häufig so liefert.

Dieses Salz kommt in geschobenen Prismen vor, welche sich in vierseitigen Pyramiden endigen. Es ist im Wasser auflöslich und reagirt alkalisch; an der Luft verändert es sich nicht, und erhält sich selbst so gut, daß man versichert, die Mauern von Cassar, einem afrikanischen Fort, welches gegenwärtig eine Ruine ist, seyen mit solchen Salzmassen gebaut, die sich in einigen Seeen Afrika's finden.

1112. Bis jetzt hat man meistens das anderthalbkohlensaure Natron in der Natur getroffen. Dasjenige, welches man in den Seeen findet ist fast immer mit Kochsalz und Glaubersalz gemengt, und kommt unter dem Namen Natron vor; auch Trona wird es häufig genannt.

Dieses Natron kommt hauptsächlich aus Ägypten zu uns; man gewinnt es dort aus zwei Seeen in der Wüste von Thaïat oder St. Macaire westlich vom Delta gelegen.

Im Winter dringt ein röthlich violettes Wasser aus ihrem Grunde hervor und steigt bis zu zwei Meter an, aber bei wiederkehrender heißer Jahreszeit verdunstet dieses Wasser vollständig und läßt Natronschichten zurück, welche man mit eisernen Stangen losbricht. Auch in Ungarn gewinnt man in der Umgegend von Debreczin aus verschiedenen Seeen, welche Fejer-To oder weiße Seeen heißen, weil, wenn das Wasser derselben im Sommer verdunstet, der den Grund bildende Sand, blendend weiß mit Natron beschlägt. Die Ebenen, welche an das schwarze und kaspische Meer grenzen, ferner Persien, Arabien, Indien, Thibet, China, Sibirien, das Land der Bochismanen und besonders die große Wüste in Afrika liefern viel Natron. Auch in andern Gegenden, vorzüglich in Amerika giebt es Seeen, welche Natron enthalten. Zuweilen findet sich dieses Salz auch in Mineralwassern, oder efflorescirt aus dem Boden oder aus manchen Mauern.

1113. Wahrscheinlich entsteht das Natron durch Zersetzung des Kochsalzes mittelst kohlensauerm Kalk; Berthollet hat wenigstens beobachtet, daß allenthalben, wo diese beiden Salze mit einander gemengt vorkommen, auch anderthalbkohlensaures Natron efflorescirt.

Abgesehn von dieser Vermuthung, kann man doch annehmen, daß das Natron ein Produkt ist, welches gewöhnlich die salzhaltigen Erdmassen begleitet und in der Nähe von Kalkgebirgen vorkommt. Leichter läßt sich die Bildung des Natrons aus dem das Kochsalz stets begleitenden schwefelsauern Natron erklären. Das schwefelsaure Natron kann sich nämlich durch Einwirkung organischer Stoffe, welche im Wasser der Natronseeen aufgelöst sind, in Schwefelnatrium verwandeln, und dieses wiederum kann durch die im Wasser aufgelöste Kohlensäure in anderthalbkohlensaures Natron übergehen.

Zweifach-kohlensaures Natron.

(Synon. Neutrales kohlensaures Natron einiger Chemiker. Lat. Natrum bi-carbonicum. Franz. Bi-carbonate de Soude.)

1114. Das doppeltkohlensaure Natron enthält:

1 At. Natron	= 390,92	oder	41,52	100
4 At. Säure	= 551,32	—	58,48	
1 At. wasserfreies Salz	= 942,24	—	89,29	100
2 At. Wasser	= 112,48	—	10,74	
1 At. krystallisirtes Salz	= 1504,72			

Es krystallisirt in regelmäßigen vierseitigen Säulen und schmeckt schwach alkalisch. Bei gewöhnlicher Temperatur löst das Wasser davon nur den zehnten Theil seines eigenen Gewichtes auf; wird diese Auflösung erhitzt, so geht das Salz in anderthalbkohlensaures Natron über.

Man bereitet es auf dieselbe Weise wie das doppeltkohlensaure Kali und am billigsten unstreitig an den Orten, wo zuckerhaltige Flüssigkeiten die weinigte Gährung erleiden, und dann viel Kohlensäure entbinden. Man hatte früher sinnreiche Apparate erdacht, um dieses Salz zu bereiten, allein es sind dieselben durch neuerlichst von dem Amerikaner Smith bekanntgemachten und von Boullay bestätigten Versuche ganz unnütz geworden. Nach Smith nimmt man Krystalle von gewöhnlichem kohlensauerm Natron, und bringt sie unter etwas schwachem Drucke mit Kohlensäure in Berührung; bald verliert das Salz seine Durchsichtigkeit, zieht Kohlensäure an und wird porös und leicht zerreiblich, behält aber seine Form bei. Indem das Salz blättrige Textur annimmt, verliert es viel Krystallwasser, welches an den Wänden des Gefäßes herabrinnt. Hört die Absorption der Kohlensäure auf, so nimmt man die Salzmasse aus dem Apparate und übergießt sie mit einer geringen Menge Wassers, welches man nachher wieder abtropfen läßt. Zuletzt wird das Salz an der Luft getrocknet. *)

*) Diese Bereitungsart ist durchaus nicht neu, denn Berzelius schreibt sie schon in der schwedischen Pharmokopoe vom Jahr 1817. mit folgenden Worten vor: Man nehme 1 Thl. krystallisirtes und 3 Thl. an der Luft zu Pulver zerfallenes kohlensaures Natron, menge beide mit einander und sättige sie in einem passenden Gefäße mit Kohlensäure. Das trockne Salz wird nun mit gleichen Gewichtstheilen Regenwasser übergossen, welches man nach 12 Stunden wieder abgießt, und das rückständige doppelt-kohlensaure Natron wird dann getrocknet. Das abgegossene Wasser enthält noch etwas einfach-kohlensaures Natron, was man durch Abdampfen wieder daraus gewinnt.

Man wendet das doppeltkohlensaure Natron zur Bereitung mehrerer Arzneimittel an, vorzüglichen Ruf unter diesen haben sich die von D'Arcet erfundenen alkalischen Zeltchen erworben. Diese befördern nach dem Essen genommen, ganz ausnehmend die Verdauung. *)

Bereitung des Natriums.

1114. Das Natrium wird auf dieselbe Weise wie das Kalium dargestellt. Es scheint übrigens, daß die Zersetzung des Natrons durch Eisen oder durch Kohle schwieriger Statt findet, als die des Kalis. Man fand ferner, daß diese bedeutend leichter vor sich geht, wenn man das zu zersetzende kohlensaure oder ätzende Natron mit etwas Kali mengt. Man erhält dann eine spröde Legirung von Natrium und Kalium,

---

Der in Schweden hierzu angewendete Apparat ist auf Taf. 25. Fig. 7. und 8. zu sehen. A ist ein Zylinder von verzinntem Eisenblech, der unten am Boden mit einer Öffnung B und oben mit einem gut passenden Deckel C versehen ist. Die Öffnung B dient zur Aufnahme der Gasentbindungsröhre und muß so beschaffen seyn, daß sie nöthigenfalls mit einem Kork verschlossen werden kann. Der Deckel C hat in seiner Mitte auch eine Öffnung, auf welche eine luftentleerte Blase festgebunden wird. Das Natron wird auf mehrere Siebe vertheilt, die über einander auf ein Gestelle Fig. 8. gesetzt werden, welches damit in den Zylinder A gestellt wird. Dieser wird nun mittelst des Deckels C verschlossen, den man mit Mehlkleister und Papierstreifen fest verklebt. Wenn nun durch die Öffnung B Kohlensäure in den Apparat geleitet wird, so schwillt die Blase auf und macht den Arbeiter auf den Gang der Operation aufmerksam, der, wenn sie wieder zusammenfällt, jedesmal eine neue Portion Gas hinzulassen muß, so lange bis Nichts mehr davon absorbirt wird. Dieser Apparat ist unstreitig der einfachste und zweckmäßigste zur Bereitung des doppelt kohlensauern Natrons im Großen. (S. Poggendorff's Annalen der Ph. u. Ch. Bd. 19. S. 433.) A. u. E.

*) Zur Bereitung dieser Zeltchen nimmt man gepulvertes trocknes doppelt-kohlensaures Natron 5 Gramme, gestoßenen Zucker 95 Gramme, schüttelt beide in einer Flasche wohl durch einander und fügt dann, nachdem man das Gemenge herausgenommen, so viel Traganthschleim hinzu, als zur Herstellung einer bildsamen Masse erforderlich ist. Hieraus verfertigt man Zeltchen, ungefähr 1 Gramm schwer, trocknet sie und bewahrt sie in verschlossenen Gefäßen auf. Will man der Masse einen aromatischen Geschmack und Geruch geben, so fügt man 2—3 Tropfen Pfeffermünzöhl oder etwas Tolubalsam zu. Nach D'Arcet sollen 2—3 dieser Zeltchen, entweder vor oder nach der Mahlzeit genommen äußerst wohlthätig auf die Verdauung wirken. A. u. E.

die man leicht mittelst langsamer Oxydation von einander trennt. Dieses läßt sich leicht bewerkstelligen, wenn man dünne Scheibchen daraus fertigt und solche in einem Gläschen mit Steinöl bedeckt, dessen Luft man von Zeit zu Zeit erneuert. Nach einigen Tagen ist das Kalium oxydirt und es bleibt nur reines, sehr dehnbares Natrium zurück.

Capitel III.

Lithium; Lithiumoxyd und Chlorlithium; Lithionsalze, welche durch nichtmetallische Mineralsäuern gebildet werden.

1116. Im Jahre 1817 entdeckte der schwedische Chemiker Arfwedson, indem er den Petalit, ein Mineral von der Insel Utö in Schweden, analysirte, ein alkalisches Oxyd, welches Lithion nach dem griechischen Worte litheios (steinern) genannt wurde. Man fand dieses Alkali auch später in dem Triphan (Spodumen), im grünen Turmalin, und in mehreren Glimmerarten.

Arfwedson und Gmelin waren nicht im Stande mittelst einer galvanischen Säule dieses Oxyd zu reduziren; dagegen gelang es Davy mit Hilfe einer sehr großen Säule das Metall daraus darzustellen. Das Lithium genannte Metall hat große Ähnlichkeit mit dem Natrium.

Lithiumoxydhydrat.

(Synon. Lithion. Lithon. Lat. Lithium oxydatum. Franz. Hydrate d'oxide de Lithium. Lithine.)

1117. Dieses Hydrat ist weiß, geruchlos, beinahe eben so kaustisch als das Kali und Natron und hat einen krystallinischen Bruch. An der Luft zieht es Wasser und Kohlensäure an; übrigens aber bleibt es ganz trocken. Im Wasser ist es auflöslicher als der Baryt, allein viel weniger als Kali oder Natron.

Man gebraucht zur Darstellung des Lithions die dasselbe enthaltenden Mineralien. Nachdem diese fein pulverisirt worden, mischt man sie mit dem vierfachen Gewichte kohlensauern oder salpetersauern Baryts und glüht das Gemenge anderthalb

Stunden lang stark in einem Platintiegel. *) Das Produkt ist eine weiße, ziemlich feste aber geschmolzene Masse, welche sich durch Zugießen von schwacher Salzsäure zum Theil auflöst; diese Auflösung wird nun bis zur Trockne abgedampft. Aus der trocknen Salzmasse wird Kieselerde abgeschieden, wenn man sie mit warmem Wasser übergießt, filtrirt und gut aussüßt. Die Kieselerde bleibt auf dem Filter, während die übrigen Bestandtheile aufgelöst durchs Filter gehen.

Die erhaltene Auflösung enthält Lithium-, Aluminium-, Barium- und Eisen-Chlorid. Durch Zusatz von Schwefelsäure wird jetzt der Baryt gefällt und die Chloride zersetzt. Die überschüssig zugesetzte Säure wird durch Ammoniak gesättigt, und in die nun neutrale Auflösung giebt man kohlensaures Ammoniak, wodurch das Eisenoxyd und die Thonerde mit einander gefällt werden. Durch Filtriren werden diese Niederschläge von der Flüssigkeit getrennt, welche nunmehr noch schwefelsaures und salzsaures Ammoniak und schwefelsaures Lithion enthält und hierauf zur Trocken abgedampft und ausgeglüht wird. Durch diese Operation werden die flüchtigen Salze verjagt, und als Rückstand bleibt reines schwefelsaures Lithion. Das schwefelsaure Lithion wird nun in Wasser aufgelöst und soviel Barytwasser hingegossen als zur Fällung der Schwefelsäure nöthig ist. Das Lithion bleibt dann allein in der Auflösung zurück. Durch Filtriren und Abdampfen derselben erhält man dieses Alkali rein. **)

---

*) Wir möchten es widerrathen zu dieser Schmelzung Platintiegel anzuwenden, denn diese werden vorzüglich durch salpetersauern Baryt, so wie durch das Lithion selbst stark angegriffen. Ein feuerfester Thontiegel ist wohl bei Behandlung größerer Massen als das Zweckmäßigste anzuempfehlen. A. u. E.

**) Die hier zur Bereitung des Lithions angegebene Methode ist äußerst kostspielig und läßt sich deshalb da, wo es sich blos um die Darstellung dieses Alkalis in größern Mengen handelt, nicht anwenden. Wir fügen hier eine einfachere und wohlfeilere Bereitungsart hinzu. Nach Berzelius wird der Spodumen oder Petalit zum feinsten Pulver zerrieben, geschlämmt und dann mit dem doppelten Gewichte Ätzkalk wohl gemengt und anhaltend im Thontiegel geglüht. Die geglühte Masse wird dann in Salzsäure aufgelöst und mit Schwefelsäure bis zur Sättigung des Kalkes versetzt, hierauf abgedampft und zur Verjagung der überschüssigen Schwefelsäure stark erhitzt. Der trockne Rückstand wird nun gepulvert und mit heißem Wasser ausgekocht, durchgeseiht und wiederholt ausgesüßt. Der größte Theil des schwefelsauern Kalkes

1118. Es giebt noch eine zweite Methode, um das Lithion aus dem schwefelsauern Salz darzustellen; man löst das Salz auf und fügt essigsauern Baryt zu, um alle Schwefelsäure zu fällen. Der entstandene schwefelsaure Baryt wird durch Filtriren vom essigsauern Lithion getrennt und dieses dann zur Trockne abgedampft und durch Rothglühen in einem Platintiegel in kohlensaures Lithion verwandelt. Um dieses kaustisch zu machen, löst man es in einer zureichenden Menge Wasser auf und behandelt auf ähnliche Weise wie das kohlensaure Kali oder Natron mit gelöschten Ätzkalk. Nachdem man das Gemenge einige Zeit lang gekocht hat, filtrirt man und dampft nachher die Auflösung ab, die zuletzt noch im Silbertiegel geschmolzen wird.

Dieses Alkali besteht aus:

1 At. Lithium	= 81,32	oder	44,86	100
1 At. Sauerstoff	= 100,00		55,14	
1 At. Oxyd	= 181,32	—	61,72	100
2 At. Wasser	= 112,48	—	38,28	
1 At. Hydrat	= 293,80			

Chlorlithium.

(Synon. Lat. Lithium chloratum. Franz. Chlorure de Lithium.)

1119. Das Chlorlithium läßt sich am leichtesten darstellen, wenn man entweder Ätzlithion oder kohlensaures Lithion mit Salzsäure zusammenbringt. Es krystallisirt nicht, allein beim Abdampfen bildet sich eine Kruste von regelmäßiger Ter-

bleibt zurück, während die Auflösung jetzt schwefelsaure Thonerde und Lithion nebst etwas Gyps enthält. Man fällt nun aus derselben durch kohlensaures Ammoniak die Thonerde und durch sauerkleesaures Ammoniak den Kalk. Die Flüssigkeit wird filtrirt, abgedampft und der Rückstand geglüht, der nunmehr reines schwefelsaures Lithion ist. Das schwefelsaure Lithion wird durch essigsaures Blei in auflösliches essigsaures Lithion und unauflösliches schwefelsaures Blei verwandelt und beide durch Filtriren wieder von einander geschieden; ist essigsaures Blei im Überschuß zugesetzt worden, so fällt man das Blei durch Schwefelwasserstoff. Das essigsaure Lithion wird durch Glühen in kohlensaures Salz verwandelt. A. u. E.

tur. Es ist sehr schmelzbar und zerfließt leicht an der Luft; es enthält

1 At. Lithium	= 81,32	oder	15,52
2 At. Chlor	= 442,64	—	84,48
1 At. Chlorlithium	= 523,96		100,00

Noch hat man die Verbindungen, welche das Lithium mit Jod, Brom, Fluor oder andern einfachen, brennbaren Körpern bilden kann, nicht untersucht.

Lithionsalze.

1120. Die Lithionsalze zeichnen sich vor andern alkalischen Salzen vorzüglich dadurch aus, daß sie mit Phosphorsäure ein schwer auflösliches Salz bilden. Eine Auflösung von Lithion wird in der Kälte nicht durch ein Ätzalkali und in der Wärme nicht durch kohlensaures Alkali gefällt, dagegen bringt Letzteres in einer kalten Auflösung einen Niederschlag hervor, weil das kohlensaure Lithion in niedriger Temperatur weit weniger löslich ist, als in der Wärme.

Das Lithion greift nach Berzelius das Platin so leicht und stark an, daß diese Eigenschaft sich sehr gut zur Erkennung einer kleinen Menge Lithion eignet, die in irgend einem Körper enthalten seyn kann. Erhitzt man den lithionhaltigen Körper mit Natron auf Platinblech, so macht Letzteres das Lithion frei und das Platin färbt sich rings um die geschmolzene Masse dunkel und verliert seinen Glanz. Die meisten Lithionsalze sind sehr leicht schmelzbar.

Schwefelsaures Lithion.

(Synon. Lat. Lithion sulphuricum. Franz. Sulfate de Lithine.)

1121. Dieses Salz ist sehr löslich im Wasser, und schmeckt salzig, jedoch nicht bitter; es krystallisirt nur in unregelmäßigen Massen. Die Luft äußert keine Wirkung darauf, und es ist, gegen die allgemeine für die Lithionsalze gültige Regel, sehr schwer schmelzbar. Mit etwas Gyps gemengt schmilzt es schon bei Dunkelrothglühhitze. Es besteht aus

1 At. Lithion	= 181,32	oder	26,57
1 At. Schwefelsäure	= 501,16	—	73,43
1 At. Schwefelsaures Lithion	= 682,48		100,00

Salpetersaures Lithion.

(Synon. Lat. Lithion nitricum. Franz. Nitrate de lithine.)

1122. Dieses Salz ist sehr zerfließlich, selbst wenn es nur kurze Zeit der Luft ausgesetzt ist. Bei langsamen Abdampfen krystallisirt es bald in regelmäßigen geschobenen Säulen, bald in Nadeln. Es schmeckt wie der Salpeter und fließt im Feuer äußerst leicht. Es muß bestehen aus

1 At. Lithion	= 181,32	oder	21,12
1 At. Salpetersäure	= 677,02	—	78,88
1 At. salpetersaures Lithion	= 858,34		100,00

Man bereitet dieses Salz indem man kohlensaures Lithion mit Salpetersäure sättigt.

Borsaures Lithion.

(Synon. Lat. Lithion boracicum. Franz. Borate de lithine.)

1123. Dieses Salz ist im Wasser löslich, reagirt alkalisch, bläht sich im Feuer auf, indem es sein Krystallisationswasser verliert, schmilzt nachher zu einem durchsichtigen Glase und verhält sich übrigens wie der gewöhnliche Borax.

Kohlensaures Lithion.

(Synon. Lat. Lithion carbonicum. Franz. Carbonate de lithine.)

1124. Es ist im kalten Wasser nicht löslich, schmeckt sehr stark alkalisch und reagirt auch so. Es schmilzt noch unter der Rothglühhitze und wird beim Erkalten emailartig. Die Platintiegel werden stark davon angegriffen.

Man bereitet dieses Salz indem man das schwefelsaure Lithion durch essigsauern Baryt zersetzt und das erhaltene essigsaure Lithion stark glüht. Zu dem Ende fügt man zu einer

Auflösung von Lithion so lange aufgelösten essigsauern Baryt, bis noch ein Niederschlag entsteht, filtrirt diesen und dampft die durchgelaufene Flüssigkeit zur Trockne ab. Die erhaltene gummiähnliche Masse wird dann in einem Platintiegel rothgeglüht, wodurch die Essigsäure zersetzt und in Kohlensäure verwandelt wird, die mit dem Lithion verbunden bleibt. Die geglühte Masse enthält nun kohlensaures Lithion, etwas kohlensauern Baryt und Kalk, nebst etwas Kohle. Man löst nun durch kochendes Wasser das erstere auf und trennt es durch Filtriren von den letztern unauflöslichen Stoffen. Wird die Auflösung langsam abgedampft, so bildet sich eine aus kleinen prismatischen Krystallen bestehende Kruste von kohlensauerm Lithion.

Dieses Salz besteht aus

1 At. Lithion	= 181,32	oder	39,70
2 At. Kohlensäure	= 275,32	—	60,30
1 At. kohlensaures Salz	= 456,64		100,00

1125. Die übrigen Lithionsalze sind noch nicht näher untersucht worden. Wir verweisen diejenigen, welche sich weiter über diesen Körper unterrichten wollen auf die Abhandlungen von Arfwedson und C. G. Gmelin. (S. Schweiggers Journal Bd. 22. S. 93. und Bd. 30. S. 173.)

Capitel IV.

Barium; Verbindungen desselben mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor und Schwefel. Barytsalze, welche durch nichtmetallische Mineralsäuern gebildet werden.

Barium.

1126. Erst im Jahre 1808 zerlegte man den Baryt und schied ein Metall daraus ab. Dieses ist starr, und besitzt eine silberähnliche Farbe; es schmilzt in einer die Rothglut noch übersteigenden Temperatur, verflüchtigt sich aber noch nicht bei dem Schmelzpunkt des Glases. An der Luft oxydirt es sich und wird matt. Im Wasser sinkt es schnell unter, denn es ist ungefähr vier bis fünf mal schwerer als diese Flüssigkeit. Es zersetzt dasselbe schnell und bemächtigt sich seines Sauerstoffs, indem der Wasserstoff frei wird.

Man kann es nur schwierig darstellen. Davy verfuhr auf ganz ähnliche Weise wie bei der Bereitung des Kaliums, indem er hierzu die voltaische Säule und Ätzbaryt anwandte. (1069.) Man erhält gleichfalls ein Bariumamalgam, welches man mit etwas Steinöl in eine Retorte bringt und destillirt. Die Öldämpfe verjagen die Luft, das Quecksilber verflüchtigt sich und als Rückstand bleibt das reine Barium.

Bariumoxyd.

(Synon. Baryt. Schwererde. Lat. Barium oxydatum, Baryta, Terra ponderosa. Franz. Oxide de barium. Baryte.)

1127. Der Baryt ist ein poröser, graulich weißer Körper, er ist sehr ätzend und reagirt stark alkalisch. Durch Hitze

wird er nicht verändert, an der Luft aber zieht er Wasser und Kohlensäure an, und wird dann allmählich weißer. Das Wasser löst davon bei gewöhnlicher Temperatur nur den zwanzigsten Theil seines Gewichtes, in der Siedhitze aber den zehnten Theil auf; die Auflösung setzt beim Erkalten Barytkrystalle ab.

Der Ätzbaryt kommt nicht in der Natur vor, aber dagegen in Verbindung mit Kohlensäure und Schwefelsäure. Will man daraus den Baryt abscheiden, so muß man diese Salze zuerst in salpetersauren Baryt verwandeln und diesen dann entweder in einer Porzellanretorte oder in einem Platintiegel heftig glühen.

Der Baryt besteht aus:

1 At. Barium	= 856,93	oder	89,55
1 At. Sauerstoff	= 100	—	10,45
1 At. Baryt	= 956,93		100,00

Man wendet den Baryt in den Laboratorien als Reagens an.

Barythydrat. (Hydrate de baryte.)

1128. Gießt man Wasser auf reinem Baryt, so bemächtigt er sich desselben mit solcher Heftigkeit, daß er glühend wird; es bildet sich sehr schweres, festes und ätzendes Barythydrat; dieses zieht die Kohlensäure der Luft nur langsam an und schmilzt schon bei einer die Rothglut noch nicht erreichenden Temperatur, erleidet aber dadurch keine Veränderung. Um das Barythydrat zu bereiten, giebt man den Baryt in einen Platin- oder Silbertiegel und fügt soviel Wasser hinzu, als zur Bildung eines Brei's erforderlich ist; das überschüssige Wasser wird durch Erhitzen verjagt und wenn die Masse in Fluß gekommen ist, so gießt man sie in eine silberne Schaale und bewahrt sie dann in einem mit eingeriebenem Stöpsel versehenen Glase auf.

Es besteht aus:

1 At. Baryt	= 956,93	oder	89,49
2 At. Wasser	= 112,48	—	10,51
1 At. Barythydrat	= 1069,41		100,00

1129. Die Barytauflösung, welche in den chemischen Laboratorien häufig angewendet wird, bereitet man durch Auflösen der Baryt's in heißem Wasser; die Flüssigkeit wird filtrirt und dann in Gläsern mit Glasstöpseln aufbewahrt. Hat man eine gesättigte Auflösung bereitet, so krystallisirt beim Erkalten ein Barythydrat in sechsseitigen Prismen heraus, die auf beiden Seiten sich in vierseitigen Pyramiden endigen, und bisweilen farrenkrautähnliche Gruppen bilden. Diese Krystalle sollen aus 37 Wasser und 63 Baryt bestehen und enthalten demnach 10 Atome Wasser gegen 1 Atom Baryt.

Das Barytwasser ist scharf ätzend; es röthet das Curcumapapier, färbt den Veilchensyrup grün rc. An der Luft zieht es Kohlensäure an und bildet auf seiner Oberfläche ein weißes Häutchen von kohlensauerm Baryt.

Bariumüberoxyd.

(Synon. Bariumsuperoxyd. Lat. Barium hyperoxydatum. Franz. Bioxide de barium.)

1130. Erhitzt man Baryt in Sauerstoffgas, so wird dieses rasch absorbirt und während die Verbindung vor sich geht, erglüht der Baryt etwas. Das Bariumüberoxyd ist fast geschmacklos; und hat eine weißgraue Farbe. Kommt es mit Wasser in Berührung, so zerfällt es und bildet ein unauflösliches Hydrat. Wird es bis auf 100° C. erhitzt, so verliert es seinen Sauerstoffüberschuß und geht in Baryt über, der sich in Wasser auflöst. Erhitzt man das Bariumüberoxyd, während man einen Strom Wasserstoff darüber leitet, so findet ein lebhaftes Erglühen unter Bildung von grünlicher Flamme Statt. Das Überoxyd wird dadurch in Bariumoxyd verwandelt, welches sich mit dem zugleich gebildeten Wasser zu Barythydrat vereinigt.

Dieses Überoxyd besteht aus:

1 At. Barium	= 856,93	oder	81,08
2 At. Sauerstoff	= 200,00	—	18,92
1 At. Überoxyd	= 1056,93		100,00

Man wendet dasselbe zur Bereitung des oxydirten Wassers an.

Chlorbarium.

(Synon. Salzsaurer Baryt, salzsaure Schwererde. Lat. Barium chloratum, Baryta muriatica, Terra ponderosa salita. Franz. Chlorure de barium. Muriate de baryte.)

1131. Das Chlorbarium besitzt einen scharfen, stechenden Geschmack. Gleich allen übrigen Barytverbindungen wirkt es giftig. Es hat ein specif. Gewicht von 3,82; 100 Thl. Wasser lösen 34,86 Thl. bei 15,6° und 59,58 Thl. bei 105,48° auf. Es krystallisirt mit 4 At. Wasser in wasserhellen vierseitigen Tafeln mit abgestumpften Ecken. Die Krystalle sind an der Luft unveränderlich, in höherer Temperatur dekrepitiren sie und schmelzen selbst, wenn die Hitze noch verstärkt wird.

1132. Zur Bereitung des Chlorbariums hat man verschiedene Vorschriften. Am leichtesten und einfachsten ist die Darstellung aus kohlensauerm Baryt mittelst Salzsäure; gewöhnlich aber wird der schwefelsaure Baryt angewendet, da ersterer selten vorkommt. Man nimmt 1 Thl. schwefelsauren Baryt und 1 Thl. *) Chlorcalcium, pulverisirt beide und mengt sie wohl unter einander. Mit dem Gemenge wird ein hessischer Tiegel fast ganz gefüllt und derselbe, nachdem ein Deckel darauf gekittet worden, eine Stunde lang in einem mit einem Dom versehenen Ofen stark geglüht. Beide Körper zersetzen einander wechselsweise. Nach dem Erkalten des Tiegels, zerschlägt man denselben, pulverisirt die geschmolzene Masse und wirft sie in einen Kessel mit siedendem Wasser, rührt beständig dabei um und filtrirt sogleich; aus der filtrir-

*) Bucholz schreibt nur 1/2 Thl. Chlorcalcium vor; diese letztere Vorschrift entspricht dann dem Verhältniß von 1 At. schwefelsauern Baryt zu 1 At. Chlorcalcium, vorausgesetzt daß dieses im ganz trocknen oder wasserfreien Zustande angewendet wird. Vollständiger möchte die Zersetzung des Schwerspaths wohl nach der französischen Vorschrift erfolgen, da die Berührung desselben mit Chlorcalcium offenbar vollkommner Statt finden muß. Je feiner der Schwerspath pulverisirt und geschlämmt ist, desto leichter und vollständiger wird derselbe dann auch von dem Chlorcalcium zersetzt. A. u. E.

ten Auflösung erhält man durch Abdampfen das Chlorbarium krystallisirt, während das noch in der Auflösung befindliche, nicht zersetzte Chlorcalium aufgelöst bleibt.

Man darf das geschmolzene, aus Gyps und salzsauerm Baryt bestehende Gemenge nicht länger mit Wasser in Berührung lassen, indem sich sonst schwefelsaurer Baryt wieder erzeugen würde.

Man kann das Chlorbarium auch auf ähnliche Weise wie den salpetersauern Baryt bereiten; wir werden dieses Verfahren später bei dem Letztern beschreiben und bemerken hier vorläufig blos, daß man zur Zersetzung des Schwefelbariums in diesem Falle nur Salzsäure statt Salpetersäure anwendet.

Das Chlorbarium besteht aus:

1 At. Barium	= 856,93	oder	65,94	100
2 At. Chlor	= 442,64	—	34,06	
1 At. Chlorbarium	= 1299,57	—	85,24	100
4 At. Wasser	= 224,96	—	14,76	
1 At. krystallis. Chlorbarium	= 1524,53			

Man wendet das Chlorbarium im Wasser aufgelöst an, um die Anwesenheit sowohl der freien als der gebundenen Schwefelsäure zu entdecken.

Brombarium.

(Synon. Lat. Barium bromatum. Franz. Bromure de barium.)

1133. Das Brombarium läßt sich darstellen, wenn man entweder Barythydrat mit einer Auflösung von Brom in Äther schüttelt, oder wenn man Bromwasserstoffsäure direkte mit Baryt vereinigt. Diese Verbindung ist schmelzbar, sehr auflöslich im Wasser, weniger aber im Alkohol und bildet warzenförmige, undurchsichtige krystallinische Massen; sie besteht aus:

1 At. Barium	= 856,93	oder	47,98
2 At. Brom	= 932,80	—	52,02
1 At. Brombarium	= 1789,73		100,00

Jodbarium.

(Synon. Lat. Barium iodatum. Franz. Iodure de barium.)

1134. Läßt man Jodwasserstoffgas, was bis auf 20° unter Null erkältet worden ist, über Baryt streichen, so erglüht derselbe, und es bildet sich Wasser in Menge. Hier wird offenbar der Baryt und die Säure zersetzt und es bilden sich zwei neue Produkte.

Dieses Jodid ist im Wasser sehr auflöslich und etwas zerfließlich an der Luft; es krystallisirt in feinen Nadeln, ähnlich dem Chlorstrontium. Wird es längere Zeit der Luft ausgesetzt, so bildet sich nach und nach ein Polyiodid und kohlensaurer Baryt. In der Rothglühhitze schmilzt es noch nicht; läßt man in dieser Temperatur Sauerstoffgas auf dasselbe strömen, so erscheinen Joddämpfe und die Masse wird alkalisch, was beweist, daß das Barium zum Sauerstoff eine größere Verwandtschaft hat als zum Jod.

Man erhält diese Verbindung sehr leicht, wenn man Baryt in Jodwasserstoffsäure auflöst, das erzeugte Jodid abdampft und bis zum Rothglühen erhitzt; auch die beim Jodkalium angezeigten Bereitungsarten lassen sich hier anwenden.

Es besteht aus

1 At. Barium	= 856,93	oder	35,35
2 At. Jod	= 1566,70	—	64,65
1 At. Jodbarium	= 2423,63		100,00

Fluorbarium. (Fluorure de barium.)

1135. Da diese Verbindung bis jetzt von den Chemikern nicht näher untersucht worden ist, so wissen wir nichts Besonderes über ihre Eigenschaften zu sagen. *)

*) Das Fluorbarium läßt sich leicht bereiten, wenn man frisch gefällten kohlensauern Baryt mit überschüssiger Flußsäure behandelt. Das erhaltene weiße Pulver wird ausgewaschen, getrocknet und geglüht und ist nun Fluorbarium. Es wird vom Wasser sehr wenig, von der Salpetersäure und Salzsäure aber leicht aufgelöst. (Berzelius.) A. u. E.

Schwefelbarium.

(Synon. Ehedem Schwefelbaryt. Lat. Barium sulphuratum. Franz. Sulfure de barium.)

1136. Das Schwefelbarium krystallisirt in weißen, seidenartig glänzenden schuppenförmigen Blättchen; es schmeckt scharf und schweflicht. Im warmen Wasser löst es sich leichter als im kalten auf; Schwefel kann es noch in ziemlicher Menge aufnehmen und damit Polysulphuride bilden: der Luft ausgesetzt verwandelt es sich in unterschweflichtsauren Baryt.

Um das Schwefelbarium zu bereiten, nimmt man den reinsten schwefelsauern Baryt (Schwerspath), pulverisirt und schlämmt ihn so fein als möglich und mengt das Pulver mit $\frac{1}{6}$ Kohlenpulver. *) Mit dem Gemenge wird ein Thontiegel fast ganz angefüllt, dessen Deckel darauf gekittet und dann zwei Stunden lang einer sehr heftigen Glühhitze ausgesetzt. Nach Verlauf dieser Zeit ist der schwefelsaure Baryt in Schwefelbarium verwandelt. Um dasselbe von der überschüssigen Kohle zu sondern, kocht man es in 8 bis 10 Theilen Wassers, filtrirt die Flüssigkeit noch heiß, und läßt sie dann ruhig erkalten, wodurch Krystalle von Schwefelbarium sich bilden. Diese Krystalle werden aus der Mutterlauge genommen, abgetrocknet und in wohl verschlossenen Gefäßen aufbewahrt. **)

---

*) Um die Berührung der Kohlentheilchen mit den Schwerspaththeilchen noch vollständiger zu bewirken, fügt man gewöhnlich außer der Kohle auch 1/6 Harz oder Roggenmehl hinzu, welche in der Hitze schmelzen und die Masse inniger verbinden. Die Zersetzung findet auf diese Weise, wenn überhaupt das Schwerspathpulver sehr fein ist und die Hitze sehr gesteigert wird, vollständig Statt. A. u. E.

**) Man bereitet das Schwefelbarium im reinsten Zustande auch, indem man über glühenden schwefelsauern Baryt Wasserstoffgas streichen läßt, welches sich mit dem Sauerstoff des Baryts und der Schwefelsäure zu Wasser verbindet und verflüchtigt.

Wird Schwerspath mit Traganthschleim zu einem steifen Teige angemacht, getrocknet und dann ganz offen zwischen Kohlen geglüht, so erhält man den Bologneser Leuchtstein (Phosphorus bononiensis). Bewahrt man diesen in hermetisch verschlossenen Gefäßen auf und setzt ihn eine Zeit lang dem Tageslicht aus, so leuchtet er im Dunkeln mit gelblichem Scheine. Dieser Leuchtstein ist Schwefelbarium mit unzersetztem schwefelsauern Baryt. A. u. E.

Das Schwefelbarium besteht aus

1 At. Barium	= 856,93	oder	80,98
1 At. Schwefel	= 201,16	—	19,02
1 At. Schwefelbarium	= 1058,09		100,00

Das krystallisirte Schwefelbarium enthält Krystallwasser und kann auch dem zu Folge als schwefelwasserstoffsaurer Baryt betrachtet werden. Man wendet das Schwefelbarium zur Darstellung des salpetersauern Baryts an.

Barytsalze.

1127. Die Barytsalze sind meistens unauflöslich im Wasser, weiß oder ganz wasserhell und nehmen gewöhnlich krystallinische Form an. Die im Wasser löslichen Barytsalze werden durch eine Auflösung von schwefelsauren Strontian gefällt und der erzeugte Niederschlag ist in Salpetersäure unauflöslich. Die meisten Barytsalze sind giftig.

Chlorsaurer Baryt.

(Synon. Überoxydirt salzsaurer Baryt. Lat. Baryta chlorica. Baryta muriatica hyperoxydata. Franz. Chlorate de baryte.)

1138. Er schmeckt scharf, krystallisirt in vierseitigen Säulen mit schiefer oder auf der Krystallaxe senkrecht sitzender Endfläche. Dieses Salz löst sich in vier Theilen Wasser von 10° und in weniger als seinem eigenen Gewichte kochenden Wasser auf. Stark erhitzt, entbindet es nach Vauquelin Sauerstoff und Chlor und verwandelt sich in Chlorbarium und Baryt.

Man erhält den chlorsauern Baryt, indem man Chlorsäure mit Ätzbaryt direkte verbindet. *) Er besteht aus

1 At. Baryt	= 956,93	oder	50,38
1 At. Chlorsäure	= 942,64	—	49,63
1 At. chlorsaurer Baryt	= 1899,57		100,00

*) Wir würden denselben aus auflöslichem, sauern weinsteinsauern Baryt und chlorsauerm Kali mittelst doppelter Wahlverwandtschaft darzustellen suchen. Diese Methode, obschon bisher noch nicht versucht, würde ohne Zweifel auf die am mindesten kostspielige Weise zum Ziele führen. A. u. E.

Jodsaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta iodata. Franz. Iodate de baryte.)

1139. Dieses Salz verpufft nicht auf glühenden Kohlen, sondern leuchtet nur bisweilen; an der Luft ist es unveränderlich. Es löst sich wenig im Wasser auf; 100 Thl. nehmen bei 18° nur 0,03 Thl. und bei 100° nicht mehr als 0,06 Thl. davon auf. Wegen seiner geringen Löslichkeit läßt es sich auch durch doppelte Wahlverwandtschaft darstellen. Auch durch direkte Vereinigung des Barytwassers mit Jod erhält man es, wobei sich aber zugleich auflösliches Jodbarium bildet, während der iodsaure Baryt als weißer Niederschlag zu Boden fällt. Man filtrirt diesen und süßt ihn aus. In einer Temperatur von 100° C. trocknet er noch nicht vollkommen. Wird er dagegen in einer Retorte einem heftigen Feuer ausgesetzt, so entbindet sich Sauerstoff und Jod, während Baryt zurückbleibt. Er enthält

1 At. Baryt	= 956,93	oder	31,65
1 At. Jodsäure	= 2066,70	—	68,35
1 At. iodsaurer Baryt	= 3023,63		100,00

Schwefelsaurer Baryt.

(Synon. Schwerspath. Lat. Baryta sulphurica. Spathum ponderosum. Franz. Sulfate de Baryte.)

1150. Die Verbindung der Schwefelsäure mit dem Baryt ist weiß, unauflöslich im Wasser und mithin auch geschmacklos. Alle Barytsalze werden durch Schwefelsäure selbst aus Auflösungen welche nur $\frac{1}{20000}$ davon enthalten noch gefällt. Der Niederschlag ist in Salpetersäure unauflöslich und unterscheidet sich dadurch von andern im Wasser unauflöslichen Barytsalzen, wie z. B. von phosphorsauerm Baryt. Der schwefelsaure Baryt ist in konzentrirter Schwefelsäure selbst etwas auflöslich; durch Zusatz von Wasser wird derselbe aber wieder aus der konzentrirten Säure gefällt. Er schmilzt nur in sehr hohen Hitzgraden. Mit kohlenhaltigen Körper zu

einem Teige angemacht und geglüht liefert er den bologneser Leuchtstein. (1138.)

Der Schwerspath findet sich zuweilen in bedeutenden Massen in der Natur, bald nierförmig, stalaktitisch, faßrig, blättrig, körnig oder derb, bald aber vollkommen krystallisirt in vierseitigen Tafeln mit zugeschärften Kanten oder in keilförmigen Octaedern. Das specif. Gewicht desselben ist 4,08.

Er besteht aus:

1 At. Baryt	=	956,93	oder 65,63
1 At. Schwefelsäure	=	501,16	— 34,37
1 At. schwefelsaurer Baryt	=	1458,09	100,00

Man wendet den Schwerspath als Flußmittel auf den Kupfergießereien zu Birmingham an. In den Laboratorien bereitet man daraus den Ätzbaryt und die meisten Barytsalze nebst den übrigen Barytverbindungen. *)

Schweflichtsaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta sulphurosa. Franz. Sulfite de Baryte.)

1141. Der schweflichtsaure Baryt ist im Wasser unauflöslich. Man bereitet ihn indem man eine Auflösung eines Barytsalzes mit einem auflöslichen schweflichtsauern Salze zusammenbringt. Ist dieses Salz längere Zeit der Luft ausgesetzt, so verwandelt es sich in schwefelsauren Baryt; auch in starker Hitze geht es in schwefelsaures Salz über, indem sich Schwefel entbindet. Es ist zusammengesetzt aus

1 At. Baryt	=	956,93	oder 70,46
1 At. schweflichte Säure	=	401,16	— 29,54
1 At. schweflichtsaurer Baryt	=	1358,09	100,00

Unterschwefelsaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta hyposulphurica. Franz. Hyposulfate de Baryte.)

1142. Dieses Salz löst sich in 4 Thl. Wasser von 18° und in 1,1 kochendem Wasser auf. Im Alkohol ist es unauf-

*) Bedeutende Quantitäten von Schwerspath werden bei der Bereitung der verschiedenen im Handel vorkommenden Bleiweißsorten angewendet, indem derselbe diesen in verschiedenen Verhältnissen beigemengt wird. A. u. E.

löslich. Es schmeckt bitter und zusammenziehend. Die Auflösung desselben wird weder durch Chlor noch durch die Luft verändert; Schwefelsäure fällt daraus allen Baryt. Die Krystalle desselben verknistern im Feuer sehr stark. Es besteht aus

1 At. Baryt	= 956,93	oder	51,47	100
1 At. Unterschwefelsäure	= 902,32	—	48,53	
1 At. unterschwefelsauern Baryt	= 1859,25	—	89,21	100
4 At. Wasser	= 224,96	—	10,79	
1 At. krystallisirtes Salz	= 2084,21			

Krystallisirt dieses Salz durch Verdunsten, so enthält es 8 At. Wasser und bildet vierseitige geschobene Prismen, die sich in vier Flächen endigen. An der Luft efflorescirt dasselbe und verliert 4 At. Wasser.

Selenichtsaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta seleniosa. Franz. Selenite de baryte.)

1143. Der selenichtsaure Baryt ist im Wasser unauflöslich, pulverig und verändert die Lakmusfarbe nicht. In der Glasschmelzhitze schmilzt er noch nicht; er scheint kein Krystallisationswasser zu enthalten. Man erhält ihn durch Fällen eines auflöslichen selenichtsauern Salzes mittelst Chlorbarium. Er enthält

1 At. Baryt	= 956,93	oder	57,9
2 At. Säure	= 694,60	—	42,1
1 At. Salz	= 1651,53		100,0

Doppelselenichtsaurer Baryt. (Biselenite de baryte.)

1144. Dieses Salz bildet sich, wenn man kohlensauern Baryt in selenichter Säure auflöst, bis das Aufbrausen aufhört. Läßt man die Auflösung abdampfen, so krystallisirt der doppeltselenichtsaure Baryt in runden, durchsichtigen Körnern, außen zuweilen glatt. Im Innern findet man eine konzentrisch strahlige Masse. Es besteht nach Berzelius aus

1 At. Baryt	= 956,93	oder	40,74
4 At. Säure	= 1389,20	—	59,26
1 At. 2fach selenichtsaurer Baryt	= 2346,13		100,00

Phosphorsaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta phosphorica. Franz. Phosphate de baryte.)

1145. Nach Berzelius scheint die Phopsphorsäure sich in drei Verhältnissen mit dem Baryt verbinden zu können. Sie bildet damit ein einfach- anderthalb- und zweifach-phosphorsaures Salz. Wir erwähnen hier nur des Ersteren. Dieses Salz ist ein weißes, geschmackloses im Wasser unauflösliches Pulver; dagegen löst es die Phosphorsäure, Salpetersäure und Salzsäure auf und es verwandelt sich dann in auflöslichen, doppeltphosphorsauren Baryt.

Man erhält dasselbe, wenn man aufgelöstes neutrales phosphorsaures Ammoniak in eine neutrale Auflösung von Chlorbarium gießt, den Niederschlag wohl auswäscht, trocknet und in einem Tiegel bis zur Rothglut erhitzt.

Es enthält dieses Salz:

2 At. Baryt	= 1713,86	oder	68,20
1 At. Phosphorsäure	= 892,30	—	31,80
1 At. phosphorsaurer Baryt	= 2606,16		100,00

Phosphorichtsaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta phosphorosa. Franz. Phosphite de baryte.)

1146. Dieser ist sehr wenig löslich im Wasser und krystallisationsfähig. Man kann ihn leicht durch Zersetzung zweier Salze mittelst doppelter Wahlverwandtschaft bereiten. Er besteht aus 1 At. Baryt, 1 At. Säure und 2 At. Wasser. In der Rothglühhitze verwandelt er sich in neutralen phophorsauren Baryt und in beinahe reines Wasserstoffgas, was nur mit sehr wenig Phosphorwasserstoffgas verunreinigt ist.

Unterphosphorichtsaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta hypophosphorosa. Franz. Hypophosphite de baryte.)

1147. Er ist sehr auflöslich und schwer krystallisirbar. Wird er im luftleeren Raum abgedampft, so enthält er doppelt soviel Krystallisationswasser als wenn er über dem Feuer abgedampft wird; im ersten Fall nimmt er wenigstens 3 At. Wasser auf. Erhitzt man ihn in verschlossenen Gefäßen, so verwandelt er sich in neutralen phosphorsauern Baryt, während sich zugleich Phosphorwasserstoffgas entbindet. Wird dieses Salz an der Luft erhitzt oder mit Salpetersäure behandelt, so wird es doppeltphosphorsaurer Baryt.

Diese Eigenschaften kommen dem durch Wechselwirkung von Baryt, Wasser und Phosphor bereiteten unterphosphorichtsauern Baryt zu. Wird die Auflösung desselben durch Wärme konzentrirt, so erhält man biegsame, schwarzglänzende Krystalle, welche schon bei geringer Erwärmung zerknistern und im Alkohol unauflöslich sind.

Arseniksaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta arsenicica. Franz. Arseniate de baryte.)

1148. Der arseniksaure Baryt ist im Wasser unauflöslich; er läßt sich demnach bereiten, wenn man eine Auflösung von arseniksaurem Natron oder Kali in aufgelöstes Chlorbarium gießt und den erhaltenen Niederschlag wohl aussüßt und trocknet. Fügt man eine ziemlich starke Säure zu dem einfachen arseniksauern Baryt, so bildet sich ein saures im Wasser auflösliches Salz. Er besteht aus:

2 At. Baryt	= 1713,86	oder	57,05
1 At. Arseniksäure	= 1440,70	—	42,95
1 At. arseniksaures Salz	= 3154,56		100,00

Arsenichtsaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta arsenicosa. Franz. Arsenite de baryte.)

1149. Dieses Salz ist unauflöslich. Man erhält es

durch doppelte Wahlverwandschaft als ein weißes Pulver. Es enthält

2 At. Baryt	= 1713,86	oder	43,54
1 At. arsenichte Säure	= 1240,70	—	56,46
1 At. arsenichtsaurer Baryt	= 2954,56		100,00

Salpetersaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta nitrica. Franz. Nitrate de baryte.)

1150. Dieses Salz krystallisirt in regelmäßigen Octaedern, welche bisweilen sternförmige Zusammenhäufungen bilden; es enthält kein Krystallwasser. 100 Thl. Wasser lösen bei 0° 5 Thl. und bei 101,6° 35,18 Thl. davon auf. An der Luft verändert sich dieses Salz nicht; im Feuer zerknistert es, fließt in der Rothglühhitze, zersetzt sich, entbindet Sauerstoffgas, Stickstoffgas, salpetrichte Säure und läßt eine poröse Masse als Rückstand.

Man bereitet dieses Salz gewöhnlich, indem man entweder den natürlichen kohlensauren Baryt (Witherit) oder das aufgelöste Schwefelbarium durch Salpetersäure zersetzt. Da sich beim zweiten Verfahren viel Schwefelwasserstoff entbindet, so muß man hierbei die nöthige Vorsicht gebrauchen und sich gegen den nachtheiligen Einfluß desselben durch Anzünden zu schützen suchen. Nach vollständiger Zersetzung des Schwefelbariums filtrirt man die Auflösung, dampft sie ab und läßt dann durch Abkühlung krystallisiren. Es bilden sich gewöhnlich sehr weiße Krystalle. Das Abdampfen kann selbst in eisernen Kessel vorgenommen werden, wenn nur die Auflösung durch Hinzufügen von etwas Baryt alkalisch erhalten wird. Dieses Salz enthält:

1 At. Baryt	= 956,93	oder	85,56
1 At. Salpetersäure	= 677,02	—	14,44
1 At. salpetersaurer Baryt	= 1633,95		100,00

Man gebraucht den salpetersauern Baryt als Reagens und zur Bereitung des Ätzbaryts.

Unterstickstoffichtsaurer Baryt. (Hypoazotite de baryte.)

1151. Heß hat dieses Salz zuerst untersucht. Es krystallisirt wie der salpetersaure Baryt, enthält aber Krystallwasser, welches man durch Erhitzung daraus vertreiben kann. Im Alkohol ist es unauflöslich. Man erhält es, wenn man den salpetersauern Baryt so stark erhitzt, daß sich keine salpetrichtsauern Dämpfe mehr daraus entbinden. Es enthält

1 At. Baryt	= 956,93	oder	61,47
2 At. Stickstoffoxyd	= 377,02	—	24,07
4 At. Wasser	= 224,96	—	14,46
1 At. unterstickstoffichtsauern Baryt	= 1558,91		100,00

Kohlensaurer Baryt.

(Synon. Lat. Baryta carbonica. Franz. Carbonate de baryte.)

1152. Man findet dieses Salz in der Natur; es ist durchscheinend und gelblichgrau von Farbe. Es findet sich in England zu Anglesarck in strahligen Massen; dann in der Nähe von Neuberg in Obersteiermark und an einigen andern Orten: überhaupt aber ist es ziemlich selten. Es wiegt 4,33. Der künstlich erzeugte kohlensaure Baryt *) ist ein weißes geschmackloses Pulver, allein demungeachtet ein Gift. Er löst sich weder im kalten, noch im kochenden Wasser auf; in kohlensäurehaltigem Wasser ist er auflöslich und dieses kann 0,0012 seines Gewichtes davon auflösen. Es ist eines der vier durch Hitze nicht zersetzbaren kohlensauern Salze. Es besteht aus

1 At. Baryt	= 956,93	oder	77,66
2 At. Kohlensäure	= 275,33	—	22,34
1 At. kohlensaurer Baryt	= 1232,26		100,00

*) Man bereitet denselben am besten durch Fällen des salzsauern Baryt's mittelst kohlensauerm Ammoniak. Der weiße Niederschlag wird filtrirt, ausgewaschen und geglüht, wodurch der anhängende Salmiak sich verflüchtigt und der kohlensaure Baryt sehr rein zurückbleibt. A. u. E.

Capitel V.

Strontium; Verbindungen desselben mit Sauerstoff, Chlor, Jod und Schwefel; Strontiansalze, welche durch nichtmetallische Mineralsäuern gebildet werden.

Das Strontium hat viele Ähnlichkeit in seinem chemischen Verhalten mit dem Barium; man erhält es auch auf dieselbe Weise, wie dieses.

Das Strontiumoxyd wurde erst im Jahre 1790 von Crawford einem schottischen Arzt entdeckt, welcher die Wirkung der Barytsalze auf den thierischen Organismus studirte. Als er den vermeintlichen kohlensauern Baryt von Strontian (einen Ort in Schottland) in dieser Beziehung prüfte, beobachtete er sehr wesentliche Unterschiede zwischen dem daraus bereiteten Chlorid und zwischen dem eigentlichen Chlorbarium. Später bewiesen Hope, Klaproth und Pelletier die Eigenthümlichkeit dieses neuen Körpers.

Strontiumoxyd.

(Synon. Strontian, Strontianerde, Strontit, Lat. Strontium oxydatum. Strontiana. Franz. Oxide de Strontium. Strontiane.)

1153. Das Strontiumoxyd verhält sich chemisch fast ganz wie das Bariumoxyd; *) es ist eine poröse, weißgraue,

*) Man bereitet es auch ganz auf dieselbe Weise, nämlich durch Glühen des salpetersauern Strontians in Porzellanretorten oder Platingefäßen; auch aus kohlensauerm Strontian läßt sich der Ätzstrontian darstellen, wenn er mit Kohle geglüht wird. Man mengt zu dem Ende 100 Thl. ganz trocknen koh-

etwas weniger kaustische Masse; im Sauerstoffgase erhitzt absorbirt es dieses nicht gleich dem Barium. Man kann das Strontiumüberoxyd nur durch oxydirtes Wasser bereiten. Der Strontian besteht aus

1 At. Strontium	= 547,30	oder	84,55
1 At. Sauerstoff	= 100,00	—	15,45
1 At. Strontian	= 647,30		100,00

Strontianhydrat.

1154. Wenn man Wasser auf Strontian gießt, so erhitzt sich die Masse und das Wasser verbindet sich mit dem Oxyd, und bildet ein Hydrat, welches die größte Ähnlichkeit mit dem Bariumoxydhydrat hat. Es besteht aus

1 At. Strontian	= 647,30	oder	85,21
2 At. Wasser	= 112,48	—	14,79
1 At. geschmolzenes Hydrat	= 759,78		100,00

Das kalte Wasser löst den vierzigsten Theil seines Gewichtes Strontian auf, das heiße Wasser dagegen das doppelte Quantum; läßt man eine warm gesättigte Auflösung erkalten, so bilden sich Krystalle in dünnen Blättchen, deren Seiten unter einem spitzen Winkel zugeschärft sind. Zuweilen sind die Krystalle auch kubisch; sie enthalten 68 Wasser und 32 Strontian und bestehen aus 1 At. Strontian und 24 At. Wasser.

Strontiumüberoxyd.

(Synon. Lat. Strontiana hyperoxydata. Franz. Bioxide de Strontium.)

1155. Man erhält das Strontiumüberoxyd als Hydrat, wenn man in eine Strontianauflösung einige Tropfen oxydirtes Wasser gießt; es fällt als weiße, seidenglänzende Blättchen nieder und ist zusammengesetzt aus

lensauern Strontian mit 6 Thl. Kohlenpulver und macht aus der Masse mit etwas Traganthschleim Kugeln, welche in mit Kohle ausgefütterten Thontiegeln 1 Stunde lang in einer Esse vor dem Gebläse heftig geglüht werden. Die Strontianerde wird nun ätzend, indem die Kohle die Kohlensäure zerlegt und Kohlenoxyd bildet, was sich als Gas verflüchtigt. A. u. E.

1 At. Strontium	= 547,30	oder	73,23
2 At. Sauerstoff	= 200,00	—	26,77
1 At. Überoxyd	= 747,30		100,00

Chlorstrontium.

(Synon. Lat. Strontium chloratum. Franz. Chlorure de Strontium.)

1156. Wird Strontian in Chlorgas erhitzt, so entbindet sich Sauerstoffgas und das Metall vereinigt sich mit dem Chlor.

Dieses Chlorid ist farblos und schmeckt scharf und durchdringend. Es löst sich in anderthalb Theilen Wasser von 15° und in vierfünftel kochendem Wasser auf. Von reinem Alkohol sind 24 Thl. bei 15° und 19 Thl. in der Siedhitze zur Auflösung nöthig. Durch langsames Erkalten der heißen und gesättigten Alkoholauflösung erhält man schöne nadelförmige, sechsseitige Prismen. Die Alkoholauflösung brennt mit schöner purpurrother Flamme. Die Krystalle verändern sich in trockner Luft nicht, in feuchter aber zerfließen sie nach und nach. Im Feuer kommen sie anfangs in den wäßrigen und später in den feurigen Fluß. Man bereitet diese Verbindung am einfachsten, wenn man den natürlichen kohlensauern Strontian in Salzsäure auflöst; man kann aber auch die beim Chlorbarium angegebenen Methoden auch hier anwenden. Das Chlorstrontium besteht aus

1 At. Strontium	= 547,30	oder	55,39
2 At. Chlor	= 442,64	—	44,61
1 At. Chlorstrontium	= 989,94		100,00

Jodstrontium.

(Synon. Lat. Strontium iodatum. Franz. Iodure de Strontium.)

Das Jodstrontium ist sehr auflöslich im Wasser und krystallisirt in sehr feinen Prismen. Wird es bei Ausschluß der atmosphärischen Luft erhitzt, so verändert es sich nicht, allein in Berührung mit Sauerstoff erhitzt entbindet es Jod

und geht in ein Oxydiodid oder noch wahrscheinlicher in basisch iodichtsauern Strontian über. Man bereitet es durch Sättigung des Strontians mit Jodwasserstoffsäure, oder indem man Jodeisen durch Strontian zersetzt. Es besteht aus

1 At. Strontium	= 547,30	oder	25,88
2 At. Jod	= 1566,70	—	74,12
1 At. Jodstrontium	= 2114,00		100,00

Schwefelstrontium.

(Synon. Lat. Strontium sulphuratum. Franz. Sulfure de Strontium.)

1158. Das Schwefelstrontium kommt in seinem Verhalten sehr mit dem Schwefelbarium überein; man bereitet es auch auf dieselbe Weise, wobei aber Sorge zu tragen ist, daß das erhaltene Sulphurid nicht freien Strontian enthält. Man muß zur Vermeidung dieses Übelstandes die Kohle mit dem schwefelsauern Strontian innig mengen und Weißglühhitze geben. Es enthält

1 At. Strontium	= 547,30	oder	73,13
1 At. Schwefel	= 201,16	—	26,87
1 At. Schwefelstrontium	= 748,46		100,00

Strontiansalze.

1159. Diese unterscheiden sich hauptsächlich durch die Fähigkeit, die Alkoholflamme purpurroth zu färben. Aus ihren Auflösungen werden sie gleich den Barytsalzen durch schwefelsaures Natron gefällt, allein sie unterscheiden sich von diesen dadurch, daß der erzeugte Niederschlag von schwefelsauerm Strontian etwas auflöslich ist und diese äußerst schwache Auflösung trübt noch die aufgelösten Barytsalze, nicht aber die Strontiansalze. Um ein Strontiansalz von einem Barytsalz zu unterscheiden, darf man es nur in Chlorid verwandeln; das Chlorbarium krystallisirt in vierseitigen Tafeln, während das Chlorstrontium in langen Nadeln anschießt. Dieser Versuch läßt sich mit der kleinsten Menge anstellen und giebt noch immer entscheidende Resultate. Zu

Versuchen im Kleinen eignen sich Uhrgläser als Gefäße ganz vorzüglich.

Chlorsaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana chlorica. Franz. Chlorate de Strontiane.)

Dieses Salz ist scharf, zerfließlich und sehr auflöslich im Wasser. Es krystallisirt schwierig. Man bereitet es wie den chlorsauern Baryt.

Jodsaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana iodica. Franz. Iodate de Strontiane.)

Dieses Salz, welches dem iodsauern Baryt sehr ähnlich ist, wird auch wie dieser bereitet.

Schwefelsaurer Strontian.

(Synon. Cölestin. Lat. Strontiana sulphurica. Franz. Sulfate de Strontiane.)

1160. Man findet dieses Salz häufig in der Natur; in derben Massen kommt es in der Umgegend von Paris auf dem Montmartre und Menilmontant vor, enthält aber gewöhnlich 8 bis 9 Prozent kohlensauern Kalk. In den Sevennen findet man es in faßrigen Massen. Das Vorkommen in der Umgegend von Edinburg und Bristol ist längst bekannt; auch in Pensylvanien traf man es. Die schönsten Krystalle kommen unstreitig von Sizilien und zwar aus den Thälern von Noto und Mazzara. *) Gewöhnlich ist der schwefelsaure Strontian mit etwas Schwerspath gemengt, sowie dieser dagegen sehr häufig in Begleitung von schwefelsauren Strontian vorkommt. Er findet sich gewöhnlich in der Natur in geschobenen vierseitigen Säulen, welche

*) In Deutschland findet man den Cölestin in Dornburg bei Jena und am Süntel im Hannövrischen. Von daher bezieht man auch denjenigen, welcher zu technischen Zwecken benützt wird. A. u. E.

ein spezif. Gew. von 4,0 haben. Pulverisirt ist er weiß, geschmacklos, und in 3840 Thl. kochendem Wasser auflöslich. Er verhält sich in vieler Beziehung wie der schwefelsaure Baryt und besteht aus

1 At. Strontian	= 647,30	oder	56,36
1 At. Schwefelsäure	= 501,16	—	43,64
1 At. schwefelsaurer Strontian	= 1148,46,		100,00

Man benützt den häufig vorkommenden schwefelsauern Strontian zur Bereitung der übrigen Strontiansalze.

Unterschwefelsaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana hyposulphurica. Franz. Hyposulfate de Strontiane.)

1161. Dieses Salz krystallisirt in großen, regelmäßigen sechsseitigen Tafeln mit schiefen Seitenflächen. Es löst sich in 4,5 Thl. Wasser von 16° und in 1,5 Thl. kochenden Wassers auf. An der Luft wird es nicht verändert. Der Alkohol löst es nicht auf. Es schmeckt bitter und besteht aus

1 At. Strontian	= 647,30	oder	41,77	100
1 At. Säure	= 902,32	—	58,23	
1 At. Salz	= 1549,62	—	77,50	100
8 At. Wasser	= 449,92	—	22,50	
1 At. krystallisirtes Salz	= 1999,54			

Unterschweflichtsaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana hyposulphurosa. Franz. Hypposulfite de Strontiane.)

1162. Wenn man eine Auflösung von Schwefelstrontium einige Tage der Luft aussetzt, so entfärbt sie sich gänzlich und setzt Schwefel und kohlensauern Strontian ab. Werden Letztere von der Flüssigkeit durch Filtriren geschieden und diese abgedampft, so erhält man schöne durchsichtige, rhomboidale abgeplattete Krystalle. Dieses Salz wird auch gebildet, wenn man schweflichtsaures Gas durch eine Schwefelstrontiumauflösung streichen läßt.

Selenichtsaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana seleniosa. Franz. Selenite de Strontiane.)

1163. Das neutrale selenichtsaure Salz ist ein unauflösliches weißes Pulver. Das doppeltselenichtsaure Salz bereitet man durch Auflösen des kohlensauern Strontians in flüssiger selenichter Säure. Läßt man die Auflösung langsam abdampfen, so bilden sich keine Krystalle, sondern man erhält einen milchweißen Rückstand, der sich nur schwierig wieder auflöst, selbst im kochenden Wasser. Wird dieses Salz dem Feuer ausgesetzt, so schmilzt es anfangs, verliert sein Krystallwasser und bläht sich auf zur porösen Masse; fährt man mit dem Erhitzen fort, so entbindet sich der Säureüberschuß.

Salpetersaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana nitrica. Franz. Nitrate de Strontiane.)

1164. Dieses Salz hat einen stechenden Geschmack; es löst sich in seinem eigenen Gewichte Wasser von 16° auf, bedarf aber nur die Hälfte seines Gewichts kochenden Wassers; es krystallisirt in Octaedern und zuweilen in irregulären Prismen. Im ersten Fall enthält es mehr Krystallwasser als im zweiten. Ist es in Prismen krystallisirt, so schmilzt es schon bei sehr niedriger Temperatur. Im Alkohol ist es unauflöslich; an der Luft effloreszirt es, und auf glühenden Kohlen verpufft es. Erhitzt man es in einem Schmelztiegel, so verknistert es und schmilzt endlich. Der Rothglühhitze ausgesetzt kommt es ins Kochen, zersetzt sich und entbindet Sauerstoffgas, Stickstoffgas, salpetrige Säure, indem zuletzt Strontian als poröse Masse zurückbleibt. Man verschafft sich auf diese Weise den reinen Ätzstrontian. Bringt man es mit brennenden Körpern zusammen, so färbt es die Flamme purpurroth.

Dieses Salz wird wie der salpetersaure Baryt bereitet; da jedoch der schwefelsaure Strontian häufig kohlensauern

Kalk enthält, so muß dieser durch vorläufige Behandlung mit Salzsäure fortgeschafft und das rückständige Pulver wohl ausgewaschen und getrocknet werden. Man wendet den salpetersauern Strontian zu Rothfeuern bei Lustfeuerwerken und auf Theatern an. *) Er enthält

1 At. Strontian	=	647,30	oder 48,87
1 At. Salpetersäure	=	677,02	— 51,13
1 At. salpetersaurer Strontian	=	1324,32	100,00

Phosphorsaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana phosphorica. Franz. Phosphate de Strontiane.)

1165. Man bereitet es wie den phosphorsauern Baryt; es ist geschmacklos unlöslich im Wasser und unveränderlich in der Luft. Durch Schwefelsäure wird es zersetzt. Es besteht aus

2 At. Strontian	=	1294,60	oder 59,20
1 At. Phosphorsäure	=	892,30	— 40,80
1 At. phosphorsaures Salz	=	2186,90	100,00

Unterphosphorichtsaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana hypophosphorosa. Franz. Hypophosphite de Strontiane.)

1166. Es ist sehr auflöslich, krystallisirt schwierig und kommt in seinem Verhalten mit dem unterphosphorichtsauern Baryt überein.

Phosphorichtsaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana phosphorosa. Franz. Phosphite de Strontiane.)

1167. Auch dieses ist dem entsprechenden Barytsalz ähnlich, aber in der Hitze giebt es ein stärker gefärbtes phosphorsaures Salz und phosphorhaltigeres Wasserstoffgas.

*) Pulver zu Rothfeuern werden zusammengesetzt aus 40 Thl. wasserfreiem salpetersauern Strontian, 13 Thl. Schwefelblumen, 5 Thl. chlorsaurem Kali, 4 Thl. Schwefelspießglanz und 6—8 Thl. Kohlenpulver. A. u. E.

Kohlensaurer Strontian.

(Synon. Lat. Strontiana carbonica. Franz. Carbonate de Strontiane.)

1168. Es findet sich dasselbe in der Natur und ist dasjenige Strontiansalz, welches man zuerst kennen lernte; man fand es zu Strontian und Leadhills in Schottland, sowie auch in der Nähe von Popayan in Peru. Gewöhnlich bildet es strahlige, durchscheinende grünliche Massen.

Dieses Salz ist geschmacklos, wird an der Luft nicht verändert und ist in 1536 Thl. kochendem Wasser auflöslich. Es wiegt 3,66. In einem Tiegel geglüht verliert es einen Theil seiner Säure, mengt man es aber zuvor mit Kohlenstaub, so wird es in der Glühhitze vollkommen zersetzt und es bleibt Ätzstrontian zurück. (1154)

Es besteht aus

1 At. Strontian	= 647,30	oder	70,16
2 At. Kohlensäure	= 275,32	—	29,84
1 At. kohlensaures Salz	= 922,62		100,00

Capitel VI.

Calcium; Verbindungen desselben mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Fluor, Schwefel, Selen und Phosphor; Kalksalze, welche durch nichtmetallische Mineralsäuern gebildet werden.

Man erhält das Calcium wie das Barium, es ist aber sehr schwer von dem Quecksilber des Amalgams zu trennen. Davy erhielt ein Kügelchen, welches, wenn es auch vielleicht noch Quecksilber enthielt, doch wenigstens starr, silberweiß und ungemein brennbar war. In Berührung mit der Luft absorbirt es Sauerstoff und es bildet sich Kalk. Es besitzt ein spezif. Gew. von 4—5. In der Luft erhitzt brennt es mit lebhaftem Glanze.

Calciumoxyd.

(Synon. Kalkerde. Ätzkalk. Lat. Calcium oxydatum. Calcaria. Franz. Protoxide de Calcium. Chaux.)

1169. Der Kalk ist schon längst bekannt. Die Alten wendeten denselben als Arzneimittel, zum Düngen, vorzüglich aber zur Bereitung des Mörtels an. *)

*) Man findet den Kalk im freien Zustande nicht in der Natur, wohl aber in Verbindung mit Säuren und zwar mit Kohlen-, Schwefel-, Phosphor-, Arsenik-, Bor-Säure u. a. m. im Mineralreiche sowohl als in den organischen Körpern. Im reinen Zustand erhält man den Kalk durch heftiges anhaltendes Glühen des reinen Kalkspaths (am besten des isländischen Doppelspathes) des karrarischen Marmors oder in Ermanglung dessen, der Austerschalen. Man glüht die Stücke entweder im Tegel oder im offnen Kohlfeuer, so lange bis eine herausgenommene Probe nicht mehr mit Säuren aufbraust. A. u. E.

Der reine Kalk ist weiß, schmeckt sehr ätzend und zerstört die thierischen Stoffe. Er reagirt stark alkalisch. Sein spezif. Gew. ist 2,3; er ist im heftigsten Feuer und selbst vor den stärksten Brenngläsern unschmelzbar. Das Calciumoxyd besteht aus

1 At. Calcium	= 256,03	oder	71,91
1 At. Sauerstoff	= 100,00	—	28,09
1 At. Kalk	= 356,03		100,00

Der Kalk wird zu sehr verschiedenen Zwecken angewendet: man bedient sich desselben um Kali und Natron ätzend zu machen, zum Einkalken des Getraides, zur Darstellung des Ätzammoniaks aus Salmiak, zur Verfertigung des Mörtels. *) Wir kommen auf die Bereitung des Kalks im Grossen und auf seine Anwendung in der Baukunst später wieder zurück. (1300)

Kalkhydrat.

1170. Bringt man reinen Kalk mit Wasser in Berührung, so wird dieses absorbirt, der Kalk erhitzt sich und es entbinden sich heiße Wasserdämpfe, während derselbe zugleich an Volum zunimmt, sich unter Krachen zerspaltet, und zuletzt zu feinem Pulver zerfällt. Gießt man ein neues Quantum Wasser auf die noch nicht ganz zerfallnen Stücke, so wiederholen sich die Erscheinungen, man hört ein Zischen ähnlich dem, welches ein rothglühendes in Wasser getauchtes Eisen hervorbringt und es entbinden sich zugleich viel Wasserdämpfe. Man nennt diese Operation das Löschen des Kalkes.

Die hiedurch erzeugte Wärme steigt bis auf 300° C. Pelletier fand, daß beim Löschen großer Mengen Kalkes im Dunkeln selbst Licht frei wird und neuerdings versichert man, daß die entbundene Wärme zur Entzündung des Pulvers hinreiche.

---

*) Man benutzt ferner den Kalk zur Bereitung der Seifensiederlauge, in der Bleicherei, in der Färberei, zum Enthaaren der Häute in der Gerberei, als Putz- und Polirmittel für Metalle, in der Glasfabrikation und zur Reinigung des Leuchtgases ꝛc. A. u. E.

Der Kalk vermehrt durch das Löschen sein Gewicht bedeutend, indem sich Wasser chemisch mit ihm verbindet. Das erzeugte Hydrat besteht aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder 75,0
2 At. Wasser	= 112,48	— 25,0
1 At. Hydrat	= 468,51	100,0

1171. Kalkwasser. Reines Wasser löst in gewöhnlicher Temperatur $\frac{1}{770}$ seines eigenen Gewichtes Kalk auf; kochendes Wasser dagegen löst weniger davon auf. Nach Dalton löst das Wasser bei verschiedener Temperatur folgende Kalkmenge auf.

Wasser von	löst Kalk auf	löst Kalkhydrat auf
15,5° C	$\frac{1}{778}$	$\frac{1}{584}$
50° —	$\frac{1}{972}$	$\frac{1}{729}$
100° —	$\frac{1}{1270}$	$\frac{1}{952}$

Die wäßrige Kalkauflösung ist klar und wasserhell, schmeckt etwas scharf und färbt die meisten blauen Pflanzenfarben grün.

Um Kalkwasser zu bereiten giebt man in eine große Flasche mit reinem Wasser etwas Kalkhydrat, verschließt diese und schüttelt wohl um. Hat sich nachher die trübe Masse wieder geklärt, so gießt man die Flüssigkeit ab und verwahrt sie in gut verkorkten Gläsern. An der Luft überzieht sich das Kalkwasser mit einer dünnen Kruste von kohlensauerm Kalk (Kalkhäutchen); wird diese zerrissen oder abgenommen, so bildet sich wieder eine neue und sofort bis endlich das Wasser seinen ganzen Kalkgehalt verloren hat.

Man kann das Kalkhydrat krystallisirt erhalten, wenn man ein Gefäß mit Kalkwasser nebst einem zweiten mit Schwefelsäure unter den Rezipienten der Luftpumpe bringt und die Luft herauspumpt; das Wasser verdampft schnell und das Kalkhydrat krystallisirt dann in regulären sechsseitigen Säulen, welche durch einen senkrecht auf der Achse stehenden Schnitt abgestumpft sind.

Man wendet das Kalkhydrat und das Kalkwasser in den Gerbereien zum Schwellen der Häute, und zum Klären der Rohzuckerauflösung in den Zuckerraffinerien an.

Calciumüberoxyd.

(Synon. Lat. Calcium hyperoxydatum. Franz. Bioxide de calcium.)

Hinsichtlich der Eigenschaften, sowie der Bereitung ist das Calciumüberoxyd ganz dem Strontionüberoxyd gleich zu stellen. Es besteht aus

1 At. Calcium	= 256,03 oder	56,14
2 At. Sauerstoff	= 200,00	45,86
1 At. Überoxyd	= 456,03	100,00

Chlorcalcium.

(Synon. Salzsaurer Kalk. Lat. Calcium chloratum, Calcaria muriatica. Franz. Chlorure de calcium, Muriate de chaux.)

Erhitzt man Kalk in einer Porzellanröhre bis zum Rothglühen und läßt trocknes Chlorgas durchstreichen, so entbindet sich dem Volum nach halb soviel Sauerstoffgas, als Chlorgas absorbirt worden, und es bildet Chlorcalcium.

Diese Verbindung hat einen scharfen und bittern Geschmack. An der Luft zieht sie äußerst schnell Feuchtigkeit an; sie läst sich in der Hälfte ihres Gewichtes Wasser von 0° und in dem vierten Theil von 15° auf, noch löslicher aber ist es in Wasser von 50—60°. Es krystallisirt in langen, sechsseitigen, zugespitzten Prismen. Im Feuer kommt es anfangs in den wäßrigen und später in den feurigen Fluß. Auch im Alkohol löst es sich leicht auf und die bei der Auflösung sich entbindende Wärme ist so bedeutend, daß derselbe zuweilen ins Kochen kommt.

Das Chlorcalcium kommt in einigen Brunnenwassern und in salpeterhaltigen Stoffen vor; allein da es gewöhnlich mit Chlornatrium und Chlormagnesium gemengt ist, so läßt es sich schwer daraus abscheiden. Um es zu bereiten, löst man kohlensauern Kalk in Salzsäure auf, dampft die Flüssigkeit ab, und schmelzt zuletzt die trockne Masse und gießt sie geschmolzen in kupferne Gefäße; sie erstarrt nach dem Erkalten und

wird dann in Stücke zerschlagen und in wohlverschlossenen Gefäßen aufbewahrt.

Im Großen gewinnt man das Chlorcalcium aus den Rückständen, welche bei der Destillation des Salmiaks mit Ätzkalk bleiben; diese enthalten nebst Chlorcalcium noch überschüssigen Kalk; um beide von einander zu trennen, löst man die Masse nur in Wasser auf und dampft dann die Auflösung, wie bereits erwähnt, ab.

Das Chlorcalcium besteht aus

1 At. Calcium	= 256,03	oder	36,65
2 At. Chlor	= 442,64		63,35
1 At. Chlorcalcium	= 698,67		100,00

Man wendet das wasserfreie Chlorcalcium zum Trocknen der Gase an und im krystallisirten Zustande dient es zur Erzeugung künstlicher Kälte. (893 und 894) Man gebraucht es ferner zur Entwässerung des Weingeistes und als Zusatz zur Weberschlichte, um dieselbe feucht zu erhalten. Der salzsaure Kalk befördert endlich die Vegetation ungemein.

Bromcalcium.

(Synon. Lat. Calcium bromatum. Franz. Bromure de Calcium.)

1173. Es krystallisirt in prismatischen Nadeln, ist sehr löslich im Wasser und Alkohol und zerfließt an der Luft. Es schmeckt fast wie das Chlorcalcium. Erhitzt, fließt es und riecht nach Brom, was zu beweisen scheint, daß eine theilweise Zersetzung Statt findet, und zwar durch Einwirkung der Luft. Es ist zusammengesetzt aus

1 At. Calcium	= 256,03	oder	21,53
2 At. Brom	= 932,80		78,47
1 At. Bromcalcium	= 1188,83		100,00

Jodcalcium.

(Synon. Lat. Calcium iodatum. Franz. Iodure de Calcium.)

1174. Man bereitet diese Verbindung durch direkte Vereinigung der Jodwasserstoffsäure mit Kalk und nachher-

ges Glühen der trocknen Masse in verschlossenen Gefäßen; auch aus Jodeisen und Kalk läßt sich diese Verbindung bereiten. Das Jodcalcium ist zerfließlich und sehr auflöslich im Wasser. Läßt man Joddämpfe über rothglühenden Kalk streichen, so entbindet sich kein Sauerstoff, was beweist, daß das Calcium mehr Anziehung zum Sauerstoff als zum Jod besitzt. Es besteht aus:

1 At. Calcium	=	256,03 oder	14,04
2 At. Jod	=	1566,70	85,96
1 At. Jodcalcium	=	1822,73	100,00

Fluorcalcium.

(Synon. Flußspath. Lat. Calcium fluoratum. Franz. Fluorure de Calcium.)

1175. Das Fluorcalcium kommt in der Natur häufig und zuweilen in bedeutenden Massen vor. Man findet es fast immer in schönen kubischen Krystallen, die gewöhnlich violett, grün oder gelb sind. Häufig kommt es in den Erzgängen und vorzüglich in den Blei- und Zinn-Gruben vor. Zuweilen bildet es allein kleine Gänge. Selten nur findet man es in kleinen derben Massen, am häufigsten dagegen in zusammengehäuften Krystallmassen. Vorzüglich reich sind die Bleigruben in England; auch in Frankreich kommen bedeutende Massen vor in den Departementen de l'Allier und des Puy-de-Dome.

Das Fluorcalcium ist geschmacklos, im Wasser unauflöslich und an der Luft unveränderlich. Es hat ein specif. Gew. von 3,15. Wird es im Tiegel erhitzt, so zerknistert es und leuchtet mit grünem oder dunkel violetten Lichte, je nach der angewendeten Temperatur. Es besteht aus

1 At. Calcium	=	256,03 oder	52,27
2 At. Fluor	=	233,80	47,73
1 At. Fluorcalcium	=	489,83	100,00

Man wendet das Fluorcalcium zur Bereitung aller übrigen Fluorverbindungen an; namentlich bereitet man daraus die zum Ätzen des Glases jetzt häufig gebrauchte Fluß-

säure. Bei einigen Hüttenprozessen wird es als Flußmittel benützt, um die Schlackenbildung zu befördern. In manchen Glashütten wird es als Zuschlag der Fritte beigegeben und bisweilen auch zum Emailliren der eisernen Kochgeschirre benützt.

Schwefelcalcium.

(Synon. Schwefelkalk, Kalkschwefelleber. Lat. Calcium sulphuratum. Calcaria sulphurata. Hepar sulphuris calcareum. Franz. Sulfure de Calcium.)

1176. Man bereitet diese Verbindung durch heftiges Glühen eines Gemenges von schwefelsauerm Kalk und Kohlenstaub, wie dieß beim Schwefelbarium erwähnt wurde. Es bildet sich auch, wenn man Schwefelwasserstoffgas in Wasser leitet, in welchem Kalk aufgeschlämmt erhalten wird; das gebildete Sulphurid löst sich im Wasser auf. Die Auflösung ist farblos und schmeckt scharf und bitter. Bisher hat man noch nicht versucht es krystallisirt zu erhalten. Es hat in seinem chemischen Verhalten Ähnlichkeit mit dem Schwefelkalium.

Da der schwefelsaure Kalk sich in Schwefelcalcium verwandelt, indem sowohl der Sauerstoff der Basis als der Säure frei wird, so muß dieses bestehen aus:

1 At. Calcium	= 256,03	oder	56,02
1 At. Schwefel	= 201,16		43,98
1 At. Schwefelcalcium	= 457,19		100,00

Läßt man 3 Thl. gelöschten Kalk und 1 Thl. Schwefelblumen in 20 Thl. Wasser kochen, so erhält man eine orangegelbe Auflösung, welche, dekantirt und erkaltet, Krystalle von wasserhaltigem Doppelt-Schwefelcalcium absetzt. Diese Krystalle sind vierseitige lange Prismen mit zweiflächiger Zuschärfung an den Enden. Sie sind orange, sehr auflöslich im Wasser und verlieren ihre Krystallisationsfähigkeit, wenn die Auflösung nicht irgend einen feinpulverigen Körper aufgeschlämmt enthält. Der Geschmack ist scharf, bitter und

schweflicht. Diese Krystalle lassen sich nur im trocknen luftleeren Raum vollkommen entwässern.

Selencalcium. (Séléniure de Calcium.)

1177. Das Selencalcium hat man bisher noch nicht im trocknen Zustand erhalten, man bereitet es, indem man durch aufgelösten Kalk Selenwasserstoffsäure streichen läßt. Die Flüssigkeit ist farblos, färbt sich aber bald rothgelb, selbst wenn sie in Flaschen wohl verwahrt wird.

Phosphorcalcium. (Phosphure de Calcium.)

1178. Wenn man Phosphordämpfe über Kalk hinstreichen läßt, der sich in einer horizontal auf glühenden Kohlen gelegten Glasröhre befindet, die gerade so stark erhitzt wird, daß das Glas weich zu werden anfängt, so verbindet sich der Phosphor mit dem Kalke unter Luft- und Wärme-Entwicklung. Die erzeugte Verbindung hat fast die Farbe des Blutsteins, nur etwas heller, aber sehr lebhaft. Sie läßt sich leicht pulvern, ist aber stets härter als der angewandte Kalk; der Metallglanz mangelt derselben. Sie besteht aus:

1 At. Phosphor	= 196,15	oder 33,52	100
1 At. Kalk	= 356,03	64,48	

Wir halten jedoch diesen Körper nicht für eine Verbindung von Phosphorcalcium und Kalk, sondern vielmehr für ein Gemenge von Phosphormetall mit phosphorsauerm Kalk, denn man kann dieselbe sich vorstellen, zusammengesetzt aus 1 At. neutralen phosphorsauerm Kalk und 5 At. Phosphorcalcium. In diesem Falle würde Letzteres dann bestehen aus

1 At. Calcium	= 256,03	oder	56,64
1 At. Phosphor	= 196,15		43,36
1 At. Phosphorcalcium	= 452,18		100,00

Diese letztere Ansicht steht im Einklange mit der Wirkung, welche das Chlor auf diese Verbindung ausübt. Diese Reaktion ist in der Kälte äußerst schwach, aber in der Hitze

wird das Phosphormetall unter schwachem Erglühen zersetzt. Die Zersetzungsprodukte sind Chlorphosphor, Chlorcalcium und phosphorsaurer Kalk. Die beiden letztern Körper finden sich im Rückstand genau in demselben Verhältniß als es die Rechnung besagt.

Die Wärme übt auf das Gemenge von Phosphorcalcium und phosphorsauern Kalk eine ganz eigenthümliche Wirkung: sie treibt den Phosphor aus und erzeugt den Kalk wieder. Bringt man Wasser in Berührung mit dieser Verbindung, so entbindet sich Phosphorwasserstoffgas im Maximo und Wasserstoffgas in dem Volumverhältnisse von 86 zu 14, während sich ein unterphosphorichtsaures Salz bildet. Der phosphorichtsaure Kalk bleibt unverändert.

Kalksalze.

1179. Diese schmecken gewöhnlich bitter und etwas scharf, wie die Barytsalze. Sie färben die Alkoholflamme gleich den Strontiansalzen roth. Man unterscheidet aber die Kalksalze leicht durch folgendes Verhalten.

Das oxalsaure Ammoniak fällt aus sehr verdünnten Auflösung eines Kalksalzes einen weißen Niederschlag von oxalsauerm Kalk. Die Sauerkleesäure entreißt selbst der Schwefelsäure den Kalk.

Das schwefelsaure Natron fällt die Kalksalze, sowie die Baryt- und Strontiansalze, allein man unterscheidet sie von den letztern dadurch, daß eine Gypsauflösung die Strontiansalze und um so viel mehr noch die Barytsalze fällt, während sie in den Kalksalzen keinen Niederschlag hervorbringt.

Chlorsaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria chlorica. Franz. Chlorate de chaux.)

1180. Er ist sehr zerfließlich, im Wasser leicht auflöslich, und krystallisirt schwierig. Der Alkohol löst ihn in Menge auf. Er schmeckt stechend und bitter, und wenn man ihn auf der Zunge zergehen läßt, so erzeugt er sehr fühlbare

Kälte. Man bereitet ihn durch direkte Vereinigung der Chlorsäure mit Kalk. Er besteht aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	27,41
1 At. Chlorsäure	= 942,64	—	72,59
1 At. chlorsaurer Kalk	= 1298,67		100,00

Jodsaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria iodica. Franz. Iodate de chaux.)

1181. Man bereitet dieses Salz, indem man Jodsäure direkte mit Kalk vereiniget, oder wenn man ein Kalksalz mit iodsauerm Kali mischt; es fällt iodsaurer Kalk nieder, von dem 100 Thl. Wasser bei 100° C. 0,98 und bei 18° nur 0,22 auflösen. Er besteht aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	14,70
1 At. Säure	= 2066,70	—	85,30
1 At. iodsaurer Kalk	= 2422,73		100,00

Chlorichtsaurer Kalk.

(Synon. Chlorkalk. Lat. Calcaria chlorosa. Franz. Chlorite de chaux. Chlorure de chaux.)

1182. Dieses Salz kommt im Handel unter dem Namen von Chlorkalk vor. Es wird weiter unten von dieser Verbindung, sowie vom chlorichtsauern Kali, Natron und der chlorichtsauern Magnesia in einem besondern Kapitel die Rede seyn.

Schwefelsaurer Kalk.

(Synon. Gyps, Selenit. Lat. Calcaria sulphurica. Franz. Sulfate de chaux.)

1183. Der schwefelsaure Kalk kommt in großen Massen und häufig in der Natur vor; man findet ihn theils im wasserfreien Zustand, theils auch als Hydrat; im ersten Falle heißt er Muriazit oder Anhydrit, im zweiten aber

Gyps, Alabaster, Gypsspath, Frauneeis, Marienglas (Lapis specularis, Glacies mariae).

Der wasserfreie schwefelsaure Kalk kommt nur in den Übergangsgebirgen oder in den untersten Schichten des Flötzgebirges vor. Es ist entweder von blättriger Struktur oder man findet ihn krystallisirt in rechtwinklichen Prismen, an denen zwei Seiten vorherrschend breiter als die übrigen beiden sind. Er besitzt ungefähr die Härte des krystallisirten kohlensauern Kalkes (Kalkspath) und hat ein spezif. Gew. von 2,964. Gewöhnlich ist er weiß oder graulich, zuweilen auch violett.

Der wasserhaltige schwefelsaure Kalk bildet einen Theil der obern Lager des Flötzgebirges und kömmt häufig in Begleitung von kohlensauern Kalkmassen vor. Sehr oft kommt er auch in den tertiären Gebilden vor, wo er in Begleitung von Thon oder Mergel mehr oder minder ausgedehnte Lager bildet.

Ziemlich häufig ist der schwefelsaure Kalk auch im Wasser aufgelöst und macht solches dann zum Kochen der Hülsenfrüchte oder zum Waschen und Bleichen der Wäsche untauglich. Die gypshaltigen Wasser geben mit Seifenwasser einen weißen flockigen, sehr leichten Niederschlag von Kalkseife.

Der wasserhaltige schwefelsaure Kalk krystallisirt in Octaedern oder in sechsseitigen Säulen mit dreiseitiger Zuspitzung, oder auch in Linsenform von größerem oder geringerm Volum, rosen- oder lanzenförmig zusammengehäuft.

Die Grundform ist nach Haüy ein vierseitiges Prisma mit rhomboidaler Basis, dessen Winkel 113° und 67° messen. Die Krystalle desselben sind zuweilen wasserhell, bisweilen aber auch roth gefärbt durch eisenhaltigen Thon. Das spezif. Gew. beträgt 2,31. Im Feuer dekrepitirt er, nimmt an Volum zu und blättert sich. Der Wassergehalt verdampft und treibt die Blätter, aus denen er besteht, auseinander. In sehr großer Hitze schmilzt er zu einem weißen Email. Wird er durch gelinde Wärme seines Wassers beraubt, so zieht er allmählich dasselbe aus der Luft wieder an. Wird er im wasserfreien Zustande mit einer größern Wassermenge

in Berührung gebracht, so absorbirt er dasselbe schnell unter Wärmeentbindung und erstarrt in wenigen Augenblicken. Das Wasser löst $\frac{1}{300}$ — $\frac{1}{250}$ seines Gewichtes davon auf; im schwefelsäurehaltigen Wasser ist er noch löslicher.

Er ist zusammengesetzt aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	41,53	100
1 At. Schwefelsäure	= 501,16	—	58,47	
1 At. schwefelsaurer Kalk	= 857,19	—	79,22	100
4 At. Wasser	= 224,96	—	20,78	
1 At. wasserhaltiges Salz	= 1082,15			

Der wasserfreie Gyps wird nicht benützt, um so häufiger aber der wasserhaltige. *) Wird dieser einer mäßigen Hitze ausgesetzt und seines Wassers dadurch beraubt, so heißt er gebrannter Gyps. Man wendet diesen, sowie den rohen in der Landwirthschaft zum Düngen der Wiesen und Kleefelder an. Wir werden weiter unten ausführlicher von den Eigenschaften und der Bereitung des gebrannten Gypses sprechen.

Schweflichtsaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria sulphurosa. Franz. Sulfite de chaux.)

1184. Er ist sehr wenig im Wasser auflöslich und erfordert hierzu 800 Thl. Man erhält ihn durch doppelte Wahlverwandtschaft oder durch Zersetzung des kohlensauern Kalkes mittelst schweflichter Säure; im letztern Falle fällt er als weißes Pulver zu Boden, welches sich in einem Säureüberschuß wieder auflöst; die Auflösung krystallisirt während des Erkaltens in sechsseitigen Prismen, welche pyramidal zugespitzt sind. Er schmeckt nach schweflichter Säure; an der

*) Das dünn gespaltene Frauneeis wird zuweilen anstatt des Glases angewendet; der weiße körnige Gyps (Alabaster) wird verarbeitet zu Gefäßen, Uhrgehäusen, Bildhauerarbeiten und Verzierungen aller Art. Die Bearbeitung ist weit leichter als die des Marmors, wegen seiner geringen Härte.

Der Gyps wird ferner zur Darstellung mehrerer chemischer Produkte angewendet, und würde für den chemischen Fabrikanten von großer Wichtigkeit seyn, wenn man die Schwefelsäure daraus auf eine leichte und wohlfeile Art abscheiden könnte. A. u. E.

Luft efflorescirt er und verwandelt sich allmählig in schwefelsauern Kalk. Auch in strenger Hitze verwandelt sich derselbe in schwefelsauern Kalk, indem er Schwefel verliert.

Man wendet den schweflichtsauern Kalk an, um den Traubenmost zu erhalten, wenn man Traubenzucker oder Syrup bereiten will. Er besteht aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	47,02
2 At. Säure	= 401,16	—	52,98
1 At. schweflichtsaurer Kalk	= 757,19		100,00

Unterschweflichtsaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria hyposulphurosa. Franz. Hyposulfite de chaux.)

1185. Setzt man eine Auflösung von Schwefelcalcium der Luft aus, so verliert sie nach und nach ihre Farbe und es fällt Schwefel und kohlensaurer Kalk nieder. Wird die überstehende Flüssigkeit filtrirt und abgedampft, so erhält man säulenförmige Krystalle, welche Ähnlichkeit mit dem krystallisirten Chlorcalcium haben. Diese Krystalle sind unterschweflichtsaurer Kalk, die sich an der Luft nicht verändern.

Unterschwefelsaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria hyposulphurica. Franz. Hyposulfate de chaux.)

1186. Er krystallisirt in regulär-sechsseitigen Tafeln, welche gewöhnlich rosenförmig gruppirt sind. Der äußern Form nach hat er Ähnlichkeit mit dem unterschwefelsauern Strontian. Zur Auflösung erfordert dieses Salz 0,8 kochendes Wasser und 2,46 Thl. von 19° C. Der Alkohol löst es nicht auf, entzieht ihm aber einen Theil seines Krystallwassers. Es schmeckt bitter und besteht aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder	28,30	100
1 At. Säure	= 902,32	—	71,70	
1 At. unterschwefelsaurer Kalk	= 1258,35	—	73,67	
8 At. Wasser	= 449,92	—	26,33	
1 At. krystallisirtes Salz	= 1708,27		100,00	

Selenichtsaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria seleniosa. Franz. Selenite de chaux.)

1187. Ist im Wasser unauflöslich, und fällt allmählig in dem Maaße nieder, als man kohlensauern Kalk in flüssiger selenichter Säure auflöst. Getrocknet ist er ein krystallinisches Pulver, welches sich sanft anfühlt, wie der kohlensaure Kalk. In der Rothglühhitze schmilzt er, und wird die Schmelzung in einer Glasretorte vorgenommen, so wird diese stark angegriffen und durchlöchert.

Doppelt-selenichtsaurer Kalk. (Biselenite de chaux.)

1188. Durch Auflösen des einfachen Salzes in selenichter Säure erhält man das saure Salz, welches im Wasser auflöslich ist und in kleinen Prismen krystallisirt. Es verändert sich nicht an der Luft. Durch Ätzammoniak wird ihm die Hälfte Säure entzogen, indem es in einfach selenichtsauern Kalk umgewandelt wird. Eine gleiche Wirkung wird durch Hitze hervorgebracht.

Phosphorsaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria phosphorica. Franz. Phosphate de chaux.)

1189. Die Phosphorsäure verbindet sich in verschiedenen Verhältnissen mit Kalk und bildet ein neutrales Salz, basische und saure Salze. Diese phosphorsauern Salze unterscheiden sich ganz besonders, nicht nur von andern phosphorsauern Salzen, sondern auch von allen übrigen bekannten salzartigen Verbindungen. Hätte nicht Berzelius deren Zusammensetzung genau untersucht, so könnte man in Versuchung kommen, diese ungewöhnlichen Verbindungsverhältnisse noch zu bezweifeln.

Gießt man eine Auflösung von krystallisirtem phosphorsauerm Natron in neutrales aufgelöstes Chlorcalcium, so

entsteht ein leichter Niederschlag, die Flüssigkeit verliert ihre Neutralität, und röthet das Lakmuspapier. Der Niederschlag hat krystallinische Beschaffenheit und ist nach Berzelius zusammengesetzt aus

Phosphorsäure	=	54,19
Kalk . . .	=	45,81
		100,00

Dieses Verhältniß nähert sich sehr dem Mischungsverhältniß der übrigen phosphorsauern Salze, denn der Theorie gemäß müßte der neutrale phosphorsaure Kalk folgendermassen zusammengesetzt seyn:

2 At. Kalk	=	712,06	oder 44,38
1 At. Phosphorsäure	=	892,30	— 55,62
1 At. posphorsaurer Kalk	=	1604,36	100,00

Dieses Salz ist im Wasser unauflöslich, dagegen leicht löslich in Salpetersäure, Salzsäure und Phosphorsäure. Durch starkes Erhitzen erleidet es keine Veränderung, aber einem Feuer von 378° (?) Wedgwood ausgesetzt, wird es weich und schmilzt zu einem weißen, halbdurchsichtigen Email. Bis jetzt ist es noch ohne Anwendung.

Zweidrittel-phosphorsaurer Kalk. (Phosphate sesqui-basique.)

Man erhält dieses basische Salz, wenn man aufgelöstes Chlorcalcium in phosphorsaures Natron gießt und dafür sorgt, daß stets ein Überschuß des Letztern vorhanden ist, damit die Flüssigkeit nicht sauer werde; es fällt ein gallertartiges, der Thonerde dem äußern Ansehen nach gleichkommendes basisches Salz nieder, welches sehr schwer zu filtriren und auszusüßen ist. Nach Berzelius besteht es aus

3 At. Kalk	=	1068,09	oder 54,49
1 At. Säure	=	892,30	— 45,51
1 At. ⅔ phosphorsaurer Kalk	=	1960,39	100,00

Dieses basische Salz bildet ganze Hügel zu Logrosan in Estremadura; man gebraucht es dort als Baustein. Man findet es auch zuweilen in sechsseitigen Säulen krystallisirt und dann nennen es die Mineralogen Apatit.

Knochenerde. (Phosphate des os.)

1191. Man kann den phosphorsauern Kalk der Knochen rein darstellen, wenn man gebrannte Knochen in Salzsäure auflöst und die Auflösung durch Ätzammoniak fällt; es entsteht ein gallerartiger Niederschlag, den man durch Dekantation zuerst auswäscht, dann auf einem Filter sammelt und nach dem Trocknen gut ausglüht.

Dieses basische Salz ist pulverig, geschmacklos, im Wasser unauflöslich, auflöslich in Salpetersäure, Salzsäure und Phosphorsäure. In hoher Temperatur backt dieses Salz zusammen.

Die Knochenerde ist ganz dieselbe Verbindung, welche man durch Fällen des in Säure aufgelösten phosphorsauern Kalkes mittelst Ätzammoniak niederschlägt. Man wendet dieses Salz als Arzneimittel an, ferner in den Laboratorien zur Bereitung der phosphorsauern Alkalien. Im Großen wendet man es zur Darstellung des Phosphors an. Es besteht aus

Phosphorsäure	= 48,32
Kalk	= 51,68
	100,00

Es weicht hinsichtlich der Zusammensetzung sehr von den übrigen basischen phosphorsauern Salzen ab, denn in Atomen ausgedrückt hat man

8 At. Kalk	= 2848,24	oder 51,55
3 At. Säure	= 2676,90	— 48,45
1 At. phosphorsaurer Kalk	= 5525,14	100,00

Anderthalb-phosphorsaurer Kalk. (Sesquiphosphate de chaux.)

1192. Man erhält dieses phosphorsaure Salz, wenn man Alkohol in eine Auflösung von doppeltphosphorsauerm Kalk gießt und den Niederschlag filtrirt, mit Alkohol auswäscht und ihn durch Auspressen zwischen Löschpapier trocknet. Dieser Niederschlag röthet die Lakmustinktur stark. In Berührung mit Wasser zersetzt es dieses; ein Theil wird sauer und bleibt in Auflösung; der Rest fällt als basisches

Salz zu Boden. Es enthält zweimal soviel Säure als die Knochenerde und besteht aus

4 At. Kalk	= 1424,12	oder	34,73
3 At. Säure	= 2676,90	—	65,27
1 At. anderthalb-phosphorsaurer Kalk	= 4101,02		100,00

Doppelt-phosphorsaurer Kalk. (Biphosphate de chaux.)

1193. Wir haben schon oben (225) gezeigt, wie man den doppeltphosphorsauern Kalk erhält, um ihn aber ganz rein darzustellen, darf man auf die gebrannten und pulverisirten Knochen nicht mehr als den dritten Theil ihres Gewichtes Schwefelsäure gießen, damit kein Überschuß davon vorhanden sey. Beim Abdampfen der Auflösung krystallisirt dieses saure Salz in kleinen glimmerartigen Blättchen. In diesem Zustande löst es sich, ohne zersetzt zu werden, in Wasser auf und röthet Lakmus stark. In der Hitze bläht es sich auf und schmilzt zu einem weißen, durchsichtigen Glase, unauflöslich im Wasser und in den Säuern und auf die Lakmustinktur nicht reagirend. Es enthält

1 At. Kalk	= 356,03	oder	28,52
1 At. Säure	= 892,30	—	71,48
1 At. doppelt-phosphorsaures Salz	= 1248,33		100,00

Man wendet diese Verbindung zur Bereitung des Phosphors an.

Unterphosphorichtsaurer Kalk.

(Synon. Calcaria hypophosphorosa. Franz. Hypophosphite de chaux.

1194. Fügt man zu kochender Kalkmilch nach und nach Phosphor in kleinen Portionen, so wird dieses Salz gebildet, was Rose näher untersucht hat. Man trennt es vom Kalküberschuß durch Kohlensäure. Die in der Wärme abgedampfte Auflösung krystallisirt in rechtwinklich-vierseitigen Prismen, ähnlich dem Gypse. Es scheint dieses Salz sowohl in der Kälte, als in der Wärme gleich löslich zu seyn. Vom

Alkohol wird es nicht aufgelöst. Es verknistert im Feuer, obschon es 18 Proz. Krystallwasser enthält. Wird es durch Abdampfen unter dem Rezipienten der Luftpumpe bei gewöhnlicher Temperatur dargestellt, so verknistert es nicht, allein dann enthält es 22 Prozente Krystallwasser.

Die Salpetersäure verwandelt es in doppelt-phosphorsaures Salz; dieselbe Wirkung äußert die Luft bei Rothglühhitze. Durch mäßiges Erhitzen geht es in neutrales phosphorsaures Salz über, während sich selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas entbindet. Das im Rückstand erhaltene Salz ist durch einen rothen phosphorhaltigen Stoff gefärbt, dessen Natur man noch nicht genau kennt.

Salpetersaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria nitrica. Franz. Nitrate de chaux.)

1195. Dieses Salz findet sich vermengt mit vielen andern Salzen in der rohen Salpetererde. Rein bereitet man es durch Auflösen des kohlensauern Kalks in Salpetersäure, indem man die erhaltene Auflösung bis zur Syrupdicke abdampft und durch Abkühlen krystallisiren läßt, was jedoch nur schwierig Statt findet. Alkoholauflösungen krystallisiren leichter. Die Krystalle sind sechsseitige Säulen, welche sich in langen Pyramiden endigen; meistens aber sind es nur lange glänzende Nadeln.

Der salpetersaure Kalk schmeckt sehr scharf und bitter und löst sich äußerst leicht im Wasser auf. Ein Theil Wasser löst bei 16° C. vier Theile davon auf; im kochenden Wasser ist es noch löslicher. Vom kochenden Alkohol bedarf er sein eigenes Gewicht zur Auflösung. Es deliqueszirt außerordentlich, denn kaum ist die Luft damit in Berührung gekommen, so zerfließt es schon. Erhitzt, kommt es in den wässrigen Fluß, sein Krystallwasser verdampft, es wird eine trockne Masse und diese ist fähig im Dunkeln zu leuchten. Mit brennbaren Körpern detonirt es nur schwierig. Es enthält

1 At. Kalk	= 356,03	oder	34,46
1 At. Salpetersäure	= 677,02	—	65,54
1 At. salpetersaurer Kalk	= 1033,05		100,00

Der in der Salpetererde befindliche salpetersaure Kalk wird durch kohlensaures Kali in den Salpeterhütten in salpetersaures Kali verwandelt; man könnte dasselbe auch zum Trocknen der Gase anwenden.

Arseniksaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria arsenicica. Franz. Arseniate de chaux.)

1196. Der arseniksaure Kalk ist im Wasser unauflöslich; man bereitet ihn indem man aufgelöstes arseniksaures Kali in eine Chlorcalciumauflösung gießt, oder durch Zersetzung des kohlensauern Kalk's mittelst Arseniksäure. Durch einen Säureüberschuß wird es aufgelöst. Es besteht aus

2 At. Kalk	= 712,06	oder	33,07	100
1 At. Arseniksäure	= 1440,77	—	66,93	
1 At. wasserfreier arseniks. Kalk	= 2152,83	—	76,01	100
12 At. Wasser	= 674,88	—	23,99	
1 At. wasserhaltiges Salz	= 2827,71			

Man findet dieses Salz in der Natur als Pharmakolith.

Kieselsaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria silicica. Franz. Silicate de chaux.)

1197. Der arseniksaure Kalk findet sich in der Natur; die deutschen Mineralogen nennen ihn Tafelspath und die französischen Wollastonit. Man wendet ihn zur Bereitung des Glases an. Der Tafelspath ist schmelzbar; er kommt gewöhnlich in grobfaßrigen Massen vor, mit schwachem Perlmutterglanz, und spaltbar in der Richtung der Seiten eines rechtwinklichen oder geschobenen Prismas. Das spezif. Gew. beträgt 2,86; gewöhnlich ist es weiß. Er ist zusammengesetzt aus

1 At. Kalk	= 356,03	oder 47
2 At. Kieselsäure	= 385,20	— 53
1 At. Tafelspath	= 741,23	100

Kohlensaurer Kalk.

(Synon. Lat. Calcaria carbonica. Franz. Carbonate de chaux.)

1198. Der kohlensaure Kalk kommt nicht allein sehr häufig und in großen Massen in der Natur vor, sondern wird auch sehr mannigfaltig angewendet. Man trifft ihn in den ältesten Gebirgen bis herauf zu den jüngsten in allen Formationen. In den neuesten Erdschichten bildet er mächtige Lager, und in den übrigen ganze Berge und selbst Gebirgszüge oder Ablagerungen von sehr großer Ausdehnung. Auch im Thierreiche ist der kohlensaure Kalk nicht selten, indem daraus die Gehäuse vieler Weichthiere, die Eier- und Krebsschalen, Krebsaugen ꝛc. bestehen; auch die Korallen sind kohlensaurer Kalk.

Der neutrale kohlensaure Kalk des Mineralreichs wird nach Verschiedenheit seines Aggregatzustandes seiner Reinheit, seiner Bildungsweise ꝛc. Kalkspath, Marmor, Urkalk, Tropfstein, dichter Kalkstein, lithographischer Stein, Rogenstein, Erbsenstein, Kreide, Kalktuff genannt.

Er findet sich in sehr mannigfaltigen Krystallformen, die aber alle durch Spaltung auf ein stumpfes Rhomboeder zurückgeführt werden können, dessen Winkel 101,5° und 78,5° messen. Das spezif. Gew. ist 2,7. Im reinen Wasser ist er unauflöslich, ist dasselbe aber mit Kohlensäure gesättigt, so löst er sich darin auf. Wird diese Auflösung erhitzt, so entbindet sich die überschüssige Kohlensäure und der neutrale kohlensaure Kalk fällt nieder; auch durch Umrühren oder schon durch Stehen an der Luft wird derselbe nach und nach aus der Auflösung gefällt. *)

*) Auf solche Weise bildet sich der Tropfstein in den Kalkhöhlen, der Kalksinter am Rande kalkhaltiger Quellen, der Pfannenstein oder Kesselstein in Gefässen, worin kalkhaltiges Wasser gekocht wird ꝛc.; diese Wasser werden durch Kochen stets weicher. A. u. E.

In starker Hitze verliert dieses Salz seine Kohlensäure und läßt den Kalk als Rückstand. Bringt man aber Kreide in einen Flintenlauf, der nach der Füllung fest verschlossen wird und glüht nun anhaltend und heftig, so kann die Kohlensäure sich nicht entfernen und bleibt mit dem Kalke verbunden; die Verbindung schmilzt, krystallisirt während des Erkaltens und hat dann im Bruche ganz das Ansehen des Marmors. Der kohlensaure Kalk besteht aus

1 At. Kalk	=	356,03	oder	56,39
1 At. Kohlensäure	=	275,32	—	43,61
1 At. kohlensaurer Kalk	=	631,35		100,00

Man gebraucht denselben nach Verschiedenheit seines Aggregatzustandes hauptsächlich: 1.) den Marmor zu Bildhauerarbeiten, zu architektonischen Zwecken, zu Zierrathen und Gegenständen mannigfaltiger Art z. B. zu Tischplatten (zu dem Ende wird er in sogenannten Marmormühlen geschnitten, geschliffen und polirt); zur Bereitung reiner Kohlensäure ist der Urkalk oder weiße Marmor allen übrigen kohlensauern Kalkarten vorzuziehen, weil man sie daraus frei von bituminösen Geruch erhält; auch zur Darstellung aller Kalkpräparate z. B. des Chlorkalks ꝛc. ist der weiße gebrannte Marmor ganz besonders zu empfehlen. 2.) der dichte Kalkstein wird als Baustein (aber nicht zu Feuermauern) in Ermanglung eines härtern Materials zum Chausseebau, zum Brennen, als Zuschlag beim Erzschmelzen vorzüglich in den Eisenhütten ꝛc. angewendet. 3.) Die Kreide wird auch zuweilen als Baustein (in der Champagne) zum Kalkbrennen, in den Glashütten als Zusatz zur Fritte, zum Schreiben, Zeichnen, zum Anstreichen, Putzen ꝛc. gebraucht. 4.) Der lithographische Stein, ein sehr dichter, durch die ganze Masse gleichartiger und wegen Thon- und Kieselerdegehalt ziemlich harter kohlensaurer Kalk wird, wie schon der Name besagt zum Steinschreiben gebraucht.

Capitel VII.

Magnesium; Verbindungen desselben mit Sauerstoff, Chlor, Brom und Jod; Magnesiasalze, welche durch nichtmetallische Mineralsäuern gebildet werden.

Bussy hat in der neusten Zeit das Magnesium durch dasselbe Mittel, dessen sich Wöhler zur Bereitung des Aluminiums bediente, dargestellt. Dieses Metall zersetzt das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur nicht.

Magnesiumoxyd.

(Synon. Magnesia, Bittererde, Talkerde. Lat. Magnesium oxydatum, Magnesia. Franz. Oxyde de Magnesium, Magnesie.)

1199. Die Magnesia ist weiß, pulverförmig, sanft anzufühlen, geruchlos und ohne merklichen Geschmack. Obgleich sie im Wasser fast unauflöslich ist, so färbt sie doch den Veilchensyrup grün. Das spezif. Gew. ist 2,3. Im Essenfeuer ist sie unschmelzbar. An der Luft zieht sie nach und nach Kohlensäure an. Dieses Oxyd findet sich nicht rein in der Natur; man erhält es durch Fällen der schwefelsauern Magnesia mittelst Ätzkali, wodurch die Magnesia als Hydrat niedergeschlagen wird, welches man auswäscht, trocknet und glüht. Das einfachste und wohlfeilste Verfahren besteht darin, daß man die schwefelsaure Magnesia durch kohlensaures Kali fällt und den aus kohlensaurer Magnesia bestehenden Niederschlag durch Glühen zersetzt.

Die reine Magnesia besteht aus

1 At. Magnesium	= 158,36	oder 61,29
1 At. Sauerstoff	= 100,00	— 38,71
1 At. Magnesiumoxyd	= 258,36	100,00

Man wendet es in der Medizin als Purgirmittel an, so wie auch zur Absorption der Magensäure. Gegen Vergiftung mit Säuren ist es ebenfalls sehr empfehlenswerth.

Magnesiahydrat. (Hydrate de Magnesie.)

1200. Magnesiahydrat findet man rein in der Natur, und zwar in kleinen Gängen im Serpentin zu Hobocken in New-Jersey. Es hat Perlmutterglanz, ist sanft anzufühlen und blendend weiß; im Bruche ist es blättrig oder strahlig und hat ein spezif. Gew. von 2,63. In Säuren ist es auflöslich. Es besteht aus

1 At. Magnesia	= 258,36	oder 69,68
2 At. Wasser	= 112,58	— 30,32
1 At. Magnesiahydrat	= 370,84	100,00

Chlormagnesium.

(Synon. Salzsaure Magnesia. Lat. Magnesium chloratum. Magnesia muriatica. Franz. Chlorure de Magnesium.)

1201. Erhitzt man Magnesia und leitet Chlorgas darüber, so entbindet sich der Sauerstoff und Magnesiumchlorid wird erzeugt. Diese Verbindung ist ungemein bitter und sehr auflöslich im Wasser, von dem es nur die Hälfte seines Gewichtes bedarf; an der Luft zerfließt es. Der Alkohol löst nur die Hälfte seines Gewichtes davon auf.

Erhitzt man das Hydrat dieser Verbindung, so wird das Wasser zersetzt, der Wasserstoff vereinigt sich mit dem Chlor und geht als Salzsäure fort, während der Sauerstoff an das Magnesium tritt und als Magnesia zurückbleibt. Wasserfrei erhält man das Chlorid, wenn man Chlor über trockne, in einer Porzellanröhre bis zur Rothglut erhitzte Magnesia streichen läßt. Will man aufgelöstes Chlormagnesium haben,

so darf man nur kohlensaure Magnesia in Salzsäure auflösen. *) Es enthält

1 At. Magnesium	= 158,36	oder	26,36
2 At. Chlor	= 221,32	—	73,64
1 At. Chlormagnesium	= 279,68		100,00

Jodmagnesium.

(Synon. Lat. Magnesium iodatum. Franz. Iodure de Magnesium.)

1202. Noch hat man es nicht im wasserfreien Zustand dargestellt, denn sobald die wasserhaltige Verbindung erhitzt wird, so tritt der Wasserstoff an das Jod und beide verflüchtigen sich, während die Magnesia zurückbleibt. Als Hydrat erhält man es äußerst einfach und leicht durch Vermischen der Jodwasserstoffsäure mit kohlensaurer Magnesia. Diese Verbindung ist sehr zerfließlich und krystallisirt nur schwierig; sie enthält

1 At. Strontium	= 158,36	oder	9,12
2 At. Jod	= 1566,70	—	90,88
1 At. Jodcalcium	= 1725,06		100,00

Brommagnesium.

(Synon. Lat. Magnesium bromatum. Franz. Bromure de Magnesium.)

1203. Man bereitet es indem man Bromeisen in heißem Wasser auflöst und mit reiner Magnesia zusammenbringt. Es besteht aus

1 At. Magnesium	= 158,36	oder	14,5
2 At. Brom	= 932,80	—	85,5
1 At. Brommagnesium	= 1091,16		100,0

Es krystallisirt in nadelförmigen Prismen und ist sehr auflöslich im Alkohol und Wasser. An der Luft zerfließt es.

*) Aufgelöstes Chlormagnesium kommt gewöhnlich in den Salzsoolen und dem Meerwasser vor; nachdem das Kochsalz daraus gewonnen wurde, bleibt dasselbe in der Mutterlauge zurück, und wird nun zur Bereitung der kohlensauern Magnesia, sowie des Bittersalzes angewendet. A. u. E.

Es hat einen kühlenden und bittern Geschmack. In der Hitze wird es zersetzt in Bromwasserstoffsäure und Magnesia, indem das darin enthaltene Wasser in seine Bestandtheile zerfällt. Wasserfrei läßt es sich auf ähnliche Weise wie das Chlormagnesium darstellen.

Schwefelmagnesium.

(Synon. Lat. Magnesium sulphuratum. Franz. Sulfure de Magnesium.)

1204. Nach Berthier kann man das Schwefelmagnesium bereiten, wenn man in einen mit Kohle gefütterten Tiegel schwefelsaure Magnesia heftig glüht. Ist überschüssige Kohle mit dem Bittersalz gemengt, so bildet sich kein Schwefelmetall, sondern der Schwefel entbindet sich und es bleibt nur Magnesia als Rückstand.

Magnesiasalze.

1205. Die Magnesiasalze sind meistens im Wasser auflöslich; sie schmecken unangenehm bitter. Durch die kohlensauern Alkalien werden sie unvollkommen gefällt; gar nicht aber werden sie von den doppeltkohlensauern Alkalien niedergeschlagen. Die neutralen Magnesiasalze werden von Ammoniak nur zum Theil präzipitirt; kein Niederschlag erfolgt durch Ammoniak, wenn man die Auflösungen verdünnt und mit Säure übersättigt oder etwas schwefelsaures, salpetersaures oder salzsaures Ammoniak zusetzt. In diesen Fällen bildet sich ein auflösliches Doppelsalz von Magnesia und Ammoniak.

Das empfindlichste Reagens auf Magnesia ist das phosphorsaure Ammoniak mit überschüssiger Basis; es bildet sich in diesem Falle ein Niederschlag von phosphorsaurer Magnesia und Ammoniak, welcher in überschüssigem phosphorsauerm Ammoniak durchaus unauflöslich ist, dagegen sich im reinen Wasser etwas auflöst.

Mengt man die Magnesiasalze mit etwas salpetersaurem Kobalt und erhitzt sie vor dem Löthrohr bis zur Rothglut, so werden sie blaß rosenfarb, wenn nicht andre Basen zugegen sind.

Chlorsaure Magnesia.

(Synon. Lat. Magnesia chlorica. Franz. Chlorate de Magnesie.)

1206. Dieses Salz ist bitter, zerfließlich und sehr auflöslich im Wasser, krystallisirt aber nur schwierig. Man bereitet es durch Sättigung der Chlorsäure mittelst kohlensaurer Magnesia. Es besteht aus

1 At. Magnesia	=	258,36	oder 21,51
1 At. Chlorsäure	=	942,64	— 78,49
1 At. chlorsaure Magnesia	=	1201,00	100,00

Schwefelsaure Magnesia.

(Synon. Bittersalz, englisches, epsomer, sedlitzer, seidschützer Salz. Lat. Magnesia sulphurica, Sal amarum, Sal anglicum. Franz. Sulfate de magnesie, Sel amer.)

1207. Die schwefelsaure Magnesia krystallisirt in vierseitigen Säulen mit vierseitiger Zuspitzung; die Krystalle enthalten 51,4 Prozent Krystallwasser; das Salz schmeckt bitter und hat ein spezif. Gew. von 1,66. Im Wasser ist es sehr auflöslich; 100 Thl. desselben lösen bei 14½° 33,7 Thl. und bei 97° 72,3 Thl. davon auf. An der Luft verwittert es und zerfällt zu Staub. Erhitzt, kommt es in den wässrigen Fluß, verliert sein Krystallwasser und zersetzt sich nicht, wenigstens erleidet es nur bei sehr hoher Temperatur eine partielle Zersetzung.

Dieses Salz findet sich hauptsächlich in mehreren Mineralquellen wie z. B. in denen zu Sedlitz, zu Epsom, in Eger und in Seidschütz. Um es aus diesen Mineralwassern abzuscheiden, dampft man diese bis zum Erscheinen eines Salzhäutchens ab, wodurch die erkaltende Flüssigkeit in kleinen nadelförmigen Krystallen anschießt, welche man von der Mutterlauge sondert und in den Handel liefert.

In Italien gewinnt man die schwefelsaure Magnesia aus schwefelkieshaltigem Talkschiefer. Man schichtet diese Schiefer in Haufen zusammen und läßt sie mehrere Mo-

nate lang der freien Luft ausgesetzt, indem man sie von Zeit zu Zeit begießt. Das Schwefeleisen verwandelt sich dadurch in schwefelsaures Eisen, dessen Säure aber dann größerer Anziehung wegen mit der Magnesia des Talkschiefers sich verbindet und Bittersalz bildet. Man darf annehmen, daß die Bittersalzerzeugung beendigt ist, wenn dieses auf der Oberfläche der Haufen auswittert. Nun laugt man die verwitterte Masse aus und fügt so viel Kalkmilch zur Salzlauge als zur Fällung des wenigen aufgelösten Eisens erforderlich ist. Man läßt die Flüssigkeit hierauf sich abklären und dann wird sie abgedampft, wodurch der noch aufgelöste Gyps abgeschieden wird. Die konzentrirte, Bittersalz enthaltende Auflösung liefert nun beim Erkalten das krystallisirte Salz. Durch wiederholtes Umkrystallisiren kann man es ganz rein erhalten.

In der neusten Zeit fand man an vielen Orten ein Doppelsalz von kohlensauerm Kalk und Magnesia, Dolomit von den Mineralogen genannt, welches man früherhin für gewöhnlichen Kalk hielt. Wo sich diese Verbindung findet, läßt sich Henrys Verfahren zur Bereitung des Bittersalzes anwenden, wenn diese Fabrikation von einiger Bedeutung werden könnte. Man glüht zu dem Endzweck das Doppelsalz, wodurch es in Kalk und Magnesia verwandelt wird und behandelt dann das Gemenge mit Schwefelsäure oder schwefelsauerm Eisen. Es entsteht dadurch unauflöslicher schwefelsaurer Kalk und auflösliches Bittersalz, welches man krystallisiren läßt. *) Dieses Salz besteht aus

*) Der Dolomit kommt auch in Deutschland sehr häufig vor und läßt sich sehr leicht von dem gewöhnlichen Kalk durch seine krystallinisch körnige Textur unterscheiden. Vorzüglich findet man ihn in Baiern und Würtemberg in grossen Massen. Mit Vortheil läßt sich derselbe hauptsächlich dann zur Bittersalzfabrikation anwenden, wenn man die darin enthaltene Kohlensäure zugleich benützen kann. Man treibt dieselbe durch Schwefelsäure aus und erhält dann, wie oben erwähnt, Gyps und Bittersalz. — Aus den, Chlormagnesium enthaltenden Salzsoolen bereitet man häufig Bittersalz, indem man dasselbe durch Schwefelsäure zersetzt und dann zugleich Salzsäure als Nebenprodukt erhält. Da das Chlormagnesium stets noch mit etwas Kochsalz vermengt ist, so erhält man außer der schwefelsauern Magnesia auch schwefelsaures Natron als Rückstand. Man kann auch aus der Mutterlauge der Salzsoolen, welche Chlormagnesium enthalten, Bittersalz gewinnen, wenn man sie mit schwefelsauerm Natron vermengt und bei niedriger, 50° C., nicht

1 At. Magnesia	= 258,36	oder 34,02
1 At. Schwefelsäure	= 501,16	— 65,98
1 At. schwefelsaure Magnesia	= 759,52	100,00

Man wendet dieses Salz als Arzneimittel häufig an und gebraucht es auch zur Bereitung der kohlensauern Magnesia.

Schweflichtsaure Magnesia.

(Synon. Lat. Magnesia sulphurosa. Franz. Sulfite de Magnesie.)

1208. Man bereitet dieses Salz, indem man kohlensaure Magnesia durch schweflichte Säure zersetzt; es bildet sich ein weißes Pulver, welches sich jedoch in einem Überschuß von Säure wieder auflöst. Läßt man diese Auflösung an der Luft stehen, so verflüchtigt sich der Säureüberschuß und es bilden sich durchsichtige weiße Tetraeder. Es schmeckt dieses Salz anfangs süßlich und erdig, nachher aber schweflich; an der Luft wird es undurchsichtig, verwandelt sich aber nur sehr langsam in schwefelsaures Salz. Zur Auflösung bedarf es bei 16° C. 20 Thl. Wasser und ist im heißen Wasser löslicher als im kalten. Im aufgelösten Zustand verwandelt es sich schnell in schwefelsaure Magnesia. Wird es erhitzt, so erweicht es, bläht sich auf und nimmt die Konsistenz einer dicken Gummimasse an, indem es 45 Prozent an Gewicht verliert. In starker Hitze verflüchtigt sich die Säure und die Magnesia bleibt rein zurück.

Unterschwefelsaure Magnesia.

(Synon. Lat. Magnesia hyposulphurica. Franz. Hyposulfate de magnesie.)

1209. Man erhält dieses Salz durch doppelte Zersetzung der schwefelsauern Magnesia mittelst unterschwefelsauern Baryt; es krystallisirt in sechsseitigen luftbeständigen Prismen,

---

übersteigender Temperatur abdampft. Es scheidet sich dadurch das sich bildende Kochsalz aus, während Bittersalz in der Auflösung bleibt. So verfährt man in Schönebeck bei Magdeburg. A. u. E.

welche ungemein bitter schmecken. Die Krystalle schmelzen in ihrem eignen Wasser. Zur Auflösung sind 0,85 Wasser von 15° C. nöthig. Es besteht aus

1 At. Magnesia	= 258,36	oder	22,27
1 At. Säure	= 902,32	—	77,73
1 At. unterschweflichtsaures Salz	= 1160,68		100,00

Im krystallisirten Zustand enthält es 36,75 Prozente oder 12 At. Krystallwasser.

Phosphorsaure Magnesia.

(Synon. Lat. Magnesia phosphorica. Franz. Phosphate de Magnesie.)

1210. Man bereitet diese durch Auflösen der kohlensauern Magnesia in Phosphorsäure; die Auflösung wird dann abgedampft und krystallisirt durch Abkühlung. Fourcroy mischt, um schöne und regelmäßige Krystalle zu erhalten, gleiche Theile einer wässrigen Auflösung von phosphorsaurem Natron und schwefelsaurer Magnesia. Anfangs zeigt sich in dem Gemenge keine Veränderung, allein nach einigen Stunden schießen in der Flüssigkeit große durchsichtige Krystalle von phosphorsaurer Magnesia an. Es krystallisirt dieses Salz in sechsseitigen Säulen mit ungleichen Seitenflächen. Es schmeckt kühlend und angenehm. In 15 Thl. kaltem und in viel weniger heißem Wasser ist es auflöslich. An der Luft verwittert es und zerfällt in Staub. In mäßiger Wärme verliert es sein Krystallwasser und efflorescirt ebenfalls; in höherer Temperatur schmilzt es zu einem durchsichtigen Glase. Es enthält

2 At. Magnesia	= 516,72	oder	36,67
1 At. Phosphorsäure	= 892,30	—	63,33
1 At. phosphorsaure Magnesia	= 1409,02		100,00

Phosphorichtsaure Magnesia.

(Synon. Lat. Magnesia phosphorosa. Franz. Phosphite de Magnesie.)

1211. Da dieses Salz auflöslich ist, so läßt es sich nur durch direkte Vereinigung der phosphorichten Säure und

der Magnesia bereiten. Dampft man es im luftleeren Raum ab, so bildet es krystallinische Krusten, welche viel mehr Krystallwasser als der phosphorichtsaure Baryt und Kalk enthalten. Erhitzt, giebt es zuerst Wasserstoff und dann Phosphorwasserstoffgas, indem ein bräunlich gelbes phosphorsaures Salz zurückbleibt. Diese Zersetzung findet unter schwachem Erglühen Statt, was gewöhnlich bei andern phosphorichtsauern Salzen nicht bemerkbar ist.

Unterphosphorichtsaure Magnesia. (Hyposphite de magnesie.)

1212. Da der Phosphor bei Anwesenheit des Wassers auf die Magnesia nicht einwirkt, so bereitet man dieses Salz indem man unterphosphorichtsauern Kalk mit überschüssiger sauerkleesaurer Magnesia lange kochen läßt. Man filtrirt die Flüssigkeit, dampft ab, und läßt das Salz krystallisiren; die erhaltenen regulären Octaeder enthalten 54 Proz. Krystallwasser. Erhitzt liefert es Wasser, selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas und als Rückstand bleibt rothgefärbte phosphorsaure Magnesia.

Salpetersaure Magnesia.

(Synon. Lat. Magnesia nitrica. Franz. Nitrate de Magnesie.)

1213. Dieses Salz existirt in der Natur und ist in der Salpetererde enthalten; um es darzustellen behandelt man das kohlensaure Salz mit Salpetersäure.

Die salpetersaure Magnesia schmeckt äußerst bitter, ist sehr zerfließlich und mithin im Wasser sehr auflöslich; bei 16° löst dasselbe ungefähr sein eignes Gewicht davon auf. Alkohol von 0,84 spezif. Gew. löst ungefähr den neunten Theil seines Gewichtes auf. Sie krystallisirt in rhomboidalen Prismen, zuweilen auch in zusammengehäuften Nadeln. Das spezif. Gew. beträgt 1,73. An der Luft zieht sie Feuchtigkeit an und im Feuer schmilzt sie anfänglich in ihrem Krystallwasser, bei fortgesetztem Erhitzen aber zerfällt sie zu Pul-

ver. In ſehr ſtrenger Hitze zerſetzt ſich dieſes Salz gänzlich; es beſteht aus

1 At. Magneſia	= 258,36	oder	27,61
1 At. Salpeterſäure	= 501,16	—	72,39
1 At. ſalpeterſaure Magneſia	= 759,52		100,00

Man verwandelt die ſalpeterſaure Magneſia durch kohlenſaures Kali in Salpeter und benützt dieſelbe auf ſolche Weiſe zur Salpetergewinnung.

Arsenikſaure Magneſia.

(Synon. Lat. Magnesia arsenicica. Franz. Arseniate de Magnesie.)

1214. Wenn man die Arſenikſäure mittelſt kohlenſauſaurer Magneſia ſättigt, ſo erhält man eine dicke, geronnene Flüſſigkeit; durch überſchüſſig zugefügte Säure kann man dieſe Maſſe wieder auflöſen; wird dieſe abgedampft, ſo erhält man eine gummiähnliche, unkryſtalliſirbare Maſſe. Erhitzt verhält ſich dieſes Salz wie das arſenikſaure Kali. Es iſt zuſammengeſetzt aus

2 At. Magneſia	= 516,72	oder	26,40
1 At. Arſenikſäure	= 1440,72	—	73,60
1 At. arſenikſ. Magneſia	= 1957,44		100,00

Borſaure Magneſia.

(Synon. Borazit. Lat. Magnesia boracica. Franz. Borate de Magnesie.)

1215. Man bereitet es durch direkte Vereinigung der Magneſia mit Borſäure. Durch Abdampfen der Auflöſung erhält man kleine unregelmäßige Kryſtalle. Dieſes Salz ſchmilzt im Feuer ohne ſich zu zerſetzen und iſt in der Eſſigſäure auflöslich.

Man findet es als Borazit in der Natur in weißen, bald trüben, bald durchſichtigen Kryſtallen, die ſo hart ſind, daß ſie Glas ritzen und mit dem Stahl Feuer geben. Es wiegt dann 2,56. Die trüben Kryſtalle ſcheinen kalkhaltig zu ſeyn, während die durchſichtigen ganz reine borſaure

Magnesia sind. Dieses Mineral kommt in Würfeln mit abgestumpften Kanten und vier abgestumpften Ecken vor. Erwärmt man dieselben, so werden sie elektrisch, und verknistern zuletzt indem sie ihren Glanz verlieren, ohne jedoch merklichen Gewichtsverlust zu erleiden. In sehr starker Hitze schmelzen sie zu gelbem Glase. Die Säure des Borazits enthält dreimal soviel Sauerstoff als die Basis.

Kieselsaure Magnesia. (Silicates de Magnesie.)

1216. Man kennt viele hieher gehörige Verbindungen, die in der Natur vorkommen, nämlich:

1.) Den Marmolith, welcher aus 1 At. kieselsaurer Magnesia und 1 At. Wasser besteht.

2.) Den edlen Serpentin, der 2 At. anderthalb-kieselsaure Magnesia und 1 At. Wasser enthält.

3.) Den Pyrallolith oder die zweifach kieselsaure Magnesia.

4.) Den gemeinen Serpentin, der aus dreifach-kieselsaurer Magnesia zu bestehen scheint.

5.) Den Speckstein und Talk, dieser ist hydratische dreifach-kieselsaure Magnesia; hierher ist auch der Meerschaum zu zählen.

6.) Den Magnesit, der aus 1 At. dreifach kieselsaurer Magnesia und 2 At. Wasser zusammengesetzt ist. *)

Unter diesen kieselsauern Salzen ist nur eines, welches in chemischer Hinsicht eine wichtige Anwendung findet, nämlich der Magnesit, der in Piemont zur Porzellanfabrikation gebraucht wird.

---

*) Es giebt noch mehrere Magnesiasilikate in der Natur, die aber nicht rein, sondern mit kieselsauerm Eisen, Kalk und Thonerde verbunden sind; hierher gehören z. B. Chlorit, Topfstein, Hornblende, Grammatit, Asbest, Amianth, Bergkork, Pyrop, Chrysolith ꝛc. A. u. E.

Kohlensaure Magnesia.

(Synon. Magnesia (des Handels). Lat. Magnesia carbonica. Magnesia alba. Franz. Carbonate de Magnesie.)

1217. Man kennt zwei Verbindungen der Kohlensäure mit Magnesia: die eine ist neutral und die andere doppeltkohlensauer. Das neutrale Salz wird bereitet, indem man eine Auflösung von kohlensauerm Natron in aufgelöstes Bittersalz gießt und das Gemenge erhitzt; der Niederschlag ist ein weißes Pulver und besteht aus kohlensaurer Magnesia.

Diese ist unauflöslich und geschmacklos; dieses Salz kommt als Magnesia im Handel vor und besteht aus *)

1 At. Magnesia	= 258,36	oder	48,41
2 At. Kohlensäure	= 275,32	—	51,59
1 At. kohlensaure Magnesia	= 533,68		100,00

*) Die im Handel vorkommende Magnesia (Magnesia alba) ist eine Verbindung von einfach kohlensaurer Magnesia mit Magnesiahydrat und besteht in 100 Thl. aus 44,75 Magnesia, 35,77 Kohlensäure und 19,48 Wasser. Sie wird im Großen fabrikmäßig bereitet. Am vortheilhaftesten ist die Darstellung desselben aus der Mutterlauge der Salinen, welche gewöhnlich viel salzsaure Magnesia oder Chlormagnesium enthalten. Berühmt wegen der Reinheit und Leichtigkeit ist die englische kohlensaure Magnesia; aber auch in Deutschland wird in mehreren chemischen Fabriken sehr schöne Waare geliefert, worunter namentlich die von Salzgitter (Braunschweig) und Allendorf (Hessen) einen vorzüglichen Ruf genießt. Nach Bucholz Vorschrift wird die lockere leichte Magnesia folgendermassen bereitet: Man löst 8 Thl. reine schwefelsaure Magnesia in 48 Theilen Wasser auf und fügt nach und nach eine Auflösung von 13 3/8 Thl. krystallisirten kohlensauerm Natrum in 26 Thl. Wasser unter beständigem Umrühren hinzu. Statt des Natrums kann man auch kohlensaures Kali nehmen; davon hat man, vorausgesetzt daß es trocken ist, 6 5/8 Thl. nöthig, welche ebenfalls in der doppelten Gewichtsmenge Wasser aufzulösen sind. Der Niederschlag wird nun von der Salzauflösung durch Filtriren geschieden; man giebt ihn nach der ersten Filtration wieder in ein Gefäß mit Wasser und wäscht ihn nun wiederholt mit viel Wasser aus. Zuletzt giebt man ihn wieder auf das Seihetuch und läßt ihn wohl abtropfen. Man endigt die Operation mit dem Trocknen des Niederschlags an einen luftigen, warmen Ort und hat dann das verlangte Präparat, was recht locker und leicht und schön weiß verlangt wird. A. u. E.

Die doppeltkohlensaure Magnesia erhält man, wenn das einfach kohlensaure Salz im Wasser aufgeschlämmt wird und man kohlensaures Gas durchströmen läßt, bis alles aufgelöst ist. Wird die Auflösung langsam abgedampft, so krystallisirt das Salz in sechsseitigen, durchsichtigen, abgestumpften Prismen; es ist fast geschmacklos und löst sich in 48 Thl. kaltem Wasser auf. An der Luft efflorescirt es und zersetzt sich. In der Hitze dekrepitirt es und wird gleichfalls zersetzt. Es enthält gerade zweimal soviel Kohlensäure als das neutrale Salz, ist aber äußerst unbeständig, da es schon durch sehr schwache äußere Einflüsse in Kohlensäure und neutrale kohlensaure Magnesia zerfällt. *)

Auch in der Natur findet man kohlensaure Magnesia sehr häufig, jedoch selten rein, sondern meistens mit kohlensauerm Kalk verbunden. Sind beide Salze zu gleichen Atomen mit mit einander verbunden, so heißt das Mineral Dolomit; gewöhnlich verwechselt man damit auch solche Kalksteine, die mehr oder weniger kohlensaure Magnesia enthalten als der Dolomit. **)

---

*) Diese Krystalle sind nach andern Chemikern nicht doppelt-kohlensaure, sondern einfach-kohlensaure Magnesia. Nach Berzelius erzeugt man sie, wenn die kohlensaure Magnesia, welche man durch Fällung eines Magnesiasalzes mittelst eines kohlensauern Alkalis erhält, in kohlensäurehaltigem Wasser aufgelöst und dann der freiwilligen Verdampfung überlassen wird. Die erhalhaltenen Krystalle haben 39 Proz. Krystallwasser und zersetzen sich in kaltem Wasser so, daß die erhaltene Auflösung doppeltkohlensaure Magnesia enthält, während zugleich ein Niederschlag gebildet wird, der weniger Kohlensäure hat, als das neutrale Salz und in seiner Zusammensetzung mit der im Handel vorkommenden Magnesia übereinstimmt. A. u. E.

**) Das reinste Doppelsalz dieser Art ist der Bitterspath. Über den Dolomit und die magnesiahaltigen Kalksteine Deutschlands lieferte C. G. Gmelin und J. C. Hundeshagen sehr schätzbare chemische Abhandlungen in dem 1ten Bande der Tübinger naturwissenschaftlichen Abhandlungen, welche auch in technischer Hinsicht sehr interessante Winke enthalten. A. u. E.

Capitel VIII.

Yttrium; Verbindungen desselben mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen und Phosphor; Yttererdesalze, welche durch nichtmetallische Mineralsäuern gebildet werden.

Yttrium.

1218. Nachdem Wöhler das Aluminium dargestellt hatte, gelang es ihm auch das Yttrium auf dieselbe Weise zu bereiten.

Man erhält dieses Metall, indem man Chloryttrium durch Kalium zersetzt. Chloryttrium bereitet man durch Glühen eines innigen und wohlgetrockneten Gemenges von Yttererde und Kohle in einer Porzellanröhre, indem man Chlorgas darüber hinleitet. Das erzeugte Chloryttrium setzt sich in der Röhre als geschmolzene krystallinische Masse an. Um diese Verbindung zu zersetzen, schichtet man dieselbe in einem Platintiegel mit kleinen platten Kaliumstückchen abwechselnd übereinander und bedeckt dann den Tiegel, indem man den Deckel mit Platindrath befestigt. Der bedeckte Tiegel wird dann über einer Weingeistlampe erhitzt, wodurch die Reduktion augenblicklich statt findet und zwar mit solcher Wärmeentwicklung, daß er plötzlich weißglühend wird. Die erkaltete Masse löst man in Wasser auf, wodurch das Yttrium in kleinen, vollkommen metallisch glänzenden Schuppen abgeschieden wird, welche unter dem Polirstahl Eisenglanz annehmen.

Das Yttrium oxydirt sich in gewöhnlicher Temperatur weder an der Luft, noch im Wasser. Wird es in offner Luft bis zur Rothglut erhitzt, so verbrennt es unter starker Lichtentwicklung. Im reinen Sauerstoffgas ist diese Ver-

brennung eine der glänzendsten. Die dadurch erhaltene Yttererde ist weiß und trägt Spuren von Schmelzung an sich.

Das Yttrium löst sich leicht in verdünnter Schwefelsäure unter Wasserstoffgasentwicklung auf. Minder leicht wird sie vom Kali, gar nicht aber von Ammoniak aufgelöst.

Yttriumoxyd.

(Synon. Yttererde. Lat. Yttrium oxydatum, Yttria. Franz. Oxyde d'Yttrium.)

1219. Die Yttererde ist sehr selten; man fand sie bisher nur in schwedischen Mineralien, wie z. B. im Orthit, Pyrorthit und besonders im Gadolinit von Ytterby (nahe bei Stockholm.) Nach Berzelius enthält Letzterer 25 Kieselerde, 45 Yttererde, 18 Ceriumoxydul und 12 Eisenoxydul.

Um die Yttererde aus diesem Mineral abzuscheiden, pulverisirt man dieselbe und behandelt sie mit der dreifachen Gewichtsmenge Königswasser: die Auflösung wird sodann zur Trockne abgedampft, um den Säureüberschuß zu verjagen und die Kieselerde abzuscheiden. Durch Behandeln der trocknen Masse mit Wasser erhält man die salpetersaure und salzsaure Ytterde nebst Eisen und Cerium in Auflösung, während die Kieselerde zurückbleibt. Zu der filtrirten Auflösung setzt man kohlensaures Ammoniak in Überschuß, wodurch das Eisen gefällt wird, die beiden andern Oxyde aber bleiben aufgelöst. Nachdem das erstere durch Filtration geschieden worden, kocht man die Auflösung; dadurch wird der Ammoniaküberschuß verflüchtigt, das Ceriumoxyd aber und die Yttererde kohlengesäuert präzipitirt. Man löst diese beiden Salze in Salpetersäure auf, verjagt die überschüssige Säure durch Abdampfen und löst das rückständige Salz in der 150fachen Gewichtsmenge Wasser auf. In diese Auflösung hängt man Krystalle von schwefelsauerm Kali; diese lösen sich nach und nach auf und es bildet sich dafür ein Doppelsalz von schwefelsauerm Kali und Ceriumoxyd, das als weißer Niederschlag in der Flüssigkeit unauflöslich ist. Läßt man die Flüssigkeit 24 Stunden ruhen, so wird alles Ceriumoxyd herausgefällt und man hat in der Auflösung nur noch Yttererde, welche

man durch Ätzammoniak fällt; der Niederschlag wird ausgewaschen und geglüht.

Die so erhaltene Yttererde ist ein weißes, geschmack- und geruchloses Pulver; es löst sich nicht im Wasser auf und reagirt auf blaue Pflanzenfarben nicht. Das spezif. Gew. ist 4,84. Auf Sauerstoff wirkt dieses Oxyd nicht, dagegen absorbirt es die Kohlensäure bei gewöhnlicher Temperatur, welche es jedoch in großer Hitze wieder abgiebt.

Es besteht aus

1 At. Yttrium	= 402,57	oder	80,10
1 At. Sauerstoff	= 100,00	—	19,90
1 At. Yttererde	= 502,57		100,00

Chloryttrium. (Chlorure d'Yttrium.)

1220. Erhitzt man Yttrium in Chlor, so verbrennt es unter starker Lichtentwicklung und sublimirt in weißen, glänzenden Nadeln. Dieses Chlorid löst sich im Wasser unter Erhitzung auf und deliqueszirt an der Luft. Man bereitet es gewöhnlich auf die oben (1218.) angegebene Weise. Es besteht aus

1 At. Yttrium	= 402,51	oder	47,64
2 At. Chlor	= 442,64	—	52,36
1 At. Chlorid	= 845,21		100,00

Brom- und Jod-Yttrium. (Bromure et Iodure d'Yttrium.)

1221. Yttrium in Brom- oder Jod-Dämpfen erhitzt, brennt wie in Chlor und die erzeugten Verbindungen sind flüchtig und sublimiren in weißen Nadeln; sie sind ferner schmelzbar und lösen sich unter Wärmeentbindung im Wasser auf.

Schwefelyttrium. (Sulfure d'Yttrium.)

1222. Erhitzt man Yttrium mit Schwefel, so entzündet es sich, sobald der Schwefel Dampfform angenommen hat und verwandelt sich in ein graues pulveriges Sulphu-

rid, welches im Wasser nicht auflöslich ist; unter Mitanwesenheit einer Säure zersetzt es das Wasser und es bildet sich Schwefelwasserstoffgas.

Selenyttrium. (Seleniure d'Yttrium.)

1223. Das Selen verbindet sich mit dem Yttrium sobald es geschmolzen ist unter schwachem Erglühen; das erzeugte Produkt ist schwarz, zersetzt das Wasser allein nicht, aber mit Hilfe einer verdünnten Säure, indem sich Selenwasserstoff entwickelt.

Phosphoryttrium. (Phosphure d'Yttrium.)

1224. Im Phosphordampf entzündet sich das Yttrium und es bildet sich ein graulich schwarzes Pulver, welches mit Wasser zusammengebracht, selbstentzündliches Phosphorwasserstoff entwickelt.

Yttererdesalze.

1225. Sie haben einen süßen und zusammenziehenden Geschmack. Durch Ätzkali werden sie gefällt, der Niederschlag ist aber in einem Überschuß des Füllungsmittels nicht auflöslich; das kohlensaure Ammoniak im Überschuß angewendet löst den Niederschlag wieder auf. Die Yttererde bildet mit Schwefelsäure ein Salz, welches leicht krystallisirt, bei 40° verwittert und dann milchweiß wird, ohne seine Krystallform zu verlieren.

Schwefelsaure Yttererde. (Sulfate d'Yttria.)

1226. Schwefelsäure, welche mit der doppelten Gewichtsmenge Wasser verdünnt ist, löst die Yttererde auf und bildet ein in glänzenden Körnern krystallisirendes Salz von süßem adstringirenden Geschmack: es ist amethystroth gefärbt, wiegt 2,79 und löst sich in 30—40 Thl. Wasser von gewöhnlicher Temperatur auf. Es besteht aus 1 At. Yttererde und 1 At. Schwefelsäure und enthält in 100 Thl. 50 Thl. von jedem Bestandtheil.

Salpetersaure Yttererde. (Nitrate d'Yttria.)

1227. Sie schmeckt süßlich und adstringirend, wird an der Luft feucht und ist folglich im Wasser sehr auflöslich. Sie ist schwer krystallisirbar und bildet bei raschem Abdampfen eine honigdicke Masse, die beim Erkalten hart und spröde wird. Gießt man zu einer Auflösung dieses Salzes Schwefelsäure, so wird sogleich schwefelsaure Yttererde gefällt. Man bereitet es durch direkte Vereinigung der Bestandtheile; es enthält 1 At. Yttererde und 1 At. Salpetersäure.

Kohlensaure Yttererde. (Carbonate d'Yttria.)

1228. Man bereitet es indem man ein kohlensaures Alkali in ein aufgelöstes Yttererdesalz gießt; es fällt als ein weißes Pulver zu Boden, was im Wasser unauflöslich, geschmack- und geruchlos ist. In der Hitze zersetzt sich dasselbe. Es besteht aus 1 At. Yttererde und 2 At. Kohlensäure oder in 100 Thl. aus 64,6 der Erstern und 35,4 der Letztern.

Capitel IX.

Aluminium; Verbindungen desselben mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Phosphor und Arsenik; Thonerdesalze, welche durch nichtmetallische Mineralsäuern gebildet werden.

Aluminium. (Alumium)

1229. Dieses Metall wurde zuerst von Wöhler 1827 dargestellt. Davy hatte zwar vorher schon die Thonerde mit Hilfe der voltaischen Säule aus einem schmelzbaren Gemenge von Thonerde und Kali sowohl, als durch die Einwirkung der Kaliumdämpfe auf rothglühende Thonerde reduzirt, aber das Aluminium nicht isolirt erhalten.

Wöhler bereitet es indem er auf den Boden eines Porzellantiegels einige erbsengroße Stücke reines von anhängendem Steinöl befreites Kalium bringt und darauf ein ungefähr gleiches Volum Chloralumium legt. Der Tiegel wird zugedeckt und durch Lampenfeuer erhitzt; anfangs gelinde, um das Zerspringen zu vermeiden, was leicht durch die im Innern mittelst der Reaktion erzeugten starken Hitze veranlaßt werden könnte, später aber weit stärker, bis die Reduktion ganz vollendet ist. Die rückständige Masse ist vollkommen geschmolzen und schwarzgrau gefärbt. Nachdem der Tiegel erkaltet ist, taucht man das Ganze in Wasser, wodurch sich das Aluminium vom auflöslichen Chlorkalium trennt und als Pulver zu Boden fällt, was in kaltem Wasser gut ausgewaschen und zuletzt getrocknet wird.

1230. Das erhaltene Aluminium ist ein graues, dem Platinschwamm ähnliches Pulver; man bemerkt darin stark

glänzende zinnweiße Blättchen. Unter dem Polirstahl nimmt es starken Metallglanz an, ähnlich dem Zinn. In der Temperatur des schmelzenden Gußeisens schmilzt es noch nicht; es isolirt die Elektrizität. Wird es in der Luft bis zur Rothglut erhitzt, so verbrennt es und verwandelt sich in Thonerde; im Sauerstoffgas brennt es mit dem lebhaftesten Glanze, allein erst nachdem es rothglühend geworden. Die dabei sich entwickelnde Hitze ist so bedeutend, daß das erzeugte Aluminiumoxyd zum Theil schmilzt und so hart wie der Korund wird.

Das Aluminium zersetzt bei gewöhnlicher Temperatur das Wasser nicht, in der Siedhitze dagegen findet eine langsame Zersetzung Statt. Weder die Salpetersäure, noch die Salzsäure und Schwefelsäure, selbst konzentrirt, greifen dieses Metall bei gewöhnlicher Temperatur an; erhitzt aber löst es sich leicht in denselben auf. Sehr leicht löst es sich in verdünnter Ätzkalilauge unter Wasserstoffentwicklung auf. Auch vom Ammoniak wird es großentheils aufgelöst.

Aluminiumoxyd.

(Synon. Thonerde, Alaunerde. Lat. Aluminium oxydatum, Alumina. Franz. Oxyde d'aluminium. Alumine.)

1231. Unter den Oxyden der zweiten Abtheilung ist dieses bei Weitem das Wichtigste, wegen der vielfachen technischen Anwendung seiner Salze. Alaunerde wurde es genannt, weil es zuerst rein aus dem Alaun dargestellt worden, und Thonerde, weil es ein Hauptbestandtheil des Thons und vieler thonartigen Mineralien ist.

Dieses Oxyd ist weiß, weich anzufühlen, geschmacklos, klebt an der Zunge und ist im reinem Zustand auch geruchlos; mit Eisen vermengt hat es einen eigenthümlichen erdigen Geruch, der vorzüglich stark beim Anhauchen hervortritt. Das spezif. Gew. ist 4,0; im Wasser ist es unauflöslich, und bildet damit einen Teig. In hoher Temperatur zieht sich die Thonerde zusammen, indem sie ihr Wasser verliert, allein das heftigste Gebläsefeuer vermag sie nicht zu schmelzen.

Man findet sie in der Natur ganz rein; sie bildet den Korund, einen Körper, der nach dem Diamant die größte Härte besitzt. Er krystallisirt in sechsseitigen Prismen und sechsseitigen gleichschenklichen Doppelpyramiden oder auch in Rhomboedern. Er hat nach seinen Farbenabänderungen verschiedene Namen: der rothe heißt Rubin; der zitrongelbe, orientalischer Topas; der blaue, Saphir, und der violette oder purpurrothe, orientalischer Amethyst. Dieser Stein ist als Edelstein sehr gesucht und geschätzt. Man findet ihn im Dolomit vom St. Gotthard eingewachsen und im Basalt vom Puy in Velay. Die geschätztesten sind diejenigen, welche im Granit von Thibet vorkommen; man nennt diese vorzugsweise die orientalischen. Der gewöhnliche Smirgel enthält meistens Thonerde als körnigen Korund mit Eisenoxyd gemengt und dieser ist weit gemeiner als der krystallisirte Korund. Man findet ihn auf Naros in Griechenland, zu Schwarzenberg in Sachsen, zu Randa im Königreich Granada, in Jersey und Gernesey ꝛc.

Der Smirgel wird wegen seiner großen Härte zum Schleifen und Poliren vieler Körper angewendet. Man pulverisirt und schlämmt ihn zu dem Endzweck. Von der Feinheit des Pulvers hängt der Gebrauch ab; je feiner dasselbe ist, desto feinere Flächen werden damit geschliffen, der feinste dient zum Poliren. Mit Hilfe des Schlämmprozesses erhält man vielerlei Sorten des Pulvers von verschiedener Feinheit.

Thonerde verbunden mit Kieselerde nebst etwas Eisenoxyd und kohlensaurem Kalk bilden den thonigen Boden, welcher in unserm Klima den Wachsthum der Pflanzen am meisten befördert. Ein Gemenge von Kieselerde und Thonerde mit Spuren von Eisenoxyd ist die Grundlage aller Thonarten, welche gleich der reinen Thonerde mit Wasser eine bildsame Masse gibt; die Thonerde beträgt oft den dritten Theil und noch mehr in denselben.

Auch in andern Verbindungen trifft man die Thonerde sehr häufig, von denen eine der wichtigsten der Alaun ist.

Um die Alaunerde rein zu bereiten fällt man sie aus einer Alaunauflösung mittelst Ätzammoniak. Der gallerar-

tige Niederschlag wird auf ein Filter gebracht und sorgfältig mit heißem Wasser ausgewaschen, um sowohl das schwefelsaure Ammoniak und Kali, als auch um eine aus Thonerde und Kali gebildete Verbindung, die mit niederfällt, zu entfernen. Man kann statt des Ammoniaks auch kohlensaures Natron zur Fällung anwenden; auch dadurch wird die Thonerde niedergeschlagen, indem die Kohlensäure als Gas fortgeht.

Gay-Lussac gab ein anderes Verfahren zur Bereitung der Thonerde an, welches darin besteht, daß man Ammoniakalaun heftig eine Stunde lang in einem Schmelztiegel glüht. Die Schwefelsäure und das Ammoniak verflüchtigen sich, während die Thonerde als weißes Pulver zurückbleibt. In diesem Zustande wird sie nicht mehr von den Säuren aufgelöst.

Das Aluminiumoxyd besteht aus

2 At. Aluminium	= 343,33	oder	53,29
3 At. Sauerstoff	= 300,00	—	46,71
1 At. Thonerde	= 643,33		100,00

Man wendet die reine Thonerde in den Laboratorien zur Bereitung der verschiedenen Thonerdesalze an. Mit Kieselerde verbunden als Thon werden die verschiedenen Töpferwaaren daraus gefertigt; man benützt sie zum Walken der Tücher und zur Bereitung des Alauns. Eine sehr wichtige Rolle spielt die Thonerde in der Färberei und bei der Farbenfabrikation, wegen ihrer Verwandtschaft zu den organischen Farbstoffen.

Thonerdehydrat.

1232. Man findet das Hydrat in der Natur; die Mineralogen nennen es Gibbsit. Es wurde zu Richmont in Massachusets entdeckt, ist grünlich weiß, hat faßrig strahlige Textur, wiegt 2,4 und enthält auf 1 At. Alaunerde 6 At. Wasser.

1233. Die Thonerde, welche man aus den Thonerdesalzen mittelst Alkalien scheidet, ist stets hydratisch. Die physikalischen Eigenschafen dieses Hydrates sind je nach den bei der Fällung obwaltenden Umständen verschieden. Die

Zusammensetzung ist stets dieselbe, denn es enthält unveränderlich auf 1 At. Alaunerde 16 At. Wasser und in 100 Thl. 41,69 der ersteren und 58,31 des letzteren.

Dieses bestimmte Mischungsverhältniß behauptet die aus Salzen gefällte und an der Luft bei einer Temperatur von 20—25° C. getrocknete Thonerde.

Th. von Saussure, der das Thonerdehydrat analysirte, machte zugleich interessante Bemerkungen darüber, die wir hier einstweilen mittheilen, später aber vortheilhaft benützen wollen.

Schlägt man mittelst Ammoniak die Thonerde aus einer gesättigten Alaunauflösung nieder, wäscht und trocknet den Niederschlag, so erhält man eine weiße, lockere, zerreibliche und sehr schwammige an der Zunge klebende Erde; es ist dieß die schwammige Thonerde Saussure's. An der Luft getrocknet hält sie 58 Proz. Wasser zurück, die sie aber in einer Rothglühhitze, bei der das Silber noch nicht schmilzt, vollkommen verliert.

Schlägt man die Thonerde aus einer sehr verdünnten Alaunauflösung nieder, so ist der ausgesüßte und an der Luft getrocknete Niederschlag eine durchscheinende, gelbe und spröde Masse. Nimmt man größere Stückchen davon in die Hand, so bewirkt die Wärme ein Zerspringen derselben, wie dieß häufig bei dem Stangenschwefel der Fall ist. Im Bruche ist sie glatt und muschlich; sie hat kein erdiges Ansehen und klebt nicht an der Zunge: im Wasser schwillt sie weder auf, noch zerfällt sie. Ihr Volumen ist bei demselben Gewicht zehen oder zwölfmal geringer als das der schwammigen Thonerde. Sie hat Ähnlichkeit im Äußern mit dem arabischen Gummi oder mit getrockneter Gallerte; in diesem Zustande nannte sie Saussure gallertartige Thonerde. An der Luft getrocknet hält sie gleich der vorigen 58 Proz. Wasser zurück, aber die Rothglühhitze verjagt davon nicht mehr als 43 Proz. und in einer Hitze von 130° Wedgwood verliert sie nur 48,25 Proz. Der Rest Wasser kann durch die Hitze nicht ausgetrieben werden; man hat dann als Rückstand ein Thonerdehydrat bestehend aus:

1 At. Thonerde	= 643,33	oder	79,22
3 At. Wasser	= 168,72	—	20,78
1 At. Hydrat	= 812,05		100,00

Bei Zerlegung der Mineralien ist es von Wichtigkeit die Bildung dieses Hydrates zu vermeiden, weil man den Thonerdegehalt 20 Proz. zu hoch annehmen würde. Man vermeidet diesen Übelstand, wenn man dieselbe aus hinreichend konzentrirten Auflösungen fällt und den Niederschlag roth glüht, nachdem man zuvor einige Tropfen konzentrirter Schwefelsäure darauf gegeben hat. Das Hydrat wird durch das gebildete schwefelsaure Salz zerstört, welches Letztere dann durch die Hitze gleichfalls wieder zersetzt wird.

Saussure versichert übrigens, daß die gallerartige Thonerde einen bestimmten und unveränderlichen Gewichtsverlust bei jeder Temperatur erleidet. Zu dem Endzweck hat er eine Tafel entworfen, indem er mit Thonerde operirte, die bei 25—30° C. getrocknet war.

Temperatur	Verlust in Prozenten ausgedrückt
62,5° C.	12,2
125	19,0
187,5	23,7
250	27,2
13 Wedgw.	42,3
29	45,0
85	46,0
106	47,5
133	48,25
170	48,25

Es wäre möglich, daß man vielleicht später noch Licht über dieses merkwürdige Verhalten, vorzüglich in Beziehung auf die Theorie der verschiedenen Varietäten von Thon erhält. So sonderbar auch übrigens diese Thatsachen erscheinen mögen, so dürfen sie heutiges Tages doch nicht zu sehr auffallen, nachdem man sich bereits zur Genüge von dem wichtigen Einflusse überzeugt hat, welchen die geringste Verschiedenheit in der Anordnung der kleinsten Theilchen auf die chemische Reaktion äußert. (980. 1092.)

Chloraluminium.

(Synon. Lat. Aluminium chloratum. Franz. Chlorure d'aluminium.)

1234. Erhitzt man Aluminium bis zum Rothglühen in Chlor, so entzündet es sich und Chloraluminium wird gebildet; dieses Verfahren ist aber nicht praktisch ausführbar, weil man zur Bereitung des Aluminiums selbst Chloraluminium nöthig hat.

Wöhler nimmt, um diese Verbindung zu bereiten, ein Gemenge von gut ausgesüßter, getrockneter Thonerde und Kohlenstaub, Zucker und Öl, und erhitzt dasselbe in einem bedeckten Tiegel bis alle organischen Stoffe sich vollkommen zersetzt haben. Der schwarze Rückstand wird noch heiß in eine Porzellanröhre gebracht, diese in einem dazu geeigneten Ofen gesetzt und nun ein Apparat, aus welchem sich trocknes Chlor entwickelt, damit in Verbindung gebracht. Am andern Ende der Röhre wird ein tubulirter, mit einer Röhre versehener Glasballon befestigt. Die Röhre wird nun bis zur Rothglut erhitzt, wodurch die Verbindung des Chlors mit Aluminium Statt findet, während Kohlensäure sich entbindet. Nach anderthalb Stunden ist die Operation beendigt; ein Theil des Chlorids ist in den Glasballon gegangen, ein anderer befindet sich noch in der Röhre und verstopft diese bisweilen.

Das erhaltene Chloraluminium bildet bald ein krystallinisches Haufwerk, bald zeigt es sich in fester harter Masse mit krystallinischer Textur, großblättrig, talkartig, halbdurchsichtig, blaß grünlichgelb. An der Luft raucht es, riecht nach Salzsäure und zerfließt. Im Wasser löst es sich mit Zischen und Wärmeentbindung auf; es verflüchtigt sich in einer die Siedhitze des Wassers nur wenig übersteigenden Temperatur, und wird auch leicht flüssig. In Naphta kann man es unverändert aufbewahren.

In Dampfform verbindet es sich mit Schwefelwasserstoffgas und bildet zum Theil blättrichte, weiße, durchsichtige, perlmutterartig glänzende Krystalle, zum Theil eine geschmolzene harte und spröde Masse; diese wird an der Luft

feucht und das Wasser zerlegt sie unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff; auch durch die Hitze wird sie größtentheils zersetzt.

Das Chloraluminium besteht aus

1 At. Aluminium	= 171,66	oder 20,56
3 At. Chlor	= 663,96	79,44
1 At. Chlorid	= 835,62	100,00

Man kann diese Verbindung auch bereiten, wenn man frisch gefällte Thonerde in Salzsäure auflöst. Die Auflösung ist farblos; sie wird beim Abdampfen starr, enthält aber immer noch Wasser. Versucht man, sie trocken zu erhalten, so entbindet sich bei starkem Erhitzen Salzsäure, und Thonerde bleibt zurück.

Bromaluminium. (Bromure d'aluminium.)

1235. D'Arcet der Sohn stellte diese Verbindung dar, indem er ein Gemenge von Thonerde und Kohle mit Brom zusammenbrachte. Diese Verbindung hat viele Ähnlichkeit mit dem Chloraluminium. Es ist krystallinisch, flüchtig, raucht an der Luft und löst sich im Wasser unter Wärmeentbindung auf. Man könnte es durch Behandlung der schwefelsauren Thonerde mit Brombarium in Auflösung erhalten. Es muß aus 1 At. Aluminium und 3 At. Brom bestehen.

Jodaluminium. (Iodure d'aluminium.)

1236. Das Jod verbindet sich nicht direkte mit dem Aluminium, auch findet keine Reaktion zwischen Joddämpfen und rothglühender Thonerde Statt. Man kennt aus diesem Grunde die wasserfreie Verbindung noch nicht. Die wasserhaltige Verbindung erhält man durch Auflösung der gallertartigen Thonerde in Jodwasserstoffsäure. Sie besteht ähnlich dem Chlorid aus 1 At. Aluminium und 3 At. Jod.

Schwefelaluminium. (Sulfure d'aluminium.)

1237. Erhitzt man das Aluminium mit Schwefel, so vereinigen sich beide nicht mit einander, läßt man aber Schwe-

feldämpfe über das rothglühende Metall streichen, so findet eine Verbindung unter Erglühen Statt.

Das Schwefelaluminium ist pulverig, dunkelgrau und wird durch Reiben metallisch glänzend; das Wasser und die feuchte Luft zersetzen es unter Schwefelwasserstoffentbindung; demnach kann dieses Sulphurid nicht im Wasser aufgelöst existiren. Bringt man aufgelöstes Schwefelkalium in eine Alaunauflösung, so fällt Thonerde zu Boden und Schwefelwasserstoff entbindet sich. Im wasserfreien Zustand enthält dieses Sulphurid:

2 At. Aluminium	= 343,32	oder	36,26
3 At. Schwefel	= 603,48		63,74
1 At. Schwefelaluminium	= 946,80		100,00

Selen-Phosphor- und Arsenik-Aluminium.

(Seleniure, phosphure et arséniure.)

1238. Das Aluminium verbindet sich mit dem Selen, dem Phosphor und dem Arsenik unter gleichen Umständen wie der Schwefel; mit den letzten beiden Körpern verbindet es sich sogar direkte, wenn man es erhitzt. Die erzeugten Verbindungen verhalten sich ähnlich wie das Sulphurid, denn z. B. mit Wasser entbinden sie Selenwasserstoff, Phosphorwasserstoff und Arsenikwasserstoff.

Thonerdesalze.

1239. Sie haben einen süßlichen, zusammenziehenden Geschmack. Durch Kali und Natron werden sie gefällt, von einem Überschusse dieser Fällungsmittel aber wieder aufgelöst. Vermengt man schwefelsaures Kali oder Ammoniak als gesättigte Auflösung mit einer etwas konzentrirten Auflösung irgend eines Alaunerdesalzes, so wird ein Niederschlag von Alaun in Octaedern oder in Pulverform gebildet.

Die trocknen und reinen Alaunerdesalze mit etwas salpetersauerm Kobalt gemengt und stark vor dem Löthrohre geglüht, nehmen eine azurblaue Farbe an.

Schwefelsaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina sulphurica. Franz. Sulfate d'alumine.)

1240. Dieses Salz ist weiß, schmeckt zusammenziehend und röthet die Lakmustinctur; es ist zerfließlich und erfordert zur Auflösung weniger als sein eigenes Gewicht Wasser. Es krystallisirt bald in dünnen und weichen Blättchen mit Perlmutterglanz, bald in seidenartig glänzenden zarten Bündeln. Erhitzt verliert es sein Wasser und zerfällt in Staub. In starker Glühhitze zersetzt es sich gänzlich, die Säure verflüchtigt sich oder wird zersetzt in schweflichte Säure und Sauerstoff, die als Gas entweichen. Man bereitet es aus frischgefällter gallertartiger Thonerde und Schwefelsäure, welche letztere man mit dem zweifachen Gewichte Wasser verdünnt und beide dann zusammen erwärmt, um die Verbindung zu bewirken; nachdem die Flüssigkeit gekocht hat, wird sie filtrirt und bis zur Syrupdicke abgeraucht; sie krystallisirt dann während des Erkaltens. Dieses Salz besteht aus:

1 At. Thonerde	=	643,52	oder	29,93
3 At. Säure	=	1503,48		70,07
1 At. Salz	=	2146,80		100,00

Es enthält krystallisirt 24 At. Wasser.

Drittel-schwefelsaure Thonerde. (Sulfate d'alumine tri-basique.)

1241. Es kommt in der Natur ein anderes schwefelsaures Salz vor, welches die Mineralogen Websterit nennen. Es ist eine basische Verbindung, deren mehrere von verschiedenen Sättigungsgraden zu existiren scheinen. Der Websterit ist weiß, kommt in Nierenform oder als kleine krystallinische Körner vor. Zuerst wurde er in Halle gefunden und lange für reine Thonerde gehalten, was um so auffallender ist, da schon bei geringer Erhitzung sich viel schweflichte Säure entbindet. Man fand den Websterit auch in Newhaven bei Brighton, zu Bernon bei Eper-

nay und in Auteuil bei Paris, und zwar stets im Thon über der Kreide. Er besteht aus

1 At. Thonerde	= 943,32	oder	56,17	200
1 At. Schwefelsäure	= 501,16		43,83	
1 At. Drittelschwefels. Salz	= 1144,48		53,00	100
18 At. Wasser	= 1004,92		47,00	
1 At. wasserhaltiges Salz	= 2149,40			

Achtel-schwefelsaure Thonerde. (Sulfate d'alumine octo-basique.)

1242. Diese pulverartige Verbindung ist der vorigen sehr ähnlich, vorzüglich beachtungswerth aber wegen der Umstände, unter welchen sie sich bildet. Sie entsteht nämlich, wenn man den Kalialaun durch essigsaures Blei zersetzt. Die über dem gefällten schwefelsauern Blei stehende Flüssigkeit enthält essigsaure Thonerde und schwefelsaures Kali; erhitzt man sie, so trübt sie sich bei 100° C. und setzt basische schwefelsaure Thonerde ab. Beim Erkalten löst sich diese wieder auf und die Flüssigkeit wird klar. Man erhält dasselbe Resultat, durch Vermischen des Alauns oder des schwefelsauern Kali's mit reiner essigsaurer Thonerde. Diese Thatsache ist hinsichtlich der Theorie der Beitzmittel zum Behufe des Kattundrucks sehr wichtig.

Nach Koechlin-Schouch, der dieses interessante Verhalten zuerst beobachtete, ist das genannte basische Salz zusammengesetzt aus

8 At. Thonerde	= 5146,56	oder	77,39
3 At. Schwefelsäure	= 1503,48		22,61
1 At. achtel schwefels. Thonerde	= 6650,04		100,00

Schweflichtsaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina sulphurosa. Franz. Sulfite d'alumine.)

1243. Die schweflichtsaure Thonerde ist weiß und weich anzufühlen; sie schmeckt schweflicht und erdig; im Wasser ist sie unauflöslich und an der Luft verwandelt sie sich

nach und nach in schwefelsaure Thonerde. In der Hitze entbindet sich die Säure und die Thonerde bleibt zurück.

Salpetersaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina nitrica. Franz. Nitrate d'alumine.)

1244. Dieses Salz schmeckt sauer und zusammenziehend; es ist sehr auflöslich und durch Abdampfen verwandelt es sich in eine klebrige Masse von Honigdicke; es krystallisirt äußerst schwierig und dann in zarten, weichen, fast glanzlosen Blättchen. An der Luft zieht es die Feuchtigkeit sehr schnell an. Erhitzt entbindet es seine Säure und läßt die Thonerde als Rückstand. Man bereitet dieses Salz, wenn man frischgefällte gallertartige Thonerde in Salpetersäure auflöst, filtrirt und die Flüssigkeit abdampft.

Phosphorsaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina phosphorica. Franz. Phosphate d'alumine.)

1245. Es ist ein weißes unauflösliches Pulver, welches man durch direkte Vereinigung der Phosphorsäure mit Thonerde erhält. In überschüssiger Phosphorsäure ist dasselbe auflöslich und bildet dann eine gummiartige Flüssigkeit, welche in großer Hitze zu einem durchsichtigen Glase schmilzt. *)

Arseniksaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina arsenicica. Franz. Arseniate d'alumine.)

1246. Die feuchte gallertartige Thonerde löst sich in Arseniksäure auf und bildet dann abgedampft eine dickliche, im Wasser unlösliche Masse. Man bereitet dieses Salz auch durch doppelte Zersetzung.

---

*) In der Natur findet sich halb phosphorsaure Thonerde und wird von den Mineralogen Wavellit genannt. A. u. E.

Borsaure Thonerde.

(Synon. Lat. Alumina boracica. Franz. Borate d'alumine.)

1247. Dieses Salz ist fast unlöslich. Man bereitet es durch Vermengen einer Auflösung von schwefelsaurer Thonerde mit borsaurem Natrum.

Lasurstein. (Lapis lazuli.) — Ultramarin. (Outremer,)

1248. Als Anhang zu den Thonerdesalzen stellen wir die noch nicht genau bekannte Verbindung, welche die prächtige, blaue unter dem Namen von Ultramarin bekannte Verbindung bildet. Der Lasurstein ist ein Mineral, welches hauptsächlich im Orient vorkommt. Man findet ihn in abgerundeten mit Schwefelkies, Feldspath, Granat ꝛc. gemengten Stücken. Er ist mehr oder minder dunkelblau gefärbt und besitzt ein spezif. Gew. von 2,7 bis 2,9.

Noch in ziemlich hoher Temperatur behält der Lasurstein seine Farbe, allein in der Weißglühhitze bläht er sich auf und schmilzt zu einer gelben Masse. Durch starke Säuren wird die Farbe auch zerstört; es entbindet sich zugleich Schwefelwasserstoff und gallertartige Kieselerde scheidet sich daraus ab. Diese Reaktion findet jedoch nur dann vollkommen Statt, wenn das Mineral vorher geglüht worden ist. Das Ultramarin war immer höheren Hitzgraden schon ausgesetzt, weil der Lasurstein behufs der Gewinnung dieser schönen Farbe geglüht werden muß.

Der Lasurstein ist offenbar aus zwei verschiedenen Körpern zusammengesetzt. Der eine ist wahrscheinlich ungefärbt, und besteht hauptsächlich aus Kieselerde, Thonerde und Natron. Der Zweite, welcher in weit geringerer Menge darin existirt, ist gefärbt und aus Schwefel und einigen andern Substanzen zusammengesetzt; noch wissen wir aus Erfahrung nichts darüber, allein wir werden die möglichen über diesen Punkt aufgestellten Ansichten weiter unten mittheilen.

Der natürliche Lasurstein, oder das daraus bereitete Ultramarin sind gegenwärtig sehr rar. Ehedem mag dieß,

wie es scheint, weniger der Fall gewesen seyn, denn einerseits wendeten es die Maler sehr häufig an und andrerseits schreibt Haudicquer gegen das Jahr 1700, daß er ein Verfahren kenne, den Lasurstein zu bereiten, allein da er in Frankreich sehr häufig ist, fügte er hinzu, so wäre es besser dasselbe nicht bekannt zu machen, damit die Leute ihre Zeit nicht auf die Bereitung eines Gegenstandes verwendeten, den man so leicht sich verschaffen kann. Wir sind übrigens nicht geneigt zu glauben, daß Haudicquer dieses kostbare Geheimniß wirklich besessen habe.

1249. Der Lasurstein kann nicht unmittelbar in der Malerei angewendet werden, sondern muß erst besonders zubereitet werden; auf diese Zubereitung wendeten die alten Maler eine ganz besondere Sorgfalt. Man pulverisirt zu dem Endzweck den Lasurstein, vermengt das Pulver mit einer harzigen Masse, und wäscht dann das Gemenge mit heißem Wasser, welches die feinen blauen Farbtheilchen mit sich fortnimmt, die man von den Waschwassern durch sorgfältiges Abgießen sondert; zuletzt werden dieselben durch abermaliges Abwaschen mittelst alkalischer Auflösungen von den adhärirenden Harztheilen vollkommen geschieden.

Haudicquer und Blancourt haben uns eine sehr ausführliche Beschreibung über die Zubereitungsweise des Ultramarins zu jener Zeit geliefert.

1250. Man zerkleinert zuerst den Lasurstein in haselnuß große Stücke wäscht diese mit lauwarmen Wasser und bringt sie in einen Schmelztiegel, welche man dann in einem Windofen glüht. Die glühenden Stücke werden hierauf in kaltes, mit etwas Essig angesäuertes Wasser geworfen; diese Operation wird sechs bis siebenmal wiederholt. Auf solche Weise wird der Lasurstein wiederholt abgelöscht, um ihm seine Härte zu benehmen und ihn leichter pulverisirbar zu machen. Es wird derselbe dann in einem Messing-Mörser gestoßen, der sorgfältig mit einem Tuche bedeckt ist, um die Verstäubung des Pulvers zu hindern und dann durch feine Florsiebe gebeutelt.

Auf diese Weise würde es noch nicht fein genug werden, man muß also eine zweite Operation vornehmen. Man

fügt zu dem Ende dem Pulver eine etwas zähe Flüssigkeit zu, um die Reibung auf dem Reibstein zu vermehren. Diese Flüssigkeit bereitet man sich durch Auflösen von 60 bis 70 Grammen Honig in 250 Grammen reinem Wasser, welches nachher etwas gekocht und abgeschäumt wird. Zu dieser Auflösung giebt man sodann 5 Grammen fein zerriebenes Drachenblut und schüttelt das Gemenge wohl in einer Flasche um, bis die ganze Masse ein violettes Ansehen erhält. Das Drachenblut scheint dem Ultramarin einen Stich ins Violette zu geben, den es von Natur nicht besitzt.

Man bringt nun auf einen Porphyrstein 500 Grammen Lasursteinpulver und reibt es so fein als möglich, indem man nach und nach 100—120 Grammen von der Flüssigkeit zufügt. Das Reiben einer solchen Portion dauert 1½—2 Stunden; setzt man dasselbe länger fort, so verliert das Ultramarin an Feuer, was man zu verhüten suchen muß.

Der dünne Brei wird sodann auf glasirte Teller gebracht; auf diesen läßt man ihn im Schatten und an staubfreien Orten trocknen. Die trockne Masse wird dann mit sehr schwacher Lauge *) angerührt, ruhig stehen gelassen, abgegossen und aufs Neue getrocknet.

1251. Das erhaltene Pulver wird nun mit der Harzmasse versetzt. Man unterscheidet zweierlei Harzmischungen, die weiche und harte Komposition; die erstere wird anfangs und die zweite gegen Ende der Operation angewendet.

Das weiche Gemisch besteht aus

Terpentin	. . .	120 Th.
Kolophonium	. .	120
Weißem Pech	. .	180
Gelbem Wachs	. .	30
Leinöl	. , .	24

*) Zur Bereitung des Ultramarins werden dreierlei Sorten von alkalischer Lauge erfordert. Die starke Lauge erhält man indem man 10 Handvoll Weinrebenasche in 10 Kilogr. warmes Wasser rührt und dann filtrirt; die mittlere Lauge giebt der Rückstand, den man aufs Neue mit 20 Kilogr. heißem Wasser übergießt und wieder filtrirt, und die dritte ganz schwache Lauge wird erhalten, wenn man zu dem neuen Rückstand ein gleiches Quantum Wasser giebt.

Das harte Gemisch bereitet man aus

Terpentin . . .	120	Th.
Kolophonium . .	180	
Weißem Pech . .	90	
Mastix . . .	90	
Gelbem Wachs . .	90	
Leinöl . . .	45	

Das Leinöl wird zuvor gereinigt, indem man es mit Wasser wiederholt wäscht; dieß geschieht, indem man gleiche Volume Öl und Wasser in einer Flasche mit einander stark schüttelt. Solange das Wasser noch schmutzig wird, wiederholt man die Operation und hört damit erst dann auf, wenn das Waschwasser ganz klar bleibt.

Die beiden Harzgemische werden folgendermassen bereitet: man schmelzt anfangs den Terpentin bei gelinden Feuer in einem glasirten Topf, fügt dann das Harz, den Mastix und endlich das weiße Pech hinzu, indem man beständig dabei umrührt. Nun giebt man das Wachs in die geschmolzenen Masse und fügt zuletzt das Leinöl zu. Wird das Gemisch ins Wasser getropft, so muß es sogleich erstarren, ohne sich ölartig auszubreiten. Im letztern Fall muß man es noch einige Zeit über dem Feuer lassen und kochen bis es die nöthige Konsistenz erhalten hat. Ist diese Komposition fertig, so gießt man sie auf ein Haarsieb und läßt sie in eine Schüssel mit kaltem Wasser laufen. Im Wasser knetet man sie einige Zeit lang, um sie von allen Unreinigkeiten zu befreien, welche hierdurch noch abgeschieden werden können. Man bewahrt sie dann unter Wasser auf, was man von Zeit zu Zeit erneuert, damit die Harzmasse weich bleibt.

1252. Zur weitern Behandlung des Lasursteinpulvers nimmt man gleiche Theile weiches Harzgemisch und geriebenen Lasurstein. Ersterer wird bei sehr gelindem Feuer geschmolzen und dann das Pulver mittelst eines kleinen Siebes hineingesiebt. Während dieses hineinfällt, rührt man beständig um. Hat sich alles wohl vereinigt und vollkommen gemengt, so gießt man die Masse in kaltes Wasser, knetet dieselbe mit geölten Händen und bringt sie dann, nachdem sie

ein gleichartiger Teig geworden, in ein Gefäß mit Wasser, worin man sie 14 Tage liegen läßt.

Aus dieser Masse gewinnt man nun das Ultramarin durch gehöriges Auswaschen. Man schließt sie in leinene Beutel ein, steckt diese in lauwarmes Wasser, um sie zu erweichen und drückt diese dann gelinde. Das erste Wasser wird schmutzig; man stellt es bei Seite, weil sich etwas Ultramarin daraus absetzt. Auf diese Masse wird frisches, lauwarmes Wasser gegeben und solche aufs Neue geknetet; hierdurch sondert sich nun nach und nach das schönste Ultramarin ab, was im Wasser herumschwimmt. Alle viertel Stunden gießt man das Wasser ab und giebt wieder warmes Wasser darauf. Das Wasser führt sowohl das Ultramarin als auch Harztheilchen mit sich fort, um nun beide von einander zu sondern giebt man sie auf ein Sieb, welches Letztere zurückhält, während das Erstere mit dem Wasser durchgeht und in glasirten Gefäßen aufgefangen wird, in welchen es sich allmählig absetzt.

Man erhält auf diese Weise durch die ersten fünf oder sechs Behandlungen ein schönes Ultramarin, was ungefähr den vierten Theil des angewandten Lasursteins beträgt; die nachherigen Auswaschungen geben eine minder schöne Farbe, die stets an Güte mehr abnimmt, je öfter man diese Operation wiederholt. Man erhält ungefähr noch eine gleiche Menge, aber schlechteres Ultramarin und zuletzt nur noch ein blaßblaues Pulver, was als Ultramarinasche bekannt ist, und alle Eigenschaften des feinsten Ultramarins besitzt, abgerechnet das Feuer und die Frische der Farbe.

Zum Auswaschen von 500 Grammen eingeharztem Lasursteinpulver braucht man acht Stunden und zehen bis zwölf Stunden sind zum Abgießen der verschiedenen Sorten Ultramarin nöthig, die man erhalten hat. Sollten die Auswaschungen mit lauem Wasser nicht recht gelingen, so wendet man zur Beschleunigung der Arbeit eine alkalische Flüssigkeit an; man gebraucht dazu nach und nach die dreierlei oben erwähnten Laugen,

1253. Ist das so bereitete Ultramarin nicht schön genug, so trocknet man es, versetzt es nun mit dem harten

Harzgemische und wiederholt die bereits beschriebenen Arbeiten.

Hat man endlich das Ultramarin von vorzüglicher Beschaffenheit erhalten, so muß man die nöthigen Auswaschungen vornehmen, um die letzten Antheile von Harz davon zu scheiden. Man wäscht es ganz einfach mit der bereits erwähnten schwachen Lauge; auch kann man es vorher mit Eigelb zu einem Teige anmachen und nachher erst mit schwacher Lauge auswaschen. Man empfiehlt auch, nach beendigtem Waschen das konzentrirte Ultramarin mit Ochsengalle anzumachen, dann wohl durch einander zu kneten und wiederhohlt mit klarem Wasser auszusüßen.

1254. So lange das Ultramarin nicht künstlich erzeugt wurde, konnte es in technischer Beziehung nicht von besonderer Wichtigkeit seyn, allein heutiges Tages verhält sich dieß anders. Man bereitet jetzt das Ultramarin auf eine Weise, die höchst wahrscheinlich noch vereinfacht werden kann, und dann ist auch zu hoffen, daß man von dieser kostbaren Substanz als Farbe gewiß unzählige Anwendungen machen wird. Es ist dieß um so mehr nicht zu bezweifeln, wenn man seine Bestandtheile berücksichtigt, welche so äußerst wohlfeil und überall in Menge zu haben sind. Diese künstliche Darstellung des Ultramarins ist unläugbar die Folge einer schönen Arbeit, welche Clément und Desormes 1806 bekannt machten und in welcher sie die Analyse dieses Körpers lieferten.

1255. Folgende Eigenschaften haben diese Chemiker an an einem schönen Ultramarin beobachtet, welches man erhielt, indem man aus einem vorzüglichen Lasurstein nur zwei bis drei Prozente desselben abschied.

Das spezif. Gew. ist 2,36; in der Rothglühhitze erleidet es keine andere Veränderung, als daß einige geringe Antheile von noch beigemengtem Harz verbrennen. Das geglühte Ultramarin behält seine Farbe, wird aber etwas härter und rauher; um es anwenden zu können muß man es aufs Neue fein reiben. Wird es weiß geglüht, so erhält man ein schwarzes Email, wenn die fettigen oder harzigen Theile vorher nicht verbrannt worden sind. Im entgegengesetzten Fall giebt

es unter diesen Umständen ein fast ungefärbtes durchsichtiges Glas und erleidet einen Gewichtsverlust von 12 Prozent.

Der Wirkung einer voltaischen Säule ausgesetzt, verliert es am positiven Pol seine Farbe, am negativen dagegen bleibt es unverändert. Mit Borax geschmolzen entbindet es Schwefel und Kohlensäure, und bildet sehr leicht ein durchsichtiges Glas.

Der Sauerstoff verändert es in der Hitze bedeutend und färbt es schmutzig grün. Mit Wasserstoff erhitzt, verliert es seinen Schwefel und wird röthlich. Schmelzender Schwefel verändert es nicht; ebenso nicht flüssiger Schwefelwasserstoff und Kalkwasser.

Kali oder Natronauflösung wirken in der Wärme auf das Ultramarin, ohne jedoch seine Farbe zu verändern. Sie lösen nur die Alaunerde auf, die ein steter Begleiter desselben ist; in der Rothglühhitze zerstören diese Körper die Farbe und verhalten sich gegen das Ultramarin, wie gegen Thon.

Durch Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure wird die Farbe sogleich zerstört, und es entbindet sich etwas Schwefelwasserstoff, während Kieselerde gallertförmig zurückbleibt. Auch der Essig wirkt so, jedoch schwächer.

Das Chlor entfärbt und zerstört das Ultramarin schneller als jeder andere Körper. Um sich davon zu überzeugen, darf man nur diese Farbe mit Wasser anrühren und unter beständigem Umschütteln einen Strom Chlorgas durchleiten. Hierdurch löst sich alles mit Ausnahme von 10—15 Proz. Kieselerde auf.

Clément und Désormes, denen wir diese Beobachtungen verdanken, analysirten das Ultramarin auf's Sorgfältigste, hatten aber stets einigen Verlust dabei. Sie erhielten als Bestandtheile:

Kiesel	35,8
Thonerde	34,8
Natron	23,2
Schwefel	3,1
Kohlensauren Kalk .	3,1
	100,0

1256. Einige Jahre später gewahrte Tassaert zu Saint-Gobin in den Sodaöfen eine blaue Substanz, welche Vauquelin bei näherer Untersuchung als wirkliches Ultramarin erkannte. Von jener Zeit an wurden mehrere Beobachtungen dieser Art gemacht, wodurch die Erzeugung des Ultramarin unter ähnlichen Umständen sich bestättigte. Kuhlmann fand sogar in einem Ofen, worin Glaubersalz geglüht wurde, zwischen den Backsteinen des Gemäners Ultramarin stellenweise eingesprengt, so oft der Ofen reparirt wurde. Das Ultramarin befand sich immer in der Mitte braunrother Krystalle von Schwefelnatrium, was zu beweisen scheint, daß die Bildung dieses Sulphurides der Erzeugung des Ultramarins vorangeht.

Man schloß aus diesen Thatsachen, daß es vielleicht möglich seyn möchte aus gewöhnlichem Thon und Schwefelnatrium das Ultramarin zu erzeugen.

Von dieser Ansicht muß man in technischer Beziehung ausgehen, denn das von Gmelin, behufs der Ultramarinbereitung angegebene Verfahren kann in praktischer Beziehung zu keinem Resultat führen, obgleich es über die eigentliche Theorie der Ultramarinbildung viel Aufschluß giebt.

1257. Die Beobachtung Vauquelins veranlaßte vor einiger Zeit die Gesellschaft zur Aufmunterung des Gewerbfleißes in Paris einen Preis für die künstliche Bereitung des Ultramarins auszusetzen. Diesen Preis gewann Guimet, der jedoch sein Verfahren nicht bekannt machte und jetzt die Unze Ultramarin zu 25 Franken liefert, während sie sonst bis 200 Franken kostete.

Gmelin dagegen nachte sein Verfahren, künstliches Ultramarin zu bereiten, bekannt; wir lassen es hier folgen.

1258. Man bereitet sich zuerst Kiesel- und Thonerde-Hydrat; ersteres, indem man pulverisirten Quarz mit der vierfachen Menge kohlensaurem Kali glüht, die geschmolzene Masse in Wasser auflöst und durch Salzsäure fällt; die zweite durch Fällen einer Alaunauflösung mittelst Ammoniak. Beide Erden müßen sorgfältig mit siedendheißem Wasser ausgewaschen werden. Hierauf bestimmt man die Menge der wasserfreien Erden, welche aus einen gegebenen Gewicht der nassen Niederschläge

durch Glühen erhalten werden. Das Kieselerdehydrat, dessen sich Gmelin bediente, enthielt in 100 Thl. 56 Thl. trockne Kieselerde und das Thonerdehydrat nur 3,24 Thl. wasserfreie Erde. Man löst nun in einer heißen Ätznatronlauge so viel Kieselerdehydrat auf, als diese davon aufnehmen kann, und bestimmt dann die Quantität der aufgelösten Erde. Auf 72 Thl. trockne Kieselerde nimmt man so viel Thonerdehydrat, daß solche 70 Thl. trockner Erde entspricht, bringt sie mit der Kieselerdeauflösung zusammen und dampft dann das Ganze unter beständigem Umrühren so weit ab, daß der Rückstand ein feuchtes Pulver bildet. Diese dreifache Verbindung von Kieselerde, Thonerde und Natron ist die Basis des Ultramarins, welche man durch Schwefelnatrium auf folgende Weise färbt:

In einem hessischen Tiegel bringt man ein Gemenge von zwei Theilen Schwefel und einem Theil wasserfreiem Natron, und erhitzt allmählig bis zur mäßigen Rothglut, in welcher die Masse schmilzt. Von dem zuvor bereiteten Gemenge wirft man nun sehr kleine Mengen auf einmal mitten in die geschmolzene Masse; sobald das Aufbrausen, welches von der Bildung der Wasserdämpfe herrührt, aufhört, wirft man eine neue Portion hinein. Nachdem man den Tiegel eine Stunde lang mäßig rothglühend erhalten hat, so nimmt man ihn aus dem Feuer. Nach dem Erkalten findet man das Ultramarin im Tiegel mit überschüssigem Schwefel gemengt, den man durch gelindes Glühen entfernen kann. Wenn das Produkt nicht durchaus gleich gefärbt ist, so sondert man das schönste, nachdem man es pulverisirt hat, durch Schlämmen davon ab.

1259. Es ist also keinem Zweifel mehr unterworfen, daß man aus Kieselerde, Thonerde und Schwefelnatrium künstliches Ultramarin bereiten kann. Es scheint, daß man hierzu ein Polysulphurid anwenden müsse. Die in Sodaöfen gemachten Erfahrungen beweisen, daß man mit dem Thon der Ziegelsteine ein Resultat erhalten kann; darauf müssen demnach die Chemiker vorzüglich ihre Aufmerksamkeit richten. Würde man wirklich im Stande seyn mit Natriumpolysulphurid und gemeinem Thon Ultramarin zu bereiten, so würde dieß die schönste, dauerhafteste, und wohlfeilste blaue Farbe seyn, welche man bis jetzt kennt.

Alaun.

(Synon. Lat. Alumen. Franz. Alun.)

1260. Das allgemein als Alaun bekannte Salz ist ein Doppelsalz, und besteht entweder aus schwefelsaurer Thonerde und Kali, oder aus schwefelsaurer Thonerde und Ammoniak, ist sehr häufig aber auch ein Gemenge aus beiden Doppelsalzen. Früher hielt man ihn lange Zeit für schwefelsaure Thonerde, allein man war nie im Stande Alaunkrystalle darzustellen aus der direkten Verbindung der Schwefelsäure mit Alaunerde; anderer Seits wußte man auch, daß die Mitanwesenheit von Kali oder Ammoniak unumgänglich zu seiner Bildung erforderlich war; Vauquelin, Chaptal und Deskroizilles haben endlich dessen wahre Zusammensetzung nachgewiesen.

Jetzt weiß man, daß die meisten schwefelsauern Salze, deren Basen drei Atome Sauerstoff enthalten, sich mit den schwefelsauern Salzen vereinigen, deren Basen nur ein Atom Sauerstoff enthalten. Das schwefelsaure Ammoniak spielt dieselbe Rolle wie diese letztern. Alle diese Doppelsalze sind auf ähnliche Weise zusammengesetzt und haben dieselbe Krystallform; man betrachtet sie gewöhnlich nur als verschiedene Spezies eines und desselben Geschlechtes und nennt sie z. B. Eisenalaun, Chromalaun ꝛc.

Man kann demnach Alaune durch Vereinigung folgender Salze erhalten, vorausgesetzt, daß man sowohl eines von denen, welche saure Rolle, als eines derjenigen, welche basische Rolle spielen, dazu nimmt

Saure	Basische
Schwefelsaures Aluminiumoxyd	Schwefelsaures Kali
— — — Eisenoxyd	— — — Natron
— — — Manganoxyd	— — — Ammoniak
— — — Chromoxydul	— — — Eisenoxydul.

Die Gattung Alaun hat mithin sehr viele Arten aufzuweisen. Wir wollen hier nur drei davon beschreiben, nämlich den Kali- Natron- und Ammoniakalaun.

1261. Kali-Alaun. Man kennt davon drei Abän-

derungen, nämlich den gewöhnlichen, den römischen und den basischen Alaun.

Der gewöhnliche Alaun ist farblos, schmeckt zusammenziehend und röthet das Lakmus; sein spez. Gew. ist 1,71. Er krystallisirt in regulären, durchsichtigen Octaedern, welche nach und nach an der Luft etwas verwittern. Das Wasser löst bei gewöhnlicher Temperatur ein Fünfzehntel seines Gewichtes davon auf; vom kochenden Wasser sind dagegen nur drei Viertheile zur Auflösung erforderlich. In gelinder Hitze schmilzt er in seinem Krystallwasser und bildet eine Masse, welche ehedem Steinalaun genannt wurde. Stärker erhitzt bläht er sich bedeutend auf und verliert seinen Wassergehalt; er wird zugleich weiß und undurchsichtig, ziemlich kohärent und widersteht dann der Einwirkung des Wassers längere Zeit; man nennt diesen gebrannten Alaun. Man bedient sich desselben zum Ätzen des faulen Fleisches. In der Rothglühhitze zersetzt er sich gänzlich, die Schwefelsäure der schwefelsauern Alaunerde verflüchtigt sich als schweflichte Säure und Sauerstoffgas und es bleibt dann Thonerde mit schwefelsauerm Kali gemengt zurück, welches Letztere sich in der Hitze nicht zersetzt. Bringt man diesen Rückstand bis zum anhaltenden Weißglühen, so zersetzt sich auch das schwefelsaure Kali durch die Einwirkung der Thonerde, welche sich nun mit dem Kali verbindet und die Schwefelsäure frei macht.

Kocht man eine Alaunauflösung mit gallertartiger Thonerde, so erzeugt sich basisch schwefelsaure Thonerde-Kali, welches Salz sich als ein im Wasser unauflöslicher, weißer Niederschlag absetzt. Die ältern Chemiker nannten ihn Alaun, der mit seiner Erde gesättigt ist.

Derselbe Erfolg zeigt sich, wenn man zu aufgelöstem Alaun etwas Kali oder Natrum fügt, denn auch dadurch wird ein basisches pulverförmiges Salz gebildet.

Der Kalialaun enthält:

1 At. schwefels. Kali .	= 1089,07	oder Thonerde	10,82
1 At. schwefels. Thonerde	= 2149,30	Kali	9,94
48 At. Wasser . .	= 2699,52	Schwefelsäure	33,77
	5938,39	Wasser	45,47
			100,00

Der mit Thonerde gesättigte oder der basische Alaun enthält

1 At. schwefelsaures Kali	= 1089,07	oder Kali	= 10,62
3 At. Drittel schwefelsaure Thonerde (Websterit	= 3433,44	Thonerde	= 35,03
18 At. Wasser . .	= 1004,92	Schwefels.	= 36,10
	5527,43	Wasser	= 18,25
			100,00

1262. Römischer Alaun. Dieser ist dem vorigen in vieler Hinsicht ähnlich, unterscheidet sich aber in manchen Eigenschaften wesentlich wieder von demselben. Der römische Alaun krystallisirt stets in undurchsichtigen Würfeln, während der andere durchsichtige Octaeder bildet. Es scheint der römische Alaun ist ein Kalialaun mit etwas überschüssiger Thonerde. Diese Verbindung ist beständig, so bald man sie in kaltem Wasser auflöst und durch langsames Verdampfen krystallisiren läßt, indem man sodann wieder kubische Krystalle erhält. Löst man diesen Alaun dagegen in Wasser von 43° C. oder von noch höherer Temperatur auf, oder erhitzt man die Auflösungen stark, so wird basisch schwefelsaure Alaunerde gefällt und in der Auflösung bleibt gewöhnlicher octaedrischer Alaun.

Man kennt die Zusammensetzung des römischen Alauns noch nicht, wahrscheinlich aber ist sie verschieden von der des ordinären, und unterscheidet sich vielleicht wesentlich in Beziehung auf den Krystallwassergehalt.

1263. Ammoniakalaun. Dieser Alaun, welcher statt Kali Ammoniak enthält, hat große Ähnlichkeit mit dem Kalialaun; wird er geglüht, so bleibt nur Thonerde zurück und mit Ätzkalk und etwas Wasser zusammen gerieben, entbindet sich Ammoniak. Er enthält

1 At. schwefels. Ammoniak	= 716,7	oder Ammoniak	= 3,89
1 At. = = Thonerde	= 2140,8	Thonerde	= 11,90
48 At. Wasser . .	= 2699,5	Schwefelsäure	= 36,10
	5566,0	Wasser	= 48,11
			100,00

Der Ammoniakalaun krystallisirt in Octaedern. Man

weiß noch nicht, ob er auch kubischen Alaun bilden kann, aber wahrscheinlich ist dieß der Fall.

Im Handel findet sich außer den angeführten Alaunarten noch ein Gemenge aus Kali- und aus Ammoniakalaun; diese verschiedenen Sorten werden in der Färberei angewendet *) und man würde keinen Unterschied zu machen nöthig haben, wenn sie alle gleich rein wären, allein dieß ist nicht der Fall. Die im Handel vorkommenden Alaunsorten enthalten alle mehr oder weniger schwefelsaures Eisen; je geringer der Eisengehalt ist, desto geschäzter sind sie, weil dieses Salz in der Färberei zuweilen sehr schädlich ist. Der römische Alaun enthält nach Thenard und Roard $\frac{1}{2200}$ und der Lücker Alaun $\frac{1}{1000}$. Man reinigt ihn vom Eisen durch wiederhohlte Krystallisation und durch andere Behandlung, die wir später anführen werden.

Schon gebildeter Kalialaun kommt selten in der Natur vor. Man findet ihn bisweilen in den Spalten gewisser Schiefergebirge. Dagegen existirt viel basisch schwefelsaure Thonerde, verbunden mit schwefelsaurem Kali, und bildet ganze Hügel zu Tolfa in der Nähe von Civita-Vecchia und zu Piombino in Italien. Auch am Fuße des Mont-d'Or in der Auvergne entdeckte man diese Verbindung.

Wir werden der Alaunfabrikation später ein besonderes Kapitel widmen.

1265. Natronalaun. Dieser wurde bisher noch nicht technisch benützt und deshalb auch nicht im Großen bereitet. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, daß er auf gleiche Weise wie die übrigen Alaunsorten wirken würde und vielleicht wegen seiner großen Auflöslichkeit in manchen Fällen noch Vorzüge haben dürfte.

Der Natronalaun besitzt alle Eigenschaften des Kalialauns ist aber viel auflöslicher. Geschmack, Krystallform und die meisten Reactionen sind dieselben. Sein spezif.

*) Der Alaun wird ferner angewendet: in der Medizin, in der Weißgerberei, zur Reinigung des Talges, zur Bereitung der Lackfarben, des Berlinerblau's, zum Leimen des Papiers und zur Bereitung, sowohl der reinen Thonerde als auch vieler Thonerdeverbindungen. A. u. E.

Gew. ist 1,35. Er ist aus 1 At. schwefelsauerm Natron und 1 At. schwefelsaurer Thonerde zusammengesetzt. Wahrscheinlich enthält er auch nur 48 At. Wasser, obgleich man die Wassermenge auf 50 At. festsetzen zu müssen glaubte. Bei der Analyse desselben fand man

4 At. Schwefelsäure	= 2004,64	oder	34,00
1 At. Thonerde	= 643,32	—	10,52
1 At. Natron	= 390,92	—	6,48
50 At. Wasser	= 2812,00	—	49,00
	5850,88		100,00

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die überschüssigen 2 At. Wasser nur mechanisch zwischen die Krystallblättchen eingeschlossen und nicht chemisch gebunden sind.

Capitel X.

Beryllium; Verbindungen desselben mit Sauerstoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Phosphor und Arsenik. Berylleerdesalze, welche durch nichtmetallische Mineralsäuren gebildet werden.

Beryllium. (Glucinium.)

1266. Das Beryllium wurde zuerst von Wöhler auf dieselbe Weise wie das Aluminium und Yttrium dargestellt. Die Reduktion des Chlorids durch Kalium findet auch unter starker Wärmeentwicklung Statt. Die graue aus Chlorkalium und Beryllium bestehende Masse löst sich unter Entwicklung von stinkendem Wasserstoffgas auf, indem das Beryllium sich als schwarzgraues Pulver absondert, welches man aufs Filter bringt, auswäscht und trocknet. Das Beryllium ist ein dunkelgraues Pulver, welches ganz das Ansehen eines sehr fein gefällten Metalls hat. Unter dem Polirstahl erhält es einen dunkeln Metallglanz. Bei gewöhnlicher Temperatur oxydirt es sich weder im Wasser, noch in der Luft, ja selbst nicht im kochenden Wasser.

Erst wenn das Beryllium bis zur Rothglut erhitzt wird, entzündet es sich an der Luft, auch in Sauerstoffgas brennt es in dieser Temperatur mit großem Glanz, die gebildete Beryllerde zeigt keine Spur von Schmelzung.

Wird das Beryllium in konzentrirter Schwefelsäure erhitzt, so löst es sich unter Entbindung von schweflichter Säure auf. In gewöhnlicher Schwefelsäure und Salzsäure löst es sich mit Wasserstoffentbindung, und in Salpetersäure unter Entwicklung von salpetrichter Säure auf. Auch in einer Kali-

auflösung wird es mit Wasserstoffgasentbindung aufgelöst, allein das Ammoniak, welches das Aluminium auflöst zeigt darauf keine Einwirkung.

Berylliumoxyd.

(Synon. Beryllerde, Glycinerde, Süßerde. Lat. Beryllium oxydatum. Beryllia. Franz. Glucine.)

1267. Vauquelin entdeckte dieses Oxyd auf Haüy's Veranlassung indem er die Analyse des Berylls, eines grünlichen, sehr harten Steins machte. Man findet diesen Stein in den sybirischen Gebirgen krystallisirt, aber auch in andern Gegenden kommt derselbe vor, besonders in der Umgegend von Limoges (Frankreich); man nennt ihn gewöhnlich gemeinen Smaragd.

Bereitung. Die Beryllerde wird meistens aus dem Letztern abgeschieden. Man pulverisirt den Stein so fein als möglich und schmelzt ihn mit der dreifachen Menge Ätzkali in einem Silbertiegel. Die geschmolzene Masse wird dann in Wasser gethan, in Salzsäure aufgelöst und wieder zur Trockne abgeraucht. Der Rückstand wird nun mit viel Wasser behandelt, um die gebildeten Chloride aufzulösen, und filtrirt um die Kieselerde abzuscheiden. In die Auflösung giebt man kohlensaures Ammoniak im Überschuß; dadurch wird der Kalk nebst dem Chrom und Eisen gefällt, dagegen bleibt die Beryllerde durch das überschüssige kohlensaure Ammoniak aufgelöst; man filtrirt aufs Neue, und kocht dann die durchgelaufene Flüssigkeit, wodurch die kohlensaure Beryllerde gefällt wird. Der Niederschlag wird dann ausgewaschen, getrocknet und geglüht, wodurch die Kohlensäure verjagt wird und die reine Beryllerde zurückbleibt. Diese ist weiß, locker weich anzufühlen, geschmack- und geruchlos, klebt stark an der Zunge, ist im Wasser unauflöslich und reagirt auf die blauen Pflanzenfarben nicht. Im Essenfeuer ist sie unschmelzbar. Auf Sauerstoffgas wirkt sie nicht, absorbirt aber die Kohlensäure der Luft bei gewöhnlicher Temperatur. Dieses Oxyd besteht aus

2 At. Beryllium	= 662,56	oder	68,83
3 At. Sauerstoff	= 300,00	—	31,17
1 At. Berylliumoxyd	= 962,56		100,00

Chlorberyllium. (Chlorure de Glucinium).

1268. Das Chlorberyllium wird auf dieselbe Weise bereitet wie das Chloraluminium und Chloryttrium; es ist dem ersteren sehr ähnlich, sublimirt in schneeartigen, seidenglänzenden Flocken, ist bei gelinder Hitze schmelzbar und bildet dann braune Tropfen; im Wasser ist es auflöslich.

Bromberyllium. (Bromure de Glucinium.)

Wird das Beryllium in Bromdampf erhitzt, so entzündet es sich sehr leicht. Die dadurch erzeugte Verbindung sublimirt in langen weißen Nadeln, es ist schmelzbar, sehr flüchtig und löst sich unter starker Erhitzung im Wasser auf.

Jodberyllium. (Iodure de Glucinium.)

Diese Verbindung verhält sich wie die beiden Vorhergehenden und wie das Jodyttrium.

Schwefelberyllium. (Sulfure de Glucinium.)

1269. Das Schwefelberyllium erglüht bei seiner Bildung fast eben so stark, als wenn das Metall in Sauerstoff verbrannt wird. Die Verbindung findet Statt, wenn man Beryllium in Schwefeldampf erhitzt. Das Schwefelberyllium ist eine graue ungeschmolzene Masse, welche sich schwierig, aber ohne Schwefelwasserstoffentbindung im Wasser auflöst. Mit Säuren zusammengebracht entbindet sich dieses Gas sehr rasch.

Selenberyllium. (Seleniure de Glucinium.)

Das Selen wirkt gerade wie der Schwefel auf das Beryllium und die Verbindung hat ähnliche Eigenschaften wie das Vorige.

Phosphorberyllium. (Phosphure de Glucinium.)

1270. Das Beryllium brennt in Phosphordampf unter

lebhafter Lichtentwicklung. Das erzeugte Phosphorberyllium ist grau, pulverig und bildet mit Wasser zusammengegracht selbstentzündliches Phosphorwasserstoffgas.

Arsenikberyllium. (Arseniure de Glucinium.)

Beryllium verhält sich gegen Arsenik, wie das vorige; es vereinigt sich damit zu einem grauen Pulver, welches in Berührung mit Wasser Arsenikwasserstoffgas entbindet.

Beryllerdesalze.

1271. Sie zeichnen sich durch einen süßen zusammenziehenden Geschmack aus. Durch die Alkalien werden sie gefällt, allein Ätzkali oder Ätznatron, so wie die kohlensauern Salze derselben lösen den Niederschlag wieder auf, letztere aber nicht so leicht als die ersteren. Ammoniak löst den Niederschlag nicht auf, allein dieß geschieht sehr leicht durch kohlensaures Ammoniak. Hinsichtlich der Auflösung im Ätzkali und Natron hat die Beryllerde Ähnlichkeit mit der Thonerde; mit der Yttererde aber darin, daß sie sich nicht in Ätzammoniak, sondern in kohlensauerm Ammoniak auflöst; übrigens löst dieses Salz vier bis fünfmal mehr von der Beryllerde als von der Yttererde auf.

Die schwefelsaure Beryllerde krystallisirt nicht, auch bildet sie mit schwefelsaurem Kali keine alaunartige, krystallisirbare Verbindung.

Schwefelsaure Beryllerde. (Sulfate de Glucine.)

1272. Man bereitet sie durch Auflösen der Beryllerde in verdünnter Schwefelsäure bis zur Sättigung der Letzteren. Wird die Auflösung abgedampft, so erhält man, obschon schwierig, kleine nadelförmige Krystalle; gewöhnlich erhält man nur eine syrupartige Masse. Dieses Salz ist weiß, schmeckt süß und etwas zusammenziehend und deliqueszirt gelinde. Erhitzt kommt es in den wässrigen Fluß, verliert sein Wasser und zerfällt in Pulver. In der Rothglühhitze wird es vollständig zersetzt, die Säure verflüchtigt sich und die Beryllerde bleibt zurück. Es besteht aus

1 At. Beryllerde	= 962,56	oder	39,03
3 At. Schwefelsäure	= 1503,48	—	60,97
1 At. schwefelsaures Salz	= 2466,04		100,00

Phosphorsaure Beryllerde. (Phosphate de Glucine.)

1273. Dieses Salz ist unauflöslich; man erhält es durch Zersetzung zweier Salze mittelst doppelter Wahlverwandtschaft; es fällt als weißes Pulver nieder, das sich an der Luft nicht verändert. In starker Hitze schmilzt es zu einem durchsichtigen Glase.

Salpetersaure Beryllerde. (Nitrate de Glucine.)

Sie schmeckt süß zusammenziehend, ist sehr zerfließlich und so sehr im Wasser auflöslich, daß sie nur schwer ganz trocken erhalten werden kann. Durch Abdampfen nimmt sie honigartige Consistenz an. In der Hitze schmilzt sie und wird sehr leicht zersetzt. Man bereitet dieses Salz durch Auflösen des Oxydes in Salpetersäure.

Kohlensaure Beryllerde. (Carbonate de Glucine.)

Dieses Salz ist weiß, pulverig, fettig anzufühlen, geschmacklos und sehr leicht. Im Wasser ist es unauflöslich und an der Luft unveränderlich. In der Hitze zersetzt es sich leicht. Man bereitet es durch Fällen eines auflöslichen Beryllerdesalzes mittelst eines kohlensauern Alkalis.

Capitel XI.

Zirkonium; Verbindungen desselben mit Sauerstoff, Chlor und Schwefel; Zirkonerdesalze, welche durch nichtmetallische Mineralsäuren gebildet werden.

1274. Die Zirkonerde wurde von Klaproth 1789 entdeckt, in einem von der Insel Zeylon kommenden, Zirkon genannten Edelstein. Derselbe Chemiker fand diesen Körper auch im Hyazinth, einem andern von der nämlichen Insel kommenden Edelstein. Im Jahr 1795 machte er die Resultate seiner Untersuchungen bekannt, nach welchen die Zirkonerde als eine neue von den übrigen wesentlich verschiedene Erde angenommen wurde. Davys Entdeckungen über die Zusammensetzung der Alkalien machte auch die Existenz eines metallischen Radikals der Zirkonerde wahrscheinlich.

Später stellte Berzelius dieses Radikal dar und zeigte, daß dasselbe dem Silicium ähnlicher ist, als den eigentlichen Metallen.

Das Zirkonium ist ein kohärentes, schwarzes kohlenähnliches Pulver. Unter dem Polirstahl wird es dunkelgrau und fast metallisch glänzend. Die Elektrizität leitet es nicht. An der Luft erhitzt fängt es Feuer und oxydirt sich. Das chlorsaure und salpetersaure Kali oxydiren es beinahe gar nicht, selbst in der Rothglühhitze nicht. Dagegen wird es von kohlensauerm Kali sehr leicht mit Hilfe der Wärme oxydirt. Auch der wasserhaltige Borax oxydirt es sehr leicht, wenn man erhitzt. Die Fluorwasserstoffsäure ist die einzige, welche das Zirkonium angreift und diese Einwirkung findet schon in der Kälte statt. Durch Kalianflösung wird es nicht verändert.

Zur Bereitung des Zirkoniums muß man zuerst Fluorzirkonium und Kalium darstellen. Das erstere wird ganz trocken in einem kleinen eisernen Schmelztiegel mit Kalium vermengt und dann zugedeckt. Die Reduktion geht in der Rothglühhitze vor sich. Man erhält dann eine schwarze Masse, welche mit Wasser ausgewaschen wird; hierdurch löst sich das gebildete Fluorkalium auf, während das Zirkonium als Pulver niederfällt. Man bringt dasselbe auf ein Filter, wäscht es dann anfangs mit Salmiakauflösung und zuletzt mit Alkohol aus und trocknet es. Reines Wasser darf man zu diesem Zwecke nicht anwenden, weil sonst das Zirkonium durchs Filter gehen würde.

Zirkoniumoxyd oder Zirkonerde (Zircone). Man scheidet diese aus dem Hyazinth, der sich in dem Flußsand der Expailly (obere Loire) in Menge findet. Man schmelzt ihn mit dem dreifachen Gewichte Ätzkali. Die geschmolzene Masse wird mit verdünnter Salzsäure behandelt, und dann bis zur Trockenheit abgedampft, um die Kieselerde abzuscheiden. Der Rückstand wird hierauf in Wasser aufgenommen, welches das Chlorzirkonium und Chloreisen auflöst und die Kieselerde zurückläßt. Man filtrirt und giebt zur durchgelaufenen Flüssigkeit Ammoniak, welches die Zirkonerde und das Eisenoxyd als Hydrate fällt. Nachdem man den erhaltenen Niederschlag wohl ausgewaschen hat, wird er mit Sauerkleesäure gekocht; dadurch erzeugt sich auflösliches sauerkleesaures Eisen und unauflösliche oxalsaure Zirkonerde. Beide werden durch Filtriren von einander geschieden; der Niederschlag dann ausgewaschen und geglüht ist reine Zirkonerde.

Die Zirkonerde ist weiß, geschmack- und geruchlos, im Wasser unlöslich und vor dem Löthrohr unschmelzbar; wird sie etwas stark geglüht, so ist sie nachher in Säuren unauflöslich; ihr spez. Gew. ist 4,3. Sie besteht aus

2 At. Zirkonium	=	840,42	oder 73,69
3 At. Sauerstoff	=	300,00	— 26,31
1 At. Zirkonerde	=	1140,42	100,00

1275. Zirkonerdehydrat. Es enthält 1 At. Zirkonerde und 3 At. Wasser. Dieses Hydrat löst sich leicht in verdünnten Säuren auf. Das kohlensaure Ammoniak löst

es nur äußerst schwierig und sehr unvollständig auf. Wird dieses Hydrat bis zu 100° erhitzt, wenn selbst im Wasser, so verliert es von seiner Löslichkeit in den Säuren. Wird es im luftleeren Raum noch stärker erhitzt und dann der Luft noch unter der Rothglühhitze ausgesetzt, so erglüht es und wird gänzlich unlöslich in den Säuren.

1276. Chlorzirkonium. (Chlorure de Zirconium.) Erhitzt man das Zirkonium im Chlorgas, so bildet sich Chlorzirkonium. Leichter würde man es bereiten, wenn man ein Gemenge von Zirkonerde und Kohle mit Chlor behandelte. In Auflösung erhält man es durch Vereinigung der hydratischen Zirkonerde oder ihres kohlensauern Salzes mit Salzsäure; die Auflösung liefert efflorescirende Krystalle. In konzentrirter Salzsäure sind dieselben kaum auflöslich. Dieses Chlorid geht leicht in Oxydchlorid über, bestehend aus 1 At. Oxyd und 1 At. Chlorid.

1277. Schwefelzirkonium. (Sulfure de Zirconium. Berzelius bereitete es durch Verbrennen des Zirkoniums in Schwefeldampf. Die erhaltene Verbindung ist hellbraun oder zimmtfarbig. Das Wasser und die meisten Säuren zeigen gar keine Wirkung auf dasselbe; blos von Königswasser und Salpeter-Flußsäure wird es angegriffen.

Zirkonerdesalze.

1278. Sie haben einen adstringirenden, widrigen Geschmack. Durch schwefelsaures Kali werden sie niedergeschlagen, welches sich ihrer Säure bemächtigt, um ein saures schwefelsaures Salz zu bilden, während die Zirkonerde als basisch-schwefelsaures Salz gefällt wird. Durch Ätzkali werden sie gefällt, ohne durch einen Überschuß desselben wieder aufgelöst zu werden. Kohlensaures Kali und Natron lösen das Zirkonerdehydrat nicht auf, fällt man aber ein Zirkonerdesalz durch ein kohlensaures Alkali, so wird der Niederschlag durch einen zugefügten Überschuß wieder aufgelöst. Man bemerkt dieß vorzüglich, wenn man das aufgelöste Zirkonerdesalz tropfenweise unter beständigem Umrühren in eine Auflösung von kohlensauerm Alkali giebt.

1279. Schwefelsaure Zirkonerde. (Sulfate de Zircone.) Dieses Salz ist ein weißes Pulver, im Wasser unauflöslich, geschmacklos, unveränderlich an der Luft und leicht durch Hitze zersetzbar. Es löst sich in überschüssig zugesetzter Säure auf und krystallisirt dann in sternförmig zusammengehäuften, durchsichtigen Krystallen, die in Wasser auflöslich sind und zusammenziehend schmecken. Man bereitet es durch Auflösung der Zirkonerde in Schwefelsäure, indem man die erhaltene Flüssigkeit zur Trockenheit abdampft. Löst man Zirkonerdehydrat in diesem Salze auf, so erhält man ein basisches im Wasser lösliches Salz, welches durch Abdampfen eine gummiartige Masse bildet. Zuletzt wird dieselbe weiß und undurchsichtig. Fügt man zu einer Auflösung dieses basischen Salzes Wasser, so trübt sie sich und läßt ein noch basischeres Salz niederfallen.

Das neutrale Salz enthält 2 At. Zirkonerde und 3 At. Schwefelsäure. Das basische Salz besteht aus 4 At. Zirkonerde und 3 At. Säure, und das zweite unlösliche basische Salz ist aus 2 At. Zirkonerde und 1 At. Schwefelsäure zusammengesetzt.

1280. Salpetersaure Zirkonerde (Nitrate de Zircone). Man bereitet es durch Auflösen des Zirkonerdehydrats in Salpetersäure. Dieses Salz enthält immer einen Säureüberschuß, röthet das Lakmus, schmeckt zusammenziehend und krystallisirt nicht. Wird die Auflösung abgedampft, so erhält man eine gelbe, durchscheinende, sehr zähe, klebrige Masse, welche nur schwierig trocknet. Diese löst sich sehr wenig im Wasser auf und hinterläßt viel gallertartige durchscheinende Flocken.

Fünftes Buch.

In diesem Buche soll vorzüglich die technische Bereitung einiger im vorigen Buche aufgezählten und beschriebenen Körper abgehandelt werden. Wir wollen dieß ungefähr in derselben Ordnung thun, nach welcher diese Körper früher schon zusammengestellt wurden.

Capitel I.

Vom Kalium und den Handelsprodukten, welche dasselbe enthalten.

Im Handel findet man das Kalium als kohlensaures, schwefelsaures, salpetersaures Kali und als Chlorkalium. Vom salpetersauern Kali werden wir erst weiter unten bei der Bereitung des Pulvers sprechen. Das schwefelsaure Kali ist fast immer nur Nebenprodukt bei der Schwefelsäure- und Salpetersäurefabrikation; auch vom Chlorkalium gilt dieß, indem es nur ein zufälliges Produkt bei einigen Gewerbszweigen ist. Wir beschränken uns hier also hauptsächlich auf das kohlensaure Kali oder die Pottasche; zugleich werden wir aber auch die Hauptquellen kennen lernen, welche das Chlorkalium und das schwefelsaure Kali liefern.

Pottasche. (Potasses.)

1281. Die im Handel vorkommende Pottasche besteht hauptsächlich aus kohlensauerm Kali, welchem noch mehr oder

weniger andere Stoffe beigemengt sind, unter denen zuweilen das Chlorkalium und das schwefelsaure Kali eine sehr nützliche Rolle spielen. Die Pottasche ist stets ein Produkt eingeäscherter Pflanzen, deren Asche ausgelaugt wird. Die erhaltene Lauge, welche alle in der Asche vorhandenen auflöslichen Salze enthält, wird bis zur Trockne abgedampft und ist dann rohe Pottasche (salin); wird diese einer starken Rothglühhitze ausgesetzt, so erhält man erst die eigentliche käufliche Pottasche.

Die rohe Pottasche ist gewöhnlich dunkelbraun, welches von einem Gehalt an humussauerm Kali herrührt, dessen Menge nach der Temperatur variirt, welcher dieselbe ausgesetzt wurde. In der Rothglühhitze verbrennt die Humussäure, das humussaure Kali geht in kohlensaures Kali über und die braune Farbe der rohen Pottasche verschwindet, während der Rückstand eine röthliche, grüne oder blaue Farbe annimmt. Die erstere rührt von Eisenoxyd und die zwei andern von mangansauerm Kali her, welches sich stets bildet, wenn die rohe Pottasche Mangan enthält und in Berührung mit der Luft bis zur Rothglut erhitzt wird.

Durch die Kalzination wird die Pottasche leicht, porös und klingend. Treibt man das Glühen sehr weit, so schmilzt sie und bildet eine harte und feste Masse.

Die Bereitung der Pottasche ist äußerst leicht. Man verbrennt zuerst die Hölzer oder Kräuter, welche man dazu verwenden will. *) Man macht eine große Grube in die Erde, deren Grund und Seitenwände recht fest geschlagen werden und füllt solche mit den zu verbrennenden vegetabilischen Stoffen. Hierauf zündet man die Haufen an und läßt sie so langsam vom Feuer verzehren, bis die Einäscherung

*) Nur in sehr holzreichen, unwirthbaren Gegenden, welche großen Überfluß an Holz haben, verbrennt man dieses der Pottaschengewinnung wegen allein; außerdem aber sammelt man zu diesem Zwecke gewöhnlich nur die Asche des in Öfen verbrannten Holzes. Mit Vortheil würde man an vielen Orten Pflanzenstoffe auf Pottasche benützen können, die gewöhnlich weggeworfen werden, hierher gehören z. B. die aus den Äckern herausgerissenen Graswurzeln, Kartoffelkraut und Stengel, Tabackstengel, Haidekraut, Farrenkräuter und andere an öden Plätzen wachsende Pflanzen, die man gewöhnlich ganz unbenutzt verfaulen läßt. A. u. E.

ganz vollendet ist. Brennt das Feuer zu rasch und gewaltsam, so wird durch den starken Luftzug viele Asche mit fortgerissen und es entsteht dadurch Verlust. Die in der Grube zurückgebliebene Asche wird nun in Schoppen gebracht, um sie gegen den Regen zu verwahren. Bisher hat man beobachtet, daß die alte, lange liegende Asche leichter auszulaugen ist, als die frisch gewonnene. Berthiers Erfahrungen in dieser Beziehung erklären diese Thatsache zur Genüge, so daß man wirklich darauf Rücksicht zu nehmen Ursache hat.

Die beim Auslaugen zu beachtenden Regeln sind dieselben, welche wir später bei dem Auslaugen der Salpetererde erwähnen werden. Die Asche wird dreimal nach einander ausgelaugt. Die erste Lauge ist die reichhaltigste; die zweite ist schon minder reich und die dritte enthält am wenigsten auflösliche Salze. Die erhaltenen Laugen werden nun auf andere mit frischer Asche gefüllte Fässer oder Bottiche gegossen und so fortgefahren, bis man sie auf 15° nach Baumé's Aräometer gebracht hat; erst bei dieser Stärke sind sie siedewürdig. Um das Auslaugen schnell und sicher zu bewerkstelligen, wendet man heißes Wasser dazu an. Zu diesem Ende hat man einen Kessel, der zum Wärmen des Wassers und der Lauge bestimmt ist, welche man wieder zum Auslaugen frischer Asche verwenden will.

Die 15grädigen Laugen werden zuerst in Eisenblechpfannen abgedampft, nachher aber wird die Operation in gußeisernen Kesseln vollendet. Der Rückstand ist die rohe Pottasche, welche man mittelst Meißeln vom Kessel losmacht und herausnimmt. Die Einrichtung einer Pottaschensiederei ist aus dem bereits Gesagten leicht begreiflich. Man baut drei Öfen, wovon zwei zur Aufnahme der Blechpfannen und der dritte für den gußeisernen Kessel bestimmt ist. Über diesen drei Öfen sind noch eine oder zwei andere Blechpfannen angebracht, zum Wärmen des Wassers oder der schwachen Laugen, welche zum Auslaugen der Asche bestimmt sind; diese Wärmepfannen werden durch das Feuer der Öfen zugleich mit geheitzt, wodurch eine bedeutende Ersparniß an Brennstoff erzielt wird. Seitwärts von den Öfen befinden sich fünfzehen, in drei Reihen abgetheilte Auslaugebottiche. Ist die Arbeit im Gange,

so werden alle genannten Operationen gleichzeitig vorgenommen; man trocknet die rohe Pottasche, man dampft die Laugen ab und erwärmt das Wasser oder die armen Laugen zugleich. Durch angebrachte Röhren kann man das heiße Wasser sogleich aus den Pfannen in die Laugefässer leiten.

Am leichtesten geht das Auslaugen, wenn man jedes Faß mit einem doppelten Boden versieht; der innere Boden ist durchlöchert und wird über den äußern Boden so befestigt, daß zwischen beiden ein Zwischenraum von ungefähr 2—3 Zoll bleibt. Man bedeckt den innern Boden mit einer Lage Stroh, über welche man Leinentuch breitet. Der so vorgerichtete Bottich wird nun mit Asche gefüllt, die vorher mit Wasser angefeuchtet worden; auf die in dem Bottich befindliche Asche wird hierauf Wasser gegossen, welches man zwölf Stunden lang darauf stehen läßt, worauf dann die Lauge durch den unten angebrachten Hahn abgezapft wird. Man giebt dann frisches Wasser darauf, was man mehrere Stunden damit in Berührung läßt und dann wiederum abzapft. Diese Arbeit wird so lange wiederholt, bis die Asche gänzlich ausgelaugt ist. Die erhaltenen Laugen werden je nach ihrer Stärke entweder blos gewärmt, indem sie dann zu neuen Auslaugungen bestimmt sind oder sie werden abgedampft, wenn sie nämlich 15° am Aräometer zeigen.

Die rohe Pottasche wird in einem besonders konstruirten Flammofen geglüht; dieser hat zwei Feuerplätze, von welchen die Flamme bis in die Mitte des Ofens gelangt und dann durch die Thüre fortzieht, durch welche man die rohe Pottasche einträgt. Der Ofen wird anfangs bis zur Rothglut geheitzt, und dann erst wirft man die rohe Pottasche hinein. Diese trocknet nach und nach ganz aus, ohne ihren Aggregatzustand zu verändern, wenn nicht zu viel Wasser vorhanden war; findet das Letztere Statt, so schmilzt sie und haftet so fest an der Ofensohle an, daß sie nur mit Mühe wieder losgebrochen werden kann. Anfangs verknistert die rohe Masse, was von dem Chloridgehalt derselben herrührt, nachher schmilzt sie etwas und bläht sich auf. Sie adhärirt einigermassen am Boden, allein wenn man die obere Kruste des Kuchens auf die Seite schiebt, so wirkt die Flamme auch auf

die untern Theile der Masse und diese löst sich dadurch leicht von der Ofensohle ab. Eine Stunde nach Beginn der Arbeit ungefähr entzündet sich die Humussäure und die übrigen in der rohen Pottasche enthaltenen Pflanzenstoffe verbrennen zugleich damit. Die der Flamme unmittelbar ausgesetzte Fläche wird anfangs schwarz, später aber weiß und indem man die Masse von Zeit zu Zeit mit einem Rührhacken wohl durcharbeitet, wird sie zuletzt durch und durch in Pottasche verwandelt. Obschon diese Operation sehr einfach zu seyn scheint, so trifft es sich doch häufig, daß die rohe Pottasche sehr viel Chloride enthält, und diese schmelzen dann ehe die Verbrennung der organischen Stoffe vollendet ist; in diesem Falle zeigen dann die Pottaschenstücke im Innern braune Stellen, welche von noch unverbrannten Pflanzenstoffen herrühren. Um diesen Übelstand zu vermeiden, muß man die Kalzination sehr langsam vornehmen, so daß alles Organische verbrannt ist, ehe die Masse noch in den Fluß kommt. Die Ofensohle muß entweder von Sandstein oder Gußeisen seyn; auch aus Backsteinen kann sie konstruirt werden, allein sie wird dann zu schnell durch die Pottasche angegriffen und zerstört.

Zur Kalzination von 1200 Kilogr. roher Pottasche braucht man zwei Kubikmeter Holz; man wählt dazu trockenes, um eine lange Flamme zu erhalten. Die rohe Pottasche verliert durch das Kalziniren 10—20 Prozent am Gewichte.

In der Pflanzenchemie werden wir weiter unten die Resultate zahlreicher Versuche anführen, welche man zur Bestimmung des Pottaschengehaltes verschiedener Hölzer angestellt hat. *) Außerdem werden wir in einem besondern, dem analytischen Theile der Chemie gewidmeten Capitel die Mittel angeben, deren sich Gay-Lussac bediente, um den in der käuflichen Pottasche vorkommenden, verschiedenen Gehalt an kohlensauerem, salzsauerm und schwefelsauerem Kali zu bestimmen.

1282. In Weinländern kennt man eine Art Pottasche, die man Drusenasche, Weinhefenasche nennt, und wel-

*) Wir verweisen vorläufig auf die von Berthier angestellten Untersuchungen S. Dinglers polyt. Journal. Bd. 22. S. 150.

che durch Kalzination der Weinhefe gewonnen wird. Da die Weinhefe viel doppelt weinsteinsaures Kali enthält, so verwandelt sich dieses durch das Glühen in kohlensaures Kali; außerdem aber finden sich noch andere Salze z. B. schwefelsaures Kali nebst organischen Stoffen in der Weinhefe. Vortheilhafter ist es aus letzterer den Weinstein zu gewinnen, weil dieser mehr gilt als das daraus erhaltene kohlensaure Kali.

Sobald der Wein abgezogen ist, so sammelt man die in den Fässern zurückgebliebene Hefe und läßt sie einige Tage lang ruhig stehen; hierauf zieht man den darüber stehenden klaren Wein ab und preßt nun die rückständige Hefe in Säcken aus, in welche man je achtzehn Kilogr. der dekantirten Masse bringt. Nach dem Auspressen nimmt man die fest zusammen gebackenen Hefenbrode heraus, giebt ihnen eine gekrümmte Form gleich den Hohlziegeln und trocknet sie auf Böden oder an der Sonne bis sie endlich ganz spröde geworden und leicht zerbrechen. Jedes trockne Brod wiegt gewöhnlich 3 Kilog. Nun wird die Hefe ausgeglüht. Man nimmt diese Operation in freier Luft auf einem fest geschlagenen Boden vor, den man mit einer Mauer von zwei Meter im Durchmesser und 25 Centimeter Höhe umgiebt. Die Mauer ist aus Backsteinen oder Ziegeln ohne Mörtelzusatz. In die Mitte des Raumes legt man einen Büschel Reißig und um diesen herum zwanzig Hefenbrode und zündet dann an. Sobald die ersten Brode sich entzündet haben fügt man neue hinzu und fährt so fort, indem man zugleich die Mauer in dem Maaße erhöht, als der Haufen größer wird. Hat man ungefähr 1000 Brode verbrannt, so hört man auf. Die Verbrennung darf nicht zu schnell und nicht zu langsam vor sich gehen und aus Erfahrung weiß man, daß dieselbe besser mit frischer als mit verfaulter Hefe gelingt.

3000 Kilogr. verbrannte Weinhefe liefern 500 Kilogr. Weinhefenasche, die gewöhnlich weiß und blau oder grün gefleckt ist. Sie hat einen brennenden Geschmack und liefert die Hälfte sehr gute Pottasche.

Hieher gehört auch die Waidasche, welche aus Wein-

trestern bereitet wird, die jedoch minder reine Pottasche liefert, als die Erstere.

1283. Im Handel ist ein Produkt unter dem Namen von Wareckſoda bekannt, welche ihrer Zusammensetzung nach eigentlich mehr zu der Pottasche gestellt werden muß. Man gewinnt diese Soda an den Küsten der Normandie aus Seepflanzen, die unter dem Namen von Goëmon bekannt sind. Die Pflanze ist eine Fucusart, welche auf dem Wasser schwimmt, nachdem man sie ausgerissen hat. Hierdurch wird man in den Stand gesetzt sie auf Haufen zusammenzuschieben und an die Orte hinzuziehen, an welchen sie verbrannt werden sollen. Das Verbrennen geschieht in Gruben, und sobald die rückständige Asche zu schmelzen anfängt, so häuft man sie auf. Es ist dieß die rohe Soda, welche in den Bouteillenglasfabriken angewendet wird. Um die Wareckſalze daraus zu ziehen, laugt man diese Soda aus und dampft die erhaltene Flüssigkeit ab. Die Mutterlauge enthält noch Jodsalze, und aus diesen bereitet man das Jod. Die aus der rohen Wareckſoda gewonnenen Salze enthalten im Durchschnitt nach Gay-Lussacs Versuchen

schwefelsaures Kali	19	100.
Chlorkalium . . .	25	
Chlornatrium . .	56	

Wegen ihres starken Kaligehaltes könnten diese Salze auch zur Fabrikation des Alauns und des Salpeters angewendet werden. Die Wareckſalze lassen sich leicht aus ihrem Gehalt an Jodkalium erkennen.

Bereitung des Kaliums und Natriums.

1284. Kalium und Natrium werden auf gleiche Weise bereitet, nämlich entweder durch Zersetzung ihrer Hydrate mittelst Eisen oder durch die Einwirkung der Kohle auf ihre kohlensauren Salze. Die erstere Methode wandten Gay-Lussac und Thenard zuerst an; sie besteht darin, daß man die Hydrate mit Eisen weißglüht. Es entbindet sich dabei Wasserstoff, Eisenoxyd wird gebildet und das frei werdende Kalium oder Natrium wird aufgefangen. Wir werden zuvörderst die Bereitung des Kaliums beschreiben.

Da das Kali flüchtig ist, so muß man es nach und nach mit dem glühenden Eisen in Berührung bringen, obgleich man dieses Metall eigentlich durch einfache Destillation eines Gemenges von Eisen und Kalihydrat aus einer eisernen Retorte in der Weißglut erhalten kann. Auf diese Weise habe ich es selbst bereitet, allein das verflüchtigte Kali könnte in diesem Falle den Retortenhals vollkommen verstopfen, wodurch dann die Kaliumdämpfe keinen Ausgang mehr fänden.

Der Apparat von Gay-Lussac und Thenard besteht aus einem doppelt gebogenen Flintenlauf. (Taf. 17. Fig. 1.) Der Theil, welcher das Eisen aufnehmen soll, wird in den Ofen etwas geneigt gelegt; nach der untern Seite zu mündet sich der abwärts gebogene Flintenlauf in die Vorlage. Auf der andern Seite steigt er dagegen in die Höhe und stellt so ein geneigtes Rohr dar, in welches man das Kali bringt, was auf diese Weise hinabfließen kann, sobald es geschmolzen ist, um in den horizontalen Theil zu gelangen und mit dem weißglühenden Eisen in Kontakt zu kommen.

Die zur Aufnahme des Kaliums bestimmte Vorlage ist ein bauchiges, aus zwei genau in einander passenden Stücken bestehendes Rohr. Auf dieser Seite endigt sich der Apparat in eine Gasröhre und auf der andern in eine Glasröhre, welche man in Quecksilber taucht, um als Sicherheitsrohr zu dienen. Zuweilen bringt man mit demjenigen Ende des Flintenlaufes, in welchem sich das Kali befindet, einen Apparat in Verbindung, aus welchem sich trocknes Wasserstoffgas entbindet, das man während der ganzen Operation langsam durch das Rohr streichen läßt. Dadurch wird sowohl die Erzeugung als auch das Abziehen der Dämpfe sehr erleichtert und man erhält eine größere Ausbeute an Kalium. Auf der Tafel 17. Fig. 2. und 3. findet sich der ganze Apparat dargestellt, woraus das Übrige zu ersehen ist; wir haben nur noch über die Aufstellung einzelner Theile desselben, so wie über den Gang der Operation selbst einige Bemerkungen hinzuzufügen.

Das zur Zersetzung des Kalis erforderliche Eisen wird in Form von Drehspähnen genommen; allein da es zuweilen

stellenweise oxydirt ist, so muß man es vom Oxyd reinigen, weil dieses das gebildete Kalium zum Theil wieder zerstören kann und die Wirkung überhaupt minder kräftig machen würde, indem die wirksame Oberfläche dadurch vermindert wird. Man reinigt die Drehspähne vom Oxyd, indem man sie in einem eisernen Mörser stößt. Hierauf bringt man sie mit gröblich zerstoßenem Glas in eine geräumige Glasflasche und schüttelt das Gemenge eine Zeit lang um, wodurch das Oxyd abgerieben wird. Nachher wirft man alles in Wasser und wäscht das Oxyd weg, worauf das Eisen schnell getrocknet wird. Während dem Trocknen oxydirt sich das Eisen wieder etwas, allein durch einige Stöße im Mörser läßt sich dieser dünne Überzug von Oxyd wieder wegschaffen.

Das Kalihydrat wird zu dem Behufe vorher rein bereitet und rothgeglüht. Man beschlägt den Flintenlauf von B bis F mit einem Gemenge von 5 Sand mit 1 Töpferthon. Dieser Lehmüberzug wird 5 bis 6 Tage im Schatten getrocknet, dann an der Sonne oder am Feuer. Alle Risse, die sich unterdessen zeigen, werden aufs neue sorgfältig verstrichen. Die Eisendrehspähne werden der Länge nach von B bis F in das Rohr gelegt und das Kalihydrat von B bis A. Hierauf fügt man die Vorlage und die Röhre an den Apparat und befestigt den Rost C an das Rohr, welches den Kohlen zur Unterlage dient, womit das Kali geschmolzen wird. Durch die Thüre des Aschenfalls leitet man ein Rohr, welches Luft aus einem guten Blasebalg hinzuführt.

Ist der Apparat so vorgerichtet, so wirft man abwechselnd glühende und todte Kohlen in den Ofen, bis er ganz damit angefüllt ist. Bei B legt man einen feuchten Lappen auf das Rohr, um die Schmelzung des Kalihydrats zu verhindern; das Feuer wird nun langsam angeblasen, bis die Flamme zum Dom hinausschlägt. In diesem Momente wird so stark als möglich gefeuert. Hat man die Weißglut erreicht, so legt man glühende Kohlen auf den geneigten Rost E' um das Kali zu schmelzen. Man fängt ganz unten damit an und in dem Maaße als die Pottasche schmilzt, gelangt sie nach D und kommt mit dem Eisen in sehr hoher Temperatur in Berührung. Das Hydrat zersetzt sich und giebt theils

Wasserstoff, der entweicht und Kalium, welches sich in H kondensirt, und endlich Eisenoxyd, das in D E bleibt. Gewöhnlich ist das sich entbindende Wasserstoffgas so mit Kaliumdämpfen gemengt, daß es sich von selbst entzündet.

Wenn die Temperatur nicht hoch genug wäre und die Schmelzung der Pottasche fände dagegen zu schnell Statt, so würden die Gase, indem sie aufhörten sich in L zu bilden, in N sich entbinden. Man müßte dann das Feuer im Ofen verstärken und auf dem Rost E′ es vermindern. Wenn das Feuer sehr stark wäre und die Gasentbindung hörte plötzlich auf, so darf man hieraus schließen, daß das Rohr geborsten und die ganze Operation dann mißlungen ist.

100 Grammen Kali geben 15—25 Grm. Kalium. In der Röhre findet man ⅔ des Kalis verbunden mit Eisenoxyd, welche mit dem nicht oxydirten Eisen eine fest zusammenhängende Masse bilden, welche selbst noch etwas Kalium enthält.

Man nimmt die beiden Theile der Vorlage aus einander, und löst das Kalium mittelst eines gebogenen Eisenspatels davon ab und bringt es in ein Glas unter Naphta, welche zuvor über Kalk destillirt worden, um sie ihres Wassergehaltes zu berauben. Nachher formt man aus dem Kalium kleine Kügelchen, indem man es unter dem Petroleum schmelzt.

Das Natrium wird auf dieselbe Weise bereitet; Gay-Lussac und Thenard fanden aber, daß das Natrum leichter zersetzt wird, wenn man es mit 1—2 Proz. Kali mischt. Man erhält dann zwar eine Legirung von Kalium und Natrium, allein beide lassen sich leicht von einander trennen, wenn man die erhaltene Legirung in dünne Scheiben schneidet und in ein halb mit Petroleum gefülltes Gläschen bringt, dessen Luft man von Zeit zu Zeit erneuert.

Brunner in Bern lehrte ein anderes Verfahren kennen. Man bringt nämlich kohlensaures Kali in der Weißglühhitze mit Kohle in Berührung. Dieser Apparat ist Taf. 17. Fig. 4, 5, 6, 7 und 8 abgebildet. Es besteht der Hauptsache nach aus einer eisernen, Retorte oder Flasche, in welche ein Flintenlauf eingeschraubt ist. Gewöhnlich nimmt man hierzu die eisernen, zum Transport des Quecksilbers bestimmten Flaschen. Der Flintenlauf reicht in eine Vorlage von

Kupfer, worin sich etwas Naphta befindet. Mittelst eines Ladstockes, welcher durch einen Kork geht, kann man den Flintenlauf während der ganzen Operation immer rein erhalten. Die Retorte wird in einen Windofen gesetzt und die Vorlage in Wasser gestellt, das von Zeit zu Zeit immer erneuert wird. Die Gase entweichen durch eine gerade Röhre, welche einen Meter lang ist und sechs bis acht Millimeter Durchmesser hat. Diese Röhren, obgleich sie weit sind, verstopfen sich doch häufig, weshalb man eine zweite vorräthig haben muß, um die erste, im Fall des Verstopftseyns auszuwechseln. Ihre Länge muß bedeutend seyn, denn die Gase, welche sich von selbst entzünden, würden mit Funkensprühen brennen, wenn die Röhren nicht so lang wären, daß sich die Gase darin abkühlen könnten.

Zur Kaliumbereitung ist vor allem ein Gemenge von Kohle und kohlensaurem Kali nöthig. Brunner empfiehlt die Anwendung des verkohlten Weinsteins, und auch Wöhler hat sich desselben bedient. *) Man verkohlt zu dem Endzweck in einem Tiegel 4—6 Pfd. Weinstein und glüht ihn solange, bis kein Gas sich mehr entbindet. Der Rückstand besteht dann aus 4 Thl. kohlensauerm Kali und 1 Thl. Kohle. Hierzu giebt man noch den zwanzigsten Theil Kohle und bringt von dem Gemenge 1 Pfd. in die Retorte, an welche man einen Flintenlauf schraubt und dann heftig rothglüht. Nach einer halben Stunde kommt statt des sich anfänglich entbindenden Wassers und Kohlenwasserstoffgases, Kohlenoxydgas und Kalium in Dämpfen; dieses erkennt man leicht an der grünen Farbe der Dämpfe. Die Retorte erscheint

---

*) Brunner nähm anfangs zur Darstellung des Kaliums ein Gemenge von 4 Unzen Kalihydrat, 6 Unzen Eisendrehspänen und 1 Unze Kohle, welches 2 1/2 Quint Kalium gab. 8 Unzen kohlensaures Kali, 6 Unzen Eisenspäne und 2 Unzen Kohle lieferten dasselbe Quantum Kalium.

Brunner verwirft übrigens die Anwendung des Eisens, indem dadurch weniger Kalium erzeugt würde. Ich habe selbst durch sechs wiederholte Versuche mittelst ähnlicher Gemenge Kalium zu bereiten gesucht, reüssirte aber nur ein einziges Mal. Bei den fünf übrigen Versuchen bekamen die Retorten Löcher, was dagegen nie Statt fand, wenn kein Eisen zugesetzt wurde.

6 Unzen kohlensaures Kali und 3 Unzen Kohle lieferten 3 Quint Kalium. 24 Unzen roher verkohlter Weinstein gaben beinahe 5 Quint Kalium.

innen ganz grün und nun ist der Augenblick gekommen, wo die Vorlage damit in Verbindung gebracht werden muß. Der Gang der Operation wird aus der Schnelligkeit der Gasentbindung aus der Glasröhre beurtheilt. Das entweichende Gas ist Kohlenoxyd, welches theils kohlensaures, theils krokensaures *) Kali mit sich fortreißt. Wenn die Gasentbindung zu heftig wird, so schließt man die Thüre des Aschenfalls um das Feuer zu mäßigen; geht dagegen die Gasentbindung sehr langsam, so reinigt man den Flintenlauf, sollte dieß aber nichts helfen und das Feuer dennoch lebhaft brennen, so muß man fürchten, daß die Retorte entweder geschmolzen oder geborsten ist. Diese Methode hat den einzigen Nachtheil, daß das Flintenrohr äußerst leicht durch ein Gemenge von kohlensaurem und krokonsauerm Kali und Kohlenkalium verstopft wird. Mit Hilfe eines Stäbchens läßt sich jedoch dasselbe zwei bis dreimal reinigen, allein nachher ist man genöthigt, die Operation zu beendigen. Bei Reinigung des Flintenlaufes muß man vorsichtig seyn, denn zuweilen findet eine Explosion Statt, welche das Stäbchen mit Gewalt herausschleudert und brennende Massen in der Richtung der Achse des Rohrs auswirft; es muß sich deßhalb der Arbeiter so stellen, daß ihn diese nicht verletzen können.

Jede Operation liefert 15—40 Grm. Kalium und der Rückstand kann aufs Neue benützt werden. Auch die Re-

*) Gmelin erhielt bei dieser Operation ein eigenthümliches Produkt, was er krokonsaures Kali nannte. Es ist in der braunen Substanz enthalten, welche gewöhnlich den Flintenlauf verstopft. Um es daraus abzuscheiden, löst man jene im Wasser auf und filtrirt die Auflösung, welche sehr fein zertheilte Kohle auf dem Filter zurückläßt. Die Auflösung, der freiwilligen Verdunstung überlassen, giebt orangefarbig nadelförmige Krystalle, die man durch wiederholte Krystallisation reinigt. Dieses Salz scheint aber eher eine Verbindung von dem Radikal der Krokonsäure mit Kalium (Krokonkalium) zu seyn, und besteht aus 1 At. Kalium 5 At. Kohlenstoff und 4 At. Sauerstoff. Fast alle Krokonverbindungen sind gelb, was auch Veranlassung zu dem Namen dieses Stoffes gab, der von Crocus (Safran) hergeleitet ist. Das Krokonkalium ist im Alkohol unauflöslich; behandelt man es mit so viel Schwefelsäure, daß es nur theilweise zersetzt wird, und fügt Alkohol hinzu, so erhält man Krokonwasserstoffsäure. Diese ist sowohl im Wasser als im Alkohol löslich, krystallisirbar, orangefarbig, durchsichtig, geruchlos, herb von Geschmack und wird im Feuer zersetzt.

torten kann man wiederholt anwenden. Brunner schreibt vor, sie mit Thon zu beschlagen, allein Wöhler erwähnt nichts davon. Aus eigener Erfahrung weiß ich, daß dieß unnöthig ist, wenigstens braucht man nur einen dünnen Überzug von Kitt mittelst eines Pinsels aufzutragen.

Ganz auf dieselbe Weise bereitet man sich das Natrium.

Capitel II.

Gewinnung des Kochsalzes.

Wir haben bereits gesehen, daß alle Handelsprodukte, welche Kalium zur Grundlage haben, ursprünglich von der Einäscherung der Pflanzen herrühren. Nicht so verhält es sich mit denjenigen Handelsartikeln, welche Natrium enthalten. Als Chlorid bildet dieses Metall ungeheure Niederlagen in der Natur, die wahrscheinlich nie ganz erschöpft werden. Hierher gehören die meisten Steinsalzgruben, die Salzquellen und das Meerwasser, welches Letztere schon beinahe allenthalben mehr als zwei Prozent Kochsalz enthält.

Das Kochsalz wird seines häufigen Vorkommens und seines niedrigen Preises wegen fast durchgängig zur Fabrikation der natriumhaltigen Produkte angewendet. Diese aber bestehen hauptsächlich in Kochsalz selbst, in schwefelsauerm und mehr oder minder reinem kohlensauerm Natron. Wir werden nun die Darstellung dieser Produkte nach einander betrachten und mit dem Kochsalz anfangen.

Das Kochsalz wird aus den Salzgruben, aus den Salzsoolen und dem Meerwasser gewonnen. Diese Gewinnung selbst kann von verschiedener Art seyn. 1.) Wenn das Steinsalz sehr rein ist, so wird es unmittelbar in den Handel geliefert. 2.) Ist dieß jedoch nicht der Fall, so löst man es auf und reinigt es durch Krystallisation, wobei die Abdampfung durch Feuer geschieht. 3.) Die Salzsoolen werden theils schnell mittelst Feuer, oder langsam an der freien Luft in Gradirhäusern abgedunstet, theils werden aber auch diese beiden Verfahrungsarten zugleich angewendet, um das Salz daraus abzuscheiden. 4.) Das Meerwasser wird an der Luft in den Salzteichen verdunstet; 5.) wird dasselbe durch Gefrieren in kalten Ländern konzentrirt. 6.)

In dem Departement de la Manche wendet man den salzhaltigen Sand an um das Meerwasser mit Salz zu sättigen, und dampft es dann durch Feuer ab.

Steinsalz. (Sel gemme.)

1285. An verschiedenen Punkten der Erde finden sich bedeutende Salzlager, aus welchen man Salz gewinnen kann. Oft ist dieses Salz so rein, daß es unmittelbar zum Gebrauche sich eignet, häufig aber ist zuvor eine Reinigung nöthig.

Das Salz von Cardona in Catalonien und das Wieliczka in Polen ist unter das Erstere zu zählen. Man fördert die Salzmassen bergmännisch zu Tage, verpackt sie in Fässer und bringt sie so in den Handel.

Anders verhält es sich mit dem in den Umgebungen von Northwich in der Grafschaft Chester vorkommenden Salze. Dieses ist zwar an sich rein, allein es hat kleine Höhlungen in sich, welche mit einer gesättigten Auflösung von Chlormagnesium nebst etwas Chlorcalcium angefüllt sind. Zerstört man dieses Salz oder löst es auf, so vermengt sich das reine Chlornatrium mit jenen beiden Körpern, die es zerfließlich machen, und ihm einen widrigen Geschmack ertheilen. Diese merkwürdige von Nicol beobachtete Thatsache zeigt zur Genüge, wie nöthig es ist, dieses Salz vor dem Gebrauche aufzulösen und durch Krystallisation zu reinigen. Man nimmt diese Arbeit in Liverpool vor, wo man das Meerwasser zum Auflösen des rohen Salzes anwendet; die Auflösung wird dann abgedampft und krystallisirt.

In den Salzbergwerken zu Wieliczka fand man eine besondere Abänderung des Steinsalzes, welches die seltenen Entzündungen erklärt, die man bisweilen in jenen Gruben beobachtet hat, und die man mit den in Kohlengruben häufig vorkommenden Schwaden verwechselte. Diese Salzvarietät zerknistert, wenn man es in das Wasser legt und auflöst. Die Dekrepitation rührt von der Entbindung eines sehr kondensirten Gases her, welches ganz reines Wasserstoffgas zu seyn schkint. Offenbar werden hierbei die durch die Auflösung dünn gewordenen Wände der Höhlungen durch das

sich ausdehnende Gas zersprengt. Bisher fand man dieses Salz blos in Wieliczka, wahrscheinlich aber wird es auch anderwärts vorkommen.

Salzquellen. (Sources salées.)

1286. Die Gewinnung des Salzes aus den Salzsoolen geschieht auf verschiedene Weise, je nachdem es die Umstände erfordern; man kann übrigens diese verschiedenen Verfahrungsarten hauptsächlich auf zwei reduziren, diese sind: 1.) die Verdunstung der Soolen an offner Luft mit Hilfe geeigneter Vorrichtungen, und 2.) die Verdampfung durch Feuer. Die Soolen enthalten gewöhnlich außer Chlornatrium, auch Chlormagnesium, schwefelsaure Magnesia, Gyps, kohlensauern Kalk und zuweilen auch kohlensaueres Eisen mittelst überschüssiger Kohlensäure aufgelöst.

Enthält die Soole kohlensaures Eisen, so setzt sich Eisenoxyd in Menge am Rand der Quelle, oder in den Röhrenleitungen ab, welche die Salzwasser an den Ort ihrer Bestimmung bringen, so daß die Soolen bei ihrer Ankunft in den Siedehäusern ihr Eisen fast gänzlich verloren haben.

Auch ein Theil des kohlensauern Kalks, der durch Kohlensäure aufgelöst ist, scheidet sich aus. In dem Schlamme, welcher von beiden Körpern herrührt, wachsen zuweilen Conferven, welche nach ihrem Absterben verfaulen und dem Salzwasser einen stinkenden Geruch mittheilen, der sich erst beim Versieden wieder verliert.

Ist die Soole an ihren Bestimmungsort gelangt, so wird ihre Konzentration folgendermassen bewirkt. Man hat besondere Gradirhäuser, welche sehr lang und hoch sind und von allen Seiten vom Winde bestrichen werden können. Diese Gebäude werden im Innern so eingerichtet, daß die Soole möglichst fein zertheilt wird, um das Wasser zu verdunsten. Gewöhnlich wendet man hierzu Dornen an, welche in rechtwinklich-parallelepipedischer Form zusammengehäuft werden; aber auch Stricke oder Tafeln werden gebraucht. Die zu konzentrirende Soole wird von oben herab auf die Dornen gegossen, wodurch eine äußerst feine Zertheilung derselben bewirkt wird; sie fließt nun allmählig herab

von einer Dornenschicht zur andern und bietet so der Luft eine ungeheure Oberfläche dar, was die Verdunstung ungemein befördert und beschleunigt. Werden Stricke angewendet, so zieht man diese vertikal und erfüllt damit das ganze Gradirgebäude. Die Soole fließt senkrecht daran herab, wird wie in dem vorhergehenden Fall fein zertheilt, und bietet ebenfalls der Luft viel Oberfläche dar. Die Tafelgradirung besteht der Hauptsache nach darin, daß man in dem Gradirhause hölzerne Flächen mit etwas erhabenem Rande anlegt, von denen mehrere über einander sich befinden. Diese Tafeln sind theils nach einer, theils nach der andern Seite sanft geneigt. An der tiefer liegenden Seite ist jede Tafel an einer Stelle durchbohrt, um die Soole auf die nächst tiefer liegende Tafel fließen zu lassen. Die Luft streicht zwischen den einzelnen Tafeln durch und befördert so die Verdunstung der Soole sehr, welche auf den Tafeln eine große Oberfläche darbietet.

Die Dorngradirung wurde zuerst in der Lombardei eingeführt. Später wendete man sie auch in Sachsen an, und im Jahre 1559 wurde sie in den baierischen Salinen angenommen. Von jener Zeit an wurde sie in allen Salinen, wo die Verhältnisse hierzu günstig waren, eingeführt. Die Dornen werden bald in eine Reihe, bald in zwei oder in drei Reihen gebracht. Die Gebäude selbst sind aus Balken konstruirt und auf Mauerpfeiler gestützt; man versieht sie gewöhnlich mit einem Bretterdach, wodurch die Dornen gegen Regen geschützt werden, welcher die Soole wiederum schwächer machen würde. Die Gradirhäuser sind 250—350 Meter lang und 8—10 Meter breit. Bei ihrer Errichtung muß man sorgfältig die Lage berücksichtigen, da das Gradirhaus in eine gewisse Richtung gegen den herrschenden Wind gestellt werden muß. Es leuchtet von selbst ein, daß der Wind die Gebäude in senkrechter Richtung treffen muß, um die größte Wirkung hervorzubringen. Auch die Vertheilungsart der Soole muß so eingerichtet werden, daß man leicht Veränderungen nach dem Windwechsel daran vornehmen kann. Man erfüllt diese Bedingung indem man oben auf dem Gradirhause Rinnen anbringt, die an den Seiten mit Einschnit-

ten versehen sind. Brettchen, welche in die Rinnen gelegt werden, sind gleichfalls mit Einschnitten versehen und müssen längs des Rinnenrandes hin und her geschoben werden können. Treffen nun die Einschnitte des Brettchens mit denen der Rinne zusammen, so fließt die Soole durch diese heraus, während dann auf der entgegengesetzten Seite kein Ausfließen möglich ist. Mittelst eines zu dem Endzwecke angebrachten Hebels kann man augenblicklich die eine Seite schließen und die andere öffnen, indem man nämlich die mit Einschnitten versehenen Bretter verschiebt.

Die Gradirhäuser werden der Länge nach in zwei oder mehrere Abtheilungen getheilt: die erstere ist für die Aufnahme der unmittelbar aus der Quelle kommenden Soole bestimmt, die zweite dagegen für diejenige Soole, welche schon einmal durch die Dornen gelaufen ist ꝛc. Die Länge jeder Abtheilung, ihre Vereinigung unter einem und demselben Dache, oder ihre Trennung in verschiedene Gebäude, wird bloß durch die Lokalverhältnisse bestimmt, welche theils von der Güte der Soole, von der Beschaffenheit des Terrains und von der möglichen Vertheilung der erforderlichen mechanischen Kräfte abhängen. Die Pumpen, welche die Soolen heben, sind gewöhnlich mitten am Gradirgebäude angebracht und schöpfen dieselbe in Behälter, welche ganz oben vorhanden sind, und woraus sie dann in die Rinnen fließt, um sich auf die Dornen zu verbreiten. Diese Pumpen werden fast immer durch Wasserräder in Bewegung gesetzt.

Um sich einen Begriff von dem Verdunsten der Soole machen zu können, geben wir hier folgende in Montiers erhaltene Resultate.

Fall.	Gesammtoberfläche der Dornen.	Dichtigkeit des Wassers.	Verdunstetes Wasser.
. . . . .	. . . . .	1,010 . .	0,0
1ter und 2ter	5158 . .	1,023 . .	0,540
3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9ter .	2720 . .	1,072 . .	0,333
10ter	550 . .	1,140 . .	0,062
		Gesammtverdunstung =	0,935
		Rückständiges Wasser bei 1,14 Dichtigkeit =	0,065
		Wasser, das bei 1,010 Dichtigkeit vorhanden war =	1,000

Man ersieht aus diesen Angaben, welche einer sehr gründlichen Abhandlung des Herrn Berthier entnommen sind, daß die Soole nicht weniger als zehenmal herabfallen mußte, um von 1,010 auf 1,140 konzentrirt zu werden; hierbei müssen noch die Umstände der Verdunstung besonders günstig seyn, denn bisweilen muß dieselbe Soole ein Gradirhaus mehreremale passiren, ehe sie auf das folgende gebracht werden darf. Ein andrer wichtiger und wohlbekannter Umstand geht noch daraus hervor: nämlich daß die Verzögerung, welche die Verdunstung durch die Zunahme der Dichtigkeit erleidet, kaum merklich ist. Dieses zeigte sich auch wirklich bei den hierüber angestellten Versuchen, denn zu dem ersten und zweiten Herabfallen der Soole wird dieselbe Zeit erfordert, wie zu den sieben folgenden und dem zehenten; die Zahlen, welche in diesen drei Fällen die Verdunstung ausdrücken, wenn die Oberfläche gleich groß angenommen wird, sind 10,12 und 11. Diesem zufolge scheint die Verdunstung selbst noch zuzunehmen, allein dieß rührt von dem Verlust her, der unvermeidlich ist, und namentlich durch stärkern Wind veranlaßt wird, der immer etwas Soole fortführt. Die Menge des verdunsteten Wassers sollte zwar abnehmen, allein die angeführten Zahlen beweisen zur Genüge, daß dieß in einem kaum merkbaren Verhältniß geschieht.

Ist die Soole auf 1,140 oder wenigstens dieser Dichtigkeit sehr nahe gebracht, so läßt man sie in große gemauerte Behälter oder Reservoire, welche bedeckt sind. In diesen setzt sie alle diejenigen Stoffe ab, welche im aufgeschlämmten Zustande darin sind und ihr ein trübes Ansehen geben; von den Reservoiren wird sie dann in die Siedehütten geleitet und daselbst in den Siedepfannen mittelst Feuer rasch verdunstet.

Enthält die Soolquelle kohlensauern Kalk und Eisen, so setzt die Soole kohlensauern Kalk und Eisenoxyd ab, bis sie 3,5° nach Baumés Aräometer zeigt, was einer Dichtigkeit von 1,023 entspricht. Da der schwefelsaure Kalk sich in der Soole von 1,033 spezif. Gew. am leichtesten auflöst, so ist klar, daß bei größerer Konzentration derselben die sich absetzenden Mengen mit dem verdunstenden Wasser in geradem Verhält-

niß stehen. Nach Berthier sind die Zahlen, welche die Löslichkeit ausdrücken folgende:

Grade nach Baumé.	Aufgelöster Gyps.
0°	0,0033
2°	0,0043
5°	0,00605 Maximum.
15°	0,0043
27°	0,0000

Demnach besteht die sich zuerst während der Gradirung absetzende Masse aus Gyps, kohlensauerm Kalk und Eisenoxyd; später setzt sich reiner Gyps ab; die relativen Mengen dieser Substanzen müssen natürlich nach der Beschaffenheit der Soole variiren. Nach folgender Tafel, welche die Wassermengen angiebt, die durch die Gradirung von 1,6° bis 26° Baumé verdunsten, lassen sich alle Effekte der Gradirhäuser berechnen. Es wurde dieselbe von Berthier nach eignen Versuchen entworfen.

Grade nach Baum'.	Gewicht des rückständigen Wassers.	Gewicht des verdunsteten Wassers.	Abgesetzter Gyps.
1,6°	10000	"	"
2,0°	8400	1600	"
3,0°	5620	2780	"
4,0°	4040	1580	4
5,0°	3150	890	3,5
10,0°	1486	1664	10,5
15,0°	941	545	4,5
20,0°	703	238	2,6
25,0°	551	152	0,95
26,0°	526	25	0,1

Um von dieser Tabelle Gebrauch machen zu können, bemerken wir nur, daß unter gewöhnlichen Umständen 60 Kilogr. Wasser in vier und zwanzig Stunden auf den Quadratmeter Oberfläche von Dornen verdunsten. Man muß hauptsächlich auch die örtlichen Verhältnisse berücksichtigen, um zu wissen bei welchem Grade man mit der Luftgradirung aufhören darf. 14° und 20° sind die beiden äußersten Gren-

zen, die das Resultat der Gradirung einschließen. Man begnügt sich mit 14°, wenn man sehr billigen Brennstoff hat, treibt die Soole aber auf 20°, wenn dieser theuer ist. Um diesen Punkt genau bestimmen zu können, müßte man den Verlust an Soole kennen, welcher eine Folge des Gradirens ist. Man könnte dann den Werth des verlornen Salzes mit dem des Brennmaterials vergleichen, welches erforderlich ist, um die Wirkung der Luft zu ersetzen.

1287. Die in den Reservoiren enthaltene Soole wird unmittelbar in die Siedepfannen geleitet, wo sie durch die Hitze verdampft. Diese Pfannen sind sehr groß und bestehen aus starken, 4—5 Millimeter dicken Eisenblechplatten, welche durch Nietnägel mit einander verbunden sind. Gewöhnlich ruhen die Pfannen auf gußeisernen Pfeilern. Man feuert entweder mit Holz, Steinkohle oder Torf. In einigen deutschen Salinen hat man für zwei Pfannen nur eine Feuerstelle. Die erste, welche direkte geheitzt wird, ist die Siedepfanne, und die zweite darauf folgende die Stör- oder Setz-Pfanne. Die Pfannen sind mit einem Bretterdach bedeckt, welches oben mit einer kegelförmigen Öffnung versehen ist, um dem Dampfe einen Ausgang zu gestatten.

Die Siedearbeit kann in drei bestimmte Abschnitte geschieden werden: 1.) das Stören der Soole, 2.) das Soggen oder Krystallisiren des Salzes und 3.) das Trocknen des abgetropften Salzes. Diese drei Operationen sind gleichzeitig im Gange und werden gewöhnlich durch ein einziges Feuer betrieben.

Schlotter oder Pfannenstein nennt man eine sich während dem Sieden der Soole reichlich absetzende Masse, welche hauptsächlich aus einem Doppelsalz von Gyps und schwefelsaurem Natron besteht.

Das Stören der Soole hat den Zweck alles schwefelsaure Doppelsalz, welches sich bilden kann, aus der Soole abzuscheiden. Man bringt zu dem Endzweck die Soole von 18° B. oder 1,140 spez. Gew. aus den großen Behältern in die Pfannen und läßt sie daselbst sieden. Es bildet sich dann ein Schaum, der von dem Gerinnen organischer Stoffe herrührt. Zuweilen fügt man auch etwas Ochsenblut hinzu,

um diese Absonderung zu befördern, gewöhnlich aber unterläßt man dieß. Da die Soole in diesem Zustande fast immer mit schwefelsauerm Kalk gesättigt ist, so beginnt auch die Pfannensteinbildung sogleich. Das schwefelsaure Doppelsalz fällt zu Boden und reißt Kochsalz mit nieder; da diese Masse sich an den Boden der Pfannen anlegen würde, so nimmt man sie mit langen Krücken heraus und wirft sie in viereckige Blechtröge, welche über der Pfanne angebracht sind. Nach 15 bis 20stündigem Feuern fängt das Salz an zu krystallisiren, allein noch schreitet man nicht zum Soggen. Man fügt neue schwächere Soole aus den Reservoiren hinzu und fährt noch acht bis zehen Stunden lang mit dem Stören fort. Ist die Pfanne voll Soole von 27° B. oder hat sie 1,23 spez. Gew., so beginnt man mit dem Soggen.

Man läßt die Soole nun in die Soggepfanne laufen, unter welcher ganz langsam gefeuert wird. Das Salz krystallisirt auf der Oberfläche der Soole in hohlen Pyramiden. Der wenige sich bildende Schaum wird abgenommen, das krystallisirte Salz mit Krücken zusammengeschoben und in trichterförmige Kästen zum Abtropfen gebracht; von da wird das Salz weiter auf die Trockenplätze transportirt. Das Soggen dauert mehrere Tage lang und wird erst dann unterbrochen, wenn das Salz anfängt unrein zu werden. Es bleibt eine dicke starkriechende Mutterlauge zurück, die man in ein besonderes Reservoir laufen läßt. Berthiers Analysen zeigen, daß die Reinheit des Salzes im Verlaufe des Soggens abnimmt, wie man dieß wohl vorhersehen kann.

Die Mutterlaugen enthalten viel Chlormagnesium, Kochsalz und schwefelsaure Magnesia. Außerdem findet sich darin oft Jodmagnesium oder Brommagnesium, die man gegenwärtig auch daraus abzuscheiden anfängt. Ferner enthalten sie immer organische Stoffe, welche von den Dornen abzustammen scheinen.

Da die schwefelsaure Magnesia und das Kochsalz bei niedriger Temperatur sich in schwefelsaures Natron und Chlormagnesium zersetzen, so benützt man die Mutterlauge, indem sie in Behälter gebracht wird, in welchen man sie den Winter über unberührt stehen läßt. Es erzeugen sich nach

und nach darin dreierlei Niederschläge. Der Letzte besteht aus beinahe reinem schwefelsaurem Natron, welches man herausnimmt und in den Handel giebt. Außer diesen drei verschiedenen Ablagerungen, bleiben noch die Mutterlaugen.

Nachtheilig und verlustbringend ist die Gegenwart des Chlormagnesiums; es ertheilt dem Salze einen widrigen Geschmack und macht es zerfließlich. In einer gut eingerichteten Saline muß man das Salz davon reinigen. Berthier lehrte, gestützt auf eine Beobachtung Grens, dieses auf eine sehr sinnreiche Weise ausführen. Gren fand nämlich, daß schwefelsaures Natron und Chlorcalcium sich wechselseitig zersetzen und Kochsalz und Gyps geben. Er zeigte ferner, daß der Kalk das Chlormagnesium zersetzt, und daß dann Chlorcalcium und Magnesia entsteht, so daß wenn man in's Wasser bringt

1 At. schwefels. Natron,	so erhält man 1 At. schwefels. Kalk
1 At. Chlormagnesium	1 At. Kochsalz
1 At. Kalk	1 At. Magnesia.

Beinahe in allen Salzsoolen findet sich schwefelsaures Natron und Chlormagnesium, allein gewöhnlich weniger von dem Letztern als erforderlich ist. Wenn man nun der Soole Kalk genug hinzufügt, um das Chlormagnesium zu zersetzen, so bleibt ein Gemenge von schwefelsaurem Natron, Kochsalz und Gyps übrig. Nach dem Stören wird man sie also zur Trockne abdampfen können, ohne Mutterlauge zu erhalten. Hat man vorräthige Mutterlauge, so kann man sie anwenden, um der Soole das zur vollständigen Zersetzung des schwefelsauren Natrons nöthige Chlormagnesium hinzuzufügen; man wird dann, nachdem sich der schwefelsaure Kalk abgesetzt hat, durch schnelles Abdampfen sehr reines Kochsalz erhalten. Diese von Berthier gemachten Beobachtungen bieten bei ihrer Anwendung im Großen mancherlei Vortheile dar, vorzüglich in Beziehung auf Ersparniß des Brennstoffes, weil sie ein sehr schnelles Abdampfen erlauben.

Während die Soole abgedampft wird, setzt sich auf dem Boden der Pfannen etwas Pfannenstein an, den man nach 12—15 Siedearbeiten mit dem Hammer losschlagen muß. Man begreift leicht, daß sein Entstehen sehr nachtheilig

ist, weil dann die Pfannen die Wärme weniger leiten und durch das Abschlagen desselben leicht beschädigt werden.

In Moutiers wendet man besondere Gradirhäuser an, um im Sommer das Abdampfen mittelst Feuer zu ersparen. Es sind Stricke in denselben aufgezogen, mittelst welchen man das Salz leicht krystallisirt erhalten kann. Dieses Gebäude ist 90 Meter lang und 70 Meter desselben sind mit Stricken versehen. Oben auf dem Gradirhause befinden sich Kanäle von 13 Centimeter Weite, welche wieder 13 Centimeter von einander entfernt sind. Stricke ohne Ende, 7—8 Millimeter dick, werden durch Löcher gezogen, welche in die Kanäle gebohrt sind, und unten im Gebäude an Balken befestigt. Es sind vier und zwanzig Abtheilungen vorhanden, zwischen welchen sich 12 Kanäle befinden, und von diesen hat jeder drei und zwanzig Strikke, was sechs und vierzig Stricklängen für jeden Kanal ausmacht. Da jeder Strick 8¼ Meter lang ist, so geht daraus hervor, daß mehr als 100000 Meter Stricke zur Herstellung des Gradirhauses nöthig sind.

Die Soole wird durch ein Bewässerungsrad emporgehoben, dessen Eimer sie in einen Kanal gießen, welcher längs des ganzen Gradirhauses fortläuft. Dieser vertheilt die Soole dann in die Kanäle, welche sich zwischen jeder Abtheilung befinden und von da läuft sie in die kleinen Kanäle, aus welchen sie sogleich durch runde Löcher auf die Stricke herabrinnt. Die Verdunstung ist zwischen diesen Stricken weit rascher als zwischen den Dornen.

Im Sommer bringt man die gesättigte Soole kochend auf diese Stricke, läßt sie dann mehreremale herablaufen und das Salz setzt sich daran ab. Wenn die Soole dick und zäh wird, leitet man sie in die Mutterlaugenbehälter.

Das Salz krystallisirt an den Stricken selbst, welche sich mit einer immer dicker werdenden Salzkruste bedecken. Haben die Stricke ungefähr eine Dicke von 6 Centimeter im Durchmesser erlangt, so nimmt man das Salz mittelst einer besondern Maschine davon ab; es fällt dann auf den Boden des Gradirhauses herab, wo es gesammelt wird. Das Soggen eines Sudes, was gewöhnlich in den Pfannen 5—6

Tage dauert, ist auf diesem Gradirhause in 17 Stunden vollendet. Das gewonnene Salz ist viel reiner, allein man erhält auch mehr Mutterlauge.

In den Strickgradirwerken erhält man zweierlei Sorten von Salz. Die erste Art bildet sich in den Behältern, in welchen die Soole einige Zeit lang stehen bleibt, ehe sie auf das Gradirhaus gehoben wird; es besteht aus großen, weißen Krystallen Die zweite Art erhält man in größeren Massen; sie bildet sich an den Stricken. Nach Berthier ist dieses Salz sehr rein und besteht aus

	Behältersalz.	Stricksalz.
Schwefelsaurer Magnesia . .	0,40	0,58
— — — Natron . . .	0,75	2,00
Chlormagnesium	0,18	0,23
Kochsalz	98,67	97,17
	100,00	100,00

Selten wird so reines Salz in den Handel geliefert, als dieses ist. Da aber dieses Verfahren nur allein in Moutiers angewendet wird, so müssen wir nun das allgemein gebräuchliche Soggen in Pfannen näher betrachten.

In Folge zahlreicher Analysen, die mit dem Salze vorgenommen worden sind, welches sich in verschiedenen Perioden beim Soggen in Pfannen absetzt, hat Berthier folgende Theorie aufgestellt.

Man muß bei starkem Feuer stören, um die Bildung des Pfannensteins zu befördern, wodurch eine bedeutende Menge schwefelsaures Natron abgeschieden wird. Nach dem Stören ist es dagegen vortheilhaft, bei gelindem Feuer zu soggen, um zu verhindern, daß die schwefelsaure Magnesia und das Chlormagnesium mit dem Kochsalz herauskrystallisire. Im Anfang des Soggens setzt sich wenig schwefelsaures Natron ab, später wächst die Menge desselben allmählig und ehe das Abdampfen ganz geendigt ist, setzt sich dieses Salz gänzlich ab.

Analyse der Salinenprodukte zu Moutiers von Berthier.

Produkte vor der Gradirung.	Niederschlag an der Quelle.	Niederschlag in in der Nähe des Gradirwerkes.	Soole von 1,6° am Fuße des ersten Gradirhauses genommen.
Eisenoxyd	85,0	5,0	0,000
Kohlensaurer Kalk . .	5,0	93,0	0,050
Organische Stoffe . .	4,0	2,0	0,000
Schwefels. Kalk . . .	. . . . .	. . . . .	0,270
— — Magnesia	. . . . .	. . . . .	0,056
— — Natron .	. . . . .	. . . . .	0,130
Kochsalz	. . . . .	. . . . .	1,060
Chlormagnesium . . .	. . . . .	. . . . .	0,032
Wasser	6,0	. . . . .	98,402
	100,0	100,0	100,000

Produkte der Gradirung.	Erster Niederschlag an den Dornen.	Zweiter Niederschlag an den Dornen.	Dritter Niederschlag an den Dornen.	Soole aus den Behältern von 18,15°
Kohlensaurer Kalk .	6,60	0,00	0,00	0,00
Kochsalz	0,05	0,24	0,25	16,00
Gyps	93,35	99,76	99,75	0,30
Schwefels. Magnesia	. . . .	. . . .	. . . .	0,80
— — Natron .	. . . .	. . . .	. . . .	2,65
Chlormagnesium . .	. . . .	. . . .	. . . .	0,46
Wasser	. . . .	. . . .	. . . .	79,79
	100,00	100,00	100,00	100,00

Produkte vom Sieden.	Erster Schlotter.	Mittlerer Schlotter.	Letzter Schlotter.	Gesättigte Soole von 26°
Schwefels. Kalk	28,0	41,10	10,10	0,00
— — Natron . .	24,5	52,65	25,68	2,81
Kochsalz	47,5	6,25	64,22	25,50
Schwefels. Magnesia .	. . . .	. . . .	. . . .	1,48
Chlormagnesium . . .	. . . .	. . . .	. . . .	1,07
Wasser	. . . .	. . . .	. . . .	69,14
	100,0	100,0	100,0	100,0

Produkte vom Soggen der Pfannen.	Erstes Salz.	Mittleres Salz.	Letztes Salz.	Mutterlauge.	Pfannenstein.
Schwefels. Kalk	1,56	0,00	0,00	0,00	10,65
— — Natron	3,80	5,55	0,00	0,00	18,66
Kochsalz	94,64	93,59	85,50	20,80	57,34
Schwefels. Magnesia	. . . .	0,25	12,50	9,50	3,00
Chlormagnesium	. . . .	0,61	2,00	4,85	0,75
Wasser	. . . .	. . . .	. . . .	64,85	9,60
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Produkte, welche man bei weiterer Behandlung der Sogge-Mutterlauge erhält.	Erster Niederschlag.	Zweiter Niederschlag.	Letzter Niederschlag.	Rückständige Mutterlauge.	
Schwefels. Magnesia	11,74	0,25	0,00	4,20	
Schwefels. Natron	46,36	56,50	95,00	6,00	
Chlormagnesium	0,60	0,25	0,00	5,40	
Kochsalz	41,30	43,00	5,00	19,90	
Wasser	. . . .	. . . .	. . . .	64,50	
	100,00	100,00	100,00	100,00	

Wir haben nun noch die Verhältnisse dieser verschiedenen Substanzen bei der Arbeit im Großen anzudeuten. Dieses Verhältniß wechselt bei verschiedenen Quellen ohne Zweifel, vielleicht aber weniger als man vermuthet. Es folgen hier die Ergebnisse eines Sudes, welchen Berthier zu Moutiers mit 469 metrischen Zentnern Soole von 20° anstellte, die 103 metrische Zentner salzige Substanzen enthielten. Zu diesem Sud wurden 50 Stere gespaltenes Tannen- oder Lärchenholz angewendet, nämlich 25 St. zum Stören und 25 zum Soggen.

	Metrische Zr.	
Schlotter	3,4	
Kochsalz	79,0	
Pfannenstein	2,1	105,0
Mutterlauge	5,1	
Verlust	15,4	

Der Verlust ist hier sehr bedeutend; man schlägt ihn auf ⅓ oder ⅛ bei gewöhnlicher Arbeit an. Es leuchtet wohl von selbst ein, daß man nicht alle Mutterlauge sammeln konnte, weil nach einem mittleren jährlichen Resultat diese an schwefelsaurem Natron allein ein Zehntel der erhaltenen Kochsalzmenge liefert. Man müßte also 16—20 Mutterlauge annehmen, welche 8 schwefelsaures Natron liefern würde.

In Moutiers brauchte man also damals 1 Stere Holz, um 7,5 metrische Zentner Soole von 20° Baumé abzudampfen. Es ist dieß ein ungeheures Quantum, wenn man bedenkt, daß 1 Kilogr. Holz kaum 2,5 Kilogr. Dampf bildet. Die von Cleiß in Rosenheim (Baiern) konstruirten Pfannen sind viel vortheilhafter eingerichtet; man braucht daselbst 1 Kilogr. Holz um 3,5 Kilogr. Wasser zu verdunsten. Die nöthigen Details hierüber finden sich auf der Tafel 24. In der neuesten Zeit hat Clément zu Dieuze Einrichtungen getroffen, welche hinsichtlich der Ersparung des Brennstoffes nichts zu wünschen übrig lassen.

Nicht unbeachtet sollte man das lassen, was wir über die Anwendung des Kalkes zur Reinigung der Soole oben gesagt haben. Es ist klar, daß man durch den Gebrauch dieses Mittels den Gang der Arbeit sehr vereinfacht; man ver-

meidet dadurch die Erzeugung vieler zufälliger Nebenprodukte und erhält in kürzerer Zeit und bei beträchtlicher Holzersparniß ein größeres Quantum Kochsalz, weil man alles in der Soole enthaltene und selbst noch etwas mehr daraus gewinnt.

Diese Betrachtungen lassen sich nicht bloß auf die Soolquellen anwenden, sondern können offenbar auch bei anderen Arten der Kochsalzgewinnung benützt werden. Löst man z. B. Steinsalz auf, um es krystallisiren zu lassen, so treten dieselben Umstände ein; auch bei der Salzgewinnung aus dem Meerwasser finden gleiche Verhältnisse Statt. Da wir im Vorhergehenden viele Details gegeben haben, so können wir uns bei Betrachtung der übrigen Verfahrungsarten kürzer fassen, da auch hier dieselben Erscheinungen wieder auftreten.

Salzteiche oder Salzgärten. (Marais salans.)

1288. Die Salzteiche sind große Reservoire, die man gewöhnlich in der Nähe des Meeres anlegt, und in welchen das Meerwasser an freier Luft verdunstet wird. Dieses enthält

Kochsalz	2,50	100.
Chlormagnesium	0,35	
Schwefelsaure Magnesia . . .	0,58	
Kohlensauren Kalk und Magnesia	0,02	
Schwefelsauren Kalk	0,01	
Wasser	96,54	

Die zu verdunstende Wassermenge ist demnach sehr bedeutend, allein in den zweckmäßig angelegten Salzteichen ist die Verdunstung so schnell, daß das Salz äußerst billig zu stehen kommt. Die Salzteiche, von welchen man auf der Tafel 20. eine Ansicht findet, werden in einer flachen Gegend am Meeresufer angelegt und zwar so, daß sie gegen die Fluth geschützt sind. Das Meerwasser wird anfänglich in einen Sammlungsbehälter J (jas) geleitet, in welchem es wenigstens 2 Fuß und höchstens 6 Fuß hoch steht. In diesem Behälter beginnt die Verdunstung des Meerwassers

und setzt alle Stoffe ab, welche im aufgeschlämmten Zustand sich darin vorfinden. Mittelst eines hölzernen Rohres G (gourmas) läßt man es von da in mehrere kleine Behälter c, c, c (couches) laufen. Aus diesen geht es dann durch unter der Erde gelegte Röhren F (faux gourmas) in die Gräben M, M, (mort). Diese Gräben bilden einen Kanal rings um den Salzteich, der ungefähr 4000 Meter lang ist. Aus diesen Gräben gelangt das Meerwasser in neue Behälter t, t (tables) und von da läuft es wieder in eine Reihe ähnlicher Behälter m, m, (muant). Endlich gelangt es von hieraus zuletzt durch Kanäle b, b, b (brassours), welche man beliebig öffnen und schließen kann, in kleine Räume a, a, a rc. (aires). Das in dieselben fließende Meerwasser ist schon sehr conzentrirt und setzt sogleich Salz ab. Der Salzniederschlag kündigt sich durch eine röthliche Färbung an, welche sich im Wasser zeigt. Das Salz krystallisirt auf der Oberfläche des Wassers; man zerbricht die sich bildende Kruste, und sobald sich eine dicke Schicht abgesondert hat, sammelt man das Salz und häuft es auf dem Wege (vie) auf, welcher die aires von einander trennt. In manchen Salzgärten sammelt man das Salz, statt die sich auf der Oberfläche bildende Rinde zu zerbrechen, durch Abrahmen mit langen Krücken.

Die Arbeit in den Salzteichen beginnt im Monat Merz und endigt im September. Anfangs reinigt man die Behälter; man schließt zu dem Endzweck die Kommunikation zwischen den Behältern m und t und öffnet den unter der Erde liegenden Kanal C (coy). Das Wasser fließt dann aus m ab und nimmt alles, was sich abgesetzt hat, mit fort. Hierauf läßt man alles Wasser aus a, a rc. in die Behälter m laufen und reinigt so jene. Zwischen c und t wird nun die Kommunikation geschlossen und die Letzteren entleert man in m. Nachdem die Räume t gereinigt sind, könnte man die Reinigung auch mit den Reservoiren c vornehmen, allein gewöhnlich unterläßt man dieß.

Ist der ganze Salzteich gereinigt, so beginnt die Arbeit. Man läßt das Wasser von J nach c, von da nach M, t, m, so wie in die engen Kanäle b und endlich in die klei-

nen Räumen a. Um das Meerwasser von b nach a zu leiten, macht man mittelst eines Pfahles ein Loch, wodurch die Kommunikation hergestellt wird. Steht das Wasser ungefähr 1 Zoll hoch in den kleinen Abtheilungen a, so verstopft man das Loch wieder. Das nach a fließende Wasser ist anfangs noch nicht sehr gesättigt, wenn es nicht lange in den vorhergehenden Behältern gestanden hat, und wenn die Jahrszeit überhaupt noch nicht heiß ist. Es sind dann acht Tage nöthig, damit das Salz sich dort bilde. Bei günstiger Jahrszeit hingegen, wenn das Wasser schon anfangs bedeutend verdunstet ist, ehe es nach a gelangt, kann man zwei bis dreimal in der Woche, ja sogar oft täglich das krystallisirte Salz herausnehmen. Man sammelt das Salz indem man kegelförmige (pilots) oder pyramidale (vaches) Haufen bildet (P, et V.) Diese Haufen werden mit Stroh oder Gras bedeckt, um sie gegen den Regen zu schützen.

Gewinnung des Kochsalzes durch Frost.

1289. Diese Methode gründet sich auf die Eigenschaft, daß das mit Salz gesättigte Wasser zum Gefrieren eine weit niedrigere Temperatur erfordert, als das reine Wasser. Es folgt daraus, daß das sehr schwache Salzwasser, wenn es in großen Massen einer Kälte von einigen Graden unter Null ausgesetzt wird, sich in zwei Parthien theilt, nämlich in reines oder doch beinahe reines gefrierendes Wasser, und in reichhaltigere Soole, welche flüssig bleibt.

Hebt man das Eis ab, so bleibt konzentrirteres Salzwasser zurück, was durch öftere Wiederholung dieser Operation immer mehr an Salzgehalt zunimmt. Dieses Verfahren läßt sich nur in kälteren Ländern anwenden und gewöhnlich benützt man es im Norden, seltener aber in Ländern von gemäßigtem Clima.

Soll diese Methode recht vortheilhaft werden, so muß man die Soole mit Kalk reinigen. Die niedrige Temperatur, welcher dieselbe ausgesetzt wird, zerstört alle schwefelsaure Magnesia, die sich dann in schwefelsaures Natron und in Chlormagnesium verwandelt, indem zugleich ein ent-

sprechendes Quantum Kochsalz zersetzt wird. Durch die Abdampfung der beim Gefrieren zurück bleibenden Flüssigkeit würde man ein sehr unreines schlechtes Kochsalz erhalten, wenn man die Soole nicht durch Kalk reinigte.

Es läßt sich dieß aus folgenden Resultaten abnehmen, welche Heß bei Untersuchung mehrerer Salze von den Salinen aus der Umgegend von Irkuzk (Provinz im asiatischen Rußland) und des Salzes vom ochozkischen Meer, welche man sämmtlich durch Gefrieren der Soole gewinnt.

	Salz des ochozkischen Meeres.	Salz der Salinen v. Oustkut.	Desgl. von Irkuzk.	Desgl. von Seleuginsk.
Kochsalz	77,60	74,84	91,49	74,71
Schwefels. Natron .	13,60	15,20	2,76	13,80
*) Chloraluminium	6,20	1,17	2,60	6,50
Chlorcalcium . .	0,94	5,21	1,10	1,44
Chlormagnesium .	1,66	3,57	2,05	3,55
	100,00	100,00	100,00	100,00

Diese Salze sind sämmtlich sehr unrein, was hauptsächlich der niedrigen Temperatur zuzuschreiben ist, welcher die Salzwasser ausgesetzt wurden. Behandelt man die Soolen vorher mit Kalk, so werden die Magnesia- und Thonerdesalze zersetzt und man verhindert dann die Bildung von Chlormagnesium und Chloraluminium und mithin auch die Erzeugung einer entsprechenden Menge Glaubersalzes. Diese Salze sind dann rein und man vermeidet den Verlust, welcher im Magazin durch die Zerfließlichkeit der Chloride von Aluminium, Calcium und Magnesium gewöhnlich noch erwächst. Zugleich kommt man dadurch den Nachtheilen zuvor, welche dieses unreine Salz in Beziehung auf die Gesundheit übt, denn nach Heß sollen dieselben die scorbutischen Krankheiten erzeugen, welche in jenen Gegenden so häufig sind.

Meersalz mittelst Feuer gewonnen.
(Sel ignifére.)

1290. In Avranchin in der untern Normandie gewinnt man Kochsalz auf eine besondere Weise. Schon seit

*) Hier bemerkte man zuerst das Chloraluminium in Kochsalz. Heß fand auch, daß diese Verbindung im ochozkischen Meere selbst schon existirt.

1600 wird dort ein Verfahren angewendet, was noch heute daselbst gebräuchlich ist. Nach alten Traditionen jenes Landes, soll dieses Verfahren schon im neunten Jahrhundert eingeführt worden seyn.

Das dort gewonnene Salz ist sehr rein und dieß ist der einzige Vortheil dieses eigenthümlichen Verfahrens, welches übrigens mit vielen Nachtheilen verknüpft ist. Die Salinen von Avranchin konnten nur unter dem Schutze der Verordnung vom Jahre 1768 gedeihen, welche aber durch die Revolution aufgehoben worden ist. Gegenwärtig sind nur wenige dieser Salinen noch vorhanden und es wird jetzt nicht viel Salz darauf gewonnen.

Man wendet in denselben den salzhaltigen Sand an, den man an der Meeresküste sammelt, um das Meerwasser mit dem darin enthaltenen Salze zu sättigen. Das erhaltene konzentrirte Salzwasser wird dann durch Feuer abgedampft. Der Sand wird mittelst einer sechs Fuß langen Krücke gesammelt, welche mit einer eisernen Schneide versehen ist und durch ein Pferd in Bewegung gesetzt wird. Ein Arbeiter leitet diese Krücke, hebt sie höher oder senkt sie ein, je nach Bedürfniß. Nur der ganz trockne Sand wird zusammengerafft, und man wiederholt dieselbe Operation 2—3 mal des Tages an der nämlichen Stelle, je nachdem derselbe schneller oder langsamer austrocknet. Da dieser Sand beständig vom Meerwasser benetzt wird, so ist er von Salz durchdrungen, das beim Verdunsten des Wassers zurückbleibt. Die heißesten Tage im Sommer sind dem Sammeln am günstigsten.

Der Sand wird in die Nähe der Saline transportirt, wo man ihn in eine kreisrunde Grube von 20—25′ Durchmesser und 7—8′ Tiefe wirft; man häuft ihn in derselben meilerförmig auf und bedeckt ihn mit einer Thonlage, um ihn gegen den Regen zu schützen. Zugleich macht man am Ufer einen Graben (tourande), den man mit Meerwasser füllt.

Um den salzhaltigen Sand auszulaugen füllt man einen hölzernen, 1′ tiefen und 9′ breiten und langen Kasten damit an. Dieser Kasten wird auf eine massive Mauer gestellt; der Boden desselben besteht aus Brettern, die mit den Seiten-

wänden verbunden sind. Man bedeckt diese mit einer Strohlage, worauf man wieder neue Bretter legt. Diese Vorrichtung bildet so ein eigentliches Filtrum. An einer Seitenwand ist der Kasten mit einer Öffnung versehen, von welcher ein Rohr in das Reservoir geht, um das Salzwasser dahin zu führen. Der Kasten wird mit salzhaltigem Sand gefüllt und dann gießt man 7—800 Liter Meerwasser darauf. Dieses filtrirt in zwei Stunden und erlangt dadurch ein spezif. Gew. von 1,14, ja bisweilen selbst von 1,17.

Der Sandrückstand wird von den Bauern als Düngmittel angewendet. Das gesättigte Salzwasser (brune) wird in die Hütte gebracht, wo man es abdampft; das erste stärkere und das zweite schwächere Salzwasser wird von einander abgesondert. Die Salzsieder bestimmen den Gehalt desselben mittelst dreier Wachskugeln, welche mit Blei belastet sind. Sie halten das Wasser von 1,16 spezif. Gew. für das zum Abdampfen am meisten sich eignende.

Man dampft das Salzwasser in bleiernen Kesseln ab, welche nach gesetzlichen Vorschriften genau 20 Liter halten müssen. Diese Kessel sind länglich viereckig und sehr flach; je drei solcher Kessel werden auf einen Ofen von drei Abtheilungen gesetzt, der weder Rost noch Schornstein hat. Man feuert mit Holz; der Rauch zieht durch die zwischen den Kesseln gelassenen Räume und durch die Mauer des Ofens ab.

Fängt das Salzwasser an zu sieden, so schäumt es und dann muß der Arbeiter beständig rühren, um das Übersteigen zu verhüten. Nach Verlauf einer Viertelstunde füllt er die Kessel aufs Neue mit kaltem Salzwasser, wodurch viel Schaum gebildet wird, den man abnimmt. Nun wird mit der Verdampfung fortgefahren bis das Salz herauskrystallisirt; ist dieser Moment gekommen, so gießt man noch 1 Liter Salzwasser hinzu, um die Bildung von neuem Schaum zu bewirken, den man wiederum abnimmt. Hierauf dampft man zur Trockne ab, indem man unaufhörlich das sich absetzende Salz umrührt, damit das Blei nicht schmelze. Die Salzmasse, welche sehr unrein, allein zugleich auch sehr fein zertheilt ist, was ihre Reinigung erleichtert, wird in einen Korb gethan, der über der Pfanne hängt und während

der ganzen folgenden Operation darin gelassen. Das Salz ist auf solche Weise der beständigen Wirkung der Wasserdämpfe ausgesetzt, wodurch die zerfließlichen Salze aus demselben fortgeschaft werden. Man bringt es hierauf in ein Magazin, dessen Boden aus ausgelaugtem, festgeschlagenem Sand besteht, auf dem die völlige Reinigung von selbst erfolgt. Nach zweimonatlichem Lagern verliert das Salz noch 20—28 Prozent; es ist dann sehr weiß und fein zertheilt.

Jede Operation oder Sud dauert zwei Stunden; man macht täglich wenigstens neun, bisweilen zehen oder zwölf. Man dampft 7—800 Liter Salzwasser ab und erhält davon 150—225 Kilogr. Salz, je nach der Reichhaltigkeit des angewendeten Sandes. Der Holzverbrauch beträgt dem Werthe nach ungefähr 6—7 Franken.

Bei dieser Arbeit muß man vorzüglich gegen das Ende viel Geschicklichkeit anwenden, um das Schmelzen des Bleies zu verhindern. Man rührt ununterbrochen und sobald das Salz herausgenommen ist, gießt man frisches Salzwasser nach. In Folge des schnellen Temperaturwechsels und der Weichheit des Metalls findet man die Kessel Abends wirklich etwas erweitert. Man muß sie dann wiederum zurecht machen. und folglich mehrere davon besitzen, um bei beständig fortgesetzter Arbeit wechseln zu können.

Die an Salz sehr reichhaltige Asche und die Trümmer der Öfen, welche Letzteren 6—7 Wochen dauern, werden als Dünger verkauft.

Wir lassen hier nun eine Tabelle folgen, welche die Analysen einiger im Handel vorkommenden Salzsorten enthält, woraus die Veränderlichkeit der Qualität derselben zu ersehen ist. Manche Salzsorten enthalten außerdem noch Brom- und Jod-Magnesium in so beträchtlicher Menge, daß sie der Gesundheit nachtheilig werden können.

Abstammung des Salzes.	Kochsalz.	Schwefelsaure Magnesia.	Chlormagnesium.	Schwefelsaurer Kalk.	Unlösliche Stoffe.	Hygrometrisches Wasser.
Nach Henry.						
Salz von Saint-Ubes	96,0	0,45	0,30	2,35	0,9	0,0
desgl. von Oleron .	96,4	0,45	0,20	1,95	1,0	0,0
desgl. von schottischem Seesalz . .	93,5	1,75	2,85	1,50	0,4	0,0
desgl. von Lymington	93,7	3,50	1,10	1,50	0,2	0,0
Steinsalz von Chester	98,3	0,00	0,05	0,65	1,0	0,0
desgl. von Chester zum Einsalzen . .	98,6	0,00	1,10	1,20	0,1	0,0
Nach Berthier.						
Salz von Saint-Ubes erste Qualität . .	95,19	1,69	0,00	0,56	0,0	2,45
desgl. zweite Qualität	89,19	6,20	0,00	0,81	0,2	3,60
desgl. dritte Qualität	80,09	7,27	0,00	3,57	0,2	8,36
Salz von Figueras.	91,14	3,54	0,70	0,33	0,2	4,20
desgl. von Bouc. .	95,11	1,30	0,23	0,91	0,1	2,35
desgl. von Croisic .	87,97	1,58	0,50	1,65	0,8	7,30

Capitel III.

Künstliche Soda. (Soude artificielle.)

1191. Weiter oben wurde bereits gezeigt, wie die sogenannte natürliche Soda gewonnen wird, und aus den allgemeinen Andeutungen, welche wir über den Ursprung der natronhaltigen Handelsprodukte gegeben haben, geht auch hervor, daß die künstliche Soda nur aus dem Kochsalz gewonnen werden kann. Frankreich, das arm an natürlicher Soda ist, besitzt dagegen unerschöpfliche Quellen für Kochsalz. Schon während der Revolution, als die Einfuhr der natürlichen Soda verboten war, wurden Versuche aller Art angestellt, um das Natron aus dem Kochsalz abzuscheiden. Diese Versuche wurden mit dem schönsten Erfolg gekrönt, und hierdurch verlor Spanien unwiederbringlich einen Industriezweig, der jährlich wenigstens zwanzig Millionen Franken betrug. Man verdankt einem französischen Wundarzt, Namens Leblanc die Entdeckung des jetzt allgemein gebräuchlichen Verfahrens, die Soda aus dem Kochsalz darzustellen, und diese Entdeckung wird stets Epoche in der Geschichte der Künste machen.

Als der Verkehr zwischen Spanien und Frankreich durch den Krieg unterbrochen war, ließ der öffentliche Wohlfahrtsausschuß einen Aufruf an alle französische Chemiker ergehen, um sie einzuladen, geeignete Methoden zur Fabrikation der Soda bekannt zu machen. Von allen Verfahrungsarten, welche damals geprüft wurden, war die von Leblanc mitgetheilte die einzige, welche bis auf den heutigen Tag beibehalten wurde; demungeachtet aber befinden sich unter den übrigen doch noch einige, welche gekannt zu werden verdienen. Man kann sämmtliche Darstellungsarten in zwei Abtheilungen bringen; die erstern haben die Gewinnung des

Natrons aus dem Kochsalz direkte zum Zweck; die zweiten gründen sich auf die vorherige Verwandlung des Kochsalzes in Glaubersalz.

Kochsalz und Kalk. Mehrere Chemiker wie Proust, Pelletier und Deyeux beobachteten, daß an Mauern kohlensaures Natron effloreszirte und erklärten es aus der Zersetzung des Kochsalzes mittelst Ätzkalk. Das frei gewordene Natron sollte sich ihrer Ansicht gemäß an der Luft dann in kohlensaures Natron verwandeln. Schon vor der Revolution wurde dieses, ursprünglich durch Scheele entdeckte Verfahren von Guyton und Carny bei Croisic in der untern Picardie angewendet. Zu dem Endzweck wurde der Ätzkalk wie gewöhnlich gelöscht und mit einer Kochsalzauflösung zu einem Teige angemacht. Wird diese Masse der Luft ausgesetzt und feucht erhalten, so effloreszirt nach und nach kohlensaures Natron daraus. Dieses Verfahren wurde jedoch nie im Großen angewendet.

Kochsalz und Bleioxyd. Auch diese Methode wurde von Scheele entdeckt und war seit langer Zeit in England üblich zum Behufe der Bereitung einer schönen gelben Farbe; erst später wendeten sie Chaptal und Berard zur Darstellung der Soda an. Man nimmt hierzu 50 Thl. gepulverte Bleiglätte und 12,5 Thl. Kochsalz in 50 Thl. Wasser aufgelöst; erstere wird mit einem Theil der Auflösung vermengt, um einen flüssigen Brei zu bilden. Hat die Masse einige Stunden lang gestanden, so wird die Oberfläche weiß, und dann muß man beständig umrühren, damit sie nicht erhärtet. Man fährt mit dem Umrühren fort und fügt allmählig den Rest der Auflösung, und selbst nöthigenfalls noch etwas Wasser hinzu. Nach Verlauf eines Tages ist die Reaktion vollendet; man läßt dann noch einen zweiten Tag die Masse ruhen und wäscht sie dann aus. Der Rückstand besteht aus einem Gemenge von Bleichlorid und Oxyd, welches durch Schmelzen eine schöne gelbe Farbe annimmt. Die Zersetzung des Kochsalzes ist in diesem Falle vollständig, allein der hohe Preis der Bleiglätte verbietet die Anwendung dieses Verfahrens im Großen.

Die übrigen Bereitungsarten erfordern alle eine vorher-

gehende Verwandlung des Kochsalzes in schwefelsaures Natron, die auf verschiedene Weise bewerkstelligt werden kann.

Kochsalz und schwefelsaures Eisen. Werden diese beide Stoffen mit einander gemengt und geglüht, so liefert ihre Wechselzersetzung Eisenoxyd, schwefelsaures Natron, Chlor und schweflichte Säure. Man kann hierbei die Erzeugung des schwefelsauern Natrons vermehren, wenn man 73 Kochsalz und 172 schwefelsaures Eisen in Pulverform mengt, sie mit etwas Wasser begießt, dann einige Tage lang auf Haufen liegen läßt und zuletzt rothglüht. Es bildet sich anfangs bei gewöhnlicher Temperatur schwefelsaures Natron und Chloreisen. In der Hitze verwandelt sich das Chlorid in Folge der Zersetzung des zugleich anwesenden Wassers in Chlorwasserstoffsäure, die sich verflüchtigt, und in Eisenoxyd, welches mit schwefelsaurem Natron gemengt zurückbleibt. Es entbindet sich hierbei stets auch etwas schweflichte Säure und Chlor. Die Glühung wird in einem Reverberirofen vorgenommen. Die zurückbleibende Masse löst sich bei der Behandlung mit Wasser größtentheils auf und hinterläßt nur einen Rückstand von Eisenoxyd. Die erhaltene Auflösung, welche nur schwefelsaures Natron enthält, wird entweder bis zur Krystallisationsfähigkeit abgedampft oder ganz zur Trockne eingedunstet. In einigen Fabriken des Nordens erhält man das schwefelsaure Natron auf diese Weise. *)

Kochsalz und Schwefelkies. Ein Atom Doppelschwefeleisen (Schwefelkies), welches zwei Atome Schwefel enthält, könnte zwei Atome Schwefelsäure bilden und dem zu Folge zwei Atome Kochsalz zersetzen; hundert Theile Schwe-

*) Dies ist namentlich der Fall in Falun (Schweden); die dortigen Kupfergruben liefern viel Grubenwasser, die schwefelsaures Eisen und etwas schwefelsaures Kupfer aufgelöst enthalten. Nachdem man durch Eisen das Kupfer aus denselben gefällt hat, wird in diesen vitriolhaltigen Wassern eine angemessene Menge Kochsalz aufgelöst und dieselben dann in einen Flammofen welcher mit kesselförmig vertiefter Sohle versehen ist, zur Trockne abgedampft; die erhaltene trockne Masse wird nachher in einem zweiten, besonders konstruirten Reverberirofen geglüht und nachher ausgelaugt. Auch die Eisenvitriolmutterlaugen lassen sich auf gleiche Weise benützen, und vielleicht wäre diese Gewinnungsart des jetzt so viel begehrten Glaubersalzes auch in manchen Vitriol- und Alaunhütten Deutschlands mit Vortheil anzuwenden. A. n. E.

felkies würden also zur Zersetzung von zweihundert Theilen Kochsalz hinreichen. Bei den auf Befehl des zur Revolutionszeit bestehenden öffentlichen Wohlfahrtsausschusses angestellten Versuche wendete man nur 60 Thl. Kochsalz auf 100 Thl. Schwefelkies an, allein man bemerkte auch, daß Letzterer nur zum Theil zersetzt ward. Die mit einander gemengten Stoffe müssen in einem Reverberirofen gelinde geglüht werden. Der ausgelaugte Rückstand liefert dann schwefelsaures Natron. Bei dieser Operation verwandelt sich der Schwefel unter der gleichzeitigen Einwirkung der Wärme, der Luft und des Natriums in Schwefelsäure; das Natrium aber wird Natron und verbindet sich mit dieser Säure. Das im Kochsalz enthaltene Chlor dagegen vereinigt sich mit dem Wasserstoff des Wassers oder des aus dem Brennstoffe erzeugt werdenden Gases und bildet so Chlorwasserstoffsäure. Man erhält außerdem noch schweflichte Säure, die von einem Antheil unvollkommen verbrannten Schwefels herrührt.

Das Gemenge könnte in Haufen geröstet werden, nachdem es entweder mit Steinkohle gemengt, oder mit Reißigbündeln geschichtet worden. Obgleich dieses Verfahren vielleicht unter gewissen örtlichen Verhältnissen mit Vortheil betrieben werden könnte, so ist unseres Wissens bisher noch nicht im Großen hievon Gebrauch gemacht worden.

1292. Hat man das schwefelsaure Natron bereitet, so muß es in Soda verwandelt werden; auch zu diesem Endzweck lassen sich mehrere Methoden anwenden.

Schwefelnatrium und Kohlensäure. Sehr leicht läßt sich das schwefelsaure Natron in Schwefelnatrium und dieses wiederum in doppeltkohlensaures Natron verwandeln; letzteres aber kann ebenso leicht auch wieder in einfach kohlensaures Natron reduzirt werden. Dieses Verfahren bietet aber, wie leicht zu erachten, bei der Bereitung im Großen durchaus keinen Vortheil dar.

Um sich Schwefelnatrium zu verschaffen, nimmt man schwefelsaures Natron und Kohle, mengt beide wohl mit einander und setzt dann die Masse der Rothglut aus. Es entbindet sich Kohlenoxydgas, und Schwefelnatrium bleibt als Rückstand. Auf zwanzig Theile schwefelsauren Natrons müs-

sen wenigstens drei Theile Kohle genommen werden. Wird der Rückstand dann in Wasser aufgelöst, so kann er nur durch einen großen Kohlensäureüberschuß gänzlich in kohlensaures Natron umgewandelt werden. Unter Einwirkung der Kohlensäure wird das Wasser zersetzt: der Sauerstoff desselben oxydirt das Natrium, welches sodann kohlensaures Natron bildet, der Wasserstoff des Wassers aber verbindet sich mit dem Schwefelwasserstoff; *) da man hierzu stets einen großen Überschuß an Kohlensäure anwenden muß, so erzeugt sich doppeltkohlensaures Natron. Die Kohlensäure kann man sich entweder durch Verbrennen von Kohle in einer Röhre, in welche man Luft bläst, oder durch Glühen von Kalkstein oder eines Gemenges von Kreide und Thon in gußeisernen Röhren verschaffen. Im letztern Fall erhält man künstlichen hydraulischen Kalk als Nebenprodukt. Die gewonnene Kohlensäure wird durch das im Wasser aufgelöste Schwefelnatrium geleitet; die Zersetzung würde ohne Zweifel auch gelingen, wenn man dieselbe auf angefeuchtetes, sehr fein zertheiltes Schwefelnatrium streichen ließe, und in diesem Falle hätte man nicht Druck anzuwenden. Nachdem die Operation eine Zeit lang im Gange gewesen, findet man alles Schwefelnatrium in doppeltkohlensaures Natron verwandelt; man reinigt es durch Krystallisation und glüht es gelinde im Reverberirofen, um es in einfach kohlensaures Natron zu verwandeln.

Wir erwähnten hier diese Methode, obgleich sie nur in höchst seltenen Fällen und unter ganz besondern Umständen mit Vortheil anzuwenden seyn dürfte.

Schwefelsaures Natron, Eisen und Kohle. Schon im Jahr 1773 schlug der Benediktinermönch Malherbe vor, die Soda aus diesen Stoffen zu bereiten. Schon vor der

*) Leitet man dieses Gas in das Feuer, so verbrennt es, bildet schweflichte Säure und Wasser und kann sich dann in der Luft ohne besondern Nachtheil verbreiten; nicht so würde es sich mit dem Schwefelwasserstoff selbst verhalten, der sehr nachtheilig wirken würde. Wollte man nur den dritten Theil des Schwefelwasserstoffs verbrennen und die erzeugte schweflichte Säure nebst den andern zwei Dritteln in eine feucht zu erhaltende Kammer leiten, so würde man fast allen Schwefel wieder erhalten können.

Revolution wandte man dieses Verfahren in Javelle (bei Paris) an. Alban stellte Versuche hierüber in Gegenwart der Kommissäre des Wohlfahrtsausschusses an; er nahm 100 Kilogr. geglühtes schwefelsaures Natron, 20 Kilogr. Kohlenpulver, 11 Kilogr. glühende Holzkohlen und 33 Kilogr. Abfälle von schwarzem oder oder verzinntem Eisenblech. Man mengte anfangs das schwefelsaure Natron und das Kohlenpulver und glühte das Gemenge im Flammofen, um Erstere in Schwefelnatrium zu verwandeln. Nachdem dieses in den Fluß gekommen, fügte man 20 Kilogr. Eisen hinzu und rührte das Gemenge wiederhohlt wohl durch einander. Die Masse blähte sich auf, kochte und das Eisen war bald aufgelöst. Nachher gab man 8 Kilogr. glühende Kohle hinzu, welche eine Entbindung von Schwefelwasserstoff bewirkten; später fügte man nun das noch übrige Eisen und die rückständige glühende Kohle hinzu, fuhr fort umzurühren und zwar so lange als die Entbindung von Schwefelwasserstoff fortdauerte. Nachdem diese beinahe aufgehört hatte und die Masse ruhig floß, nahm man sie aus dem Ofen; sie wog 107 Kilogr. Dieses Produkt bestand aus reinem wasserfreiem Natron und Schwefeleisen, war schwarz gefärbt, stark ätzend, und im Bruche gestreift und metallähnlich. An der Luft zerfiel sie unter Wärmeentbindung und bedeckte sich mit einer Lage gelben Eisenoxydes. Wurde sie mit Wasser behandelt, so gab sie soviel Natron, daß man 100 Kilogr. kohlensaures Natron daraus herstellen konnte.

Die Theorie der Operation ist nicht sehr klar. Wahrscheinlich bildet sich ein Doppelsulphurid von Natrium und Eisen, und man erhält nur die Hälfte von dem im angewandten Gemenge enthaltene Natron. Dieser Gegenstand verdiente wohl aufs Neue wieder untersucht zu werden. Wir würden uns kürzer über dieses Verfahren gefaßt haben, hätte man nicht später ausgemittelt, daß statt des metallischen Eisens auch Eisensteine und Kohle, in gehörigem Verhältniß mit einander gemengt, angewendet werden können.

Leblanc's Verfahren.

1293. Dieses wird jetzt allgemein in Frankreich angewendet. Es beruht auf der Umwandlung des schwefelsauern

Natrons in Soda, wenn dieses mit zureichenden Mengen von Kreide und Kohle geglüht wird. Es folgt hier eine Tabelle dieser merkwürdigen Reaktion, bei welcher man nach und nach durch viele Versuche zu demselben Resultat kam, welches durch die schärfste Theorie kaum richtiger hätte bestimmt werden können.

Angewendete Stoffe.

2 At. wasserfreies schwefelsaures Natron	= 1784	oder	41
3 At. kohlensaurer Kalk	= 1893	—	44
18 At. Kohle	= 675	—	15
	4352		100

Erhaltene Produkte.

2 At. wasserfreies kohlensaures Natron	= 1332	oder	30
1 At. Kalk } vereinigt . .	= 1270	—	29,5
2 At. Schwefelcalcium } vereinigt . .			
20 At. Kohlenoxyd	= 1750	—	40,5
	4352		100,0

Man ersieht hieraus, daß wenn man gleiche Theile wasserfreies schwefelsaures Natron und Kreide mit dem angezeigten Quantum Kohle glüht, so bilden sich Produkte, deren Erzeugung erklärlich ist, wenn man zuvörderst annimmt, daß das schwefelsaure Natron und ein Theil der Kreide sich in schwefelsauren Kalk und kohlensaures Natron verwandelt. Da aber bei Auflösung dieses Gemenges man wieder schwefelsaures Natron und Kreide erhalten würde, so fügt man Kohle hinzu, um den schwefelsauern Kalk zu zersetzen. Wollte man nur zwei Atome Kreide allein zersetzen, und der schwefelsaure Kalk würde in Schwefelcalcium durch die Kohle verwandelt, so würde dieses bei der Auflösung in Wasser wiederum durch das kohlensaure Natron zersetzt werden, und man wieder neu erzeugte Kreide und Schwefelnatrium haben. Dieses findet aber nicht Statt, wenn man drei Atome Kreide anwendet, weil dann ein Atom Kalk frei bleibt, der verbunden mit den zwei Atomen Schwefelcalcium ein im kaltem Wasser unlösliches Produkt bildet; es löst sich dann das erzeugte kohlensaure Natron allein im Wasser auf, und das erzeugte Schwefelcalcium kann nicht darauf reagiren, weil es als unlösliche Masse zu Boden fällt.

Es geht daraus hervor, daß das ganze Geheimniß der Sodafabrikation, welche einen so bedeutenden Einfluß auf unsern Handel ausgeübt hat, auf der Anwendung zweckmäßiger Mengenverhältnisse zwischen Kreide und schwefelsaurem Natron beruht. Die zuzusetzende Kohlenmenge kann variiren; man muß jedoch stets mehr zugeben, als die Rechnung nach Atomen besagt, weil während der Operation immer davon verbrennt; übrigens kann ein Kohlenüberschuß nicht schaden, weil dadurch nur ein Theil der Soda ätzend wird, was kein erheblicher Nachtheil ist.

Leblanc wendete folgende Mengen der zur Sodabereitung erforderlichen Stoffe an:

1000 wasserfreies schwefelsaures Natron
1000 Kreide
550 Kohle
2550

und erhielt daraus

1530 rohe Soda oder hiervon wieder
900 krystallisirtes kohlensaures Natron
1000 unlöslichen Rückstand.

Die Bereitung der Soda nach Leblanc's Verfahren aus Glaubersalz ist demnach eine leicht zu erklärende Operation und nach der bereits hierin gemachten Erfahrung auch nicht mehr schwierig. Nicht so verhält es sich mit der Fabrikation des Glaubersalzes, einer Operation, die zwar an sich äußerst leicht und einfach ist, allein im Großen mit sehr bedeutenden Unbequemlichkeiten verknüpft ist, wegen der Erzeugung ungeheurer Mengen von Salzsäure, die man in so großen Massen nicht anwenden kann, und deren Kondensation nicht leicht ohne beträchtliche Kosten zu bewerkstelligen ist. Man muß deshalb bei der Sodabereitung einen Unterschied machen, zwischen den Fabriken, welche die Salzsäure auffangen, und denen, welche sie unbenützt fortgehen lassen.

In Frankreich bereitet man sich das schwefelsaure Natron stets durch Einwirkung der Schwefelsäure auf das Kochsalz; deßhalb sind auch die größten Fabriken an solchen Orten errichtet worden, wo wie z. B. in Marseille nicht nur das Meersalz im Überfluß vorhanden ist, sondern auch

der zur Bereitung der Schwefelsäure nöthige Schwefel sehr leicht und billig zugeführt werden kann.

Will man die Salzsäure auffangen, so kann man sich der bereits (57) beschriebenen Apparate bedienen; dagegen in Fabriken, welche nach einem sehr großen Maaßstab angelegt werden, wendet man Vorrichtungen an, welche zur Erzeugung großer Massen von schwefelsaurem Natron geeignet sind, obgleich sie den Nachtheil mit sich führen, daß dadurch nur ein Theil der erzeugten Salzsäure kondensirt wird. Die einfachste Einrichtung dieser Art besteht darin, das Gemenge von Kochsalz und Schwefelsäure in einem Reverberirofen zu erhitzen und den Rauch durch eine Reihe von Verdichtungsgefäßen zu leiten, aus welchen er zuletzt in den Schornstein eines Sodaofens tritt, welcher den Zug bewirkt. Wendet man diese Vorrichtung an, so muß man das Glaubersalz in einem besondern Ofen in Soda verwandeln. In den sehr großen Fabriken wird gewöhnlich die Salzsäure gar nicht aufgefangen. Man muß dann sie zu verdichten suchen, um den schädlichen Einfluß zu verhüten, welchen die sich frei verflüchtigende Säure auf die Vegetation der Umgebung ausüben würde. Das einfachste Mittel hierzu besteht darin, daß man die Dämpfe in eine große, mit Stücken von kohlensaurem Kalk angefüllte Kammer leitet; von da gehen sie in einen langen Kanal, dessen Seitenwände gleichfalls aus Kalksteinen erbaut sind; wenn es die Örtlichkeit erlaubt, so errichtet man diesen Kanal an Hügeln oder Bergen, damit derselbe zugleich als Schornstein diene. Im entgegengesetzten Fall müßte man am Ende des Kanals einen Schornstein errichten, um dem Rauche einen Abzug zu verschaffen. Hat man aber Wasser in der Nähe, so läßt sich dieses vortheilhaft zur Kondensation der Säure anwenden. Man darf dann nur nach Clé-ments Vorschlag das Gas in einen Thurm leiten, der mit Kieselsteinen angefüllt ist, auf welche beständig Wasser herabrinnt.

Bei dem gewöhnlichen Verfahren bietet die Verdichtung des Gases fast unüberwindliche Schwierigkeiten dar. Man bereitet gewöhnlich in ein und demselben Ofen zugleich die rohe Soda und das schwefelsaure Natron. Der Luftzug,

welchen die Fabrikation der Soda erfordert, ist so stark, daß es fast unmöglich wird, mit Erfolg irgend einen Verdichtungsapparat damit zu verbinden, ohne dadurch nicht zugleich dem Gelingen der Operation Eintrag zu thun. Andrerseits aber bietet dieses Verfahren Vortheile dar, welche aus den folgenden näheren Angaben gehörig gewürdigt werden können.

Der doppelte Ofen ist ein Reverberirofen, dessen Soole aus zwei elliptischen Abtheilungen besteht und dessen Gewölbe ein sehr gedrückter Bogen ist. Die erste Abtheilung der Ofensohle ist 10 Fuß lang und 8 Fuß breit, und für die Sodabereitung bestimmt. Die zweite ist 8′ lang und 7′ breit; in ihr wird das Kochsalz zersetzt. Die erste Abtheilung ist aus Backsteinen, die zweite aus festen Sandsteinen konstruirt. Letztere ist nicht sehr haltbar und nur einige Monate lang brauchbar. Der Feuerplatz ist 4′ lang und 2′ breit. *)

In einem solchen Ofen zersetzt man in 24 Stunden 1600 Kilogr. Kochsalz mittelst 2000 Kilogr. Schwefelsäure von 50° B. und erhält daraus 2000 wasserfreies schwefelsaures Natron.

Zu gleicher Zeit werden in demselben 2000 Kilogr. Glaubersalz, die man mit 2060 oder selbst mit 2100 Kilogr. Kreide und 1000 bis 1060 Kilogr. Kohle mengt, in rohe Soda verwandelt, die 2800 Kilogr. gute Waare liefern. Jede Operation, wozu 400 Kilogr. von dem zur Soda bestimmten Gemenge genommen werden, dauert 2 Stunden. Diese praktischen Angaben stimmen ganz mit der Rechnung überein, es ist also in dieser Beziehung kaum mehr etwas zu verbessern. Der Vortheil, welcher durch Anwendung doppelter Öfen erwächst, ist sehr bedeutend, denn der Verbrauch an Brennstoff, der sich auf 12 Hektoliter Steinkohlen in 24 Stunden für einen einfachen Ofen beläuft, beträgt kaum für einen doppelten Ofen mehr.

Die Verwandlung des Kochsalzes in schwefelsaures Natron bietet keine besonders merkwürdigen Erscheinungen dar.

---

*) Da in den Kupfertafeln des Originals keine Zeichnung von einem Sodaofen sich vorfindet, so fügen wir, um diesem wesentlichen Mangel abzuhelfen, eine solche der Tafel 27 in der Fig. 12 hinzu, die wir aus Schubarths Elementen der technischen Chemie 1. Bandes 1. Abtheilung zu entnehmen uns erlaubten. A. u. E.

Man bringt das Salz in den Ofen und gießt dann die Schwefelsäure durch eine oben am Öfengewölbe angebrachte Öffnung auf dasselbe. Die Umwandlung des Glaubersalzes in Soda ist dagegen von einigen beachtenswerthen Erscheinungen begleitet. Das gehörig pulverisirte Gemenge wird durch eine Seitenthüre in den Ofen gebracht; anfangs reißt der starke Luftzug des Ofens einen Theil der pulverförmigen Masse fort, allein bald fängt das Gemenge an zu schmelzen, backt zusammen und ballt sich. Man rührt nun tüchtig mit einer eisernen Krücke um; sobald die Masse schmilzt und breiartig wird, entbindet sich viel Kohlenoxydgas, welches sich entzündet und verbrennt. Das in den angewendeten Stoffen noch vorhandene Wasser wird zersetzt und es bildet sich außerdem noch Schwefelwasserstoff oder Kohlenwasserstoffgas. Solange die Gasentbindung fortdauert, muß die Masse stark durch einander gearbeitet werden; aber diese Erscheinung hört allmählig auf, indem dieselbe flüßiger wird und dann naht sich die Operation ihrem Ende. Man taucht nun einen eisernen Stab in die geschmolzene Masse, zieht ihn wieder heraus und untersucht die daran hängende Kruste. Zeigt sich diese Kruste, welche beim Erkalten zerspringt, auf dem Bruche gleichartig und zusammenhängend fein körnig, so darf man die Operation als beendigt ansehen. Sobald dieser Zeitpunkt allmählig näher rückt, so muß man besonders vorsichtig feuern; zu starkes Feuer würde die Soda und den noch unzersetzten Kalk zusammenfritten, bei zu schwachem Feuer dagegen würde die Masse erhärten und nicht gehörig fließen. Die geschmolzene Soda wird nun aus dem Ofen gezogen und auf die Erde geworfen, wo sie beim Erkalten zu einer festen Masse erstarrt; man zerschlägt sie dann in Stücken und bewahrt sie auf. Die so gewonnene rohe Soda enthält zuweilen noch etwas Schwefelnatrium, allein an der Luft geht dieses allmählig in unterschweflichtsaures Natron über; *) diese Soda liefert dann, zur Seifenbereitung angewendet, nie ganz weiße Seife.

*) Es dürfte, da die Sodafabrikation auch in Deutschland jetzt allgemeiner zu werden anfängt, nicht überflüssig seyn, die von Dr. Bernard Pluvinet, Besitzer einer Sodafabrik in Marseille, bekannt gemachten Erfahrungen hier

Will man aus der rohen Soda das kohlensaure Natron abscheiden, so wird sie pulverisirt und ausgelaugt. Die Lau-

mitzutheilen. Dieser Verfasser sagt: „Um Zeit und Brennmaterial zu sparen, muß die Schmelzung rasch geschehen; um aber diesen Zweck zu erreichen ist erforderlich: 1.) daß der Ofen zweckmäßig konstruirt sey; 2.) daß das Feuer gehörig dirigirt werde; 3.) daß die auf einmal zu schmelzende Menge roher Stoffe weder zu groß noch zu klein sey; 4.) daß gehörig umgerührt werde; 5.) daß das Gemenge leicht flüssig sey.

In Beziehung auf den ersten Punkt ist zu bemerken, daß der Ofen so groß als möglich seyn muß, jedoch dürfen seine Dimensionen nicht so bedeutend sein, daß dadurch das Umrühren der schmelzenden Masse mit den dazu erforderlichen Instrumenten vielleicht nicht auf allen Punkten der Ofensohle leicht zu bewerkstelligen wäre. Der Ofen muß gut ziehen und zwar eher zu stark als zu schwach.

Hinsichtlich des zweiten Punktes ist zu empfehlen, nicht zuviel Brennstoff auf einmal auf den Rost zu bringen; man muß übrigens stets ein gleichmäßiges, etwas lebhaftes Feuer unterhalten, und die Bildung von Kohlenschlacken (bei Steinkohlenfeuerung) zu vermeiden suchen.

Was den dritten Punkt betrifft, so darf die Portion der in den Ofen zu bringenden Masse weder zu groß noch zu klein seyn; im ersten Falle würde ein Theil davon lange Zeit ungeschmolzen bleiben, und im zweiten Falle hat man ebenfalls Zeitverlust, denn da die Operationen dann schneller beendigt wären, so würde der Ofen zu oft abgekühlt werden.

Wird die Masse in den ersten Augenblicken des Eintragens umgerührt, so verzögert man dadurch die Schmelzung; man muß deshalb, nachdem sie eingetragen und auf der Ofensohle gleichförmig ausgebreitet worden, damit warten bis die Oberfläche zu schmelzen anfängt. Man furcht nun die Masse wiederholt, bis mehr als die Hälfte derselben in Schmelzung übergegangen ist; ist dieser Augenblick eingetreten, so muß sie öfter und stärker umgerührt werden. Sobald aber zwei Drittheile geschmolzen sind, so muß sie beständig durch einander gearbeitet werden, womit man bis gegen das Ende der Operation fortfährt und sie zuletzt so gut als möglich unter einander mengt. Es ist klar, daß je leicht flüssiger das Gemenge ist, desto weniger wird Zeit und Brennmaterial zur Schmelzung erfordert.

Um die rohe Soda reich an alkalischem Gehalt zu erhalten und um zu vermeiden, daß die Laugen derselben Schwefelnatrium enthalten, ist es erforderlich, daß die rohen Stoffe in gehörigem Mengenverhältniß genommen werden; ebenso wichtig ist zur Erreichung dieses Zweckes aber auch die Leitung der Operation selbst. Um eine Übersicht dieser Regeln geben zu können, wollen wir die Operation in drei Zeitabschnitte theilen: während des ersten erhitzen sich die Stoffe und schmelzen zum Theil; während des zweiten wird die Schmelzung vollendet, und im dritten endigt sich die Operation durch eine vorzüglich starke Wechselwirkung der flüssigen Stoffe auf einander. Es wurde schon bemerkt, daß man anfangs nur wenig umzurühren braucht, denn es scheint, daß wenn die Oberfläche bereits etwas flüssig geworden ist, nachher weit schneller die Schmelzung der unten liegenden Massen vor sich geht, als wenn die

gen werden abgedampft in einem aus vier Pfannen zusam-

Schmelzung der obersten Schicht durch Vermischen mit den untern aufgehalten wird. Anfangs muß man möglichst stark feuern und man fährt damit fort, bis zwei Drittel der Masse in den Fluß gekommen sind; übrigens kann man durch starkes Umrühren die Schmelzung noch mehr als durch allzu starkes Feuern beschleunigen. Es ist auch sehr wichtig die Masse recht tüchtig durchzuarbeiten und zwar ehe noch die Reaktion sehr lebhaft wird. Ist dieser Moment eingetreten, so wird die Masse dick; man muß jetzt das Feuer mäßigen, weil sich sonst viel Alkali verflüchtigt und den Brei fortwährend tüchtig umrühren und wohl durch einander mengen. Es bläht sich die Masse auf und aus ihrer Oberfläche brechen lange weiße Flammen hervor; hört man jetzt eine Zeit lang mit dem Umrühren auf, so vermindert sich das Aufblähen und sie wird flüssiger. Es kommt nun ganz auf den Zeitpunkt des Herausnehmens an, ob man eine mehr schwammige oder mehr kompacte Soda erhalten will.

Leblancs Mischungsverhältnisse (100 Glaubersalz, 100 Kreide, 50 Kohle) sind allerdings die besten, allein dann muß das Glaubersalz vollkommen wasserfrei, die Kohle aber muß etwas wasserhaltig seyn, wie dieß gewöhnlich bei derjenigen der Fall ist, welche zu ebener Erde aufbewahrt wird. Ist dagegen die Kohle sehr trocken, so würden davon nur 44 nöthig seyn. Sobald die Operation gut geleitet wird, erhält man Laugen, welche sehr wenig Schwefelnatrium enthalten. Selten wenden die Fabrikanten reines Glaubersalz an, denn gewöhnlich enthält es noch unzersetztes Kochsalz, weil bei der Zersetzung des Letztern durch Schwefelsäure stets ein Kochsalzüberschuß genommen wird, um keinen Verlust an der theurern Säure zu haben. Selbst die Seifenfabrikanten lassen sich diese salzhaltige Soda gefallen, da das Salz bei ihrer Arbeit ihnen zu Gute kommt und überhaupt die salzhaltige Soda sich leichter auslaugen läßt.

Wendet man weniger Kreide an als Leblanc angiebt, so erhält man sehr schwefelhaltige Soda. Auch genau die vorgeschriebene Menge Kohle anzuwenden, ist sehr wichtig; zwar kann man durch längeres Glühen wieder helfen, wenn man zuviel Kohle genommen hat, allein dann wird die Soda hart, dicht und minder schwammig und sowohl das Pulverisiren als das Auslaugen ist dann weit schwieriger. Die Kohlendosis darf um so geringer seyn, je schneller man die Operation zu beendigen versteht. Bisweilen nimmt man Steinkohlen statt des Holzkohlenpulvers, und je nachdem solche dann mehr oder weniger Brennstoff enthält, muß man 52 bis 55 Prozente des im Gemenge enthaltenen Glaubersalzes davon anwenden. Die beste Soda wird übrigens erzeugt, wenn man dem Gemenge nur Holzkohlenstaub zugiebt, dagegen aber mit Steinkohlen feuert."

Diese Bemerkungen Pluvinets finden sich in den Notices sur l'alcalimètre par Descroizilles. Es enthält dieses Werkchen vorzüglich Anweisung zur Prüfung des Alkaligehalts der Soda, Pottasche und Seife ꝛc., wovon in diesem Handbuch erst weiter unten die Rede seyn wird. Sodafabrikanten insbesondere verweisen wir auf den Essai sur l'établissement et la surveillance des fabriques de Soude factice par C. F. de Saint-Genis. Paris chez Fantin. A. u. E.

mengesetzten Apparat; die erste Pfanne, welche von dem Feuerplatz am weitesten entfernt ist, dient zur Erwärmung der Lauge; die zwei folgenden sind zur Konzentration derselben bestimmt und die vierte endlich, die unmittelbar über dem Feuer angebracht ist, nimmt die sehr konzentrirte Flüssigkeit auf, welche sodann darin bis zur Trockne abgedampft wird. Die vollkommne Entwässerung des Salzes wird in einem Reverberirofen vorgenommen, der demjenigen ähnlich ist, welchen man zum Glühen der rohen Pottasche anwendet. Das erhaltene Produkt heißt im Handel Sodasalz; das krystallisirte Salz dagegen heißt kohlensaures Natron; man läßt zu dem Endzweck die konzentrirten Laugen bei kaltem Wetter krystallisiren. Die Mutterlaugen werden dann weiter abgedampft und geben noch Sodasalz, dessen Qualität freilich geringer ist, als wenn es unmittelbar aus der ausgelaugten Soda gewonnen wird. *)

---

*) Beim Auslaugen der künstlichen Soda muß man einen Kunstgriff anwenden, um die Auflösung des kohlensauern Natrons rein von Schwefelmetallen zu erhalten. Man darf zu dem Ende die Soda anfangs nur kalt auslaugen, wodurch nur die reinen Salze aufgelöst werden; eine zweite kalte Auslaugung löst den Rest der auflöslichen Salze vollends auf.

Bei diesem Auslangen verfährt man folgendermassen: man zerschlägt die Sodamassen in Stücken von 5—6 Pfd. und bringt 5—6000 Pfd. davon auf einen Rost in eine große Kufe, deren Boden zur Aufnahme von Wasserdämpfen eingerichtet ist. Ist die Kufe mit Soda gefüllt, so leitet man Wasserdämpfe in dieselbe; diese durchdringen die Masse in allen Richtungen und befeuchten sie, indem sie sich verdichten. Nach Verlauf weniger Minuten hört man auf, Wasserdämpfe hinein strömen zu lassen und überläßt die Masse zwölf Stunden lang sich selbst; sie zerfällt dann ähnlich dem gelöschten Kalk. Nachdem dieß geschehen, gießt man ungefähr 16000 Pfd. kaltes Wasser in die Kufe, die man nach 2—3 Stunden wieder abläßt. Da nun die Soda sehr viel Wasser zurückhält, so enthält die erste Lauge nur die Hälfte der angewandten Wassermenge und ebenso auch nur die Hälfte der in kaltem Wasser auflöslichen Salze. Man läßt deshalb in die Kufe aufs Neue kaltes Wasser laufen und zwar nur halb soviel als anfangs. Nachdem dieses wieder einige Zeit lang auf der Masse gestanden, zieht man es wiederum ab und hat nun darin das dritte Viertel der bei gewöhnlicher Temperatur auflöslichen Salze. Eine neue Auslaugung mit kaltem Wasser nimmt wieder die Hälfte der, in der Kufe noch zurückgebliebenen Salze mit sich fort, und erst jetzt laugt man mit heißem Wasser aus, wodurch nicht nur der Rest des rückständigen kohlensauern Natrons, sondern auch fast alle übrigen Salze ausgezogen werden.

Capitel IV.

Künstliche Pottasche.

1294. Seit einigen Jahren kommt in Paris unter diesem Namen ein Produkt vor, welches für amerikanische Pottasche verkauft wird, indem die Wäscherinnen diese vorziehen.

Die künstliche Pottasche enthält aber nur Natron und der Zweck, den man bei Bereitung derselben erreichen will, besteht allein darin, eine alkalisches der amerikanischen Pottasche ähnliches Produkt von ziemlich kaustischem Geschmack in den Handel zu liefern. Es läßt sich auf verschiedene, mehr oder minder vortheilhafte Weise erzielen.

Die von der letzten Auslaugung erhaltene Flüssigkeit wird nicht mit den ersten Laugen vermengt, sondern allein behandelt, wie unten gezeigt werden wird. Die kalt erhaltenen Laugen werden auf frische Soda statt des Wassers gegeben, um sie möglichst konzentrirt zu erhalten und dann in flachen Kesseln oder Pfannen von Eisenblech so lange abgedampft, bis neun Zehntel der darin enthaltenen Salze niedergefallen sind. Man sondert diese sodann von der Mutterlauge, welche größtentheils aus schwefelsauren Salzen, aus Chloriden und Sulphuriden besteht und mit den heiß bereiteten Laugen vermischt werden. Diese unreinen Laugen werden nachher in einem großen Abdampfapparat zum Kochen gebracht und drei Theile Kartoffeln auf 100 Thl. der in der Auflösung enthaltenen Salze hinzugefügt. Die Kartoffeln lösen sich bald auf; man konzentrirt die Flüssigkeit immer mehr und so weit es möglich ist, ohne daß die Bleipfannen, worin diese Operation vorgenommen wird, schmelzen. Das breiartige Gemenge wird nachher in einen eisernen Kessel gethan, in welchem es vollends zur Trockne abgedampft wird. Die trockne Masse, glüht man zuletzt in einem Flammofen. Bei dieser letzten Operation wirkt nun der Kohlenstoff der fein zertheilten Kartoffeln und verbindet sich, indem er zu Kohlensäure verbrennt mit dem geschwefelten Alkali, während der Schwefel desselben sich dann verflüchtigt.

Um aus dem Sodasalz das reine kohlensaure Natron abzuscheiden, bereitet man ziemlich konzentrirte Auflösungen davon und läßt solche krystallisiren; durch wiederholtes Auflösen und Krystallisiren erhält man dieses Salz endlich chemisch rein. A. u. E.

Das Gemenge, welches zur Bereitung dieser Pottasche bestimmt ist, wird in Flammöfen geglüht, welche denjenigen ähnlich sind, die man zur Kalzination der rohen Pottasche anwendet. Man heitzt diese, bis die Masse so geschmolzen ist, daß sie in Formen ausgegossen werden kann, in denen sie erstarrt.

Die dazu angewendeten Gemenge sind sehr verschieden, gewöhnlich nimmt man 100 Sodasalz, 50 Kochsalz und 1 schwefelsaures Kupfer; das Sodasalz wird zuerst geschmolzen, dann fügt man unter beständigem Umrühren den Kupfervitriol dazu nebst etwas Salpeter; zuletzt wirft man das Kochsalz in den Ofen, rührt tüchtig um und gießt dann die Masse in Formen, sobald die Schmelzung vollendet ist. Der Abgang bei dieser Operation ist sehr unbedeutend und beläuft sich ungefähr auf 5—8 Prozente der angewandten Stoffe.

Wenn diese Pottasche auch zum Waschen und Bleichen angewendet werden kann, so taugt sie doch keineswegs weder zur Bereitung des Salpeters noch des Krystallglases. Die Krystallglasfabrikanten müßen jede Pottasche verwerfen, welche mit schwefelsaurer Thonerde keinen Alaun bildet; diese künstliche Pottasche aber ist zur Alaunbildung ganz untauglich, weil sie nur Kochsalz, Ätznatron und kohlensaures Natron enthält.

Capitel V.

Thon.

1295. Unter Thon versteht man ein natürliches Gemenge von Kieselerde und Thonerde in mannigfaltigen quantitativen Verhältnissen. Diese Gemenge haben gewisse Eigenschaften mit einander gemein, welche mehr physikalischer Natur sind und sich weniger auf die chemische Mischung gründen.

Sie zerfallen leicht im Wasser und geben damit einen Brei; wird dieser in einen festen Teig verwandelt, so ist er fettig anzufühlen. Die Teigmasse ist so zähe, daß sie sich leicht in verschiedene Richtungen verlängern oder dehnen läßt, ohne zu zerreißen. Diese Eigenschaften besitzen alle Thonarten im größern oder geringern Grade. Der getrocknete Teig ist fest; wird er geglüht, so nimmt er an Festigkeit zu und wird so hart, daß er mit einem Stahl Funken giebt, und hat nun die Eigenschaft, im Wasser zu zerfallen und damit eine bildsame Masse zu bilden, ganz verloren.

Letztere Eigenschaften besitzen alle Thonarten, obschon in sehr verschiedenem Grade.

Der Thon ist für sich unschmelzbar, allein durch Zusatz von Kali, Natron, Baryt, Kalk, Blei- Eisen- oder Mangan-Oxyd nebst andern kann er im Feuer geschmolzen werden. Schon in der Natur findet man Gemenge von Thon, welche Kalk, Eisenoxyd oder Manganoxyd enthalten, und schmelzbar sind, wenn diese Substanzen in hinreichender Menge darin vorhanden sind.

Das Feuer härtet nicht nur den Thon und alle thonhalhaltigen Erden, sondern vermindert auch das Volumen derselben, indem sie leichter werden und das ziemlich fest gebundene Wasser großentheils fahren lassen; allein selbst das heftigste Feuer vermag nicht den ganzen Wassergehalt auszutreiben.

Dieser großen Anziehung zum Wasser verdankt der Thon eine andere Eigenschaft, welche die meisten Arten desselben besitzen, nämlich die Fähigkeit diese Flüssigkeit sehr heftig und selbst unter Zischen einzusaugen, und an der Zunge zu kleben, indem die auf ihr befindliche Feuchtigkeit schnell von ihm absorbirt wird. Übrigens sind alle Thonarten weich anzufühlen, lassen sich mit dem Messer schneiden und selbst mit dem Finger poliren.

Die Stoffe, mit welchen der Thon gewöhnlich verunreinigt ist, sind: Kieselerde, Eisenoxyd, kohlensaurer Kalk, Magnesia, Schwefeleisen und zum Theil schon zersetzte Pflanzenstoffe. Die Kieselerde macht ihn rauh und benimmt ihm zuweilen die Zähigkeit und die bindende Eigenschaft; das Eisenoxyd färbt und macht ihn schmelzbar. Durch Schwefeleisen wird er eisenoxydhaltig, indem sich dasselbe zersetzt.

Ist der kohlensaure Kalk in beträchtlicher Menge in demselben vorhanden, so braust er mit Säuren auf und ist leicht flüssig im Feuer. Die Magnesia macht ihn zuweilen etwas fett.

1296. Die bekanntesten Abarten des Thons sind:

1.) der Kollyrit. Es ist dieses ein unschmelzbarer, weisser, ziemlich zäher Thon, der beim Drücken etwas Wasser ausschwitzt; er hält dasselbe mit Gewalt zurück. Beim Austrocknen sondert er sich basaltähnliche Prismen, gleich der Stärke. Er ist durchaus unschmelzbar und zerfällt in Salpetersäure ohne Aufbrausen. Das Wasser wird von ihm unter Zischen absorbirt, indem er gleich den Opalen entweder ganz oder nur theilweise durchscheinend wird. Es besteht dieser Thon aus

1 At. Thonerde	=	643,33	oder	42,46
1 At. Kieselerde	=	192,60	—	13,14
12 At. Wasser	=	675,00	—	44,40
1 At. Kollyrit	=	1510,93		100,00

2.) Kaolin. Die Kaoline sind zerreiblich, mager anzufühlen und bilden mit Wasser nur schwierig eine bildsame Masse. Werden sie von den ihnen gewöhnlich beigemengten, fremdartigen Körpern geschieden, so sind sie im Porzellanfeuer unschmelzbar und färben sich nicht; sie erhärten bloß im Feuer gleich den übrigen Thonarten, ja vielleicht noch mehr als diese, allein sie backen nicht zusammen, wenigstens wenn sie rein

sind. Die ächten Kaolinen sind fast alle schön weiß, einige aber sind gelblich oder fleischfarb; mehrere dieser Letztern werden im Feuer grau, weshalb sie nicht zur Fabrikation des feinen Porzellans angewendet werden können. Die meisten enthalten Glimmertheilchen, woraus man auf ihren Ursprung schliessen kann. Beinahe alle diese Thonarten sind ein Erzeugniß der Zersetzung des Pegmatits, einer Felsart, welche aus Feldspath und Quarz besteht.

Nach Berthier enthält das Kaolin.

	Kaolin von Saint-Yrieix bei Limoges.	Von Schneeberg in Sachsen.
Kiesel	46,8	43,6
Thonerde	37,3	37,7
Kalk	2,5	0,0
Eisenoxyd	0,0	1,5
Wasser	13,0	12,6
	99,6	95,4

Das Kaolin von Saint Yrieix, nachdem es gewaschen und getrocknet worden, enthält also 56 Kieselerde, und 44 Thonerde, wodurch es sich einem Thonerdesilikat nähert, welches sowohl in der Basis als in der Säure gleich viel Sauerstoff enthält: dieses würde aus 48 Thonerde und 52 Kieselerde bestehen. Rose hat wirklich ein Kaolin analysirt, das auf diese Weise zusammengesetzt war.

3.) Plastischer oder bildsamer Thon. Er ist fest und fühlt sich sanft und fettig an; mit dem Fingernagel läßt er sich poliren. Im trocknen Zustand nimmt er viel Wasser auf und bildet damit eine zähe bildsame Masse, welche die Arbeiter lang nennen; bisweilen wird er im Wasser sogar etwas durchscheinend. Er ist im Porzellanfeuer unschmelzbar und erlangt dadurch eine große Festigkeit.

Einige dieser Thonarten bleiben im Feuer weiß, oder verlieren selbst ihre Farbe im Porzellanfeuer; andere dagegen färben sich roth und zuweilen sehr dunkel.

Hinsichtlich der Zusammensetzung zerfällt der bildsame Thon in zwei sehr scharf geschiedene Varietäten. Folgende Analysen sind von Berthier:

Bildsamer Thon.	Kiesel.	Thon.	Eisenoxyd.	Benützung.
von Forges-les-Faux	73	27	Spuren	Glasschmelzhäfen.
von Saint-Amand	73,3	24	2,7	Töpferwaaren.
von Stourbridge . .	73,4	24,6	2,0	Glashäfen und
von Montereau . . .	73	27	Spuren	Stahlschmelztiegel.

In diesen Thonarten enthält die Kieselerde dreimal so viel Sauerstoff als die Basis; dagegen in den folgenden ungefähr nur das Doppelte.

Plastischer Thon.	Kieselerde.	Thonerde.	Eisenoxyd.	Benützung.
von Abondant	59	41	Spuren	Porzellankapseln.
von Devonschire . . .	57	43	Spuren	feines engl. Fayence.
von Audennes bei Namür	64,3	33,3	2,5	Messingschmelztiegel.

4.) Walkthon oder Walkerde. (Argile smectique ou terre à foulon). Sie ist fettig anzufühlen und läßt sich mit dem Fingernagel poliren; im Wasser zerfällt sie schnell, bildet eine breiartige Masse, wird aber nicht sehr bildsam; bisweilen enthält sie Magnesia. Einige äußere Kennzeichen scheinen von der Gegenwart dieser Erde herzurühren, die gewöhnlich den Mineralien ein fettiges Ansehen ertheilt, wenn sie in denselben gewisser Menge vorhanden ist

Die Farben dieses Thons sind sehr verschieden; gewöhnlich ist er gelblichgrau oder olivengrün, es giebt aber auch braune und fleischrothe. Im Bruche variirt er ebenfalls, indem er bald uneben, bald schieferig und bisweilen selbst muschlich ist.

Der Walkthon ist ziemlich fest und klebt wenig an der Zunge. Verschiedene Abarten desselben schwärzen sich beim Erhitzen, werden aber durch anhaltendes Glühen weiß, was die Gegenwart brennbarer Substanzen anzeigt. In sehr starkem Feuer schmelzen diese Thonarten.

5.) Töpferthon. (Argile figuline.) Diese Thone besitzen fast die meisten äußern Eigenschaften des plastischen

Thons; viele derselben fühlen sich weich an und bilden mit Wasser eine ziemlich zähe Masse, allein sie sind minder fest, zerreiblicher und zertheilen sich weit leichter im Wasser. Mehrere derselben sind stark gefärbt, behalten ihre Farbe auch beim Brennen und werden bisweilen nur etwas lebhafter roth; im Bruche sind sie uneben und nicht blätterig. Obschon weich anzufühlen, sind sie doch gewöhnlich nicht so fett als die Walkthone. Einige brausen schwach mit Säuren auf und nähern sich bisweilen dem Mergel so sehr, daß sie nur schwierig davon zu unterscheiden sind. Der Kalk- und Eisen-Gehalt macht diese Thonarten schon bei weit geringeren Hitzgraden schmelzbar, als dieß bei den vorher aufgezählten Varietäten der Fall ist. Diese Thone werden zur Fabrikation des Fayences und der gewöhnlichen Töpferwaaren angewendet und liefern meist eine poröse, röthliche Masse.

Hier folgt das Ergebniß der Analyse zweier Töpferthone.

	Thon von Provins nach Aubert.	Thon von Livernon (Lot) nach Berthier.
Kiesel	57	60
Thonerde	37	30
Eisenoxyd	1,7	7,6
Kalk	4,0	2,4
	99,7	100,0

6.) Mergel. (Argile marne.) Der Mergel ist hinsichtlich seiner Konsistenz verschieden, allein nie so hart, um nicht im Wasser zerfallen zu können. Gewöhnlich ist er zerreiblich und oft sogar pulverig. Zuweilen zerfällt er schon beim Austrocknen: auch im Wasser zerfällt er zu Pulver und bildet damit eine teigige Masse, die durchaus keinen Zusammenhang hat. Mit Salpetersäure braust er stark auf, indem sich darin oft mehr als die Hälfte seines Gewichtes auflöst. Vor dem Lothröhr schmilzt er leicht. Im Bruche ist er erdig, bisweilen blätterig und unterscheidet sich in letztern Falle vom Schieferthon nur durch die Wirkung der Salpetersäure und durch seine leichte Schmelzbarkeit. Man unterscheidet Thonmergel und Kalkmergel, je nach den verschiedenen Bestandtheilen. Nach Buisson enthält der Mergel

	Von Belleville bei Paris.	Von Viroflay bei Versailles.
Kieselerde	46	29
Thonerde	17	11
Eisenoxyd	6	6
kohlens. Kalk	28	52
	97	98

Der Mergel wird sehr häufig in der Landwirthschaft zur Verbesserung des Bodens angewendet; den Thonmergel verarbeiten die Töpfer zuweilen, und aus dem Kalkmergel läßt sich Wassermörtel bereiten.

Capitel VI.

Alaun. (Alun.)

1297. Da wir bereits die Zusammensetzung und die Eigenschaften des Alauns kennen, so müssen wir nun die Bereitung dieses Salzes im Großen näher betrachten. Bis zum fünfzehenten Jahrhundert wurde das ganze in Europa verbrauchte Alaunquantum aus der Levante zu uns gebracht. Es wurde dieser Alaun, den man Rockalaun nannte, zu Rocca jetzt Edessa in Syrien fabrizirt. Johann de Castro, ein Genueser, hatte Gelegenheit die Alaunfabrikation in Syrien kennen zu lernen und war erstaunt bei seiner Zurückkunft in der Umgebung von Tolfa die Stechpalme häufig anzutreffen, welche er ebenfalls schon in Syrien gesehen hatte. Er wurde dadurch veranlaßt auch in Tolfa das alaunhaltige Mineral aufzusuchen und entdeckte bald dasselbe. Von jener Zeit an wurde die Alaunfabrikation in Italien eingeführt. Später im sechzehenten Jahrhundert entdeckte man die Kunst, den Alaun aus dem schwefelkieshaltigen Thonschiefer oder Alaunschiefer zu bereiten. Während der französischen Revolution aber lehrte Chaptal den Alaun noch auf andere Weise zu gewinnen und heutiges Tages fabrizirt man denselben, je nachdem es die örtlichen Verhältnisse erlauben auf die eine oder andere Weise. In vulkanischen Gegenden findet man zuweilen den Alaun schon gebildet; er ist dann wahrscheinlich das Produkt der Einwirkung der Schwefelsäure auf Kali- und Thonerde-haltigen Laven; die Schwefelsäure selbst ist durch Verbrennen des Schwefels in feuchter Luft entstanden, in welcher sich die anfänglich erzeugte schweflichte Säure allmählig in Schwefelsäure verwandelt. Dieser Alaun kann auch durch die Kalzinirung des Alaunsteins entstehen, die leicht durch vulkanische Hitze bewirkt wird. Man findet den ge-

bildeten Alaun in Solfatara, sowie auch in der Auvergne ꝛc. Unter den natürlichen Alaunen zeichnet sich der von der Alaungrotte am Cap Misene bei Neapel aus; dieses Naturprodukt effloreszirt aus den Höhlenwänden und bildet theils seidenglänzende faßrige, theils krystallinisch-körnige Massen. In Solfatara blüht dieser Alaun aus der Erdoberfläche aus; man begünstigt dieses Effloreszieren, indem man Mauern, Grotten und Anderes mehr aus der Erde formt, wodurch die Oberfläche vermehrt wird. Um den Alaun daraus zu gewinnen, laugt man die reichhaltige Erde aus. Die erhaltene Flüssigkeit wird in Bleipfannen abgedampft, welche in den stets 40° warmen Boden eingesetzt werden. Die erste Krystallisation liefert nur unreine Alaunkrystalle, die aber durch wiederholtes Auflösen und Umkrystallisiren sehr reine Waare geben.

Auf diese Weise erhält man aber nur wenig Alaun; bei Weitem die größte Menge des im Handel vorkommenden Alauns wird auf folgende Art gewonnen: 1.) Man bereitet sich schwefelsaure Thonerde, entweder durch direkte Einwirkung der Schwefelsäure auf Thon, oder durch Rösten eines Gemenges von Schwefelkies und Thonschiefer. Die erhaltene schwefelsaure Thonerde wird dann durch Zusatz von schwefelsaurem Ammoniak oder Kali in Alaun verwandelt; 2.) man nimmt das zu Tolfa vorkommende Mineral, röstet es, und laugt dann den darin schon gebildeten Alaun aus. Wir wollen diese Verfahrungsarten näher beschreiben.

1298. Zur Bereitung der schwefelsauern Thonerde auf direktem Wege nimmt man Thon, der möglichst frei vom Kalk und Eisen ist. Dieser wird in Reverberiröfen geglüht, theils um das Wasser zu entfernen, theils um das Eisen in das Maximum der Oxydation überzuführen und die Thonerde auflöslicher in den Säuren zu machen. Durch die Austreibung des Wassers wird der Thon porös und dadurch fähig die Schwefelsäure vermöge der Haaröhrchenanziehung einzusaugen. Das in Eisenoxyd verwandelte Eisenoxydul ist dagegen weniger auflöslich in Schwefelsäure. Indem nun noch die Kieselerde des Thons auf die Thonerde reagirt, verliert dieser seinen Zusammenhang und wird dadurch weit leichter von der Schwefelsäure angegriffen. Der Thon darf jedoch

nicht zu stark geglüht werden, denn er würde sonst zu hart und dicht und eine anfangende Schmelzung erleiden, wodurch die Einwirkung der Schwefelsäure sehr erschwert wird. Man glüht den Thon in Reverbiröfen, deren Flamme zugleich zur Erwärmung zweier Abdampfpfannen angewendet wird; außer diesen läßt sich zugleich noch ein Kessel damit heitzen, in welchem man die Schwefelsäure mit dem geglühten Thon zusammenbringt. Sobald der Thon beim Glühen die Eigenschaft erlangt hat, sich leicht pulverisiren zu lassen, so wird die Kalzination beendigt.

Der Thon wird hierauf sorgfältig pulverisirt und durchgesiebt, um ein gleichförmig feines Pulver zu erhalten, wovon das Gelingen der folgenden Operation hauptsächlich abhängt.

Nachdem der Thon pulverisirt ist, wird er mit Schwefelsäure zusammengebracht; man nimmt auf 100 Thl. Thon 45 Thl. Schwefelsäure aus der Bleikammer von 45° B. Das Gemenge wird in einen steinernen kesselförmigen Raum gethan, welcher mit einem Gewölbe versehen ist. Der heiße Rauch des Reverberirofens streicht unter diesem Gewölbe weg und erhitzt die breiartige Masse auf ungefähr 70°. Nach Verlauf von einigen Tagen, während welcher Zeit man beständig umrührt, räumt man die Masse heraus und bringt sie an einen warmen Ort, wo sie ein bis zwei Monate liegen bleibt. Nachher wird dieselbe mit Wasser ausgelaugt, um die gebildete schwefelsaure Thonerde abzuscheiden. Die ersten abgegossenen Laugen, welche 15—18° B. haben, werden abgedampft; die übrigen schwächern Auflösungen werden wieder zu neuen Auslaugungen statt Wasser angewendet, wodurch sie wieder die zum Abdampfen erforderliche Konzentration erhalten.

Sind die Laugen durch Abdampfen bis auf 20° gebracht, so läßt man sie in ein Behältniß laufen, in welchen sie sich ruhig absetzen und klären: später gießt man sie ab, um sie aufs Neue bis 25° ja selbst bis zu 40° abzudampfen, je nachdem man die schwefelsaure Thonerde durch Ammoniak oder Kali in Alaun verwandeln will.

In Gegenden, wo sich schwefelkieshaltiger Alaunschiefer findet, bereitet man die schwefelsaure Thonerde auf andere Weise. Das Schwefeleisen verwandelt sich schon für sich durch Glühen an der Luft in schwefelsaures Eisenoxydul und Oxyd; allein die Anwesenheit der Thonerde ändert das Resultat etwas ab, denn das Eisenoxydsalz verwandelt sich in schwefelsaure Thonerde, während das Eisenoxyd entweder ganz frei wird oder wenigstens in basisches schwefelsaures Eisenoxyd übergeht. Wird diese Operation langsam genug vorgenommen, so geht der größte Theil des Eisens in Oxyd über und man erhält fast nur allein schwefelsaure Thonerde.

Der am besten hierzu sich eignende Alaunschiefer ist gewöhnlich schwärzlich, sammtartig, weich und zerreiblich und zeigt einen blättrigen Bruch. Fast immer findet man Krystalle von schwefelsaurer Thonerde und Eisen oder Federalaun darin. Man gewinnt diesen Schiefer bergmännisch, setzt ihn mehr oder weniger lang der Luft aus und röstet ihn nachher. Einige Schieferarten, wie z. B. der von Freienwalde werden gar nicht geröstet, sondern man läßt sie bloß längere Zeit, etwa ein Jahr, an der Luft liegen. Klaproth vermuthete, daß der Schwefel nicht als Schwefelkies in diesem Schiefer sich befinde. In den meisten Fällen ist das Rösten unumgänglich nothwendig. Man wirft den Schiefer auf Haufen, nachdem man den Boden mit Thon fest geschlagen, etwas abhängig gemacht und mit einer Rinne versehen hat, damit das Regenwasser in einen Behälter aufgefangen werden kann. Man macht zuerst auf dem Grunde ein Lager von 3 Fuß langen Reißigbündeln auf einem Umkreis von 100 Fuß Länge und 6—7′ Breite; dieses Holzlager wird 2′ hoch mit Schiefer bedeckt. Hierauf werden die Büschel mitten im Haufen angezündet und das Feuer durch Öffnen von Luftlöchern an verschiedenen Punkten so dirigirt, daß es sich nach und nach allgemein ausbreitet. Man bildet nun neuerdings eine Lage von Büscheln auf dem Haufen und wirft wieder Schiefer darauf, zündet dann wieder an und fährt mit den Schichten so lange fort, bis man endlich 8—10 Lagen hat; die oberste Lage wird mit sehr kleinem

zerfallenem Schiefer bedeckt, welcher den Haufen gegen den Regen schützt. Die Röstung dauert 6 Wochen oder höchstens zwei Monate. Ist der Schiefer sehr bituminös oder kohlenhaltig, so reicht schon das erste Lager von Reisig zur Röstung hin, und man legt nicht neues Holz darauf, sondern fährt mit dem Aufschichten des Schiefers selbst fort, sobald man an verschiedenen Punkten der Oberfläche Flammen hervorbrechen sieht.

Die Anwesenheit der sich durch das verbrennende Holz erzeugenden Asche verwickelt die Resultate dieser Operation einigermassen; das darin enthaltene Kali verwandelt sich in schwefelsaures Kali und dadurch entsteht dann sogleich Kalialaun. Holz kann man auch statt Steinkohle anwenden, und dann bildet sich statt Kalialaun etwas Ammoniakalaun, indem sich bei der Verbrennung der Steinkohle Ammoniak erzeugt.

Die Röstung liefert verschiedene Produkte. Während der Verbindung entbindet sich schweflichte Säure und Schwefel, welche verloren gehen. Allein ungeachtet dieses Verlustes bleibt im Rückstand noch sehr viel Schwefelsäure, an verschiedene Stoffe gebunden. Außer dem Schiefer und dem noch unveränderten Schwefelkies muß die Masse Eisenoxyd, basisch-schwefelaures Eisenoxyd nebst basisch-schwefelsaurer Thonerde und wahrscheinlich mit Alaunerde übersättigten Alaun enthalten, welche Produkte sämmtlich unauflöslich sind. Ferner muß darin enthalten seyn: neutrale schwefelsaure Thonerde, Kalialaun, Ammoniakalaun, schwefelsaures Eisenoxydul und Oxyd, schwefelsaures Eisenoxydul und Thonerde, sowie endlich auch ein Doppelsalz von schwefelsaurem Eisenoxyd und Kali, welche Produkte durchgängig auflöslich sind. Diese Produkte finden sich aber wahrscheinlich nicht alle gleichzeitig in dem Rösthaufen, sondern erzeugen sich erst nach und nach durch die Röstung und können hinsichtlich der Menge nach der Dauer derselben, sowie nach der angewandten Temperatur variiren.

Zu den auflöslichen Produkten, welche man gewinnen will, gehören der Alaun und die schwefelsaure Thonerde. Man

laugt zu dem Endzwecke den gerösteten Schiefer drei bis viermal nach einander aus und läßt die Lauge davon ablaufen. Die schwächern Laugen giebt man wieder auf frisch geröstete Schiefer um sie zu verstärken, und bringt sie so bis auf 10—12°.

Diese Laugen werden dann bis auf 36° in bleiernen Pfannen über Feuer konzentrirt und hierauf 5—7 Stunden der Ruhe überlassen, damit sich die unauflöslichen basischen Salze, vorzüglich die basischen Eisensalze absetzen. Von da läßt man sie in die Krystallisirgefäße laufen, in welchen nach einiger Zeit der bereits erzeugte Alaun größtentheils krystallisirt. Die Laugen werden nun aufs Neue konzentrirt und zwar so weit, daß das schwefelsaure Eisen herauskrystallisiren kann; nachdem beim Erkalten dieses Salz herauskrystallisirt ist, werden die Mutterlaugen wiederhohlt konzentrirt, wodurch ein neues Quantum Eisensalz herauskrystallisiren kann. Bisweilen schreitet man selbst zu einer dritten ähnlichen Operation, um noch mehr schwefelsaures Eisen zu entfernen. Sobald die Mutterlauge keine Eisenvitriolkrystalle mehr absetzt und sehr dick geworden ist wegen Anhäufung von schwefelsaurer Thonerde, so konzentrirt man sie so weit, daß sie beim Erkalten ganz erstarrt. In diesem Zustande erhalten sie nun die Alaunfabrikanten. Der anfangs erhaltene Alaun wird wieder aufgelöst und umkrystallisirt und so in käufliche Waare verwandelt.

Die erhaltene schwefelsaure Thonerde wird nun durch Zusatz von schwefelsaurem Kali oder schwefelsaurem Ammoniak in Alaun umgewandelt; zuweilen erzeugt man auch daraus ein Gemenge von Kali- und Ammoniak-Alaun, indem man die beiden Salze zugleich hinzugiebt. *)

Das schwefelsaure Ammoniak, welches zur Alaunfabri-

*) Noch scheint man in Frankreich das in Freienwalde übliche Verfahren nicht im Großen angewendet zu haben. Es besteht darin, das Gemenge von schwefelsaurer Thonerde und Eisenvitriol mit Chlorkalium zu behandeln. Es erzeugt sich dann Kalialaun, welcher krystallisirt und Chloreisen, das in den Mutterlaugen bleibt wegen seiner großen Zerfließlichkeit. Wenn dieses Verfahren in Frankreich mit Vortheil ausgeführt werden könnte, so würde hauptsächlich die Varecksoda ein billiges Material dazu liefern. Vielleicht könnte man mit Kochsalz eine ähnliche Zersetzung bewirken und so Natronalaun bereiten.

fabrikation angewendet wird, erhält man aus den Produkten der Destillation thierischer Stoffe. Das schwefelsaure Kali dagegen fällt als Nebenprodukt bei der Bereitung der Schwefelsäure oder der Salpetersäure. Man muß auf jeden Fall durch Versuche den Gehalt dieser schwefelsauren Salze, sowie der zu verarbeitenden schwefelsauern Thonerde vorherbestimmen, um beide dann in dem richtigen Verhältniß mit einander vereinigen zu können. *) Nach vorangegan- Bestimmung der beiden Stoffe berechnet man das Gewicht derselben, welches zur Bildung des Alauns nöthig ist. Die hierauffolgende Operation hat zum Zweck, Alaun in kleinen Krystallen oder in Pulverform darzustellen, damit derselbe durch Abwaschen mit Wasser leicht von den beigemengten fremdartigen Salzen gereinigt werden kann. Diese gereinigten Krystalle werden dann durch Umkrystallisiren in große zusammenhängende Alaunmassen verwandelt.

Es leuchtet von selbst ein, daß die Mischung der Salze in sehr konzentrirten Auflösungen geschehen muß, damit der erzeugte Alaun sich sogleich niederschlagen kann. Wenn man schwefelsaures Kali anwendet, so bereitet man kochende Auflösungen davon; das schwefelsaure Ammoniak dagegen wird kalt aufgelöst; nimmt man aber diese beiden Salze zugleich, so löst man in lauwarmem Wasser unter beständigem Umrühren vier Theile schwefelsaures Ammoniak und einen Theil

*) Zu dem Endzweck bestimmt man die zur vollständigen Fällung des schwefelsauren Ammoniaks nöthige Menge von Chlorbarium, indem man hierbei gerade so, wie bei alkalimetrischen Bestimmungen verfährt.

Bei der Prüfung des schwefelsauern Kali's nimmt man 5—6 Grammen, welche man mit der Hälfte dieses Gewichtes kohlensauren Ammoniaks eine Viertelstunde rothglüht, wodurch die überschüssige Schwefelsäure, wenn solche vorhanden ist, verjagt und neutrales Salz erzeugt wird. Dieses Letztere wird dann im Wasser aufgelöst und durch Chlorbarium weiter bestimmt.

Um die schwefelsaure Thonerde zu analysiren, löst man 5 Grammen davon in Wasser auf und fügt Ammoniak im Überschuß zu. Der hierdurch erzeugte Niederschlag wird gut ausgewaschen, und mit Ätzkali behandelt, welches die Thonerde auflöst und das Eisenoxyd zurückläßt. Die alkalische Auflösung wird mit Salzsäure übersättigt und dann die Thonerde daraus wieder durch Ammoniak niedergeschlagen. Man erhält so reine Thonerde, die wohl ausgesüßt, getrocknet und rothgeglüht wird; aus ihrem Gewichte läßt sich dann die schwefelsaure Thonerde berechnen.

schwefelsaures Kali auf. Der Alaun bildet sich auf der Stelle und schlägt sich als Pulver nieder, worauf man die Masse erkalten läßt und die Mutterlauge dann abgießt. Wird die Letztere in flachen Pfannen abgedampft und während des Kochens beständig umgerührt, so erhält man aufs Neue pulverigen Alaun daraus. Man bringt die beiden Alaune zusammen in Kästen, ähnlich denen, welche zum Waschen des Salpeters angewandt werden, und wäscht sie anfangs mit fast gesättigten Auflösungen von schwefelsaurem Eisen, später aber mit Wasser, welches immer weniger von diesem Salze aufgelöst enthält; diese Waschwasser werden stets mit Alaun gesättigt. Zuletzt wäscht man das Alaunmehl mit Wasser, welches mit fast reinem Alaun schon gesättigt ist und zuletzt mit etwas wenig reinem Wasser. Das erste Waschwasser giebt durch Abdampfen und Krystallisiren schwefelsaures Eisen; die übrigen Waschwasser werden später wiederum zum Abwaschen neuer Mengen von Alaunmehl angewendet; das Letzte aber giebt die Alaunauflösung, welche man ebenfalls zum Abwaschen nöthig hat.

Um den Alaun die käufliche Form zu geben, löst man ihn in Wasser auf, so daß die Auflösung 48—50° Baumé zeigt. Die kochende Auflösung wird dann in Krystallisirgefäße gebracht, in welchen sie beim Erkalten größtentheils zu einer festen zusammenhängenden Masse erstarrt. Die Wachsgefäße bestehen aus drei Stücken, nämlich aus einem kreisrunden, mit einer Bleiplatte bekleideten Boden und aus den Seitenwänden, welche in zwei gleiche Hälften zerlegt und wieder durch Eisenreife fest zusammengefügt werden können. Diese Gefäße haben die Gestalt eines abgestumpften Kegels dessen Boden die größere Basis bildet. Sobald die Krystallisation beendigt ist, so gießt man die Mutterlauge ab, zerlegt die Tonne und zerschlägt die Masse; *) der so gewonnene Alaun kann in der Färberei zu fast allen Operationen angewendet werden. Da er aber noch etwas schwefelsaures

*) Um beim Versenden die Holzfracht zu ersparen, welche durch Verpacken des Alauns in Fässer nothwendig veranlaßt wurde, so zerschlägt man die fest zusammenhängende Masse gar nicht, sondern transportirt sie sogleich in der ursprünglichen Tonnenform an den Ort ihrer weitern Bestimmung. A. u. E.

Eisen enthält, so würde er auf Seide ein schmutziges Gelb geben. Zu dem Endzweck prüft man den anzuwendenden Alaun mit blausaurem Kali; ist derselbe rein, so darf eine Auflösung oder die fein pulverisirten Alaunkrystalle durch dieses Salz nicht blau gefärbt werden.

Um eisenfreien Alaun zu erhalten, so bereitet man von dem gewöhnlichen Alaun eine Auflösung von 30° Baumé und gießt sie in Krystallisirgefäße, in welchen sich daraus vollkommen reine Krystalle absetzen. Die Mutterlauge wird dann wieder zur Bereitung des gewöhnlichen Alauns angewendet. *)

1299. Der römische Alaun wird auf andere Weise bereitet. Man wendet hierzu den Alaunstein an, ein Mineral, dessen Zusammensetzung Cordier kennen lehrte. Derselbe besteht aus

2 At. schwefelsaurem Kali	= 2178	oder	18,53
2 At. schwefelsaurer Thonerde	= 4293	—	38,50
5 At. Thonerdehydrat	= 4903	—	42,97
1 At. Alaunstein	= 11374	—	100,00

Um diese Verbindung in Alaun zu verwandeln, muß man also 5 Atome Thonerdehydrat daraus abscheiden.

Diese Mischung, welche zwar für den reinen Alaunstein gilt, ist jedoch nie ganz richtig für den gewöhnlichen, denn dieser enthält noch fremdartige Substanzen beigemengt, welche man in Rechnung zu bringen hat. Es folgen hier die Analysen mehrerer Alaunsteine:

*) Da gewöhnlich das zur Fabrikation angewandte Wasser etwas kohlensauren Kalk enthält, so bildet sich etwas mit Thonerde übersättigter Alaun. Der hieraus erwachsende Verlust ist verschieden; nach Payen kann er sich bisweilen bis auf 2 Prozente des bei jeder Auflösung erhaltenen Alauns belaufen. Es kann übrigens derselbe vorher aus dem Kalkgehalt des angewendeten Wassers berechnet werden.

Bestandtheile der Alaunsteine.	Von Tolfa nach Vauquelin.	Von Tolfa nach Klaproth.	Von Ungarn nach Klaproth.	Von Montione nach Descotils.	Von Mont-Dore nach Cordier.
Schwefelsäure	25,0	16,5	12,50	36,6	27,3
Alaunerde . . .	43,9	19,0	17,50	40,0	31,8
Kali	3,1	4,0	1,00	13,8	5,8
Wasser	4,0	3,0	5,00	10,6	3,7
Kieselerde . . .	4,0	56,5	62,25	"	26,4
Eisenoxyd . . .	"	"	"	"	1,4
Verlust	"	1,0	1,75	"	1,6

In den meisten Alaunsteinen findet sich neben den wesentlichen Bestandtheilen noch Kieselerde, etwas Eisenoxyd und bisweilen auch überschüssige Thonerde.

Der reine Alaunstein ist krystallisirt oder bildet krystallinische Massen; im unreinen Zustand dagegen hat er keine bestimmte Form und ist dann gewöhnlich röthlich oder gelblich. Er hat ein spezif. Gewicht von 2,7, wenn er rein ist. Im Feuer verliert er schon bei einer die Rothglut nicht erreichenden Temperatur sein Wasser; in der Rothglühhitze selbst zersetzt sich die schwefelsaure Thonerde in schweflichte Säure, Sauerstoff und Thonerde. In der Weißglühhitze aber wird selbst das schwefelsaure Kali in schweflichte Säure und Sauerstoff zerlegt, während das Kali sich entweder mit der Thonerde oder der Kieselerde verbindet. Das Wasser wirkt auf den Alaunstein gar nicht ein; hat dieser aber durch Rösten sein Wasser verloren, so wird er leicht vom Wasser angegriffen und der Alaun aufgelöst. Ist der Alaunstein stark erhitzt worden, so äußert das Wasser keine Wirkung mehr darauf.

Aus diesem Verhalten läßt sich leicht abnehmen, wie man den Alaunstein behandeln muß, um den Alaun daraus zu gewinnen; das Mineral wird in Stücken zerschlagen und dann entweder in Haufen, oder in Öfen, ähnlich den Kalköfen, oder auch in Reverberiröfen geröstet; im letztern Fall

wird der Alunit in sehr kleine Stücken zerschlagen. Diese Röstung ist ziemlich schwierig und nur durch Anwendung von Reverberiröfen läßt sie sich leichter ausführen.

Der Alaunstein muß nämlich bis zu dem Punkte erhitzt werden, daß nur allein das Wasser sich verflüchtigt, nicht aber bis die schwefelsaure Thonerde oder etwa selbst das schwefelsaure Kali sich zersetzt. Bei der Röstung in Haufen oder in Kalköfen wendet man den Alaunstein in ziemlich großen Stücken an, wodurch aber, wegen der unvollkommnen Wärmeleitungsfähigkeit desselben, die innern Theile nur schwierig bis zu der erforderlichen Temperatur erhitzt werden, während die äußern längst schon rothglühen. Daraus entsteht nun Verlust und aus diesem Grunde ist es weit angemessener die pulverförmigen Alaunsteine in Reverbiröfen zu rösten.

Der geröstete Alaunstein wird auf einen fest geschlagenen Boden geworfen, der mit einer Rinne umgeben ist, welche mit einem zur Aufnahme der Alaunlaugen bestimmten Reservoir in Verbindung gebracht sind. Die aufgehäuften Alaunsteine werden nun mit Wasser übergossen; bilden nach und nach eine teigige Masse und diese wird nach Verlauf von ein oder zwei Monaten ausgelaugt. Die Auslaugung geschieht wie gewöhnlich und giebt ganz mit Alaun gesättigte Laugen nebst einem schlammigen Rückstand. Die Laugen werden in Bleipfannen abgedampft und aus der konzentrirten Flüssigkeit schießt dann octaedrischer, kubu-octaedrischer oder kubischer Alaun an, je nachdem die Temperatur ist. In der ersten Periode der Krystallisation ist der Alaun octaedrisch, dann wird er kubu-octaedrisch und zuletzt, nachdem sich die Flüssigkeit mehr abgekühlt hat, krystallisirt er in Würfeln.

Leblanc machte die Erfahrung, daß wenn man Alaun mit Wasser und Thonerde kocht, so erhält man durch Abdampfen der filtrirten Flüssigkeit eine dicke Masse, welche zum Theil vom kalten Wasser wieder aufgelöst wird. Wird diese neue Auflösung der freiwilligen Verdunstung überlassen, so liefert sie kubische Krystalle. Durch diese Beobachtung wurde er veranlaßt eine kalte Alaunauflösung mit Alaunerde zusam-

men zu bringen, wodurch er ebenfalls kubische Alaunkrystalle erhielt, wenn jene von selbst nach und nach abdunstete. Schon ein kleines Quantum Alaunerde ist hierzu hinreichend, denn eine größere Menge würde Alaun mit überschüssiger Thonerde geben. D'Arcet beobachtete, daß der kubische Alaun, wenn er bei einer Temperatur unter 40° C. aufgelöst wird, sich nicht veränderte, sondern sich bei wiederhohlter Krystallisation sich stets wieder erzeugte. Ist aber die Temperatur des Wassers höher, so zersetzt sich der kubische Alaun, es fällt Alaun mit überschüssiger Thonerde nieder und die Auflösung giebt nur octaedrische Alaunkrystalle.

Es geht aus dem Gesagten hervor, daß der römische Alaun, der unter Anwesenheit einer bedeutenden Menge von Alaunerde aufgelöst wird, kubischer Alaun seyn muß. Wenn man durch Abdampfen die Temperatur der Flüssigkeit gesteigert hat, so bildet sich ein Niederschlag von Alaun mit Thonerdeüberschuß, und die Auflösung enthält dann bloß octaedrischen Alaun. Sobald die Temperatur fällt, so löst sich Letzterer wieder auf und es bildet sich aufs Neue kubischer Alaun. Es ist dem zu Folge leicht, den gewöhnlichen Alaun in kubischen umzuwandeln: man fügt nämlich der Auflösung des erstern etwas Thonerde zu, sorgt dafür, daß die Flüssigkeit sich nicht über 40° C. erhitze und überläßt diese nun der freiwilligen Abdampfung. *)

*) Dieser kubische Alaun läßt sich am leichtesten erzeugen, wenn man eine konzentrirte Alaunauflösung bei höchstens 40° C bereitet und derselben etwa 2 Prozente kohlensaures Kali hinzufügt; hierdurch wird etwas basisch schwefelsaure Thonerde gefällt, die sich beim Umrühren der Flüssigkeit wieder auflöst. Die langsam erkaltende Auflösung setzt nun kubische Alaunkrystalle ab, die sich vorzüglich durch ihre eisenfreie Qualität auszeichnen. Man wendet deshalb dieses Mittel an, um eisenfreien Alaun darzustellen, der in der Schönfärberei für manche Farben unentbehrlich ist. A. u. E.

Capitel VII.

Von den verschiedenen Kalksteinen und dem Mörtel, welcher daraus bereitet wird.

1300. Schon in den ältesten Zeiten brannte man den Kalk und bereitete Mörtel daraus. Die Alten, besonders aber die Römer waren in dieser Kunst sehr weit, was die aus jener Zeit noch übrigen Denkmäler der Baukunst bezeugen. Hinsichtlich der Theorie der Mörtelbildung ist man jedoch bis auf den heutigen Tag noch nicht ganz im Reinen, obgleich man in Folge der neuesten Beobachtungen die Grundsätze festgestellt hat, auf welchen wenigstens in den meisten Fällen das Gelingen der praktischen Operationen bei der Mörtelbereitung beruht. Wir verdanken die meisten dieser Beobachtungen dem Herrn Vicat, der die Resultate seiner zahlreichen Untersuchungen und die Vorschriften zu deren Anwendung bekannt machte. Auch John, Berthier und Fuchs beschäftigten sich mit diesem Gegenstande und machten interessante Entdeckungen, welche die Aufmerksamkeit der Bauingenieure auf sich lenkten, die ihrerseits wiederum selbst diesen wichtigen Theil der technischen Chemie mit neuen Endeckungen bereicherten. Wir wollen nun das Wesentliche dieser Arbeiten im Folgenden zusammenstellen.

Kalkstein nennt man alle Mineralien, welche mindestens die Hälfte ihres Gewichtes kohlensauren Kalk enthalten, und welche, nachdem sie zur Verjagung der Kohlensäure gebrannt worden sind, das Wasser mit oder ohne Wärmeentwicklung absorbiren, zerfallen, und indem sie in den Hydratzustand übergehen nach einiger Zeit an der Luft oder unter dem Wasser erhärten.

Die Anwendung des Kalkes zur Bereitung des Mörtels erfordert stets ein vorhergehendes Glühen, wodurch der koh-

lensaure Kalk in freie Kalkerde verwandelt wird, den man gewöhnlich mit dem Namen lebendigen Kalk oder Ätzkalk bezeichnet.

Die Menge von Kalk, welcher auf diese Weise verbraucht wird, ist ungeheuer, und deshalb ist sehr nöthig, möglichst ökonomische Verfahrungsarten zur Bereitung desselben anzuwenden. Andererseits hängt die Festigkeit und die Dauer der wichtigsten Gebäude so sehr von der Beschaffenheit des beim Bauen angewendeten Kalk's ab, daß man nicht aufmerksam genug seyn, sowohl bei der Auswahl des Materials, als beim Brennen, wodurch sehr leicht die gute Eigenschaft desselben zum Nachtheil verändert werden kann.

Brennen des Kalks.

1301. Der Kalkstein kann auf verschiedene Weise gebrannt werden; die hierzu erforderlichen einfachen Bedingungen sind leicht zu erfüllen. Der kohlensaure Kalk wird rothgeglüht, damit sich seine Säure verflüchtige; in dieser Temperatur muß er mehrere Stunden lang erhalten werden, um die Zersetzung vollständig zu bewirken Im Allgemeinen darf man annehmen, daß die zum Brennen erforderliche Zeit sich nach der Größe, Dichtigkeit und Trockne der Kalksteine richtet; die Operation des Brennens ist schnell beendigt, wenn die Steine klein, leicht und feucht sind, in umgekehrtem Falle aber dauert das Brennen viel länger. Es ist leicht einzusehen, daß die innern Theile der großen Stücke die Hitze nur von außen durch die schlecht leitende Hülle empfangen, und daß auch die Kohlensäure einen Druck zu überwinden hat, bevor sie sich verflüchtigen kann.

Der Einfluß des Wassers kann auf gedoppelte Weise erklärt werden. Entweder wirkt dieses auf das kohlensaure Salz und bildet ein ephemeres Hydrat, indem es auf kurze Zeit die Stelle der Kohlensäure vertritt; später aber wird dieses Hydrat selbst wieder durch die Rothglühhitze zersetzt. Oder auch indem das Wasser durch den im Brennstoff enthaltenen Kohlenstoff zersetzt wird, verwandelt es sich in verschiedene Gase, unter welchen sich Kohlenwasserstoff befindet. Dieses aber reagirt auf die Kohlensäure des Kalksteins, redu-

cirt sie in Kohlenoxydgas und erleichtert so die Abscheidung desselben aus dem kohlensaurem Kalke.

Aus diesem Grunde ist der frisch aus dem Bruch genommene, noch feuchte Kalkstein weit leichter zu brennen, als der fast trockne Stein. Die meisten Kalkbrenner kennen dieses Verhalten sehr gut und begießen den schon ausgetrockneten Stein mit Wasser, bevor er in den Ofen gebracht wird.

Je dichter der angewendete Kalkstein ist, desto besser ist gewöhnlich der gebrannte Kalk. Das spezif. Gewicht guter Kalksteine variirt zwischen 2,5 bis 2,7. In der Nähe von Marmorbrüchen wenden die Kalkbrenner die Marmorstücke zum Brennen an, welche zum Verarbeiten nicht taugen, so wie auch die kleineren Stücke, welche beim Behauen der Blöcke abfallen. Der aus Marmor gebrannte Kalk ist der reinste, welcher im Großen bereitet wird.

1302. Der Kalk wird theils ohne Öfen, theils in Öfen gebrannt; man theilt gewöhnlich die Kalköfen ein in solche, in denen ohne Unterbrechung gebrannt werden kann, oder in solche, die nur periodisch im Gange sind. Als Brennmaterial wendet man Holz, Steinkohle, Anthrazit oder Torf an. Die beiden letztern sind die wohlfeilsten, und man zieht sie deshalb überall da vor, wo sie in hinreichender Menge gefunden werden.

Es wurden vielerlei Versuche angestellt, um die Konstruction der Kalköfen zu vervollkommnen. Die Société d'Encouragement veranlaßte durch Aussetzen bedeutender Preise Untersuchungen dieser Art. Die Ingenieure und Fabrikanten Deblie und Donop erhielten den ausgesetzten Preis. Die Form der Öfen, welche ihnen am geeignetsten bei Anwendung des Torfes zu seyn schien, ist beinahe ganz dieselbe, welche auch in Preußen beim Brennen des Kalks mit Steinkohle als die beste befunden wurde.

Dieser Ofen unterscheidet sich von den alten längst eingeführten, zum periodischen Brennen konstruirten Öfen nur durch die Verschiedenheit der innern Dimensionen des Feuerplatzes und des Raumes, der den Kalk aufnimmt.

1303. Brennen in Meilern. Die Kalkbrenner in Wallis (England) schichten die Kalksteine an einigen Orten in große Haufen, ohne solche wie gewöhnlich in kleinere

Stücke zu zerschlagen, und brennen dieselbe ähnlich wie man bei der Holzverkohlung verfährt. Um die Flamme nicht oben oder aus den Seiten hervorbrechen zu lassen, bedeckt man den Kalkmeiler mit Erde oder Rasen und regulirt das Feuer so, daß ungeachtet der großen Kalkstücke doch die ganze Masse vollkommen durchbrennt. Der auf diese Art erhaltene Kalk wird bei gleichen Preisen stets dem in Öfen gebrannten vorgezogen. In Yorkshire, Shropshire und in Schottland ist diese Art Kalk zu brennen schon seit langer Zeit üblich. Man wendet sie seit Kurzem auch in Ath (Belgien) mit Erfolg an. Die Kalksteine werden mit Steinkohle auf konische Haufen geschichtet von 5 Meter Durchmesser an der Basis und 3,5 Meter an der Spitze, und zum Brennen desselben sind dann sechs bis acht Tage erforderlich. Man verfährt übrigens genau so, wie bei der Holzverkohlung; es ist dieselbe Einrichtung hinsichtlich des Zentralluftzuges, des Anzündens ꝛc. vorhanden, man verwendet dieselbe Sorgfalt auf die Bildung der Thon- oder Erddecke, welche den falschen Luftzug verhindert und wendet endlich auch dieselben Mittel an, um den brennenden Meiler gegen Wind zu schützen, welcher den Zug leicht stören kann.

Dieses Verfahren ist unstreitig das vorzüglichste, wenn es sich darum handelt, den Kalk schnell zu brennen, wie dieses zuweilen der Fall ist, wenn man in kurzer Zeit bedeutende Bauten auszuführen hat.

1304. Öfen, in welchen periodisch gebrannt wird. Die Form dieser Öfen und die Art sie zu gebrauchen, ist äußerst wenig verschieden. Sehr häufig graben die Kalkbrenner nur eine runde unregelmäßige Grube an der Seite eines Hügels, und mauren die Wände mit trocken gelegten Steinen aus, oder begleiten solche blos mit Erdmörtel (Lehm) oder auch, was am meisten vorzuziehen ist, füttern dieselbe mit einer Mauer aus feuerfesten Steinen aus.

Dieser länglich runde Raum, der sich nach oben etwas verengt, öffnet sich in freier Luft und hat einen Ausgang für den Dampf und Rauch. Der Kalkstein wird in diesem Ofen so geschichtet, daß er ein Gewölbe unmittelbar über der Feuerstelle bildet, in welchem Zwischenräume gelassen

werden, durch welche die Flamme durchziehen kann; man brennt gewöhnlich Reisigbüschel. Da dieses Verfahren wenig vortheilhafte Resultate in Absicht auf den Brennstoffverbrauch, so wie auch hinsichtlich der Quantität und Qualität des Produktes darbietet, so verweilen wir nicht lange dabei.

Die Tafel 27 Fig. 1 stellte den Durchschnitt eines dieser Öfen dar. Die wesentlichen Theile desselben sind ein Raum zur Aufnahme des Kalksteins und Brennstoffes, ein Kanal für den Luftzug und eine Seitenöffnung zum Einbringen des Holzes.

Der Ofen A ist länglich rund geformt, und an beiden Enden abgestumpft, hat 4 Meter Höhe, 3 Meter Durchmesser in der Mitte, 1,5 am obern Ende und 2 am Boden. V ist der gewölbte Kanal, welcher die Luft durch die Öffnung C dem Brennstoffe zuführt. Durch D wirft man das Holz hinein.

Der Kalkstein wird so in den Ofen geschichtet, daß er ein Gewölbe über dem Feuerheerd bildet. Bisweilen wirft man etwas kleines Reisig auf die Feuerstelle, zündet es an und verstopft dann die Öffnung D mit einem Bündel Wellholz. Sobald dieses Feuer fängt, so schiebt man es auf den Feuerplatz und ersetzt es durch ein neues Bündel. Nach Verlauf von zwölf Stunden ist das Brennen vollendet; man bedeckt den Kalk, läßt ihn erkalten und zieht ihn dann aus dem Ofen. In besser gebauten Öfen, in welchen man gespaltenes Scheitholz anwendet, welches sich zu diesem Zweck am besten eignet, aber freilich auch am theuersten ist, verbraucht man im Durchschnitt 1,85 Stere um 2 Kubickmeter Kalk aus harten Kalksteinen gar zu brennen. Wendet man Wellholz an, so braucht man ungefähr 2,5 Stere auf den Kubimeter gebrannten Kalk.

Der Holzverbrauch kann demnach an Orten, wo dieses nicht im Überfluß vorhanden ist, sehr bedeutend werden; hieraus entspringt wieder ein neuer Nachtheil für die Landwirthschaft, indem der Kalk in diesem Falle nicht so billig zu haben ist, daß man die Felder damit verbessern könnte. Bisweilen ist es auch vortheilhaft Heidekraut-Bündel, Reißigbüschel und Hackspäne anzuwenden, allein dieses leichte Brenn-

material erfordert viel Sorgfalt beim Feuern und der Feuerplatz muß zur Aufnahme derselben sehr groß seyn.

1305. Hat man Torf, so wendet man ihn sowie das Holz an. Im folgenden ist ein Ofen nach Paye'ns Angabe, der für dieses Brennmaterial sich eignet, beschrieben.

Der Ofen wurde von Deblinne und Donop gebaut und ist in Fig. 2 und 3 dargestellt; diese Zeichnungen sind die senkrechten und wagrechten Durchschnitte, letzterer in der Höhe des Rostes genommen. Die nämlichen Buchstaben bezeichnen in diesen zwei Durchschnitten dieselben Theile des Ofens.

A ist eine Vertiefung auf der Vorderseite, welche theils für den Feuerheerd angebracht ist, theils wird aus ihr der Kalk aus dem Ofen gezogen.

B, Thürausschnitt, wodurch man das Brennmaterial einschiebt um es auf den Rost zu bringen.

C, Rost des Ofens aus beweglichen Roststäben bestehend, welche auf einem Seitenvorsprung eingesenkt in eine kreisförmige Eisenstange ruhen und durch einen querlaufenden Eisenstab D gehalten werden, welcher eingemauert ist.

Dieser Rost ist den einfachen Heerden aus Backsteinen bei Weitem vorzuziehen, denn diese sind nicht dauerhaft, lassen auch die Luft nicht so gleichmäßig zuströmen und füllen sich nach und nach mit Asche an, welche das Brennen des Holzes verhindert.

C unterer Theil des Aschenfalls, in welchem sich die Asche vom Brennstoff sammelt.

E E zweiter Vorsprung aus gewöhnlichen Backsteinen, welcher den Kalksteinen, die gebrannt werden sollen, zur Stütze dient.

F F, gerade Wände, welche die Fortsetzung der krummflächigen Ofenwände bilden und diese tangiren; F G und G H sind Halbmesser der Kurve, welche die Wände oberhalb F F bilden.

K, Öffnung, durch welche man den Kalkstein in den Ofen bringt, und aus welcher die beim Brennen entstehenden gasförmigen Produkte sich in die Luft begeben.

L, Kernschacht aus Backsteinen, der bisweilen reparirt werden muß, wenn er durch das Feuer beschädigt wurde.

M, Rauhgemäuer aus gewöhnlichen Bausteinen aufgeführt.

Sobald der Ofen aufgebaut ist, muß man ihn einige Tage lang von selbst trocknen lassen; man macht hierauf ein kleines Feuer hinein, welches man allmählig verstärkt, damit der Mörtel langsam trocknen kann, ohne starke Risse zu erhalten, was leicht bei zu schnellem Austrocknen der Fall seyn könnte. Ist das Mauerwerk trocken, so schichtet man im Ofenraum ein halbkugelförmiges Gewölbe aus den größten Kalksteinen, zwischen welchen man immer Luftlöcher für den Durchzug der Flamme läßt. Man erreicht dieß leicht, wenn man zwischen den großen Gewölbssteinen abwechselnd einen Raum von 2—3 Zoll läßt und kleinere Steine dazwischen setzt, um ihr Auseinanderweichen zu verhindern. Man bringt die größten Steine in die Mitte, indem hier die Temperatur am höchsten gesteigert wird; die Stücken von mittlerer Größe werden mehr nach Seitenwänden hin geschichtet und endlich die kleinsten wendet man zum Ausfüllen des obern Theils des Ofens an.

Ist der Ofen mit Kalksteinen gefüllt, so macht man auf den Rost ein dumpfes Rauchfeuer, welches man 10—12 Stunden lang unterhält; der Rauch schwärzt die Steine und zieht in Massen oben zum Ofen hinaus. Man nennt diese Operation die Räucherung und sie bezweckt die allmählige Erwärmung der Steine. Wenn man schnell feuerte, so würden die festen großen Steine durch die zu schnelle Ausdehnung der Wasserdämpfe zerspringen, das Steingewölbe würde zusammenfallen und die ganze Steinmasse herabsinken.

Man verstärkt allmählig das Feuer, und wenn von der Basis bis ungefähr zu einem Drittel der Höhe des Ofens die Masse hellroth glüht, so muß man das Feuer gleichmäßig unterhalten und sorgfältig zu verhüten suchen, daß eine theilweise Abkühlung Statt finde. Wenn z. B. ein Strom kalter Luft den schon rothglühenden Stein wieder schwärzen würde, so könnte leicht der ganze Brand mislingen.

Die Flamme erreicht allmählig die obern Theile und geht endlich zum Ofen hinaus. Einige Stunden vor Beendigung der Operation bemerkt man ein Zusammensinken von ungefähr einem Sechstel der Höhe der ganzen Masse und die

Flamme schlägt oben zum Ofen fast ganz ohne Rauch heraus; dieses ist das sichere Zeichen, daß die Steine beinahe ausgebrannt sind. Man feuert nun allmählig langsamer bis endlich der Brand vollendet ist.

Die Anwendung des Torfes bietet Vortheile vor dem Holze dar. In dem beschriebenen Ofen kann man 1 Volum Kalk mit 2 Volumen Torf brennen, nämlich 2 Stere Torf reichen zum tüchtigen Brennen von 1 Kubickmeter Kalk hin; es ist demnach die Ersparniß bei Anwendung des Torfes nicht mehr zweifelhaft. Hat man nur Moostorf, so muß man ungefähr 3 Stere auf 1 Kubickmeter des erhaltenen Kalkes rechnen.

1306. Kalköfen, in welchen ununterbrochen gebrannt werden kann. Die Öfen, in welchen nur periodisch gebrant wird, haben wirkliche Nachtheile, welche Rumford sehr genau bezeichnete. Er baute in Dublin zuerst einen Versuchsofen und reüssirte damit; dem ungeachtet aber scheint es, als sey seine Bauart nicht angenommen worden. Dieser Ofen, der Fig. 4 abgebildet ist, würde ohne Zweifel mit Holz oder Torf alles leisten, wenn man die Feuerstelle auf eine zweckmäßige Weise vergrößerte oder vervielfältigte; es wurde dieselbe nämlich für Steinkohle konstruirt.

Dieser Ofen besteht aus einem Feuerplatz A, im welchen die Flamme nach unten zieht, und in dem mithin der der Rauch verzehrt wird; ferner aus einem konischen Raum B, welcher den zu brennenden Kalk aufnimmt. Von dem Punkte aufwärts, wo die Flamme in diesen Raum geht, wird der Kalk gebrannt, von da abwärts aber erkaltet der gebrannte Kalk, und alle entbundene Wärme wird für die Operation selbst verwendet. Man zieht den Kalk von Zeit zu Zeit aus der Öffnung D heraus, während man oben in die Ofenmündung aufs Neue Kalk nachgiebt.

Diesen Ofen wendet man abgeändert in Rüdersdorf in der Nähe von Berlin an; man brennt die Kalksteine dort mit Torf und Holz zugleich, in dem Verhältniß wie 4 vom Erstern zu 1 des Letzteren. Dieser Ofen produzirt ungefähr 90 Hektoliter Kalk in 24 Stunden; er hat 5 Heitz-

plätze, welche im Aufriß sowie im vertikalen und horizontalen Durchschnitt Fig. 5, 6, 7 durch cc angedeutet sind; aa Kernschacht aus feuerfesten Steinen, welcher die innern Wände bildet; bb Zwischenraum in der Mauer, welcher mit Asche ausgefüllt ist, und der den zweiten aus gewöhnlichen Backsteinen aufgeführten Rauhschacht umhüllt; ee, Mauerung aus gewöhnlichen Mauersteinen; dd, Öffnungen zum Herausnehmen des Kalks.

1307. In der Nähe von Paris, in Belgien, bei Lüttich und in England hat man stetig gehende Kalköfen, aber ohne besondern Feuerplatz.

Die innern Wände dieser Öfen haben nach Kulmann in der Umgegend von Lille die Form eines abgestumpften, umgekehrten Kegels, wie in der Fig. 10 und 11 zu sehen ist. Diese Öfen werden durch abwechselnde Schichten von Kalkstein und benetzter Kohle in Verhältniß von 4 Vol. Steinen zu 1 Vol. Steinkohle oder 1,5 Vol. Koke angefüllt; dieses Verhältniß könnte auch nach der Beschaffenheit des Kalkes und der Kohle abgeändert werden. Man füllt den Ofen bis an den obern Rand und selbst bis zu sechs Zoll oder 1 Fuß darüber. Die Steine haben 25—30 Kubikcentimeter und wiegen ½—1 Kilogr. Man fängt mit einigen Reißigbündeln zu feuern an, bedeckt diese dann mit Steinkohle und wirft nun abwechselnd Lagen von Kalksteinen und Steinkohlen darauf bis der Ofen ganz gefüllt ist. Wenn die ganze Masse wohl durchwärmt ist vom Feuer, welches man zuerst unten im Ofen anzündete und das allmählig verstärkt werden muß, so entflammt nach und nach das zwischen den einzelnen Schichten befindliche Brennmaterial und durchglüht die mit ihm in Berührung stehenden Kalksteine. Daß der Brand hinlänglich vorwärts geschritten ist, erkennt man an der beträchtlichen Verminderung des Rauches, denn man bemerkt kaum das Feuer, welches erst gegen Ende des Brandes oben wieder lebhaft erscheint. Man nimmt ungefähr zwei Drittel der ganzen Masse heraus und giebt dann wieder schichtenweise ein neues entsprechendes Quantum Kalkstein und Kohle darauf. Diese Operation wird täglich dreimal wiederholt und man fährt damit ununterbrochen fort, indem man den fertig ge-

brannten Kalk immer wieder herauszieht, bis der Ofen endlich ausgebessert werden muß. Die Dimensionen dieser Öfen sind verschieden, allein ihre Höhe ist stets das Doppelte des Durchmessers ihrer obern Mündung. Der in Fig. 10 und 11 dargestellte liefert 12 Hectoliter Kalk täglich. Zu Valenciennes brennt man den auf der Steinkohle liegenden Kalkstein, und die dortigen Öfen liefern täglich 100 Hectoliter gebrannten Kalk.

Der belgische Ofen (Fig. 8 und 9) geht noch kontinuirlicher. Man wirft ohne Unterlaß Kalksteine oben in die Ofenmündung und zieht den gebrannten Kalk beständig durch acht Öffnungen, die unten angebracht sind. Der auf der Tafel dargestellte cylindrische Ofen liefert 100 Kubikmeter Kalk täglich. Er endigt unten in eine Art Kugel und ist ganz aus Backsteinen erbaut. Nach Demesmay's Angabe fängt man an zu feuern wie beim Vorigen, und braucht ungefähr dieselbe Menge Steinkohle. Sobald der Ofen voll ist und oben anfängt rothzuglühen, zieht man den Kalk abwechselnd durch einen der acht untern Öffnungen. Die Masse sinkt vermöge ihres eignen Gewichtes zusammen und dann giebt man neue Lagen von oben darauf. Hat man für den Augenblick Kalk in hinreichender Menge gebrannt und das Begehr danach hört auf, so schließt man die Ofenlöcher, deckt den Ofen oben mit Thon und Steinen zu und erhält so die Masse acht Tage lang glühend. Will man denselben wiederum in Gang setzen, so darf man nur die Ofenlöcher öffnen. Jährlich nur einmal läßt man diesen Ofen ausgehen, um ihn zu repariren.

Die kontinuirlich gehenden Öfen, in welche man den Brennstoff gemengt mit den Kalksteinen einträgt, können eigentlich nur mit Steinkohle gefeuert werden und sie geben meist keinen gleichförmig gebrannten Kalkstein; man findet viel todt gebrannten Kalk (biscuits) darin, der ausgeschossen werden muß.

Eigenschaften der verschiedenen Kalke.

1308. Der durch die beschriebenen verschiedenen Verfahrungsarten dargestellte Kalk besitzt Eigenschaften, welche

nach der Beschaffenheit der zum Brennen angewendeten Stoffe variiren. Würde man stets einen kohlensauern Kalk anwenden, so müßte man auch beständig einen reinen Kalk erhalten, der immer dieselben Eigenschaften besäße. Allein die natürlichen Kalksteine sind in ihrer Grundmischung verschieden; sie enthalten häufig kohlensaure Magnesia, kohlensaures Mangan, kohlensaures Eisen und Thon, und die Anwesenheit dieser Körper verändert die Eigenschaften des Kalkes auf eine merkwürdige und oft sehr nützliche Weise. Bald hat der gebrannte Kalk die Eigenschaft erhalten, durch langliegen unter dem Wasser eine so bedeutende Härte anzunehmen, daß er mit den besten Bausteinen in dieser Beziehung zu vergleichen ist; bald behält er dagegen unter dieser Einwirkung seinen ursprünglichen Aggregatzustand bei und wird nicht besonders hart. Wir nennen den Letzteren Luftkalk und den Erstern Wasserkalk oder hydraulischen Kalk.

Den Luftkalk theilt man ein: in fetten Kalk, der fast ganz rein ist und in magern Kalk, welcher eine namhafte Menge Magnesia enthält.

Die Wasserkalke zerfallen in wenig hydraulischen und stark hydraulischen Kalk. Die Zusammensetzung des Letztern nähert sich einer eigenthümlichen, sehr schätzenswerthen Art von hydraulischem Kalk, welchen wir unter dem dem Namen römisches Cäment näher beschreiben und der als solches jetzt allgemein angewendet wird.

Die hydraulischen Kalke werden vorzüglich bei Wasserbauten angewendet, während der Luftkalk nur zu Gebäuden verwendet wird, welche der Luft ausgesetzt sind. Die unter dem Namen von Cäment bekannte Masse ist eine unschätzbare Art von Kalk, welche sowohl an der Luft, als unter dem Wasser in kurzer Zeit eine bedeutende Härte erlangt.

1309. Betrachten wir nun zuvörderst die Zusammensetzung und die Eigenschaften des nicht hydraulischen Kalkes. Obenan steht der reine Kalk, welcher entweder aus dem Marmor oder der Kreide gewonnen wird. Man findet aber auch diese Eigenschaften noch an Gemengen, welche zwischen gewissen Grenzen eingeschlossen sind, sowie dieß durch die sehr genauen Versuche von Berthier dargethan wurde, welche

er mit mehreren Kalksteinen anstellte, deren Eigenschaften, Vorkommen und Analysen wir hier anführen.

Es ergiebt sich aus beiden Tabellen: 1.) daß diejenigen Kalksteine, welche beinahe rein sind, stets fetten Kalk geben sowie bereits John und Vicat dieß andeuteten; und 2.) daß die sehr gemengten Kalksteine, die jedoch nicht Thon enthalten dürfen, mageren aber nicht hydraulischen Kalk geben.

Kalksteine, welche fetten Kalk geben.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Kohlensaurer Kalk .	97,0	96,5	98,5	95,0	94,0	87,2
— — Magnesia	2,0	2,0	„	1,3	1,6	10,0
— — Eisen . .	„	„	„	1,5	„	„
Eisenoxyd	1,0	1,5	1,5	2,2	3,9	2,8
Kalk, welchen sie bilden.						
Kalk	96,4	95,4	97,2	93,5	91,6	86,0
Magnesia	1,8	1,8	. . .	1,0	1,5	9,0
Thon	1,8	2,8	2,8	4,0	6,9	5,0
Eisenoxyd	. . .	. . .	. . .	1,5		

1.) Süßwasserkalk von Chateau-Landon bei Nemours (Departement der Seine und Marne); fest, gelblich, etwas zellig, klingend; giebt sehr fetten Kalk.

2.) Kalk von Saint-Jacques; fest, gelblich, etwas körnig; er bildet die Grundlage des Juragebirges und giebt sehr fetten Kalk.

3.) Grobkalk von Paris; giebt sehr fetten Kalk

4.) Kalk, welcher die Decke der Eisengrube von Voûte (Ardèche) bildet; fest und gelblich weiß; scheint mit dem Jurakalk gleichzeitig entstanden zu seyn und giebt einen fetten Kalk.

5.) Kalk von Lagneux (Ain); fest und gelblich grau; er giebt fetten Kalk, der sehr häufig in Lyon angewendet wird.

6.) Süßwasserkalk von Vichy (Allier); fest, zellig, gelblich weiß; giebt sehr guten Kalk, der aber nur mittelmäßig fett ist.

Kalksteine, welche magern Kalk geben.	1.	2.
Kohlensaurer Kalk	74,5	60,9
— — Magnesia	23,0	30,3
— — Eisen	. . . .	3,0
— — Mangan	. . . .	6,0
Thon (Kieselerde und Thonerde) . .	. . . .	"
Eisenoxyd	1,2	"
Kalk, welchen sie bilden.		
Kalk	78,0	60,0
Magnesia	20,0	26,2
Thon	2,0	"
Eisenoxyd ꝛc.	. . . .	13,8

1.) Kalkstein aus der Umgegend von Paris, welcher der Süßwasserkalkformation anzugehören scheint; dicht und gelblich; giebt magern Kalk, der aber nicht hydraulisch ist.

2.) Kalkstein von Villefranche (Aveyron); blätterig und ochergelb; der bei Versuchen im Kleinen daraus erhaltene Kalk ist sehr mager ohne hydraulisch zu seyn.

1310. Gießt man Wasser auf den Kalk, welcher entweder aus der Kreide, aus Marmor oder aus dem oben bezeichneten fetten Kalk gebrannt wurde, so zerfällt die Masse mit sehr hörbarem Krachen, nimmt an Volumen sehr zu, verwandelt sich zuletzt in Pulver und durch Hinzufügen von mehr Wasser bildet er einen teigigen Brei. Man nennt überhaupt fett denjenigen Kalk, welcher einen steifen und geschmeidigen Brei giebt.

Die magern Kalke erhitzen sich beim Löschen weniger, nehmen weniger an Volumen zu und geben einen kurzen und wenig geschmeidigen Brei.

Beide, sobald sie in Teigform verwandelt sind und unter Wasser gebracht werden, können mehrere Jahrhunderte lang ihren teigförmigen Zustand beibehalten. Setzt man sie als teigige Masse an einem bedeckten Orte der Luft aus, so verlieren sie einen Theil ihres Wassers, welches sie absorbirt

haben und bemächtigen sich allmählig der in der Luft enthaltenen Kohlensäure.

Sie erlangen hierdurch eine beträchtliche Härte und nehmen selbst in diesem Zustande eine schöne Politur an. Diese Eigenschaften treten weit entschiedener in dem fetten als dem magern Kalk auf.

Aus Berthiers Analysen geht hervor, daß die fetten Kalke wenigstens 90 Prozente reinen Kalk enthalten, und daß die Gegenwart der Magnesia, der Kieselsäure, der Thonerde oder des Eisenoxyds, wenn die Gesammtmenge dieser fremden Stoffe nicht 10 Prozente überschreitet, die Eigenschaften derselben wenig verändert. Wächst dagegen die Menge der Magnesia bis auf 20 oder 25 Prozente an, so wird der Kalk mager, ohne jedoch die Eigenschaften des hydraulischen Kalkes zu erlangen, wovon wir weiter sprechen werden. Daß der Kalk durch die Magnesia mager geworden, geht daraus hervor, weil diese Erde für sich mit Wasser keine teigige Masse bildet. Sie zerfällt zwar, allein die feuchte Erde hat keinen Zusammenhang, während der reine Kalk einen zähen Brei bildet, der dem des gewöhnlichen Thons ziemlich ähnlich ist.

Von dem Mörtel, der aus nicht hydraulischem Kalk bereitet wird.

1311. Die sämmtlichen nicht hydraulischen Kalke eignen sich mehr oder weniger für Bauten, welche der Luft ausgesetzt sind; um aber die Bedingungen genau kennen zu lernen, welche die Dauerhaftigkeit der damit aufgeführten Gebäude am meisten begünstigen, wollen wir zuvor die Veränderungen näher studiren, welche dieselben durch Einwirkung der Luft erleiden. Das Kalkwasser absorbirt an der Luft die Kohlensäure rasch, und der sämmtliche Kalkgehalt desselben fällt als kohlensaurer Kalk zu Boden, wenn man die Flüssigkeit umschüttelt; läßt man solche aber ruhig stehen, so bildet der erzeugte kohlensaure Kalk ein ziemlich dickes eisartiges Häutchen, welches durch Bewegen der Flüssigkeit in einzelne kleine Theile zerrissen wird. Die Absorption der Kohlensäure geht langsamer vor sich, wenn man Kalkbrei an-

wendet, weil die Kalkhäutchen einen Theil Ätzkalk einhüllen und diesen so gegen die weitere Einwirkung der Kohlensäure schützen. Ist dagegen der Kalk trocken, so findet die Kohlensäureabsorption ebenfalls sehr langsam Statt, wegen der schwachen Anziehungskraft der Kohlensäure. Wir wollen nun sehen, was bei der Bildung und Anwendung des Mörtels vor sich geht.

1312. Der gewöhnliche Mörtel ist ein Gemenge aus den oben beschriebenen Kalkarten und grobem Quarzsand. Das Gemenge wird aus verschiedenen Proportionen, je nach der Beschaffenheit des Kalks und des Sandes bereitet. Gewöhnlich nimmt man auf einen Theil Kalk einen bis vier oder fünf Theile Sand. Man schlägt zuerst den Boden, auf welchem die Stoffe gemengt werden sollen fest, indem man ihn gewöhnlich an einer Mauer anlegt und durch einen halbkreisrunden Erddamm, welcher sich einige Zolle über den Boden erhebt, einschließt. Dieser dann besteht aus feuchtem Sand, dem als Bindemittel etwas Lehm zugemengt wird. Man bringt nun das ganze Quantum Kalk, welches in Mörtel verwandelt werden soll auf den eingedämmten Raum und gießt Wasser darauf. Bald erhitzt sich der Kalk, zerfällt in kleine Stücke, und wird so mehr oder minder vollkommen gelöscht; durch Zufügen einer erforderlichen Menge Wassers erhält man einen flüssigen Brei. Diesen Brei mengt man nun mit Sand, um den Mörtel zu bilden. Um beide Stoffe vollkommen mit einander zu mengen, muß man sie recht tüchtig in allen Richtungen durch einander arbeiten und die kleinen Knollen von Kalkhydrat oder den zusammengeballten feuchten Sand zerdrücken. Man wendet zur Erreichung dieses Endzwecks verschiedene Mittel an. Bald arbeitet man die Masse nach allen Richtungen wohl durch einander mit einer Krücke, welche der Arbeiter auf die flache Seite legt und nun wieder mit der scharfen Kanten gegen den Boden gerichtet zurückzieht; bald bedient man sich anderer Mittel, welche schneller zum Ziele führen, und welche mannigfaltig abgeändert werden können. Man kann z. B. den Mörtel in einen flachen runden Trog bringen, in dessen Mitte eine vertikale Achse sich befindet, welche durch einen Göpel gedreht wird. Durch

diese Achse gehen horizontale Eisenstangen, welche die Masse zertheilen, nach allen Richtungen furchen, und so wohl durch einander mischen. Es ist jedoch nöthig von Zeit zu Zeit die auf den Boden des Troges hinabgesunkenen Theile wieder auf die Oberfläche herauf zu bringen.

Dieses Resultat der innigen Vermengung kann auf sehr verschiedene Weise erzielt werden und man richtet sich hierbei vorzüglich nach den Lokalverhältnissen, die in ökonomischer Hinsicht entscheiden müssen.

Der so bereitete Mörtel wird zur Verbindung der Mauersteine oder Backsteine angewendet; man befeuchtet zu dem Endzweck die Oberfläche der porösen Steine, um zu verhindern, daß dieselben die Feuchtigkeit des Mörtels zu schnell einsaugen und wirft nun den Mörtel mit einer Kelle darauf. Der Mörtel wird im Überschusse darauf gebracht, um alle Zwischenräume auszufüllen, dann drückt man die neuen Steine auf oder an die bereits fest liegenden und nöthigt so den überschüssigen Mörtel heraus zu dringen, nachdem er alle Zwischenräume ausgefüllt hat.

1313. Wird nun ein solcher Mörtel unter Wasser getaucht, so löst sich der reine Kalk auf und der rückständige Sand ist ohne alles Bindemittel. Wird er schnell getrocknet, so können alle Kalktheilchen unter geeigneten Umständen die Kohlensäure anziehen; allein der wieder erzeugte kohlensaure Kalk ist so fein zertheilt, daß der Mörtel dadurch bedeutend an Zusammenhang verloren hat. Außerdem aber, wenn der Kalk trocken ist, wird die Kohlensäure sehr langsam absorbirt.

Wird dagegen der Mörtel der Luft ausgesetzt und feucht erhalten, so sättigt das darin enthaltene Wasser den Kalk, dieser absorbirt die Kohlensäure der Luft und es bilden sich Kalkhäutchen auf den Sandtheilen. Indem das Wasser in beständiger Berührung mit einem Kalküberschuß ist, so wird es davon immer in dem Maße auflösen, als kohlensaurer Kalk niederfällt. Der Kalk des Mörtels wird sich demnach allmählig in nicht pulverförmigen, sondern blättrigen und vielleicht krystallinischen kohlensauren Kalk verwandeln. Dieser Letztere wird an dem Sande und den nahe liegenden

Steinen fest adhäriren, ähnlich den Firnissen, welche man auf Holz applizirt.

Man muß nicht annehmen, daß der Kalk des Mörtels, welcher der Luft ausgesetzt ist, sich mit Kohlensäure sättigt; hierzu reicht selbst eine Zeit von mehreren Jahrhunderten nicht hin. Der gebildete kohlensaure Kalk wird hier und da einige Theilchen Ätzkalk einschließen, welche dann in diesem eingehüllten Zustande nicht mehr auf die Kohlensäure der Luft einwirken können.

Es geht daraus hervor, daß die nützliche Wirkung des Kalkes selten vollständig Statt findet. D'Arcet versichert auch, daß er nie den Kalk in den Mörteln vollkommen mit Kohlensäure gesättigt gefunden hat, so alt sie auch gewesen seyn mögen. *) Neuerdings fand John dasselbe durch genaue Zerlegung verschiedener Mörtel, welche ein Alter von 200—600 Jahren hatten. Man ersieht daraus, wie sichs auch erwarten ließ, daß die Absorption, welche anfangs rasch vor sich geht, allmählig immer langsamer wird und am Ende ganz aufhört.

1314. Wollen wir nun die Bedingungen kennen lernen, welche das Festwerden des Mörtels am meisten begünstigen. Die erste derselben besteht unläugbar in der Berührung mit der Luft, welche die nöthige Kohlensäure liefert. Die zweite nicht minder wichtige ist die Anwesenheit des Wassers, wodurch die Auflösung eines Antheils von Kalk möglich wird.

Einen sehr überzeugenden Beweis von der nothwendigen Erneuerung der Luft finden wir in der Beobachtung Johns. Als man unlängst einen Pfeiler des St. Peter Thurms in Berlin niederriß, der vor achtzig Jahren aufgebaut wurde und sieben und zwanzig Fuß im Durchmesser hatte, fand man den Mörtel im Innern des Gemäuers noch ebenso frisch, als wenn er erst vor einigen Tagen verbraucht worden wäre; er schmeckte stark kaustisch und bildete mit Wasser eine Kalkmilch. Diese Beobachtung wird übrigens auch durch die tägliche Erfahrung bestätigt.

---

*) Annales de Chimie t. 74. pag. 315.

Andrerseits würden wir eben so viel von der Wichtigkeit des Einflusses sagen können, welchen das Wasser ausübt, wenn nicht in dieser Beziehung einige Vorurtheile existirten, welche man zu zerstören suchen muß. Man glaubt gewöhnlich, trocknes Wetter sey zum Bauen besser, als Regenwetter, allein hierüber läßt sich nichts allgemein Gültiges sagen, da die Entscheidung dieser Frage von besondern Bedingungen abhängt. Das Wasser darf nicht in so großer Menge vorhanden seyn, daß der Kalk ganz aufgelöst werden könnte, allein es muß wenigstens doch so reichlich zugegen seyn, um den Mörtel einige Zeit lang feucht erhalten und eine kleine Menge Kalk auflösen zu können. Ist die Witterung trocken, so müßte man den Mörtel mit gewöhnlichem Wasser oder noch besser mit Kalkwasser begießen; hat man dagegen Regenwetter, so muß man den Mörtel oder die frisch aufgeführte Mauer gegen den Regen unmittelbar schützen, ihn übrigens aber doch feucht zu erhalten suchen.

Aus den angeführten Beobachtungen ergiebt sich, daß auch die Beschaffenheit des Sandes einen wesentlichen Einfluß haben muß. Ist derselbe zu grob, so zertheilt er den Kalk zu wenig; zu fein aber macht er den Mörtel nicht porös genug. Higgins *) bemerkt in dieser Beziehung, daß der feine Sand dem mittelfeinen und dieser wiederum dem groben Kieselsand vorzuziehen ist. Er bemerkt ferner, daß der beste Mörtel aus einem Theil reinen Kalks oder einer entsprechenden Menge gewöhnlichen Kalks und drei Theilen feinen oder vier Theilen mittelfeinen Sand bereitet werden könne. Die Anwendung des groben Kieselsandes hält er nur für den Grund nützlich, der sodann wieder mit einer neuen Lage bedeckt werden kann, deren Anhaftung dadurch befördert wird.

1315. Wir schließen diese Betrachtung mit der Prüfung einer jüngst bestritteten Meinung. Muß der Kalk vollständig gebrannt seyn, oder darf sich vielleicht noch etwas unzersetzter kohlensaurer Kalk darin befinden? Higgins erklärt sich darüber sehr bestimmt, und hält den reinsten Kalk

*) Annales de Chimie. t. 4. pag. 274.

für den besten. John und die meisten Chemiker theilen diese Ansicht. Es scheint übrigens, daß ein unvollkommnes Brennen oder ein langsames Löschen an der Luft dem Kalk sehr nützliche Eigenschaften ertheilen.

Das unvollkommene Brennen giebt sehr merkwürdige Resultate. Die vollkommen ihrer Kohlensäure beraubte Kreide bildet mit Wasser ein Hydrat, welches unter Wasser niemals erstarrt, während dieselbe Substanz, so gebrannt, daß sie einen Theil ihrer Kohlensäure verliert, ein Produkt giebt, welches durch die Einwirkung des Wassers nicht an Volum zunimmt, und das gleich dem hydraulischen Kalk fest wird. Die Probirnadel senkt sich in diese Teigmassen nur 0,8 Millimeter ein, während sie in das gewöhnliche Hydrat sehr tief eindringt.

Was das langsame Löschen an der Luft betrifft, so muß der dadurch erlangte Effekt in der theilweisen Umwandlung des Kalkes in kohlensauren Kalk bestehen. Vicat, der vergleichende Versuche über die Festigkeit des Mörtels anstellte, fand, daß der Zusammenhang des mit schnell gelöschten Kalk dargestellten Mörtels durch 15 ausgedrückt wird, während der mit an der Luft von selbst gelöschten Kalk bereitete Mörtel eine Festigkeit von 23 besaß. Nach 6 Jahren fand er die Kohärenz beider vermehrt und zwar in dem Verhältniß wie 19 zu 25. Dieser Gegenstand erfordert, um sich vollständige Gewißheit zu verschaffen, noch weitere Untersuchungen, obgleich die von Vicat hierüber angestellten Versuche ein bestimmtes Resultat geben.

Hydraulischer Kalk.

1316. Man giebt allen Kalkarten diesen Namen, welche der Einwirkung des Wassers widerstehen, und welche beim Befeuchten nicht zu Brei zerfließen, die aber doch in Pulverform diese Flüssigkeit absorbiren, ohne ihr Volumen sehr zu vermehren und ohne sich sehr zu erhitzen; es geben dieselben einen kurzen Teig, welcher unter dem Wasser in einigen Tagen erhärtet. Wird dagegegen diese weiche Teigmasse der Luft ausgesetzt, so nimmt sie eine kreideartige Konsistens an und erlangt nur eine geringe Festigkeit.

So ausgezeichnete Eigenschaften haben lange Zeit die besondere Aufmerksamkeit der Baumeister und Chemiker auf sich gezogen. Man wußte, daß die Römer sich ähnlichen Kalk bereiteten durch Vermengen des vulkanischen unter dem Namen von Puzzolane bekannten Sandes mit gewöhnlichem Sande. Man wußte, daß der Traß und Basalt die Puzzolane ersetzen konnten. Endlich fand man durch Versuche, daß die natürlichen Kalksteine durch das Brennen Kalk lieferten, welcher alle oben beschriebenen Eigenschaften besaß, und da sich dieser äußerst nützlich anwenden ließ, so mußte man lebhaft wünschen, denselben auch mit Hilfe der Kunst beliebig darstellen zu können. Viele Chemiker beschäftigen sich mit Lösung dieser Aufgabe. Die Gegenwart des Manganoxyds in vielen hydraulischen Kalken veranlaßte Guyton-Morveau ihm eine besonders wichtige Bedeutung zuzuschreiben. Descotils glaubte im Gegentheil, daß die Kieselerde in einem besondern Zustand eine wichtige Rolle dabei spiele, allein diese Untersuchungen sämmtlich führten nicht zur praktischen Lösungs des Problems, wonach man begierig suchte; endlich machte neuerdings Vicat seine merkwürdigen Arbeiten bekannt und beantwortete dadurch in praktischer Hinsicht diese wichtige Frage vollständig.

Um die verwickelten Erscheinungen, welche diese Klasse von Kalk darbietet, richtig auffassen zu können, wollen wir zuerst die Zusammensetzung desselben nach Berthiers Analysen kennen lernen. Diese Analysen wurden mit Kalk vorgenommen, welcher an verschiedenen Orten gefunden und bei seiner Anwendung im Großen sich vorzüglich bewährte, wie aus dem Folgenden zu ersehen ist:

Kalksteine, welche mittelmäßig-hydraulischen Kalk geben.

Zusammensetzung der Kalksteine.	1.	2.	3.	4.	5.
Kohlensaurer Kalk	0,900	0,858	0,892	0,890	0,890
— — Magnesia .	0,050	0,004	0,032	0,020	0,020
— — Eisen	. . .	0,062	. . .	. . .	. . .
— — Mangan . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Thon { Kieselerde . . . . Thonerde . . . . Eisen . . . . . Kohlenstoff . . . }	0,050	0,054	0,078	0,090	0,090
Wasser	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
Kalk, welchen sie geben					
Kalk	0,870	0,830	0,840	0,820	0,820
Magnesia	0,040	. . .	0,025	0,015	0,015
Thon	0,090	0,070	0,135	0,165	0,165
Eisenoxyde	. . .	0,100	. . .	. . .	. . .

1.) Kalkstein von Vougy (Loiredepartement) zwischen Roanne und Chaulieu ist etwas blättrig, gelblich, mit Ammoniten und Muscheln erfüllt; giebt sehr guten Kalk, der im Wasser erhärtet.

Kalkstein von Saint-Germain (Ain) ist dicht, dunkelgrau, mit weißen Kalkadern durchzogen, blätterig und voll von Gryphiten ꝛc.; man wendet ihn in Lyon zu allen Wasserbauten an.

3.) Kalkstein von Chaunay bei Mâcon, ist dicht, feinkörnig, gelblich-weiß; er gehört den sekundären Bildungen an; man wendet ihn zum Brennen des Kalks an und dieser hat dann hydraulische Eigenschaften.

4.) Kalkstein von Digne (Jura), fest, ist mit späthigem Kalk durchzogen, und enthält eine Menge Gryphiten von dunkelgrauer Farbe; er giebt Kalk, der erhärtet und als hydraulischer betrachtet werden kann.

5.) Kalkstein, der den Vorigen begleitet, und der dieselben Eigenschaften besitzt; ist fest, von beinahe erdigem Korn und hellgrau.

Kalksteine, welche sehr hydraulischen Kalk liefern.

Zusammensetzung der Kalksteine.	1.	2.	3.	4.	5.
Kohlensaurer Kalk	0,825	. . .	0,792	0,765	0,800
— — Magnesia .	0,041	. . .	0,025	0,030	0,015
— — Eisen	. . .	. . .	0,060	0,030	. . .
— — Mangan . .	. . .	. . .	. . .	0,015	. . .
Thon { Kieselerde	. . .	. . .	0,065	0,116	0,170
Thon { Thonerde	. . .	. . .	0,038	0,036	0,010
Thon { Eisenoxyd	0,134	. . .	. . .	. . .	. . .
Thon { Kohle	. . .	. . .	0,020	. . .	. . .
Wasser.	. . .	. . .	. . .	. . .	0,010
Kalk, welchen diese geben					
Kalk	0,870	0,688	0,740	0,683	0,700
Magnesia	0,035	0,060	0,020	0,020	0,010
Thon	0,220	0,252	1,170	0,240	0,290
Eisenoxyd ꝛc.	. . .	. . .	1,070	0,057	. . .

1.) Flötzkalkstein von Nismes (Gard), dicht, gelblichgrau; giebt guten hydraulischen Kalk, welcher in jener Gegend vorzüglich geschätzt ist.

2.) Kalk von Lezoux (Puy-de-Dôme); wird aus einem mergeligen Süßwasserkalk bereitet, und für sehr gut gehalten. Man löscht ihn gewöhnlich, indem man ihn längere Zeit in Haufen der Luft aussetzt; hat man diesen Kalk mit Wasser befeuchtet, so giebt er mit Säuren eine Gallerte.

3.) Dichter Kalkstein, dessen Vorkommen unbekannt ist; giebt sehr guten hydraulischen Kalk.

4.) Flötzkalkstein von Metz (Mosel); dicht, mit fast erdigem Korn, mehr oder minder dunkel, blaulich grau. Es wird Kalk daraus im Großen dargestellt und dieser läßt in der

Säure einen Rückstand von höchstens 5 Prozent, welcher nur gelatinöse Kieselerde ist.

5.) Mergelkalk von Sénonches bei Dreux (Eure und Loire), dicht, sehr zerreiblich und das Wasser schnell absorbirend. Er zerfällt in dieser Flüssigkeit wie Thon, allein nach dem Brennen verliert er diese Eigenschaft. Es bietet dieser Stein noch eine besondere Eigenschaft dar: er ist nämlich nicht gleich andern Kalksteinen mit erdigem Bruch ein Gemenge von kohlensaurem Kalk und Thon, sondern hinterläßt bei Behandlung mit Säuren einen mehligen Rückstand, welcher sich vollständig in Ätzkalilauge selbst in der Kälte auflöst und der sich vollkommen wie Kieselerde verhält, welche aus einer Verbindung abgeschieden worden; übrigens ist es gewiß, daß diese Substanz in dem Kalkstein von Sénonches nur als einfacher Gemengtheil vorhanden ist, denn bei der sorgfältigsten Zerlegung findet man nur soviel Kohlensäure, als zur Sättigung des Kalks erforderlich ist.

Dieser Kalkstein von Sénonches ist sehr berühmt; man wendet ihn in Paris vielfach an; er steht sehr schnell unter Wasser und wird sogar härter als der Kalk von Metz; in den Säuren löst er sich ohne den geringsten Rückstand auf.

1317. Es ergiebt sich aus diesen Analysen, daß aller Kalk, welcher 9—10 Prozent Thon enthält, mittelmäßig hydraulisch ist; daß derselbe aber von ganz ausgezeichnet hydraulischer Beschaffenheit ist, wenn der Thongehalt bis auf 20 oder 30 Prozent steigt.

Die Theorie der hydraulischen Kalke und Cämente erfordert eine gründliche Prüfung sowohl hinsichtlich der Wichtigkeit des Gegenstandes, als auch in Beziehung auf die schönen von Berthier beobachteten Thatsachen, welche ungemein viel Licht über einige Punkte dieser wichtigen Frage verbreiten.

Wir haben bereits bemerkt, daß die mit Puzzolane bereiteten Mörtel von den Römern schon gekannt und angewendet wurden, und daß der Verbrauch derselben auch in unsrer Zeit sehr häufig ist, wenn anders der Preis die Anwendung nicht verbietet. Die Ähnlichkeit in der Zusammensetzung brachte die Chemiker auf den Gedanken die Puzzolane oder den

Traß durch gewöhnliche Backsteine zu ersetzen. Die frühern Versuche dieser Art gaben jedoch keine günstigen Resultate, weil man die saure Natur der Kieselerde noch nicht kannte. Kleinere Versuche in den Laboratorien angestellt, waren ebenfalls nicht gut ausgeführt und der schlechte Erfolg derselben brachte auch von dem Gedanken ab, rein praktische Experimente an deren Stelle zu setzen. Ähnliche Versuche aber leitete Vicat auf die wichtige und glückliche Entdeckung, womit er die Technik bereicherte. Der Zustand, in welchem derselbe diese Frage gefunden, macht jene Entdeckung noch merkwürdiger. Einige hielten die Ziegelsteine für zu rauh und glaubten die Schlacken oder porösen Glasmassen für geeignet zu diesem Zwecke; andere wiederum sahen das Eisen für den wesentlichsten Bestandtheil an und zogen deshalb sehr eisenhaltigen Ocher dem Thon vor; endlich schrieb Guyton Morveau die Hauptrolle dem Manganoxyd zu und diese Ansicht erhielt sich lange Zeit. Über alle diese Punkte hat Berthier Versuche angestellt, welche uns nun in den Stand setzten die Rolle jeder dieser einzelnen, im natürlichen hydraulischen Kalk oder im Thon vorkommenden Stoffe gehörig zu würdigen.

1318. Als man verschiedene Gemenge von Kreide und gewöhnlichem weißen Sand in einem Kalkofen gebrannt hatte, so erhielt man magern, nicht hydraulischen Kalk und hierdurch wurde nur ein Zwanzigstel des Sandes angegriffen und in Alkali auflösbar. Der Sand von Aumont, der für die Porzelanfabrik in Sèvres zubereitet wird, indem man ihn zwischen Mühlsteinen zum feinsten Pulver mahlt gewährte bessere Resultate, denn die Verbindung zwischen diesem und dem Kalk war inniger; demungeachtet aber blieb ein Drittel der Kieselerde unangriffen und konnte nicht in den Alkalien aufgelöst werden.

Diese Versuche bestätigen die von John und Vicat gemachte Beobachtung und beweisen ihre Behauptung, daß die erdigen Stoffe um so besser sich mit dem Kalk verbinden, als sie inniger und im Zustande der feinsten Zertheilung mit demselben gemengt werden.

1319. Man glühte eine Stunde lang in einem Platintiegel bei ungefähr 50 Graden nach dem Pyrometer ein Ge-

menge von 100 Thl. Kreide und 15 Thl. gallertartiger Kieselerde. Die Masse wurde gelöscht unter starker Wärmeentwicklung und vermehrte ihr Volum etwas dabei; mit Wasser bildete sie einen ziemlich konsistenten Brei, der nach zwei monatlichem Eintauchen eine solche Festigkeit erlangt hatte, daß der Fingernagel keinen Eindruck mehr auf die Masse zu machen vermochte.

Auf gleiche Weise glühte man 100 Kreide und 40 Kieselgallerte. Die Masse löschte sich unter geringer Erwärmung und ohne ihr Volum zu vermehren, welche Eigenschaften ganz charakteristisch für den vorzüglichen hydraulischen Kalk sind; mit viel Wasser in einer Flasche geschüttelt, bildet sich ein Niederschlag, welcher auf einem Filter gesammelt wurde. Dieser Niederschlag enthielt

Kalk	35
Kieselerde	65

während der Kalk, der denselben lieferte, enthalten sollte, nachdem die Kohlensäure verjagt worden, ungefähr

Kalk	58
Kieselerde	42

Das in großer Menge angewandte Wasser strebt also, die verschiedenen mit überschüssiger Basis verbundenen Silicate zu zersetzen, die man auf trocknem Wege erhält und sucht sie in neutrale Silicate zu verwandeln, welche der Theorie nach zusammengesetzt sind aus

Kalk	35,82
Kieselerde	64,17

Wendet man dagegen das Wasser nur in geringer Menge an, so wird es absorbirt und geht größtentheils vermöge chemischer Verbindung in den starren Zustand über, indem dann keine ähnliche Zersetzung Statt findet; nicht unwahrscheinlich ist es aber, daß sich dann ein Gemenge oder selbst eine innige Verbindung von Kalkhydrat und einem wasserhaltigen basischen kieselsauren Salz bildet.

1320. Wir sehen, daß der Aggregatzustand der Kieselerde einen sehr großen Einfluß auf die Verbindung ausübt. Auch in den Versuchen Vicats finden sich überzeugende Beweise davon: 200 Thl. Kieselerde von verschiedenem Aggregatzustand mit 100 Thl. fetten Kalk gemengt, gaben einen

Mörtel, dessen Härte durch Einsenken der Probirnadel gemessen wurde. Die Ergebnisse waren folgende

	Einsinken der Nadel in Millimeter ausgedrückt.
Kieselgallerte	1,34
dergl. rothgeglüht	1,86
Kieselerde aus Thonerde abgeschieden	2,13
dergl. geglüht	3,11
gestoßener Bergkrystall	unbestimmt tief.

1321. Wir wollen nun untersuchen, welche Rolle die Thonerde spielt.

Berthier glühte in einem Platintiegel 10 Thl. Kreide mit einer Menge Thonerdehydrat, welche 2 oder 2,3 Thl. wasserfreier Thonerde entsprach. Die beiden Gemenge löschten sich schnell unter beträchtlicher Wärmeentbindung und quollen stark auf; als weicher Brei unter Wasser gebracht, hatten diese Gemenge nach zwei Monaten nicht die geringste Konsistenz angenommen. Die Salzsäure löste diese Masse vollkommen auf. Demnach scheint es also, daß die Thonerde und der Kalk sich auf trocknem Wege mit einander verbinden, daß aber die Verbindung durch Einwirkung des Wassers wieder gänzlich zerstört wird.

Die Erfahrungen von Vicat bestätigen diese Resultate. Er nahm 200 Thl. Thonerde und 100 Thl. fetten Kalk, und erhielt weiche Mörtel davon, in welchen die Probirnadel sich äußerst leicht einsenkte.

Mörtel bereitet aus	Einsinken in Millimetern ausgedrückt.
gallertförmiger Thonerde	13,56
schwach geglühter dergl.	9,60
stark geglühter Thonerde	unbestimmt tief.

1322. Wird Kreide mit verschiedenen Mengen von Eisenoxyd oder Manganoxyd geglüht, so erhält man nur Kalk ohne den geringsten Zusammenhang, welcher sich gleich anderm fetten Kalk verhält, der mit einem unwirksamen Stoff zusammengemengt wurde.

1325. Es ist sonach bewiesen, daß kein Gemenge, in welchem nicht Kieselerde vorhanden ist, hydraulische Eigenschaften erlangen kann. Wollen wir nun untersuchen, ob die Gegenwart der Magnesia, der Thonerde, des Eisen- und

Mangan-Oxyds einen schädlichen Einfluß übt, oder ob diese Körper im Gegentheil die hydraulischen Kalke verbessern können. Aus den von Berthier angestellten Versuchen scheint nun hervorzugehen, daß diejenigen Kalke, welche Kiesel- und Thonerde zugleich enthalten und noch mehr diejenigen, welche aus Kieselerde und Magnesia bestehen, weit härter werden als die reinen Kalksilikate; daß aber im Gegentheil das Eisenoxyd und Manganoxyd nichts zur Erhärtung des Kalks beitragen.

10 Gram. magnesiahaltiger Kalk von Paris (No. 1. S. 532) und 2 Gram. Kieselgallerte gaben einen Kalk, welcher sich unter schwacher Wärmeentbindung und leichtem Aufquellen löschten, und der in kurzer Zeit unter Wasser härter als der beste künstliche Kalk wurde. Dieser Kalk mußte enthalten

Kalk	56,0
Magnesia	16,6
Kieselerde	27,4

10 Gram. magnesiahaltiger Kalkstein von Villefranche No. 8 und 2 Gram. Kieselgallerte gaben einen Kalk, welcher sich ungefähr wie der vorige verhielt, allein er wurde nicht so hart; er sollte enthalten

Kalk	46
Magnesia	20
Eisenoxyd	5
Manganoxyd	3
Kieselerde	26

Mit 10 Gram. Kalkstein von Villefranche, 20 Gram. Kreide und 3 Gram. Kieselgallerte bekommt man einen Kalk, welcher zusammengesetzt ist aus

Kalk	56
Magnesia	21
Eisenoxyd	2
Manganoxyd	1
Kieselerde	20

ganz ausgezeichnet hydraulisch ist, und der in kurzer Zeit sehr hart wird.

1324. Da die meisten hydraulischen Kalke aus thonhaltigen Kalksteinen bereitet werden, so scheint daraus hervorzugehen, daß die Thonerde die Eigenschaften dieser Kalkarten

nicht verändert. Vergleicht man den künstlichen Kalk von Paris mit dem Kalk von Sénonches, so sieht man, daß die Thonerde, die sich in dem Letztern nicht vorfindet, dagegen aber im Erstern in beträchtlicher Menge vorhanden ist, gewiß zum Theil die Härte bedingt. Gewiß ist es, daß ein richtiges Verhältniß zwischen Kieselerde und Thonerde allem Andern vorzuziehen ist, allein man wird dieß Verhältniß nur erst durch viele Versuche finden. Eine Probe, welche Berthier mit 4 Thl. Kreide und 1 Thl. Kaolin von Limoges anstellte, läßt diesen Chemiker vermuthen, daß es vortheilhaft seyn möchte, die Thonerde und Kieselerde zu gleichen Theilen anzuwenden. Der erhaltene Kalk muß enthalten

Kalk	74,5
Thonerde	12,5
Kieselerde	13,0

Es hatte dieser Kalk bald nach seinem Eintauchen in Wasser eine weit beträchtlichere Härte erlangt als der künstliche Kalk, der aus 4 Thl. Kreide und 1 Thl. Thon von Passy bereitet worden.

1325. Als man mit der Kieselerde ein gleiches Gewicht Manganoxyd mengte, erhielt man einen nicht hydraulischen Kalk. Dasselbe fand Statt, als man einem Gemenge, welches zu hydraulischem Kalk sich eignete, ? Prozent Eisenoxyd zusetzte, wodurch es jene Eigenschaft gänzlich verlor.

1326. Man gelangt zu demselben Resultat, wenn man die Frage umkehrt, wie dieß Vicat gezeigt hat. Bringt man nämlich Kalkwasser mit Mangan- oder Eisenoxyd, Thonerde oder Kieselerde zusammen, so ist die Wirkung des Mangan- oder Eisenoxydes sehr schwach, dagegen aber bemächtigt sich die Thonerde eines Theils des aufgelösten Kalks, während die Kieselerde sehr schnell den Kalk aus dem Wasser abscheiden und sich mit ihm verbinden wird.

Man würde sicherlich dieses Mittel mit gutem Erfolg anwenden können, um das Streben der Thone, sich mit dem Kalke zu verbinden, näher zu bestimmen und um die Wirkung kennen zu lernen, welche die Wärme darauf ausübt, nebst den vortheilhaften oder nachtheiligen Veränderungen, welche jene dadurch erleiden. Es ergiebt sich dieß auch wirklich aus

den nachfolgenden Versuchen Vicats. Dieser geschickte Experimentator und Beobachter bestimmte die Mengen von Kalkwasser, welche ihres Kalkes beraubt werden können durch eine sich gleich bleibende Quantität der unten angegebenen Stoffe.

			Zersetztes Kalkwasser.
Roher Thon	100 Thl.	Thon aus geschlämmtem Sand	1100
	100 —	guter natürlicher Puzzolanthon	400 — 500
Geglühter Thon.	100 —	guter an der Luft rothgeglühter Thon zu Puzzolane	260
	100 —	in verschlossenen Gefäßen geglühter desgleichen	100
	100 —	Thon, welcher mittelmäßige Puzzolane giebt	60 — 80
	100 —	Thon, der schlechte Puzzolane giebt	25 — 38
	100 —	Puzzolane von Italien	147

In Beziehung auf die praktische Brauchbarkeit dieses Verfahrens führt Vicat ein sehr beachtungswerthes Beispiel an.

		Entkalktes Kalkwasser	Widerstand des Mörtels
100 Thl.	der besten Puzzolane	700	640
100 —	der schlechtesten dergl.	66	97

Es geht hieraus hervor, daß der Wiederstand des Mörtels und die Zersetzung des Kalkwassers ungefähr in gleichem Verhältniß zu einander stehen, und diese beiden Eigenschaften stehen in so naher Beziehung mit einander, daß man sehr wohl die Kraft einer Puzzolane aus ihrer Wirkung auf das Kalkwasser erkennen kann, wodurch denn diese Versuche sehr vereinfacht werden können.

Der mit der Puzzolane unter dieser Voraussetzung anzustellende Versuch besteht darin, daß man z. B. einen Liter Kalkwasser nimmt und in dasselbe nach und nach so viel von der zu prüfenden Puzzolane wirft, bis endlich das Kalkwasser ganz zersetzt ist, so daß die filtrirte Flüssigkeit nicht mehr durch kohlensaures Natron oder Kali gefällt wird.

1327. Es geht aus diesen Versuchen hervor, daß die Kieselerde allein schon mit dem Kalk eine vorzüglich gute hydraulische Masse bilden kann, (Kalkstein von Senonches) während die Magnesia für sich, (Kalkstein von Paris) oder

gemengt mit Eisen- oder Manganoxyd (Kalkstein von Villefranche) keine ähnliche Verbindung bildet, und den Kalk mager macht, ohne ihm die Eigenschaft zu ertheilen, unter Wasser zu erhärten. Versuche, welche hinsichtlich der Zusammensetzung angestellt wurden, bestätigen die aus der Analyse abgeleiteten Folgerungen und beweisen ferner: 1.) daß die Thonerde allein, hinsichtlich der Fähigkeit den Kalk hydraulisch zu machen, nicht mehr Wirksamkeit besitzt als die Magnesia; 2.) daß die Kieselerde ein wesentlicher Bestandtheil dieser Kalkarten ist; 3.) daß das Eisen- und Manganoxyd durchaus hierbei nicht die wichtige Rolle spielen, welche ihnen Einige zugeschrieben haben, sondern sich meistens ganz träge verhalten; 4.) endlich, daß die besten Kalke aus der Verbindung der Kieselerde, des Kalkes und der Magnesia oder Thonerde hervorgehen.

Hierzu müssen wir noch fügen, daß die Temperatur, bei welcher die Masse gebrannt wird, die Eigenschaft dieser verschiedenen Gemenge wesentlich verändern kann; ein Kalk, der übrigens gute Resultate zu liefern fähig ist, wird bei hoher Temperatur todt gebrannt werden, oder bei schwachem Brennen magern, nicht hydraulischen Kalk liefern.

Die wichtigste Ansicht von den hydraulischen Kalken ist ohne Zweifel diejenige, daß man dieselbe als eigentliche Kalksilikate, oder Silikate von Thonerde und Kalk oder endlich als Magnesia- oder Kalksilikate mit überschüssiger Basis betrachtet. Werden diese gemischten Körper in das Wasser gebracht, so geben sie Hydrate oder vielmehr Verbindungen von Kieselhydrat mit dem Hydrat der überschüssig vorhandenen Basis. Wahrscheinlich wird Letztere allmählig kohlensauer durch die im Wasser aufgelöste Kohlensäure; übrigens hängt das Erhärten dieser Kalkarten hauptsächlich vom schnellen Übergang der Silikate in den Hydratzustand ab.

Bis jetzt lassen sich alle Erscheinungen leicht erklären, allein wenn wir die Mörtel näher kennen lernen werden, welche man aus diesen Kalksorten bereitet, so werden sich uns Thatsachen darbieten, welche sich nur sehr schwierig mit den allgemeinen wissenschaftlichen Ansichten vereinigen lassen. (1340—1341.)

Künstlicher hydraulischer Kalk.

1328. Die angeführten Versuche zeigen, daß man künstlichen hydraulischen Kalk auf verschiedene Weise bereiten kann. Man kann diesen in zwei Klassen eintheilen, je nachdem er nämlich auf trocknem und auf nassem Wege bereitet wird. Wir wollen zuerst mit der Betrachtung des ersteren beginnen.

Nach Vicats Angabe fabrizirt de Saint-Leger künstlichen hydraulischen Kalk im Großen. Er bereitet ihn, indem er 4 Thl. Kreide von Meudon und 1 Thon von Passy dem Volum nach genommen mit einander mengt. Beide Stoffe werden mit Wasser zerrührt und ein inniges Gemenge daraus hergestellt mittelst einer Mühle, in welcher senkrecht stehende Mühlsteine auf einem kreisförmigen Trog laufen. Der erhaltene Brei wird in ein gemauertes Behältniß gebracht. Bei ruhigem Stehen setzen sich die gemengten Erden ab und es erscheint eine Wasserschicht darüber, welche man abläßt. Sobald der Niederschlag die gehörige Konsistenz erlangt hat, formt man Backsteine daraus, trocknet dieselben an der Luft und brennt sie auf gewöhnliche Weise in Kalköfen. Hierbei muß man zu starkes Feuer vermeiden, damit nicht etwa die Kieselerde, der Kalk und die Thonerde zu schmelzen anfangen, wodurch der Kalk unfähig würde, sich mit dem Wasser zu verbinden.

Der so bereitete Kalk wird in Paris zu 60 Franken der Kubickmeter verkauft. Der von Senonches kommt in Paris gelegt auf 85 Franken zu stehen, weshalb man dem Erstern den Vorzug giebt. Zu öffentlichen Bauten wendet die Regierung in Paris jetzt nur den Kalk von de Saint-Leger an; zu dem Kanal von Saint-Martin wurde eine ungeheuere Menge davon verbraucht und die Erfahrung hat bisher gelehrt, daß dieser den Kalk von Sénonches übertrifft. Nach Berthier enthält de Saint-Legers Gemenge

kohlensauren Kalk	84
Kieselerde	10
Thonerde	5
Eisenoxyd	1
	100

und der daraus bereitete Kalk besteht aus

Kalk	74,6
Thon	23,8
Eisenoxyd	1,6
	100,0

In den Säuren löst er sich gleich dem Kalk von Senonches gänzlich auf. Er nimmt beim gewöhnlichen Löschen um 0,65 seines Volums zu, wenn man vorher sorgfältig diejenigen Stücke sondert, welche nicht durchgebrannt sind.

1329. Aus dem bereits Gesagten scheint klar hervorzugehen, daß man das Brennen des Gemenges aus Kalk und Thon umgehen kann. Die Römer bereiteten ihren hydraulischen Mörtel mit gewöhnlich gebranntem Kalk und Puzzolane. Neuerdings fabrizirte man denselben seit langer Zeit schon, indem man statt der Puzzolane Traß oder gemahlene Backsteine anwendet. Vicats Versuche, indem derselbe zeigte, daß diese verschiedenen Stoffe dem Kalkwasser seinen Kalk entziehen, beweisen, daß das Silikat, welches den hydraulischen Kalk bildete ebenso gut auch auf nassem Wege entstehen kann. Die Bauverständigen sind sogar nicht einig, welchem von beiden Methoden sie den Vorzug geben sollen. Nachdem wir nun de Saint-Legers Verfahren angegeben haben, wollen wir sehen auf welche andere Art man ebenfalls zum Ziele gelangen kann.

Girard schlägt vor, die natürlichen oder künstlichen Puzzolanen durch thonhaltigen Sand (arênes) zu ersetzen, der sich in dem Thal von Isle (Gironde) findet. Dieser Sand von rother, brauner oder gelblicher Farbe hat die Eigenschaft hydraulischen Mörtel zu geben, wenn man ihn mit fetten Kalk mengt. Man kann 3 bis 5 Thl. Sand auf 1 Thl. Kalk nehmen. Wenn der Sand weniger als 30 Prozent Thon enthält, so bildet er Mörtel, welcher nur langsam unter Wasser erhärtet, der aber nach Verlauf eines Jahres dem sehr schnell erhärteten nichts nachgiebt.

Durch gelindes Brennen erlangt dieser thonhaltige Sand noch ausgezeichnetere Eigenschaften. Girard empfiehlt die Anwendung dieser Stoffe mit großer Zuversicht, indem bereits Versuche im Großen sehr günstige Resultate gaben, und

weil diese Sandarten so häufig in der Natur vorkommen und einen Mörtel geben, der nur halb so theuer zu stehen kommt, als der gewöhnliche hydraulische Mörtel.

1330. Am besten eignen sich zur Umwandlung des fetten Kalks in hydraulischen Kalk die Thone, oder die innigen Gemenge von Kieselerde, Thonerde und mehr oder weniger Eisenoxyd. Die Natur liefert zwar diese Körper in Überfluß, allein es sind stets dabei noch besondere Bedingungen zu erfüllen, welche deren Anwendung kostspielig machen. Über diesen Punkt herrscht noch eine so große Verwirrung, daß ich mir nicht anmassen darf, alle diese Schwierigkeiten beseitigen zu können.

Folgendes sind die bekanntesten Thatsachen, welche ich in der mir am natürlichsten scheinenden Ordnung aufführe.

Die natürlichen Thone bestehen aus Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd und Wasser. Man weiß noch nicht, ob diese Stoffe blos gemengt oder wirklich mit einander verbunden sind. Wahrscheinlich existirt in jedem Thon eine chemische Verbindung, welche durch mechanische Gemenge verunreinigt ist. Wie dem auch sey, Vicat fand folgende Resultate bei Mörteln, welche mit rohem oder gebranntem Thon gemacht wurden und sieben Monate lang unter Wasser waren.

			Einsinken der Probirnadel.
1.	fetter Kalk	100	. . . . 15 Millimeter.
	ungebrannter Thon	433	
2.	fetter Kalk	100	. . . . 2 Millimeter.
	gebrannter Thon	452	

Der Mörtel No. 1 war so hart, daß er dem Eindrucke des Fingers widerstand, aber No. 2 dagegen war steinhart.

1331. Wir wollen nun die Wirkungen des Brennens näher betrachten. Nach Vicat trat ein bildsamer Thon von Loupiac (Lot.), enthaltend

Kieselerde	61
Thonerde	31
Eisenoxyd	Spuren
Wasser	8
	100

im natürlichen Zustand der Salzsäure 2,85 Thonerde ab. Derselbe Thon dagegen, nachdem er wahrscheinlich ohne vor-

läufiges Austrocknen in verschlossenen Gefäßen geglüht worden war, verlor mit Salzsäure behandelt, 5,48 Thonerde. Als er mit sehr fettem Kalk gemengt wurde, so gab er sehr guten Mörtel, der schon nach sieben Tagen unter dem Wasser erhärtet war, und in welchen nach sechsmonatlicher Eintauchung die Probirnadel vier Millimeter tief sich einsenkte.

Unter gleichen Umständen an der Luft geglüht, verlor der gebrannte Thon 11,5 Prozent, wie oben. Die Salzsäure entzog ihm 12,4 Thonerde. Als derselbe mit sehr fettem Kalk gemengt wurde, so gab er einen Mörtel, der schon nach drei Tagen erhärtete und in den die Nadel nach sechsmonatlichem Untertauchen im Wasser nur 3 Millimeter tief eindrang.

Es ist mithin in jeder Beziehung der an offner Luft gebrannte Thon dem vorzuziehen, der in verschlossenen Räumen geglüht wurde.

1333. De Raucourt, Brücken- und Straßenbauingenieur hat zuerst diese Ansicht aufgestellt, welche nachher durch die Versuche des Generals Treussart und Vicats bestätigt wurde. Wir haben zwar die Versuche des Letzteren zuerst angeführt, weil sie am ausführlichsten beschrieben sind, allein auch in der Abhandlung Treussarts finden wir sehr viele erwähnt, die einer besondern Beachtung werth sind.

Er nahm Thon, welchen man aus der Gegend von Frankfurth zur Alaunfabrikation nach Straßburg kommen läßt; dieser besteht nach Berthier aus:

Kiesel	50,0
Thonerde	32,7
Magnesia	1,6
Eisenoxyd	Spur
Wasser	16,0

Er ist schwarz, aber beim Erhitzen nimmt er allmählig verschiedene Nüancen von Blau an und wird zuletzt weiß, wenn man ihn sehr stark glüht. Von dieser Erde wurden nun Stücke von der Größe eines Backsteins in dem Alaunofen erhitzt, wo die Erden in Kontakt mit der Luft geglüht werden; ein anderer Theil wurde in einem Kalkofen gebrannt

in welchem er beinahe gar nicht mit Luft in Berührung kam, weil man den obern Theil des Ofens, um die Hitze zu konzentriren, mit Schutt so verschließt, daß nur die zum Brennen nöthige Menge Luft durchströmen kann; man wählte Stücke aus, welche ihrer Farbe nach ebenso stark gebrannt waren und bereitete daraus Mörtel, indem man 1 Thl. gewöhnlichen Kalk und 2 Thl. des gebrannten und pulverisirten Thons dazu anwendete.

Die Mörtel, welche aus dem im Alaunofen gebrannten Thon angemacht wurden, erhärteten nach zwei bis drei Tagen und haben nach einjährigem Liegen im Wasser Gewichte von 192 bis 263 Kilogr. getragen, ehe sie zerbrachen; dagegen erhärtete der mit dem im Kalkofen gebrannten Thon bereitete Mörtel erst nach 30 Tagen und zerbrach schon durch Auflegen eines kleinen Gewichtes von 30—25 Kilogr.; einer dieser Mörtel war sogar nach einjährigem Liegen im Wasser noch sehr weich.

1333. General Treussart machte ferner Versuche mit Thon von Holzheim bei Straßburg; diese Erde enthält keinen Kalk, aber viel Eisenoxyd. Er formte daraus zwei Backsteine: den einen ohne weitern Zusatz und den andern mengte er mit 2 Prozent Kalk; diese beiden Backsteine wurden sodann im Kalkofen gebrannt, indem man sie unter die andern Backsteine an einen Ort stellte, an welchem sie am wenigstens mit Luft in Berührung kommen. Andrerseits wurde in einer Art von Muffel in starkem Luftzug Thon von Holzheim ohne Beimischung, und derselbe mit 2 Prozent Kalk vermengt geglüht; die Stücke waren von der Größe einer Nuß und nicht zusammengedrückt. Nach dem Erkalten wurden sowohl die kleinen Stücke als auch die im Kalkofen gebrannten Backsteine pulverisirt und davon dann vier Kästchen Mörtel angemacht, wozu man 1 Thl. gewöhnlichen Kalkbrei und 2 Thl. also zubereiteten Thon anwendete. Diese Mörtel wurden ins Wasser gelegt.

Derjenige Mörtel, welcher mit dem im Kalkofen ohne Kalkzuschlag gebrannten Thon bereitet war, erhärtete erst nach 30 Tagen; der zweite aus dem mit Kalk vermengten und

auf gleiche Weise gebrannten Thon angemachte Mörtel erhärtete nach 17 Tagen.

Der Mörtel, wozu der an offner Luft gebrannte reine Thon genommen wurde, erhärtete nach 5 Tagen anstatt nach einem Monat, wie der erste; endlich wurde der aus dem auf gleiche Weise gebrannten und mit 2 Prozent Kalk gemengten Thon bereitete Mörtel schon nach 3 Tagen hart, während in obigem Falle, wenn der Thon im Kalkofen, ohne der Luft ausgesetzt zu seyn, gebrannt wird, der daraus gefertigte Mörtel 17 Tage zum Hartwerden brauchte.

1334. Die besten Puzzolanen sind demnach solche, welche durch Brennen etwas kalkhaltiger Thone an freier Luft erzeugt werden; fragt man nach der Wirkung, welche die Luft unter diesen Umständen ausübt, so läßt sich hierauf keine genügende Antwort ertheilen; wir haben deshalb diese Versuche im Detail mitgetheilt, und überlassen nun diesen Punkt dem Leser zur eigenen Beurtheilung. Durch das Glühen verliert der Thon sein Wasser und das Eisenoxydul geht in Oxyd über. Die Luft ist nur für die Veränderung des Eisenoxyduls nöthig, allein da auch ganz eisenfreie Thone auf gleiche Weise sich durch Glühen an der Luft verbessern, so darf man die Ursache davon nicht in der Veränderung des Oxydationszustandes des Eisens suchen. Man ist hier eher geneigt zu glauben, daß die Temperatur einen wesentlichen Einfluß übt, da wahrscheinlich bedeutende Verschiedenheiten zwischen den Temperaturen beider Öfen Statt gefunden haben mögen. Der Luftstrom mußte offenbar die Temperatur derjenigen Thons, der der Luft ausgesetzt war, herabstimmen. Man könnte dieses leicht ausmitteln, wenn man die Kohäsion der Puzzolanen und die Verminderung des Volums, welche sie durch Brennen erleiden, bestimmen würde. Obgleich wir nun die eigentliche Ursache dieses Verhaltens nicht kennen, so sind nichts desto weniger diese Beobachtungen in Beziehung auf die Anwendung im Großen sehr nützlich.

Römisches Cäment.

1355. Wir wollen nun zur Betrachtung der merkwürdigsten Kalkvarietät übergehen, nämlich derjenigen, welche

die unter dem Namen von Cäment bekannte Masse liefert. Es verdient diese Kalkart eine ganz besondere Beachtung, wie man dieß aus den ihr ausschließlich zukommmenden Eigenschaften ersieht. Das, was wir im Nachfolgenden darüber mittheilen, wurde aus Berthiers Abhandlung geschöpft.

Parker und Wyatts erhielten im Jahr 1796 in London ein Patent auf die Bereitung einer besondern Art von Kalk, welchen sie Wassercäment nannten, und dem sie in der Folge den Namen römisches Cäment gaben. Dieses Unternehmen hatte den ausgezeichnetsten Fortgang und später entstanden andere Fabriken dieser Art, welche gleichfalls mit gutem Erfolg arbeiteten. Gegenwärtig macht man nun in England ungeheure Geschäfte mit dem römischen Cäment: man versendet große Quantitäten nach Westindien; es wird in wasserdichte Tonnen verpackt, welche auf der Rückreise zum Transport des Rums, Zuckers und anderer Kolonialwaaren dienen.

Das Cäment hat die Eigenschaft gleich dem Gypse beinahe augenblicklich oder höchstens nach einer Viertelstunde zu erhärten, nachdem man es mit Wasser zu einem etwas dicken Brei angerührt und entweder an der Luft oder im Wasser sich selbst überläßt; man hat hierbei nicht nöthig es mit irgend einer andern Substanz zu mischen. Das Wasser wirkt nicht nachtheilig darauf ein; es erlangt im Gegentheil noch mehr Festigkeit, wenn es beständig unter Wasser sich befindet, als wenn es im Trocknen ist; seine Härte nimmt mit der Zeit zu und kommt bald wenigstens der des besten Kalksteins gleich. Formt man daraus ziemlich große Stücke, so nehmen diese in wenig Tagen eine sehr bedeutende Härte an und man bemerkt weder Sprünge noch Risse in demselben; eben so wenig findet ein merkliches Schwinden derselben Statt. Durch diese Eigenschaften wird dieses Cäment eine höchst schätzbare Masse für alle Wasserbauten, vorzüglich wenn es die Umstände nicht erlauben, daß man die mit Wasser erfüllten Räume ausschöpft, oder wenn das Entleeren von Wasser mit sehr großen Kosten verbunden seyn sollte. Man wendet dieses Cäment auch in London sehr häufig wie den Gyps zum Bewerfen der Häuser und zur Mauerung des Grundes großer Gebäude an.

Man gebraucht es ferner mit dem besten Erfolg, um Mauern trocken zu machen, welche Feuchtigkeit absorbiren, um Wasserleitungsröhren in ihren Vereinigungspunkten zu verkitten, um Gesimse und andere Verzierungen an Gebäuden wieder herzustellen. Es erstarrt dieses Cäment so schnell und bindet so gut, daß ein paar Steinstücke mit demselben zusammengekittet nach zweitägigem Liegen unter Wasser leichter sich zerbrechen, als von einander reißen lassen.

Es ist eine besondere Geschicklichkeit bei der Anwendung desselben nöthig. Erhält es nicht beim Anmachen mit Wasser die erforderliche Konsistenz und breitet man es nicht schnell auf den Steinen aus, in deren Zwischenräume es sich festsetzt, oder unterbricht man die Arbeit ꝛc., so erstarrt es ungleichförmig; bekommt Risse und adhärirt sehr wenig an den Mauertheilen. Rein wendet man es nur bei solchen Gegenständen an, welche der Wirkung des Wassers widerstehen sollen; Parker und Wyatts aber empfehlen, es mit feinem eckigem und rein gewaschenem Sand zu mischen in dem Verhältniß von 2 Thl. auf 3 Thl. Cäment zur Bereitung der gewöhnlichen Mörtel; von 3 Thl auf 2 Thl. Cäment, um Mauern zu bekleiden, welche der Kälte ausgesetzt sind, und von 5 Thl. zu 2 Thl. Cäment zur Begleitung trockner Mauern oder solcher, welche der Luft ausgesetzt sind. Wendet man es an, um die Zwischenräume zusammengefügter Steine aufs Neue zu verstreichen, so muß man es schichtenweise auftragen und zwar so, daß man jede neue Schicht stark andrückt und nicht trocken werden läßt, bis man die folgenden aufträgt.

Das Cäment wird, sobald es gebrannt ist, in den Fabriken selbst aufs feinste pulverisirt auf einer Mühle, in der zwei vertikal stehende Mühlsteine auf einem dritten horizontal liegenden umherlaufen, der sich auf einem kreisrunden Troge befindet. Der liegende Mühlstein hat 5 Fuß im Durchmesser. Die Läufer haben 4—5′ Durchmesser und wiegen wenigstens zwanzig Zentner. Man beutelt dann das Pulver und verpackt es in gute Fässer.

Das Cäment wird noch vor dem Anmachen mit Wasser mit Sand gemengt. Es löscht sich langsam und erwärmt

sich dabei kaum; Wasser absorbirt es wenig und nimmt auch nicht merklich an Volum zu.

Der englische Cämentstein ist ein sehr thonhaltiger Kalkstein von sehr feinem Korn, hart, fest, graubraun und nimmt eine schöne Politur an. Er wiegt 2,59. Er soll sich in knolligen Massen im Mergel finden und schließt zuweilen kleine abgerundete, gelbliche, durchscheinende Stückchen von krystallinischer Beschaffenheit ein, welche reiner kohlensaurer Kalk sind. Dieser Cämentstein kommt an mehreren Punkten Englands, und zwar wie man sagt, sehr häufig vor.

Diese Kalksteine werden in continuirlich gehenden Kalköfen mit Steinkohle gleich andern Kalksteinen gebrannt, allein die Leitung des Feuers erfordert sehr große Aufmerksamkeit. Wird das Feuer nicht gehörig gemäßigt, so fängt das Cäment an zu schmelzen und ist dann ganz unbrauchbar.

1336. Lesage, Militäringenieur wurde von der Societe d'agriculture et des arts in Boulogne-sur-mer beauftragt die Eigenschaften einer Kalkart zu untersuchen, welche man auf dem Lande damals anwendete, und die er seinem Bericht vom Floreal im Jahre X Gypscament nannte. Dieser Kalk kommt dem englischen ganz gleich. Er ist dicht, feinkörnig, fest, politurfähig und gelblich-grau gefärbt. Sein spezif. Gew. variirt zwischen 2,04 und 2,19. Man fand ihn nur unter den Geschieben am Ufer des Meeres. Seit langer Zeit hat man aufgehört ihn zu sammeln, weil er zu selten vorkommen soll. Die Küste bietet jedoch bedeutende Massen dar und zwar von der Größe einer Unze bis zu zwanzig Zentner, die in schwarzen Thonlagern vorkommen, welche die steilen Küstenabhänge bilden. Diese Thonlager von Zeit zu Zeit durch die Wogen unterminirt, stürzten zusammen und die zu schweren Knollen blieben dann am Ufer liegen. Es wäre sehr wichtig dieses Lager aufs Neue zu untersuchen. Zwischen den Geschieben von Boulogne und dem englischen Cämentkalkstein existirt die vollkommenste Ähnlichkeit. Auch in den boulogner Steinen finden sich die krystallinischen Aussonderungen von reinem kohlensaurem Kalk, der in den Spalten inkrustirt zu seyn scheint. Mehrere dieser Geschiebe bieten auf ihrer Oberfläche eine

Kruste von rosenrothem Eisenoxyd dar. Man stellte früher Versuche mit diesen Kalksteinen auf dieselbe Weise an, wie er in England behandelt wird und formte Röhren und Gefäße daraus, welche wasserdicht waren und selbst eine gewisse Politur annehmen. Diese Gegenstände veränderten sich weder an der Luft noch im Wasser.

Zusammensetzung des Cämentkalksteins.	Englischer Stein nach Berthier.	Stein von Boulogne nach Drapier.
Kohlensaurer Kalk	65,8	61,6
— — Magnesia . . .	0,5	. . .
— — Eisenoxydul . .	6,0	6,0
— — Mangan	1,6	. . .
Kieselerde	18,0	15,0
Thonerde	6,6	4,8
Eisenoxyd	. . .	3,0
Wasser	1,2	6,6
Kalk, welcher aus obigen Kalksteinen bereitet wurde.		
Kalk	55,4	54,0
Magnesia	. . .	. . .
Thon	36,0	31,0
Eisenoxydul	8,6	15,0

1337. Clapeyron hat in Rußland einen zu Cäment tauglichen Kalkstein aufgefunden. Er kommt in einer mächtigen Kalkformation mit horizontalen Bänken vor, deren untere Theile chloritisch sind, und die auf quartzigem und glimmerigem Sand ruht. Als derselbe beauftragt war, Versuche über die Bereitung des Mörtels zu machen, welcher zum Bau der Schleusen in Schlüsselburg verwendet werden sollte, so entdeckte er den Cämentstein in den Wasserfällen von Wolkost. Es ist derselbe gleich den vorigen ein sehr thonhaltiger Kalkstein, der beim Brennen einen Kalk giebt, welcher unter Wasser sehr gut steht, und der ungefähr zusammengesetzt ist aus:

Kalk	62
Kieselerde	19
Thonerde	19
	100

Um das russische Cäment anzuwenden, pulverisirt man es wie das englische und löscht es in dem Augenblick, wo man dasselbe gebrauchen will. Wird es unmittelbar nach dem Löschen unter Wasser getaucht, so erhärtet es etwas weniger schnell als das englische, erlangt aber in kurzer Zeit eine noch größere Härte.

1338. Endlich fand Lacordaire, ein Bergingenieur, ein römisches Cäment in Burgund, das man jetzt in Paris zu gebrauchen anfängt. Sehr zu wünschen wäre es, daß zweckmäßig geleitete Untersuchungen an verschiedenen Punkten angestellt würden, um Cäment oder doch wenigstens hydraulischen Kalk, der sich demselben nähert, aufzufinden.

In Folge des Berichts, welchen Mallet der Societé d'Encouragement zu Paris abstattete, besitzt dieses Cäment nicht nur alle Eigenschaften des römischen Cämentes, sondern scheint in mancher Hinsicht noch vor dem englischen Cäment den Vorzug zu verdienen. Diese wichtige Entdeckung kann den wichtigsten Einfluß auf die großen Wasserbauten üben. Es ist wohl kein Zweifel, daß eine Substanz, deren Zusammensetzung so einfach ist, sich nicht auch in andern Ländern finden kann. Deshalb ist es von äußerster Wichtigkeit dieselbe eifrig aufzusuchen, da hierdurch eine außerordentliche Verbesserung in diesem Theil der Baukunst bezweckt werden kann. Folgende Kalksteine, welche von Berthier analysirt wurden, sind der Beachtung der Baumeister zu empfehlen und verdienen im Großen probirt zu werden, obgleich ihnen die Dichtigkeit mangelt, welche bei diesen Steinen erforderlich zu seyn scheint.

Zusammensetzung der Kalksteine.		1.	2.	3.	4.
Kohlensaurer Kalk		0,758	0,666	0,580	0,630
— — Magnesia		....	....	0,060	0,040
Kieselsäure	Kieselsäure	....	....	....	0,140
Magnesia	Magnesia	....	....	....	0,070
Thon	Kieselsäure	0,164	0,334	0,334	0,060
	Thonerde	0,070			
	Eisenoxyd	0,008			
Wasser		....	....	0,026	0,050
Kalk, welcher aus obigen Kalksteinen bereitet wurde.					
Kalk		0,640	0,530	0,471	0,547
Magnesia		....	....	0,045	0,137
Kieselerde		....	....	....	0,218
Thon		0,360	0,471	0,484	0,103

1.) Flötzkalk aus der Umgegend von Nevers (Nièvre) auf der Straße von Château-Chinon; dicht, gelblich grau, nicht sehr hart und von erdigem Bruch.

2.) Mergelkalk, welcher den Ocher von Pourain (Yonne) begleitet; dicht, weißlich, ebenen Bruch, wenig erdig.

3.) Mergelkalk von der Süßwasserformation von Pont-du-Château (Puy de Dôme); dem Vorigen sehr ähnlich.

4.) Mergelkalk von Argenteuil bei Paris; dicht, gelblich weiß, weich und sehr leicht. Er gelatinirt mit Säuren.

1339. In dem Falle, wenn man sich keinen zur Bereitung des Cämentes geeigneten Kalkstein verschaffen kann, so würde man wahrscheinlich leicht im Stande seyn, sich dasselbe künstlich wie den gewöhnlichen hydraulischen Kalk zubereiten. Berthier schlägt vor, einen Theil ordinären sandfreien, plastischen Thon und zwei Theile Kreide dem Volum nach oder dritthalb Theile Kreide dem Gewicht nach zu nehmen. Diese Stoffe müssen in diesem Verhältniß gemischt einen hydraulischen Kalk geben, der ebenso schnell unter dem Wasser steht, als das englische Cäment. Berthier bemerkt zugleich mit

Recht, daß es nicht wahrscheinlich sey, daß diese Gemenge einen hydraulischen Kalk liefern würden, welcher die Härte und Festigkeit des natürlichen Cämentes annehmen würde. Diese Eigenschaften hängen ganz gewiß nicht sowohl von der chemischen Mischung als von dem Dichtigkeitszustand ab. Die hydraulischen Kalke löschen sich nicht, ohne ihr Volum zu ändern; je dichter sie sind, und je leichter demnach ihre kleinsten Theilchen sich fest an einander reihen, desto weniger zieht sich die Masse beim Erstarren zusammen. Es werden deshalb die künstlich bereiteten Gemenge stets leichter als die natürlichen Steine seyn. Die Cämentkalksteine von Boulogne, Rußland und von Burgund verdanken ohne Zweifel ihre vortrefflichen Eigenschaften zum Theil ihrer Dichtigkeit und ihrer geschlossenen Textur.

Hydraulische oder Wassermörtel. (Mortiers hydrauliques.)

1340. Es wurde weiter oben erwähnt, wie das Festwerden der Mörtel mit fettem Kalk Statt findet, und wir kennen bereits auch die Rolle, welche die Puzzolanen spielen; es ist demnach wenig mehr hinsichtlich der hydraulischen Mörtel hinzuzufügen; wir machen deshalb nur noch einige Bemerkungen.

Vicat nimmt als Hauptursache des Festwerdens der Mörtel eine besondere Wirkung an, welche der Kalk auf die angewandten kieselhaltigen Stoffe ausübe. Letztere theilt er ein, in Kieselsand, in Puzzolanen, welche die Schwefelsäure nicht angreift und in Puzzolanen, welche von den Säuren angegriffen werden. Seiner Ansicht zufolge äußert der fette Kalk nur auf die kieseligen Stoffe der zweiten Art eine chemische Wirkung, während die hydraulischen Kalke zu sämmtlichen Zuschlägen, besonders aber für die der ersten Art eine sehr bedeutende Verwandtschaft besitzen.

John und Berthier glauben im Gegentheil, daß der Sand, welchen man mit dem Kalkbrei behufs der Mörtelbereitung mischt, sich ganz passiv verhalte. Der Ätzkalk greift auch wirklich weder den Quarz, noch irgend eine an-

dere Steinsubstanz an. Eine solche Verschiedenheit der Meinungen so ausgezeichneter Männer, ist ein hinlänglicher Beweis, daß man noch nicht genug Thatsachen kennt, um diesen Gegenstand genügend erklären zu können.

1341. Nach Vicat nimmt der Widerstand, den ein Prisma von Gyps oder Thon leistet, schnell ab, wenn man immer mehr Sand mit demselben vermengt. Ein solches Prisma, welches beim Zerreißen einen Widerstand gleich 38 leistet, zeigt beim Vermengen mit Sand nur einen von 20. Dieß ist ganz im Einklange mit den früher aufgestellten Ansichten.

Man nehme aber hydraulischen Kalk und forme daraus Prismen, welche man der Luft aussetzt. Wird ihr mittlerer Widerstand durch 20 ausgedrückt, so läßt sich derselbe durch zugefügten Sand auf 77 steigern. Derselbe Kalk im Hydratzustand unter feuchter Erde aufbewahrt, zeigt 40, aber mit Sand gemengt wird sein Widerstand bis auf 55 steigen. Es erleidet demnach keinen Zweifel, daß der zugefügte Sand die Kohäsion des fetten Kalkes vermindert, im Gegentheil aber die des hydraulischen Kalkes innerhalb gewisser Grenzen vermehrt.

Einerseits scheinen die von Vicat aufgefundenen Thatsachen nicht bestritten werden zu können, und andererseits sind aber auch die Ansichten Johns und Berthiers ganz übereinstimmend mit den bekannten Umständen, welche die Verbindungen entweder begünstigen oder verhindern. *)

---

*) Über den im vorhergehenden Kapitel abgehandelten Gegenstand ist ganz neuerdings erst von Herrn Akademiker Fuchs eine höchst interessante Abhandlung (S. Erdmanns Journal f. tech. und ökonomische Chemie Bd. 6 S. 1) erschienen, welche sowohl über die Theorie der Mörtelbildung die wichtigsten Aufschlüsse, als auch in praktischer Hinsicht die werthvollsten Thatsachen und Angaben enthält. Da Herr Dumas davon noch keine Erwähnung macht, so heben wir das Wesentlichste daraus hervor und theilen es in folgendem Zusatz mit, indem wir übrigens zugleich auf die Orginalabhandlung verweisen müssen, und solche Jedem, den dieser höchwichtige Gegenstand näher interessirt, durchzulesen dringend empfehlen. A. u. E.

Zusatz zu dem achten Kapitel des fünften Buches aus „J. N. Fuchs Abhandlung über Kalk und Mörtel" entnommen.

Fuchs beginnt seine Abhandlung mit der Betrachtung des chemischen Verhältens derjenigen Stoffe, welche zur Bildung des Mörtels erforderlich sind, und untersucht dasselbe vorzüglich in Beziehung auf jene Körper, welche beständig damit in Berührung kommen, sehr genau.

Kalk. Bisher glaubte man der gebrannte Kalk könne an der Luft nach und nach seine Kohlensäure wieder aus jener vollständig anziehen; dieß ist jedoch nicht der Fall. 170 Gran isländischer Kalkspath wurde gar gebrannt, und hatte dadurch 74,7 Gran an Gewicht verloren. Er wurde nun der Luft ausgesetzt und vermehrte nach und nach sein Gewicht wieder bis er endlich nach 14 Monaten, wo keine Gewichtszunahme mehr Statt fand, 157,4 Gran wog. Es hatte sich derselbe in eine Verbindung verwandelt, welche in 100 Thl. enthielt: 60,70 Kalk, 24,76 Kohlensäure und 14,54 Wasser. Der Kalk wird durch gelindes Glühen nur in basisch-kohlensauern Kalk verwandelt, welcher noch 28 Prozent Kohlensäure zurückhält. Selbst der schon völlig entkohlensäuerte Kalk zwischen rothglühende Kohlen gelegt, wird wieder ein basisches Salz. Dieser halb gebrannte Kalk braußet mit Säuren und erhitzt sich dabei, löscht sich aber nicht wie der gebrannte, sondern bleibt fest. Wird derselbe pulverisirt, und mit Wasser zu einem Teig angemacht, so zieht er stark an und gewinnt sehr an Konsistenz.

Zur Mörtelbereitung eignet sich der auf gewöhnliche Weise d. h. durch Begießen mit Wasser gelöschte Kalk am besten, weil derselbe eine ganz gleichförmige Breimasse bildet.

Der Kalkbrei hält das Wasser sehr stark zurück und zwar um so stärker, je feiner und weniger körnig er ist. Frei getrocknet bekommt er Risse, trocknet derselbe aber bei abgehaltener Luft und im zusammengedrückten Zustand, so wird das Kalkhydrat fast so hart wie Marmor.

Beim Löschen erhitzt sich der krystallisirte gebrannte Kalk schneller und besser als der dichte, und liefert auch wegen der Temperaturerhöhung nie eine feine, sondern mehr körnige Masse.

Magnesiagehalt macht den Kalk nicht mager; Dolomit, der 42 Prozent Magnesia enthält, giebt noch ziemlich fetten Kalk. Auch Eisen- und Manganoxyd enthaltender Kalkstein giebt noch ziemlich fetten Kalk, obgleich dieß früher bestritten wurde. Ist der reine kohlensaure Kalk nicht stark genug gebrannt, so zeigt er sich ebenfalls mager beim Löschen.

Verhalten der Kieselerde zum Kalk. Es ist bekannt, daß die Kieselerde sich gegen den Kalk wie eine Säure verhält, aber auch nur als schwache Säure, denn auf nassem Wege wird sie schon durch die Kohlensäure zersetzt. Was ihr an Stärke abgeht, ersetzt sie jedoch durch die Tendenz cohärente Verbindungen zu bilden, und daher

kommt es, daß Kieselerdeverbindungen wie z. B. Glas, Feldspath ꝛc. selbst nicht durch starke Säuren zersetzt werden. In dieser Beziehung ist aber das Verhalten der verschiedenen kieselhaltigen Mineralien auch verschieden und wahrscheinlich von ihrer Kohärenz abhängig. Es können also nur diejenigen Silikate durch Säuren zersetzt werden, deren Kohärenz einen gewissen Grad nicht übersteigt. Unter diesen Silikaten giebt es wieder solche, welche sich sogar gänzlich in Salzsäure oder Salpetersäure auflösen, allein die aufgelöste Kieselerde scheidet sich bald wieder aus der Auflösung als Kieselgallerte ab.

Zuweilen kann die Kohärenz solcher kieselhaltiger Mineralien, welche Säuren nicht direkte angreifen, durch Glühen mit Alkalien oder alkalischen Erden vermindert werden; so kann z. B. ein Thonerdesilikat (Thon) durch Glühen mit Ätzkalk oder selbst mit kohlensauern Kalk aufgeschlossen und für die Einwirkung der Säuren zugänglich gemacht werden. Aus diesem Grunde wird auch der Thon des Mergels schon durch gehöriges Glühen aufgeschlossen, so daß er mit Säuren eine Gallerte bildet.

Der Quarz, Opal und die chemisch präperirte Kieselerde werden durch Glühen mit Kalk in den Zustand versetzt, daß sie sich mit dem Kalk zugleich in Säuren auflösen und eine Gallerte bilden.

Die Kohärenz der Kieselerde vermindert sich schon auffallend bei mehreren Silikaten, wenn sie für sich geglüht werden; deshalb sind viele Kieselverbindungen nach dem Glühen in Säuren auflöslich, welche vorher nicht dadurch angegriffen werden, z. B. Prehnit, Zoisit, Vesuvian ꝛc. Manche nehmen aber auch durch Glühen an Kohärenz zu, während andere dadurch gar nicht verändert werden.

Verhalten des Kalks zur Kieselerde und zu den Silikaten auf nassem Wege. Fuchs überzeugte sich durch viele Versuche, daß der Kalk auf nassem Wege mit der Kieselerde und vielen Silikaten, selbst mit solchen, die schon eine beträchtliche Menge Kalk enthalten, Verbindung eingeht, und sie gewissermassen aufschließt. Ein Beweis dafür findet sich in dem Verhalten gewisser, für sich nicht gelatinirender Silikate, welche so wie die Kieselerde selbst, auf einem gewissen Grade der Kohärenz mit Säuren eine Gallerte bilden, wenn sie mit Kalk gemengt eine Zeitlang im Wasser gelegen haben. Ein untrügliches Kennzeichen dieser Wechselwirkung zwischen dem Kalk und der freien oder verbundenen Kieselerde ist, daß diese Gemenge an Konsistenz zunehmen und zwar um so mehr, je länger sie im Wasser liegen.

Die Zunahme der Konsistenz ist oft schon nach 2—3 Tagen, ja bisweilen nach 24 Stunden sehr bemerkbar; dagegen zeigt sich das Gelatiniren mit Säuren gewöhnlich erst nach mehreren Wochen und in einzelnen Fällen vergehen sogar Monate, bis man diesen Versuch mit sicherm Erfolg machen kann. Bei diesen Versuchen müssen die Mineralien

fein pulverisirt seyn; man mengt sie dann innig mit ebenfalls fein gepulverten ungelöschten Kalk, von welchem man nicht zu viel nehmen darf, wenn die Proben sogleich in Wasser stehen sollen. Das Gemenge wird mit Wasser zu einem nicht zu dünnen Brei angerührt und damit die Theile schneller und kräftiger auf einander wirken, zwischen Löschpapier etwas zusammengedrückt. Durch die Wärme scheint dieser Prozeß befördert zu werden. Ist die Kieselerde bereits mit Basen sehr gesättigt, so kann der Kalk keine starke Wirkung mehr darauf äußern; nur dann möchte eine Ausnahme Statt finden, wenn zugleich viel Thonerde vorhanden ist, weil diese gegen den Kalk zum Theil selbst als Säure auftritt und sich damit chemisch verbindet. Das Ausglühen der Silikate ist in der Regel für diesen Prozeß sehr vortheilhaft, vermuthlich weil dadurch der gehörige Kohärenzzustand der Kieselerde herbeigeführt wird.

Versuche dieser Art wurden nun angestellt mit Quarz, Opal, reiner Kieselerde, gebranntem Thon, mit Bimsstein, Pechstein und andern theils geglühten, theils ungeglühten Mineralien, welche sämmtlich mit 1/3—1/6 Kalk gemengt unter dem Wasser erhärteten. Enthielten die angewendeten Mineralien Alkalien, so schieden sich diese auch zum Theil durch die Einwirkung des Kalkes aus. Vielleicht ließe sich diese Eigenschaft benützen, um aus denselben die Alkalien entweder ganz oder theilweise abzuscheiden und so vortheilhaft im Großen zu gewinnen; hierzu dürfte sich vielleicht der Klingstein eignen.

Aus Fuchs Versuchen geht ferner hervor, daß auch die Bittererde in Verbindung mit Kalk z. B. als gebrannter Dolomit auf gleiche Weise gegen die Silikate sich wie der reine Kalk selbst verhält; auf präparirte Kieselerde und auf gebrannten Thon war selbst die Wirkung noch kräftiger.

Von der Bittererde darf man übrigens keine Wirkung auf den Kalk erwarten, da sie selbst basischer Natur ist. Dasselbe gilt auch von vielen andern Salzbasen, namentlich von dem Eisen- und Manganoxyd.

Das beschriebene Verhalten der Kieselerde zum Kalk ist äußerst merkwürdig, weil beide Körper nicht im flüssigen Zustand sind und doch so kräftig chemisch auf einander einwirken. Bei dem Cämentationsprozeß finden ähnliche Erscheinungen Statt und man könnte diese Einwirkung des Kalkes auf die Kieselerde unter besagten Umständen füglich die nasse Cämentation nennen.

Mörtel. Bei der Mörtelbereitung wird dem Kalk stets ein Zusatz gegeben, der Zuschlag heißt. Man könnte den Kalk den positiven und den Zuschlag den negativen Faktor des Mörtels nennen. Von der Qualität und Quantität dieser beiden Faktoren hängt hauptsächlich die Beschaffenheit des Mörtels ab. Man unterscheidet mechanischen und chemischen Mörtel; bei jenem verbindet sich der

Kalk mit dem Zuschlag durch die Adhäsionskraft, bei diesem durch chemische Anziehungskraft. Der Erstere wird Luftmörtel, der Zweite Wassermörtel oder hydraulischer Mörtel genannt. Bisweilen werden beide in der Praxis vortheilhaft vereinigt und dieses Gemenge kann man sodann Doppelmörtel nennen. Der Zuschlag zum Wassermörtel muß von der Art seyn, daß der Kalk chemisch darauf einwirken kann, und dieser wird dann Cäment oder chemischer Zuschlag genannt.

Der Kalk darf bei Bereitung des Mörtels nie im Übermaaß angewendet werden, und zwar um so weniger, je feiner und reiner er ist. Gegen diese Hauptregel wird sehr oft gefehlt und die meisten Widersprüche bei Beurtheilung der relativen Güte des Mörtels sind daher enstanden, daß man hierauf nicht immer gehörig Rücksicht genommen hat.

Luft-Mörtel. Derjenige Mörtel, welcher für Bauwerke bestimmt ist, die auf trocknem Boden aufgeführt werden und der blos der Luft ausgesetzt bleibt, heißt Luftmörtel oder gemeiner Mörtel. Er gehört zu dem mechanischen Mörtel, wenn nicht der dazu verbrauchte Kalk zufällig etwas Cäment enthält. 1 Gewichtstheil von dem auf gewöhnliche Weise gelöschten Kalk und 6 Gewichtstheile Zuschlag möchte ein richtiges Mischungsverhältniß geben. Viel kommt jedoch dabei auf die physische Beschaffenheit des Zuschlags und auf die Natur des Kalkes an. Vom Kalk wird um so weniger erfordert, je fetter er ist, denn jedes mechanische Bindemittel z. B. der Leim bindet um so besser, je dünnere Lagen er bildet, und je mehr die zu verbindenden Theile einander genähert sind. Auch der gebrannte Dolomit liefert guten Mörtel.

Als Zuschlag braucht man zum Luftmörtel gewöhnlich nur Sand, als Quarzsand, Feldspathsand, Kalksand und Gemenge dieser Sandarten. Die Erfahrung hat gelehrt, daß nicht etwa blos Quarzsand, sondern auch Kalksand sehr guten mechanischen Mörtel liefert. Nachtheilich ist für den Mörtel, wenn der Sand mit organischen oder humusartigen Stoffen verunreinigt ist. Man muß dann den Sand entweder waschen oder besser noch, brennen. Die Form der Sandkörner hat keinen Einfluß, aber die Größe des Korns ist einer der wichtigsten Punkte. Weder zu grober noch zu feiner Sand liefert ein erwünschtes Resultat; es muß stets grober und feiner Sand in mehreren Abstufungen vorhanden seyn, wenn eine fest verbundene Masse erzeugt werden soll. Ganz grober Sand kann jedoch eher entbehrt werden als der feine.

Das bei der Mörtelbereitung anzuwendende Wasser muß frei von Salzen seyn, weil es sonst zur Entstehung von salinischem Mauerfraß giebt; enthält es z. B. Kochsalz, so wittert aus den Mauern kohlensaures Natron aus. Am besten ist es daher Regenwasser oder in Ermanglung dessen Flußwasser zu nehmen.

Zuschläge von porösen Substanzen, welche das Wasser blos einsaugen, ohne es chemisch zu binden, oder in den starren Zustand überzuführen, wie z. B. Kohle oder Knochenerde schaden nur der Qualität des Mörtels. Verbessert aber kann derselbe werden, entweder durch einen feinen mechanischen oder chemischen Zuschlag (Cäment). Fein pulverisirte feste und dichte Körper, als Marmorpulver, Quarzpulver, selbst pulverisirter Sand wirken vortheilhaft auf die Haltbarkeit und Festigkeit des Mörtels ein, man darf aber dann beim Anmachen des Mörtels nicht zuviel Wasser nehmen, weil sonst das feine Pulver sich wie beim Schlämmen von den gröbern absondert.

Noch mehr kann der Mörtel durch ein Cäment, oder was dasselbe leistet durch Zusatz von thonhaltigen oder magern Kalk verbessert werden, wodurch ein Doppelmörtel gebildet wird. Ein solcher Mörtel eignet sich besonders gut zum Anwurf der Wetterseite von Gebäuden, zu Terrassen, Fundamenten, Kellern ꝛc. Die Gebäude werden dadurch nicht allein vorzüglich fest, sondern auch das Aufsteigen der Feuchtigkeit in den Mauern wird verhindert, wenn die Grundmauer mit solchem Mörtel aufgeführt wird. Es können dadurch die Bleiplatten erspart werden.

Sehr nachtheilig für den Mörtel, vorzüglich für den Doppelmörtel ist zu schnelles Austrocknen, daher ist es in warmen Sommertagen, wenn es lange nicht regnet, nicht nur sehr gut, sondern sogar nothwendig, die frischen Mauern öfters mit Wasser zu bespritzen, wenn man will, daß sie solid werden sollen.

Der Zusammenhalt des mechanischen Mörtels wird lediglich bewirkt durch das an den Theilen des Zuschlags erhärtende Kalkhydrat, an welche es durch die Adhäsionskraft fest angedrückt wird.

Es bildet sich zugleich immer kohlensaurer Kalk und unter gewissen Umständen kann nach und nach das Wasser sogar ganz entweichen und durch Kohlensäure ersetzt werden, allein dieß erfolgt nur sehr langsam und verändert wahrscheinlich nichts im physischen Zustande des Mörtels. War zuvor das Kalkhydrat kompakt, so wird auch ein kompakter kohlensaurer Kalk entstehen; war es aber locker, so wird auch nur eine lockere kohlensaure Verbindung erzeugt werden können.

Wassermörtel. Man versteht darunter diejenige Art von Mörtel, welche unter Wasser gut anzieht, darin nach und nach steinhart und für dasselbe undurchdringlich wird. Er kommt im Wesentlichen mit den im Wasser erhärtenden Produkten überein, welche der Kalk mit Kieselerde und verschiedenen Silikaten bildet, und jene sind eigentlich nichts anderes als reiner hydraulischer oder chemischer Mörtel. Seine beiden Hauptfactoren sind Kieselerde und Kalk, welche unter dem Einflusse des Wassers chemisch auf einander wirken. Die Kieselerde aber kann zum hydraulischen Mörtel nie unmittelbar in Anwendung kommen, weil sie in dem Zustande, wie sie in der Natur gewöhnlich für sich wie

z. B. im Quarz vorkommt, zu kohärent ist, als daß der Kalk auf nassem Wege merklich darauf einwirken könnte. Ihre Stelle müssen daher solche Silikate vertreten, welche häufig in der Natur vorkommen und so beschaffen sind, daß der Kalk entweder geradezu darauf einwirken kann, oder daß sie leicht durch Brennen in diesen Zustand versetzt werden können. Diese Körper heißen Cämente oder chemische Zuschläge. Der magere Kalk enthält schon Cäment und der Mörtel bisweilen mehr davon als nöthig ist. Noch weiß man nicht, wie die Cämente chemisch konstituirt seyn müssen, um die besten Dienste zu leisten. Bei denjenigen, welche viel Thonerde enthalten tritt wahrscheinlich diese Erde mit als negativer Faktor auf. Sollte vielleicht auch Eisen und Manganoxyd eine Rolle dabei spielen, so sind sie wie auch die Magnesia positive Factoren und stehen also dem Kalk zur Seite. Bei diesen Metalloxyden wird übrigens auch viel auf ihre Oxydationsstufe ankommen und es wird einen bedeutenden Unterschied in ihrer Wirksamkeit begründen, ob sie entweder im Kalk vorhanden oder in dem Cäment schon chemisch gebunden sind, und je nachdem dieses viel oder wenig von andern kräftigern Basen enthält. Eine wichtige Rolle spielt zuweilen der basisch-kohlensaure Kalk, wodurch das Anziehen sehr befördert wird, und wozu auch der Gyps, welcher sich manchmal unter den Bestandtheilen findet, etwas beizutragen scheint. Einen großen Einfluß hat hierauf auch die physische Beschaffenheit des Kalks und Zuschlags, die Bereitungsart und Wassermenge, welche dabei angewendet wird, und vorzüglich das quantitative Verhältniß von Kalk und Zuschlag. Je feiner der Kalk und Zuschlag zertheilt sind, je inniger sie gemengt werden, und je weniger Wasser dazu genommen wird, desto schneller zieht der Mörtel an. Am meisten werden die Resultate durch das quantitative Verhältniß abgeändert. Ein Übermaß von Kalk macht, daß sich der Mörtel im Wasser zertheilt; ist aber nicht gar zu viel Kalk vorhanden, so zieht er später doch wieder an und erlangt oft eine beträchtliche Festigkeit, wenn das Cäment von guter Beschaffenheit ist. Sparsame Anwendung des Kalks ist demnach auch hier wie bei dem mechanischen Mörtel zu empfehlen. Gewöhnlich werden dem hydraulischen Mörtel zur Vermehrung der Masse auch mechanische Zuschläge, feiner oder grober Sand ꝛc. beigegeben und so ein Doppelmörtel gebildet.

Sehr guter Wassermörtel läßt sich darstellen mit fettem Kalk und verschiedenen in Massen vorkommenden Silikaten. Zu diesen gehört vorzüglich der Thon, der gelinde gebrannt, ein mehr oder weniger gutes Cäment abgiebt. Je feuerfester er ist und je weniger Eisenoxyd er enthalt, desto besser eignet er sich zu Cäment. Ein geringerer Eisengehalt schadet ihm jedoch nicht, je höher aber derselbe steigt, desto langsamer bindet er mit dem Kalk, giebt aber oft zuletzt doch ein ziemlich festes Produkt. Von vorzüglicher Qualität

ist der Thon von Abensberg (Isarkreis), welcher nur 5—6 Prozente Eisenoxyd enthält. Wird derselbe schwach gebrannt, dann fein gemahlen und mit Kalk im Verhältniß wie 4:1 oder noch besser wie 5:1 gemengt und mit der nöthigen Menge Wassers gut durcheinander gearbeitet, so liefert er eine sehr feine und höchst bildsame Masse, welche sogleich im Wasser steht und nach 14 Tagen so fest wird, daß sie nur mit Mühe vom Fingernagel Eindrücke annimmt. Es lassen sich damit die kleinsten Fugen zwischen den Steinen ausstreichen und Wasserbehälter viel dauerhafter wasserdicht machen, als mit andern viel kostspieligern Kittmassen. Die Stelle des Thons können vertreten: gebrannter Thonschiefer, Basalt, Wacke ꝛc., die aber auch, als sehr verschieden chemisch zusammengesetzte Körper, Cämente von verschiedener Güte abgeben. Auch Scherben von Töpfergeschirr, unbrauchbar gewordene Porzellancapseln, zerbrochene Dachziegel und Backsteine geben Cämente, müssen aber zuvor sehr fein gemahlen werden.

Längst bekannt als gute Cämente sind der Traß und die Puzzolane, die nichts weiter als gebrannte Thonarten sind; allein auch diese sind hinsichtlich ihrer Güte verschieden. Der gemeine Opal und der Pechstein von Meissen in Sachsen würden ebenfalls einen guten Wassermörtel geben, wenn man sie als feines Pulver anwendete. Ein gutes natürliches Cäment liefert auch der Traß von Monheim.

Die Prüfung der Cämente hinsichtlich der Güte und des Kalkbedarfs ist leicht. Der zu prüfende Körper wird fein pulverisirt, in mehrere Portionen getheilt und jede derselben mit einer verschiedenen Quantität Kalk gut gemengt und mit Wasser zu einem steifen Brei angemacht. Diesem gibt man eine beliebige Form und bringt ihn, wenn er nicht zu weich ist, sogleich ins Wasser; ist er aber zu weich, so muß man ihn eine Zeitlang an der Luft liegen lassen, oder noch besser zwischen Löschpapier auspressen. Wenn er nach 24 Stunden nicht zerfallen ist, so kann man darauf rechnen, daß er von Tag zu Tag an Festigkeit zunimmt. Zerfällt aber die Probe, so ist deshalb das Cäment noch nicht sogleich zu verwerfen; sie zieht oft später noch an und wird bisweilen noch so fest als andere, welche sogleich im Wasser stehen. Sollte die Probe langsam anziehen, so drückt man besser die Masse in ein Glas und gießt Wasser darauf. Oft zerfallen die Proben blos, weil das Pulver zu grob war, oder weil viel oder nicht vollkommen gelöschter Kalk genommen wurde.

Ein anderes Material zu Wassermörtel liefert der thonhaltige Kalkstein oder Mergel, der Kalk und Zuschlag schon in sich vereinigt. Dieses Mineral hat gewöhnlich eine aschgraue Farbe, die sich zuweilen ins schwärzliche, gelbliche oder röthliche zieht. Es ist vollkommen undurchsichtig, weniger hart als der gemeine Kalkstein und läßt sich mit dem Messer schaben, ja oft selbst mit dem Fingernagel ritzen. Im

Bruche ist es erdig, bald fein, bald groberdig und im Großen zeigt es schiefrige Absonderung. Angehaucht oder befeuchtet riecht er gewöhnlich stark nach Thon. Im starken Feuer schmilzt er zu einer schlackenartigen Masse, ist aber hinsichtlich der Schmelzbarkeit verschieden, je nach seinem verschiedenen Thongehalt. Enthält er nur wenig Thon, so ist er strengflüssig. Mit Säuren brauset er stark und löst sich nie ganz in Salz- oder Salpetersäure auf, indem er immer einen schlammartigen Rückstand hinterläßt. Er kommt sehr häufig in den jüngern Gebirgen (Flötzgebirge) vor, wo er sich theils in mehr oder minder mächtigen Schichten zwischen Flötzkalkstein findet, oder selbst oft bedeutende Berge bildet. Zuweilen findet er sich auch im aufgeschwemmten Lande zwischen Thon- und Sandschichten und hat dann oft das Ansehen des Thons. Nicht selten kommt er in runden oder plattgedrückten Kugeln vor, die manchmal Gyps, Quarz Schwefelkies rc. und selbst Versteinerungen einschließen. Er enthält außer den beiden Hauptgemengtheilen oft kohlensaures Eisen- und Manganoxydul; auch kohlensaure Magnesia scheint in ihm fast nie zu fehlen, und bisweilen ist so viel davon vorhanden, daß man ihn als ein Gemenge von Thon und Dolomit betrachten kann.

Der wichtigste Unterschied des Mergels liegt in dem verschiedenen Thongehalt und in dem verschiedenen quantitativen Verhältnisse, in welchem Kiesel und Thonerde im Thon zu einander stehen. Das Verhältniß zwischen Thon und Kalk ist im Mergel, weil er ein Gemenge ist, ganz unbestimmt; der Thongehalt beträgt oft an 50 Prozent, fällt aber auch bis zu 10 Prozent und dann bildet der Mergel schon den Übergang zum gemeinen dichten Kalkstein.

Der Thongehalt des Mergels wird gefunden, wenn man eine gewogene Menge von fein pulverisirtem Mergel mit verdünnter Salz- oder Salpetersäure so lange übergießt, als noch ein Aufbrausen erfolgt. Ist dieses vorüber, so filtrirt man die Flüssigkeit und süßt den Bodensatz gut aus. Derselbe wird, nachdem er scharf getrocknet worden, gewogen und gibt so die im Mergel enthaltene Thonmenge.

Wird der Mergel gebrannt, so wirkt der Kalk auf den Thon, beide verbinden sich chemisch mit einander und der Letztere wird dann so aufgeschlossen, daß er mit Säuren eine Gallerte bildet. Es kommt sehr viel auf die Art des Brennens an, wenn man den Mergel in guten hydraulischen Mörtel verwandeln will.

Der gebrannte Mergel verhält sich zum Wasser sehr verschieden. Derjenige, welcher viel Kalk und nur ungefähr 10 Prozent Thon enthält, läßt sich, wenn er stark gebrannt worden, ziemlich gut löschen, steht aber nicht im Wasser. Schwach gebrannt, pulverisirt und mit Wasser angemacht, erwärmt er sich und gibt eine Masse, welche im Wasser ziemlich fest wird. Der Mergel von mittlerem Thongehalt, gleichviel ob schwach oder stark (nur nicht bis zum Schmelzen) gebrannt, erwärmt sich

mit Wasser nur, wenn er in Pulverform damit zusammenkommt, und steht nicht nur sehr gut im Wasser, sondern wird in kurzer Zeit darin steinhart. Er ist der Regel der beste. Steigt der Thongehalt des Mergels über 30 Prozente, so giebt er dann ein im Wasser stehendes und erhärtendes Produkt, wenn er gelinde gebrannt wurde. Es möchte dieses Verhalten sich ganz einfach aus den verschiedenen Zuständen des gebrannten Mergels erklären lassen. Der basisch kohlensaure Kalk, den der schwach gebrannte immer enthält und der beim Zutritt des Wassers in eine Verbindung von Kalkhydrat und kohlensauren Kalk (Hydrocarbonat) umgewandelt wird, ist es, der vorzüglich zu seiner Erhärtung beiträgt. Stark gebrannter Mergel von großem Thongehalt hat zu wenig freien Kalk, als daß er gut binden könnte; daraus folgt, daß man den Mergel in der Regel schwach brennen muß, wenn man ihn in guten Wassermörtel umwandeln will.

Enthält der Mergel sehr viel Thon und hat durch zu starkes Ausglühen die Fähigkeit im Wasser zu stehen verloren, so kann man ihn dadurch wieder verbessern, daß man ihm etwas Kalk zusetzt. Es ist oft schon hinreichend, wenn man beim Anmachen statt des Wassers dünne Kalkmilch anwendet. Enthält er aber viel Kalk, und ist er so stark gebrannt worden, daß er sich löscht, so muß man ihm, wenn er im Wasser nicht zerfallen und nicht lange zum Anziehen brauchen soll, etwas Cäment beigeben. Wenn man verschiedene Mergelsorten, kalkreiche und kalkärme, nachdem sie gebrannt und pulverisirt worden, mit einander mengt, so wird man ohne Zweifel auch seinen Zweck erreichen.

Nicht alle Mergelsorten, wenn sie auch gleichen Thongehalt haben und gleich stark gebrannt worden sind, geben gleiche Resultate; die chemische und physische Beschaffenheit des Thons, je nachdem er mehr oder weniger Kieselerde enthält, je nachdem er feiner oder gröber ist, und vorzüglich die Nebenbestandtheile und Gemengtheile des Ganzen haben darauf einen großen Einfluß und ändern die Resultate sehr ab. Die Gegenwart von viel Eisen- oder Manganoxyd ist diesem Mörtel ebenso wenig zuträglich, als dem durch unmittelbare Mengung von gebranntem Thon und Kalk dargestellten. Indeß wenn diese Oxyde mit Kohlensäure vereinigt im Mergel vorhanden und nicht schon voraus mit dem Thon desselben chemisch verbunden sind, scheinen sie bei geringem Kalkgehalt des Mergels den Kalk einigermassen ersetzen zu können. Ein solcher Mörtel zieht aber immer nur sehr langsam an. Die im Mergel oft vorkommende Magnesia ist nicht nachtheilig; ebenso nicht der Gyps, welcher vielmehr das Anziehen sehr befördert, und sich durchaus nicht im Wasser auflöst. Man kann daher auch solchen Mörtel, der im Wasser zerfällt und sehr langsam bindet, dadurch daß man ihm beim Anmachen mit Wasser etwas Eisenvitriolauflösung zusetzt, dahin bringen, daß er sogleich im Wasser steht und schnell anzieht.

Ein sehr gutes Mittel den hydraulischen Mörtel vor dem Zerfallen zu schützen und in kurzer Zeit zu einer großen Festigkeit zu bringen ist die Auflösung des Wasserglases. Überstreicht man ihn damit, nachdem er zuvor etwas angezogen hat und bevor man das Wasser darauf wirken läßt, so kann ihm das Wasser nicht das Mindeste mehr anhaben. Er bekommt eine harte Kruste, hinter welcher der Kalk und das Cäment ruhig und ungestört weiter auf einander einwirken können. Kleine Proben in verdünnte Glasauflösung gelegt wurden in 2—3 Tagen auf der Oberfläche so hart, daß sie sich nicht mehr mit dem Fingernagel ritzen ließen. Das Verfahren den Mergel zu prüfen, ob und in wie ferne er zum Wassermörtel tauglich sey, ist folgendes. Man zerschlägt ihn in Stücke, die nicht über einen Zoll dick sind und brennt ihn im Tiegel oder was noch besser ist, zwischen Kohlen in mittelmäßiger Rothglühhitze 1 1/2—2 Stunden, Die gebrannten Stücken werden dann zu einem feinen Pulver zerrieben, welches man ebenso behandelt wie das mit Cäment und Ätzkalk bereitete. Die Stücke müssen durchgebrannt seyn, was man leicht an der Gleichheit der Farbe und der Konsistenz erkennt. Es ist auch rathsam, zugleich einen Versuch auf nassem Wege zu machen um den Thongehalt zu bestimmen, weil sich hiernach einigermassen die Behandlung im Feuer richtet.

Da man bei dem mit Mergel darzustellenden Wassermörtel auf die Mitwirkung des basisch-kohlensauern Kalks rechnen muß, so darf man das gebrannte Produkt nicht zu lange der Luft aussetzen, weil sich durch Anziehung von Wasser die Verbindung von Kalkhydrat mit kohlensauern Kalk bildet, und dadurch die Fähigkeit unter Wasser zu binden zum Theil verloren geht. In feuchter Luft ballt sich auch das Pulver zusammen, der Kalk fängt dann auch an auf das Cäment zu wirken, und überhaupt wird da der Prozeß schon eingeleitet, welcher erst im Wasser beginnen soll.

In Baiern kommt sehr viel Mergel vor, welcher sich zu Wassermörtel eignet und womit bereits die gelungensten Versuche angestellt worden sind. Gewiß wird man auch in andern Gegenden Deutschlands nicht vergeblich nach diesem so nützlichen Mineral suchen und nach der von Fuchs gegebenen Anleitung leicht zubereiten und anwenden können. Es ist dieß um so wünschenswerther, weil der aus dem Mergel zu bereitende hydraulische Kalk zu mancherlei Zwecken die wichtigste Anwendung findet. Hierauf machte kürzlich Herr Ingenieur Panzer in Würzburg aufmerksam, der veranlaßt durch Fuchs Abhandlung im Untermainkreise Baierns Mergel aufsuchte und auch an verschiedenen Orten denselben von wünschenswerther Qualität fand. Panzer machte bereits im Großen Anwendung von dem aus gebrannten Mergel bereiteten hydraulischen Mörtel und erhielt die besten Resultate; es verdienen dieselben allenthalben gekannt zu seyn, damit dieser für die Baukunst hochwichtige Gegenstand recht bald allgemein beherzigt werde.

Wir verweisen in dieser Hinsicht auf die Panzer'sche Schrift: „Anleitung über die Bereitung des Mörtels aus hydraulischem Kalke, in Beziehung auf die Auffindung des vorzüglich hierzu sich eignenden Mergels, sowie über das Verfahren, welches bei der Anwendung des hydraulischen Mörtels, sowohl bei Landgebäuden, als auch bei Bauten im Wasser zu beobachten im Wässer ist." Würzburg 1831.

Über diesen Gegenstand sind noch folgende Schriften vorhanden.

Wolfram, vollständige Abhandlung über Kalk, Gyps und Mörtel ꝛc. Kulmbach 1813.

John, gekrönte Preisschrift über Kalk und Mörtel ꝛc. Berl. 1819.

Girard de Caudemberg, Notices sur de nouveaux mortiers hydrauliques qu'on obtient avec les arènes ou sables argileux. Paris 1827.

L. I, Vicat, Resumè des connaissances positives actuelles sur les qualitès, le choix etc. des matèriaux propres à la fabrication des mortiers et ciments calcaires. Paris 1828.

Raucourt de Charleville, Traité sur l'art de faire de bons mortiers, Paris 1828.

Treussart (Général), memoire sur les mortiers hydrauliques et sur les mortiers ordinaires. Paris 1820.

Hassenfratz, Traité de l'art de calciner la pierre calcaire etc. Paris 1829.

A. u. E.

Capitel VIII.

Gyps. (Plâtre.)

1342. Der gebrannte Gyps ist nichts anderes als natürlicher schwefelsaurer Kalk, welcher bis zu einem gewißen Punkte geglüht wurde, um sein Krystallwasser zu verjagen, ohne daß er jedoch dadurch geschmolzen wird. Wird der Gyps in diesem Zustande pulverisirt und mit so viel Wasser gemengt, um daraus eine breiartige Masse zu bilden, so erstarrt diese in wenig Augenblicken, und bildet eine feste Masse. Während des Anmachens mit Wasser erwärmt er sich etwas. Diese Erscheinungen sind leicht erklärlich, denn der Gyps erhält so sein Krystallwasser wieder, welches durch's Glühen sich aus ihm entfernt hatte und krystallisirt nun aufs Neue. Es entbindet sich deshalb Wärme und die Erstarrung findet in Folge der Vereinigung der gebildeten Krystalle Statt. Damit alle diese Wirkungen eintreten, muß alles Wasser vorher durch Erhitzen verjagt worden seyn, ohne daß die Hitzgrade dabei so stark seyn dürften, um eine Schmelzung des Gypses zu bewirken, denn dadurch würde es dann seine Fähigkeit, diese Flüssigkeit zu absorbiren, verlieren. Die ganze Aufgabe beim Gypsbrennen besteht also darin, die Temperatur richtig zu treffen.

1343. Wird der Gyps bis auf 115° C erhitzt, so verliert er sein sämmtliches Krystallwasser; zur Schmelzung erfordert er dagegen Rothglühhitze. Die Differenz bei der Temperatur ist nun so groß, daß es leicht ist sich zwischen angemessenen Grenzen zu halten. Da der Gyps jedoch ein sehr schlechter Wärmeleiter ist und derselbe gewöhnlich in ziemlich großen Stücken gebrannt wird, so kann zuweilen der Fall eintreten, daß die Oberfläche der Stücke geschmolzen ist, während das Innere noch nicht gar gebrannt ist. Dieser Effekt

zeigt sich oft an Massen, welche an verschiedenen Punkten des Ofens gelegt worden, und es geht daraus hervor, daß diese so einfache Operation dennoch einigen Schwierigkeiten unterliegt. Vielleicht würden zweckmäßig erbaute Öfen diese Operation mit mehr Sicherheit vollbringen lassen, allein bei dem jetzigen Zustand derselben ist viel Sorgfalt und Aufmerksamkeit nöthig, um alle schlechten Resultate zu vermeiden.

1344. Der Gypsofen ist ein länglicher leerer Raum, welcher von drei Mauern eingeschlossen ist, welche drei Meter hoch sind. Die eine davon ist drei Meter breit, und die übrigen beiden aber sechs Meter. Man bedeckt den Ofen mit einem Dach, welches den Gyps gegen Regen schützt. Der ungebrannte Gyps wird in den Ofen gelegt und von einem aus mehreren Bogen zusammengesetzten Gewölbe getragen, zwischen welchen ein Mensch bis hinab auf den Grund durchkriechen kann. Die Pfeiler und das Gewölbe selbst wird aus ausgesuchten großen Gypsstücken aufgebaut.

1345. Sobald der Ofen mit Gyps vollgefüllt ist, zündet man zwischen jeden Bogen Feuer an und schürt ganz mäßig fort, um soviel als möglich die ganze Masse gleichförmig zu erhitzen. Trotz aller Vorsicht aber sind doch die dem Feuer zunächst liegenden Stücke zu viel und die entferntesten zu wenig gebrannt, und nur die im Innern befindlichen Massen allein haben die gehörigen Hitzgrade bekommen. Diese Übelstände kann man zum Theil vermeiden, wenn man den Gyps, der vorher pulverisirt worden, in einem Reverberirofen erhitzt. Da man ihn in diesem leicht umrühren kann, so hat man es ganz in seiner Gewalt den nöthigen Hitzgrad zu geben. *)

1346. Der gebrannte Gyps muß an einem trocknen Orte aufbewahrt werden; er würde sonst nach und nach sein Krystallwasser an der Luft wieder anziehen und dadurch alle seine Eigenschaften wieder verlieren. Es ist zu dem Endzweck besser ihn nicht eher zu pulverisiren, als bis man ihn verbraucht. An feuchten Orten ist der Gyps nicht mit Vortheil anzuwenden,

*) An vielen Orten wird der Gyps, nachdem er fein gemalen ist, in flachen eisernen Pfannen erhitzt, und während der Operation beständig umgerührt, um ihn gleichförmig durchzubrennen.

weil er sich im Wasser auflöst; auch bei Fundamenten muß man ihn vermeiden, sowie man denselben im Winter nicht anwenden darf, da das absorbirte Wasser gefrieren kann, und dann der Zusammenhang der Masse gänzlich durch die Ausdehnung des Eises zerstört werden würde.

1347. Die Gypsformer wenden ausgesucht reinen Gyps an. Beim Bauen wendet man gerne zum Mauern Gyps an, welcher 12—13 Prozente kohlensauern Kalk enthält, wie der Gyps von Montmartre. Man glaubte lange Zeit, daß dieser kohlensaure Kalk durch das Brennen in Ätzkalk verwandelt werde und erklärte daraus die größere Festigkeit dieses unreinen Gypses. Gay-Lussac zeigte aber, daß der kohlensaure Kalk sich nicht verändert durchs Brennen, und schreibt die vorzüglichen Eigenschaften dieses Gypses vielmehr einer noch nicht gehörig gekannten Ursache zu, welche mit der Gegenwart des kohlensauern Kalks in keinem Zusammenhang zu stehen scheint. Soviel ist gewiß, daß dieser nicht durch das Brennen des Gypses verändert wird; auch werden die weichen Gypse nicht durch Hinzufügen einer Menge Kalk oder Kreide, welche der gleich ist, die sich im Pariser Gyps befindet, verbessert.

1348. Gay-Lussac glaubt nun, daß die relative Härte des gebrannten und angemachten Gypses im geraden Verhältniß steht zu dessen Härten vor dem Brennen. Die dichten Gypssteine müssen demnach wieder harten und dichten Gyps geben, während dagegen die weichen oder leichten Steine auch nur weichen Gyps geben. *)

*) Beim Verbrauch des gebrannten Gypses hat man darauf zu sehen, daß er nicht mit zuviel Wasser angemacht, und schnell verarbeitet werde. Der gebrannte Gyps wird hauptsächlich noch angewendet zu Stukaturarbeiten und zur Bereitung des Gypsmarmors, der ein Gemenge von verschiedenartig gefärbtem Gyps ist. Gypsestrich ist noch in manchen Gegenden gebräuchlich. Der Gyps wird auch gebraucht um die Böden von Ölfässern zu bekleiden. Zu Verfertigung von Büsten, Statuen und Gypsabgüssen aller Art, wenn solche vorzüglich rein und weiß ausfallen sollen, nimmt man entweder den schönsten Alabaster oder das Frauenglas (Gypsspath), welche ganz farblos sind. Der gebrannte Gyps ist überhaupt dem plastischen Künstler ein unschätzbares Material. A. u. E.

Capitel IX.

Glas, Straß und Email.

1349. Durch die Entdeckung des Glases hat die Chemie ohne Widerrede der Zivilisation einen der wichtigsten Dienste geleistet. Wir übergehen den ökonomischen Nutzen des Glases und weisen nur auf die Anwendung desselben hinsichtlich des Studiums der Naturerscheinungen hin, wo es einen außerordentlichen Einfluß geäußert, und nicht wenig zur geistigen Bildung des Menschen beigetragen hat. Mit Hilfe des Glases allein hat die Astronomie so bewundernswerthe Fortschritte gemacht; die Naturforscher haben mittelst des Mikroscopes eine Menge der interessantesten Naturerscheinungen studirt, von welchen man früher keine Ahnung hatte; überhaupt aber ist die Anwendung des Glases in der Physik und Chemie charakteristisch für die neuere Zeit, denn man darf kühn behaupten, daß ohne dasselbe diese Wissenschaften noch weit zurück seyn würden.

1350. Es ist übrigens aber merkwürdig, daß das so vielfach benutzte Glas, dessen Eigenschaften einen so entschiedenen Einfluß auf verschiedene Anwendungen haben, bisher noch nicht so genau untersucht worden ist, daß man eine richtige Theorie hinsichtlich seiner Bereitung hätte aufstellen können. Zwar ist jetzt diese Theorie beinahe festgestellt, allein in den über die Fabrikation des Glases erschienenen Werken sucht man sie noch vergeblich, denn beinahe alle jene Werke gehören einer Zeit an, in der man die Rolle, welche die Kieselerde bei der Glasbereitung spielt, noch nicht genau gekannt hatte, und die neueren Schriften darüber sind keiner besondern Aufmerksamkeit werth. Ich bedaure, daß die enger gesteckten Grenzen dieses Buches nicht erlauben diesem Kapitel eine größere Ausdehnung zu geben; wenigstens aber werden wir

versuchen, alles zusammenzustellen, was man bestimmter, sowohl hinsichtlich der Geschichte, als der Eigenschaften, sowie der Fabrikation des Glases kennt.

1351. Wenn man dem Römer Plinius glauben darf, so ist die Entdeckung des Glases zufällig gemacht worden. Phönizische Kaufleute, welche mit Soda handelten, landeten am Ufer des Flusses Belus und wollten am Landungsplatz kochen. In Ermanglung eines andern Hilfsmittels nahmen sie einige Stücke Soda, worauf sie die Kochtöpfe stellten, und während nun das Feuer dazwischen brannte, schmolzen diese Stücke und verwandelten den Sand, worauf sie lagen, in Glas. Kennt man die zur Bereitung des am meisten schmelzbaren Glases erforderliche Temperatur und beobachtet man das Innere eines im Gange befindlichen Glasofens, so muß die Unwahrscheinlichkeit dieser Erzählung auffallen.

1352. Ohne Zweifel hat der Zufall, wie bei so vielen Entdeckungen, auch bei der Erfindung des Glases glücklich mitgewirkt; allein es bieten sich unter den schon von den Alten gekannten Künsten Erscheinungen dar, welche die Aufmerksamkeit des denkenden Beobachters in dieser Hinsicht fesseln. Die Fabrikation der Töpferwaaren, die Gewinnung der Metalle erfordern ein heftiges und anhaltendes Feuer, welches stark genug ist, um schmelzbare Silikate zu erzeugen, welche mehr oder weniger dem Glase ähnlich sind. Hätte nur z. B. ein verständiger Töpfer die Glastropfen, welche sich zufällig an seinen Produkten bilden, willkührlich wieder zu erzeugen gesucht, so hätte er mittelst Versuchen die Einwirkung der Asche auf den Thon kennen gelernt und wäre somit in den Stand gesetzt worden das Glas selbst zu bereiten; auf solche Weise läßt sich also die Entdeckung desselben weit leichter begreifen. Wie dem auch sey, die von Plinius angeführte Anekdote gehört sicher zu den eitlen Annahmen, durch welche die alten Kommentatoren das zu ergänzen suchten, was die Geschichte selbst mit Stillschweigen übergeht, und welche später zu so genannten Glaubensartikeln geworden sind, entweder aus Nachläßigkeit des Abschreibers oder eines neuen Kommentators.

1353. Unzweifelhaft ist es jedoch, daß die Phönizier das Glas schon kannten und lange Zeit beinahe ausschließlich im Besitze der Fabrikation desselben waren, weil sie Natron, Sand und Brennmaterial besaßen und übrigens auch in einem Küstenlande lebten.

Es ist hier nicht die Rede von dem in der Bibel erwähnten Glase, was uns glauben läßt, daß die alten Ägyptier es nicht kannten, obgleich behauptet wird, daß die ägyptischen Glashütten jenen von Tyrus und Sidon vorangegangen seyen. Nach Plinius und Strabo waren die Glasfabriken von Sidon und Alexandrien sehr berühmt und verfertigten sehr vollkommene Produkte; denn man verstund damals schon das Glas zu schneiden, zu graviren, zu vergolden und machte bereits gefärbte Gläser, durch welche man die Edelsteine nachzuahmen suchte, mithin lieferte man schon in jener Zeit das, was wir heute zu Tage fabriziren, was also zu beweisen scheint, daß dieser Fabrikationszweig schon sehr alt ist. Die Römer schon wendeten das Glas zu verschiedenen Zwecken an, was auf eine sehr beträchtliche Fabrikation hindeutet. In Herkulanum hat man Fenstergläser aufgefunden, welche offenbar auf ähnliche Weise geblasen worden seyn müssen, wie dieß jetzt noch geschieht.

Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, daß die Glasbereitungsmethoden in Phönizien sich erhalten haben und von dort im zwölften und dreizehnten Jahrhundert zur Zeit der Kreuzzüge in Europa bekannt wurden. Man lernte sie anfangs in Venedig kennen, welche Stadt lange Zeit die Glasbereitung als Monopol bewahrte; später wurde sie auch durch Colbert in Frankreich eingeführt.

1354. Obgleich nun im grauen Alterthume das Verfahren bei der Glasfabrikation dem noch jetzt üblichen sehr ähnlich gewesen seyn mag, so dürfen wir nicht glauben, daß dieser Industriezweig den Fortschritten der neuern Chemie nichts zu verdanken habe. Im Gegentheil kann man mit Bestimmtheit behaupten, daß auch jener gleich allen übrigen mit Hilfe derselben vorwärtsgeschritten ist, und daß die Verfahrungsarten viel einfacher geworden sind, seitdem die reinen Alkalien so wohlfeil im Handel zu haben sind. Die Fabrikations-

methoden haben jedoch nur Modificationen erlitten, welche bei einer minder aufmerksamen Betrachtung für ziemlich unbedeutend gehalten werden können. Unter den neuern Schriftstellern, welche über Glasfabrikation geschrieben haben, ist Agrikola der älteste; er beschreibt Öfen und Verfahrungsarten, welche den in unsern Tagen gebräuchlichen äußerst ähnlich sind.

Später beschäftigten sich Neri, Merret, Kunkel, Henkel, Pott, Achard und einige andere Chemiker mit der Glasbereitung; allein ganz besonders müssen darunter als die merkwürdigsten Werke erwähnt werden, die von Neri, die Denkschriften von Bosc d'Antic, der Artikel von Allut in der Encyclopaedie méthodique und das von Loysel. Diese Werke sämmtlich sind unvollständig oder zu einer Zeit geschrieben, in welcher die angewendeten Stoffe hinsichtlich ihrer Unreinheit zu sehr von denen verschieden waren, welche man gegenwärtig anwendet, als daß die Kenntniß der damals beobachteten Erscheinungen jetzt noch von besonderm Nutzen seyn könnte.

1355. Seitdem Berzelius's Untersuchungen den sauern Charakter der Kieselerde außer Zweifel setzten, kann die Zusammensetzung des Glases im Allgemeinen nichts Schwieriges mehr darbieten. Das Glas ist eigentlich ein Salz bestehend aus Kieselsäure, Kali, Natron, Kalk, Eisenoxyd, Thonerde oder Bleioxyd, in welchem man eine Basis durch die andere ersetzen kann. Die Kieselsäure dagegen kann ihrer Seits auch durch die Borsäure ersetzt werden, ohne daß das Glas seine wesentlichen Eigenschaften verlöre.

Obgleich in der Chemie, das Kali, das Natron, der Kalk, das Bleioxyd, die Thonerde und das Eisenoxyd dieselbe Rolle spielen, so ist es nichts desto weniger klar, daß bei der Anwendung nicht beliebig das eine für das andere genommen werden kann. Es geht offenbar daraus in Beziehung auf das Produkt eine Verschiedenheit in der Schmelzbarkeit, Dehnbarkeit, Härte ꝛc. hervor, die man berücksichtigen muß. Deshalb müssen die Gläser nach ihrer Zusammensetzung klassifizirt werden und damit wollen wir denn die Beschreibung des Glases beginnen. Wir werden hierauf die

allgemeinen Eigenschaften der glasartigen Körper betrachten und dann die besondern Eigenschaften einer jeden Art kennen lehren. Wir wollen sodann die Zusammensetzung, so wie die Fabrikationsmethoden im Allgemeinen näher untersuchen und werden endlich dieses Kapitel beschließen mit der speziellen Prüfung der verschiedenen Sorten und deren Bereitungsarten.

Klassifikation und Zusammensetzung der Gläser.

1356. Glas nennt man jede zusammengesetzte Substanz, welche bei höherer Temperatur schmelzbar, bei gewöhnlicher aber sowohl in Massen als in kleinen Stücken spröde und glänzend ist; in der Technik aber wird dieser Name nur solchen Silikaten gegeben, deren Basen verschieden seyn können und demzufolge man die nachstehenden Arten unterscheiden kann:

1.) Auflösliches Glas (Wasserglas). Einfaches Silikat von Kali oder Natron oder ein Gemisch von beiden Silikaten.

2.) Böhmisches Glas. Crown-glass. Silikat von Kali und Kalk.

3.) Fensterglas oder ähnliche Gegenstände. Silikat von Kali, Natron oder Kalk.

4.) Bouteillenglas. Silikat von Kali oder Natron, Kalk, Thonerde und Eisen.

5.) Gewöhnliches Krystallglas. Silikat von Kali und Bleioxyd.

6.) Flintglas. Silikat von Kali und Blei, enthält mehr Blei als das vorige.

7.) Straß. Silikat von Kali und Blei ist noch reicher an Blei als das Flintglas.

8.) Email. Kieselsaures und zinnsaures oder antimonsaures Kali oder Natron und Blei.

Alle diese Gläser können durch farbige Silikate gefärbt werden, wenn man diese, während sie im geschmolzenen Zustande sich befinden, damit mengt; es wird dieses der Gegenstand einer besondern Betrachtung seyn. Wir werden dann

zugleich auch die Kunst des Glasmalens betrachten, welche in der letzten Zeit so glückliche Fortschritte in Frankreich machte.

1357. Auflösliches Glas. Das auflösliche Glas ist eine Verbindung, durch deren Kenntniß die Glasfabrikanten manchen Fehler früher vermieden haben würden. Es ist nämlich ein einfaches Silikat von Kali oder Natron, welches merkwürdiger Weise im kochenden Wasser ohne Rückstand auflöslich ist, obgleich es durch das Zusammenseyn mit kaltem Wasser wenig oder nicht verändert wird. Es ist jedoch von selbst klar, daß ein ähnliches Glas sehr hygroskopisch seyn muß, und unter vielen Beispielen, welche man anführen könnte, beschränke ich mich nur auf Folgendes, um die Nachtheile desselben zu zeigen. Im Jahr 1780 machte man in Frankreich böhmisches Glas, dessen Fabrikation zu jener Zeit erst kurz eingeführt worden war, nach folgenden zwei Vorschriften.

	In Bayel in der Champagne.	In Elembach in den Vogesen.
Kieselerde	100	100
Kali	100	100
Kalk	keinen	100

Während nun das Vogesenglas an der Luft unveränlich war, fehlte dem Champagner die Reinheit, der Glanz und die Festigkeit; es zog die Feuchtigkeit aus der Luft in dem Grade an, daß der hohle Fuß der Trinkgläser sich in den Magazinen mit einer gesättigten Auflösung von kohlensauerm Kali füllte. Zu dieser von Bosc d'Antic angeführten Thatsache könnte man noch mehrere andere fügen, welche die unerläßliche Nothwendigkeit des Kalkes*) oder des Bleioxy-

*) Es ist in der That auffallend, daß man bis auf die neueste Zeit nur das kieselsaure Kali oder Naton als wesentliche Bestandtheile des gewöhnlichen Glases betrachtete. Man beachtete den Kalk dabei fast gar nicht, wie dieß aus den Definitionen hervorgeht, welche die chemischen Lehrbücher vom Glas geben. Erst Fuchs (S. Kastners Archiv f. d. ges. Naturlehre Bd. 5 S. 396) machte unseres Wissens zuerst auf die Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit des Kalkes bei der Glasbereitung aufmerksam, indem er zeigte, daß nur allein das Doppelsalz aus kieselsaurem Kali und Kalk ein gutes, der Einwirkung des Wassers trotzendes Glas sey, während dagegen das kieselsaure Kali für sich immer von Wasser angegriffen wird. A. u. E.

des behufs der Bereitung solcher Gläser darthun, welche der Wirkung des Wassers oder der feuchten Luft widerstehen sollen.

1358. Das auflösliche Glas, welches Fuchs zu dem besondern Zwecke bereitete, um Holz und Zeug damit zu überziehen und es unverbrennlich zu machen, ist so zusammengesetzt, daß die Kieselerde siebenmal soviel Sauerstoff enthält als das Kali. oder was dasselbe ist, es sind 7 Atome Kieselerde mit 1 Atom Kali verbunden. Dieses Glas besteht also aus

7 At. Kieselsäure	=	1348	oder	69,88
1 At. Kali	=	587	—	30,12
		1935		100,0

Es scheint das auflösliche Glas, welches Natron zur Basis hat, behält seine Auflöslichkeit nur dann, wenn der Natrongehalt größer ist; es kann derselbe bis zu 2 At. auf 7 At. Kieselerde steigen, ohne daß das Glas bei gewöhnlicher Temperatur löslich wird.

1359. Böhmisches Glas. Perdonnet, der eine Glashütte zu Neufeld in Böhmen besuchte, theilte mir folgende dort gebräuchliche Mischung mit:

Quarz	100
Ätzkalk	50 *)
Kohlens. Kali	75

Salpeter, arsenichte Säure und Braunstein in angemessener Menge.

1360. Das Glas von dieser Hütte wurde von Gras in dem Laboratorium der Ecole des mines analysirt und gab

Kieselsäure	71,6	=	37,10 Sauerstoff	
Kalk	10,0	=	2,81	
Kali	11,0	=	1,86	7,83
Thonerde	2,2	=	1,02	
Magnesia	2,3	=	0,89	
Eisenoxyd	3,9	=	1,20	
Manganoxyd	0,2	=	0,05	
	101,2			

*) Die Kalkdosis ist offenbar hier zu hoch angegeben; keine böhmische Hütte nimmt über 20 Thl. trocknes Kalkhydrat auf 100 Thl. Quarz, was auch schon aus der nachstehenden Analyse hervorgeht. Ich verdanke diese, sowie mehrere nachfolgende Bemerkungen zu diesem Kapitel meinem verehrten Freunde Hrn. Fikentscher, Besitzer einer chemischen Produktenfabrik und Glashütte in Redwitz (Obermainkreis). E.

die Kieselerde enthält hier ungefähr fünfmal soviel Sauerstoff als die Basen.

1361. In einem alten böhmischen Glase habe ich gefunden

Kieselsäure	69,4	= 36 Sauerst.		
Thonerde	9,6	= 4,48	9,04 Sauerst. der Basen.	
Kalk	9,2	= 2,57		
Kali	11,8	= 1,99		

Was genau das Verhältniß von 1 : 4 zwischen den Sauerstoff der Basis und dem der Säure giebt.

Herr Batka versicherte mir, daß man in einigen deutschen Glashütten den kieselsauern Kalk (Tafelspath) zur Bereitung des böhmischen Glases anwende.

1362. Kronglas (Crown-Glass) Es ist dieses ein Glas, welches auch Kali und Kalk zur Basis hat. Aus der Analyse eines deutschen Kronglases ergab sich, daß der Sauerstoffgehalt beider Basen in demselben fast gleich war. Die Kieselsäure enthält ungefähr viermal so viel Sauerstoff als die Basen. Hier folgt die Analyse dieses von Cauchoix für sehr gut gehaltenen Kronglases.

Kieselsäure	62,8	= 32,6 Sauerst.		
Thonerde, Eisen- u. Manganoxyd	2,6	= 1,2 —	8,4 Sauerst. der Basen.	
Kalk	12,5	= 3,5 —		
Kali	22,1	= 3,7 —		

berechnet man diese Resultate nach der Annahme, daß die Quadrisilikate sich in dem Verhältniß von 1 At. zu 1 At. darin vorfinden, so hat man

1 At. Kali	= 558	oder 28,8
1 At. Kalk	= 356	— 14,3
8 At. Kieselsäure	= 1540	— 61,9
1 At. Kronglas	= 2484	— 100,0

1363. Fensterglas. Das Fensterglas besteht gewöhnlich aus Kieselsäure, Kali oder Natron und Kalk. Da das Natronatom wenig vom Kalkatom verschieden ist, so geht daraus hervor, daß im Fensterglas die Menge der Kieselerde wenig nur variirt, obgleich dasselbe sehr verschiedene Mengen von Kalk enthält; dieser ersetzt dann den oft fehlenden Theil Natron durch ein fast ganz gleiches Gewicht von sich. Im gut bereiteten Fensterglas enthält die

Kieselerde ungefähr die vierfache Menge des in den Basen vorhandenen Sauerstoffs.

1364. Neben dem Natron und Kalk enthält das Fensterglas immer Thonerde, die entweder vom Sand oder von den Glashäfen oder auch vom angewendeten Sodasalz herrührt. Es scheint, daß der Thonerdegehalt wächst, wenn man den Kalkzusatz vermindert. Wendet man daher diese letztere Basis in gehöriger Menge an, so wird man die Schmelzhäfen dadurch schonen können. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die im Glas befindliche Thonerde einen bestimmten Einfluß auf dessen Eigenschaften haben muß, wenn ihre Quantität beträchtlich wächst. Die Thonerde macht wahrscheinlich das Glas härter, minder schmelzbar und ertheilt ihm die Fähigkeit sich leichter zu entglasen. Man muß deshalb bei dem Glassatz alles zu vermeiden suchen, was die Schmelzung verlängert, denn man verliert nur Brennmaterial und die Häfen werden stark angegriffen. *) Die An-

*) Da die von mir angewendeten Materialien gleich den meisten böhmischen nur äußerst wenig Thonerde enthalten, so läßt sich wohl kaum zweifeln, daß der Thongehalt gewöhnlich von den Tiegeln herrührt, die immer sehr stark angegriffen werden. Bei dem Glassatz von 100 Quarz, 4,25 Kohle 50 Glaubersalz und 24 Kalkhydrat wird der Glashafen in ungefähr sechs Wochen stärker angefressen, als von einer Glasmischung, welche unter denselben Umständen nur 12 Kalkhydrat enthielt, in zwölf Wochen. Herrn Dumas Vermuthung, daß Thonerde und Kalk einander ersetzen, gilt also wenigstens hier nicht. Dasjenige Glas, was mit mehr Kalk erzeugt wurde hat gewöhnlich die fadenartigen Streifen, welche sich beim Verarbeiten von den Hafenwänden nach der Mitte der Glasmasse zuziehen. Diese zähen Streifen, welche hier, wenn man Thon von beinahe 3 Prozent Eisengehalt zu den Häfen verwendet, auch grüner von Farbe sind, als die übrigen Glasmassen, vermehren sich nach dem Boden zu so, daß das letzte Viertheil der Glasmasse gewöhnlich unbrauchbar ist. Diesem Übelstande wird durch einen geringen Kalkzusatz größtentheils abgeholfen. Doch scheint bei der oben angegebenen Mischung 12 Kalkhydrat die Grenze zu seyn, denn sobald noch weniger zugesetzt wird, entstehen sehr leicht krystallinische Absonderungen.

Es ist zugleich bemerkenswerth, daß nicht jeder Thon gleich stark angegriffen wird, und daß sogar derselbe, zu Häfen verarbeitete Thon, je nachdem er stärker oder schwächer gebrannt worden, minder oder mehr angegriffen wird. Häfen, welche aus stark gebranntem Thon gefertigt worden, haben oft eine dreifach längere Dauer, als die aus schwach gebranntem Thon.

Bei Kaliglas ist ein vermehrter Kalkzusatz nicht so auffallend nachtheilig, wie bei Natronglas.

wesenheit der Thonerde im Glase verändert ihr Sättigungsverhältniß, denn sie erfordert weniger Kieselsäure als die übrigen Basen.

1365. Diese Behauptungen lassen sich aus den folgenden Analysen gehörig würdigen.

No. 1	Kieselerde	69,65 = 36,21	Sauerst.		36,21
	Thonerde	1,82 = 0,85			
	Kalk	13,31 = 3,72	= 8,45 × 4		33,80
	Natron	15,22 = 3,88	Sauerst. d. überschüssig. Kieselerde		2,41
No. 2	Kieselerde	69,25 = 36,62	Sauerst.		36,62
	Thonerde	2,20 = 1,02			
	Kalk	17,25 = 4,83	= 8,72 × 4		34,88
	Natron	11,30 = 2,87	Sauerst. der überschüssig. Kieselerde		1,81
No. 3	Kieselerde	68,55 = 35,64	Sauerst.		35,64
	Thonerde	2,40 = 1,12			
	Kalk	16,17 = 4,52	= 8,92 × 4		35,68
	Natron	12,88 = 3,28	Sauerst. der fehlenden Kieselerde		0,04
No. 4	Kieselerde	68,65 = 35,60	Sauerst.		35,60
	Thonerde	4,00 = 1,86			
	Kalk	9,65 = 2,70	= 9,06 × 4		36,24
	Natron	17,70 = 4,50	Sauerst. der fehlenden Kieselsäure		0,64

Bei der Glasmalerei kommen wir auf diesen Gegenstand wieder zurück. Hier genügt es zu wissen, daß eine wirkliche Sättigung des Bouteillenglases Statt zu finden scheint, wenn der Sauerstoffgehalt der Kieselerde im Glase viermal mehr beträgt, als der in den damit verbundenen Basen, vorausgesetzt daß wenig Thonerde dabei ist, denn diese ändert den Sättigungszustand gänzlich.

1366. Spiegelglas. Es ist ebenfalls ein Kalk- und Natronglas. *) In Rücksicht auf dessen Farbenlosigkeit wäre

---

Noch ein anderer bedeutender Übelstand wird durch einen zu großen Kalkzusatz beim Natronglas erzeugt. Nachdem nämlich die Luftbläschen, welche sich aus dem schmelzenden Gemenge entwickeln, verschwunden sind, so erzeugen sich bei starker Ofenhitze neue, welche in den ausgearbeiteten Tafeln einen milchigten begrenzten Rand zeigen und auch wohl ganz trübe sind. Diese Bläschen, deren auch Gehlen erwähnt, verschwinden bei demselben Glas durch anhaltendes Schüren und Kaltstehen der Masse gänzlich, erscheinen aber beim Aufschüren (Wiederanwärmen) unvermeidlich wieder. Da diese Wirkung vom größern Kalkzusatz herrührt, so fragt sich wie kann derselbe Blasen erzeugen? Fikentscher.

*) Statt Natron wird noch heut zu Tage in vielen Glashütten Kali zu diesem Glase

es vortheilhafter, statt des Natrons Kali anzuwenden; die Spiegelgläser würden den Stich ins grünliche und gelbliche verlieren, und man würde wahrscheinlich den Kalkzusatz, den man gewöhnlich vermindert um das Entglasen (absterben) zu verhindern, vermehren können. *)

Nach folgender Analyse besteht das Spiegelglas aus

Kieselerde . .	75,9	= 34,4	Sauerstoff.	
Alaunerde . .	2,8	= 1,3	—	= 6,7 Sauerstoff.
Kalk	3,8	= 1,0	—	
Natron . . .	17,5	= 4,4	—	
	100,00			

1367. Dieses Glas unterscheidet sich vom Tafelglas blos im Mischungsverhältniß der Bestandtheile und zwar nicht unbedeutend. Im Tafelglas kommt auf 1 At. Natron ½ At. Kalk; hingegen im Spiegelglas auf 1 At Natron nur ¼ At. Kalk.

Im Tafelglas ist der Sauerstoffgehalt des Kalks und der Alaunerde zusammengenommen größer als der Sauerstoffgehalt des Natrons; im Spiegelglas aber ist der Sauerstoffgehalt der Kalk- und Thonerde kaum die Hälfte von dem des Natrons.

Diese Umstände machen, daß das Spiegelglas leicht flüssiger, leicht zerstörbarer und weniger hart ist als das Tafelglas, aber es ist auch weniger zerbrechlich und weniger zur Entglasung geneigt. Der Sauerstoff der Kieselerde in diesem Glase ist nach obiger Analyse sechsmal mehr als der der Basen, und es nähert sich sonach dasselbe dem auflöslichen Glase.

---

angewendet. Nur in Frankreich wird zu diesem sowie zum Fensterglas überall Natron genommen, weil es billiger zu stehen kommt als das Kali. A. u. E.

*) Ein vermehrter Kalkzusatz erlaubt zwar eine Verminderung der Natronmenge ohne dadurch die Schmelzbarkeit bei einem gewissen hohen Grade der Hitze zu beeinträchtigen. Das kalkreichere Glas erstarrt aber bei verhältnißmäßiger Abnahme der Hitze schneller als das kalkärmere, ähnlich der Hohofenschlacke. Derselbe Zustand wird im Glase durch eine ganz geringe Menge Schwefelkalium oder Schwefelnatrium hervorgebracht. Dieses färbt das Glas grün, braun, gelb und schwarz und im Verhältniß der Farbe steigt die Dünnflüssigkeit in der Hitze und das Erstarren während des Erkaltens; dieses Glas hat auch die unangenehme Eigenschaft durch Aufschüren aufs Neue blasig zu werden, gerade wie dieß bei einem größern Kalkzusatz der Fall ist. Fikentscher.

1368. Bouteillenglas. Die Mischung dieses Glases ist hinsichtlich des Verhältnisses seiner wesentlichen Bestandtheile verschieden; ihrer Natur nach aber scheint kein kein wesentlicher Unterschied zwischen denselben Statt zu finden. Man findet in diesem Glase Kieselerde, Alaunerde, Eisenoxyd, Spuren von Manganoxyd, Kalk, Kali und Natron, oft auch nur eine der alkalischen Basen.

Folgendes sind die Bestandtheile eines Bouteillenglases aus der Fabrik zu Sèvres:

Kieselerde	53,55	26,7 Sauerstoff.		
Thonerde	6,01	2,8 Sauerst.	= 4,5	—
Eisenoxyd	5,74	1,7 —		
Kalk	29,22	8,2 —	9,1	—
Kali	5,48	0,9 —		
	100,00			

Dieses Glas ist, wie man sieht, nach bestimmten Proportionen gebildet, weil erstens die Kieselerde zweimal mehr Sauerstoff enthält als die Basen und weil zweitens die Thonerde und das Eisenoxyd zusammen nur halb so viel Sauerstoff enthalten, als der Kalk und das Kali; man hat sonach 1 Atom Alaunerde- oder Eisenoxyd-Doppelsilikat und 2 Atome Kalk oder Kali-Doppelsilikat für die Zusammensetzung dieses Glases.

Folgende Bestandtheile fanden sich in einem andern Bouteillenglase:

Kieselerde	45,6	23,66 Sauerstoff.		
Alaunerde	14,0	7,58 Sauerst.	= 8,50	—
Eisenoxyd	6,2	1,92 —		
Kalk	28,1	7,64 —	= 8,64	—
Kali	6,1	1,90 —		

Anstatt des Doppelsilikates findet sich hier ein anderthalb Silikat, auch verhalten sich die Sauerstoffmengen der indifferenten Basen zu den der Alkalien hier, wie 1:1. Aus diesen Unterschieden läßt sich schließen, daß deren noch mehrere existiren können.

Das letztere Glas entglast sich leichter als das erstere.

1369. Krystallglas. Es ist dieses immer aus Kieselerde, Kali und Bleioxyd gebildet. Das Verhältniß dieser Bestandtheile ist verschieden, je nachdem man den Glasofen

mit Holz oder Steinkohlen heizt; im letztern Falle wird mehr Bleioxyd genommen.

Hier folgen zwei Analysen von verschiedenen Krystallgläsern.

1.) Kieselerde	56	29 Sauerstoff.		
Kalk	2,6	0,72	—	4,47 Sauerst. der Basen
Bleioxyd	32,5	2,25	—	
Kali	8,9	1,50		

2.) Bei Steinkohlen geschmolzenes Krystallglas von Vonêche, analysirt von Berthier.

Kieselerde	61,0	31,7 Sauerstoff		
Bleioxyd	33,0	2,3	—	3,3 Sauerst. der Basen.
Kali	6,0	1,0	—	

Diese Analysen beweisen, daß das Sättigungsgesetz im Krystallglas variirt, und daß der Sauerstoff der Basen zu dem der Kieselerde sich wie 1 : 7 und wie 1 : 9 verhält.

1370. Flintglas. Diese Glasart unterscheidet sich wesentlich vom gewöhnlichen Krystallglase, nicht sowohl seiner Natur nach, als vielmehr durch den Sättigungszustand der Bestandtheile und durch die relativen Quantitäten des kieselsauren Bleioxyds und des kieselsauren Kalis.

Flintglas von Güinand besteht aus

Kieselerde	42,5
Alaunerde	1,8
Bleioxyd	43,5
Kalk	0,5
Kali	11,7
Arsenikſäure	Spuren
	100,0

Denkt man sich diese Verbindung bestehend aus zwei Atomen kieselsaurem Kali und drei Atomen kieselsaurem Bleioxyd, und nimmt man an, daß der Sauerstoff der Basis zu dem der Kieselerde sich in beiden Silikaten wie 1 : 4 verhalte, so ist das Flintglas zusammengesetzt aus

2 At. Kali	= 1179	oder 12,6
3 At. Bleioxyd	= 4183	45,5
20 At. Kieselerde	= 3852	41,9
1 At. Flintglas	= 9214	100,0

1371. Straß. Auch im Straß verhalten sich die Sauerstoffmengen der Basen zu dem Sauerstoff der Kieselerde wie 1:4, aber das Verhältniß des kieselsauern Kali's zum kieselsauern Bleioxyd ist verschieden von dem der andern beiden Bleigläser.

Der Straß von Douault-Wieland besteht aus

Kieselerde	38,2
Alaunerde	1,0
Bleioxyd	53,0
Kali	7,8
Borax	Spuren
Arsenikſäure	Spuren
	100,0

Angenommen, der Rest sey aus 1 At. kieselsaurem Kali und 3 At. kieselsaurem Blei gebildet, und das Verhältniß des Sauerstoffs der Basen, zu dem der Kieselerde = 1:4, so ergeben sich folgende Resultate:

1 At. Kali	= 588	oder 6,9
3 At. Bleioxyd	= 4183	— 53,6
16 At. Kieselerde	= 3081	— 39,5
1 At. Straß	= 7852	— 100,00

Diese Resultate stimmen mit denen der Analyse überein, wenn man von den zufälligen Bestandtheilen als Borax, Alaunerde und Arsenikſäure abstrahirt. Die Fabrikanten haben gewiß noch viel andere Verhältnisse versucht, aber wahrscheinlich diese durch vorzügliche Eigenschaften bewährt gefunden, und solche deshalb angenommen.

1372. Email. Diese Verbindung ist wesentlich von der Vorigen verschieden, durch die Gegenwart der Zinnsäure.

Die Email-Fabrikanten arbeiten nach verschiedenen Rezepten, einige nehmen Natron, andere Kali dazu, und noch andere ziehen ein Gemisch dieser beiden Basen vor. Die Menge der Zinnsäure ist unbestimmt und weicht bedeutend ab; aber aus der folgenden Analyse ersieht man, daß dieses eigenthümliche Glas, dieselbe Sättigungsstufe erreicht, die wir bei andern Gläsern kennen gelernt haben.

Die Analyse von einem weißen Email gab

Kieselerde . . .	31,6 . .	16,4 Sauerst.	= 18,4 Sauerstoff.
Zinnsäure . . .	9,8 . .	2,0 —	
Bleioxyd	50,3 . .	3,6 —	= 5,0 Sauerstoff.
Kali	8,3 . .	1,4 —	

Der Sauerstoffgehalt der Basen beträgt ungefähr $\frac{1}{4}$ von dem der Säuren.

Eigenschaften des Glases.

1373. Wir wollen jetzt die Haupteigenschaften des Glases, nämlich dessen Verhalten im Feuer und zu den chemischen Reagenzien untersuchen, und sodann die physikalischen Eigenschaften dieses merkwürdigen Körpers aufzählen, vermöge welcher er für die Anwendung im gemeinen Leben sich vorzüglich eignet.

Die verschiedenen in obiger Tabelle aufgeführten Glasarten sind alle fähig in erhöhter Temperatur zu schmelzen und zwar gewöhnlich in der Rothglühhitze und darüber. Die Bleigläser sind die leichtflüssigsten, und zwar um so leichtflüssiger je mehr sie Bleioxyd enthalten. Die ordinären Gläser werden strengflüssiger, je reicher sie an Kalk und Thonerde sind; sonach sind Straß, Flintglas und Krystallglas leichtflüssiger als ordinäres Glas, und dieses ist wieder leichtflüssiger als Bouteillenglas.

1374. Gläser mit mehreren Basen erleiden verschiedene Veränderungen, wenn man sie schmelzt und langsam abkühlt. Die Kieselsäure theilt sich in diese Basen, und bildet Verbindungen nach bestimmten Proportionen, welche jede für sich krystallisiren, so daß die innige Mengung der Bestandtheile, welche das Glas bilden, zerstört wird; das Glas wird dadurch sehr hart, faserig, undurchsichtig, strengflüssiger und besserer Leiter der Electrizität, und der Wärme. Reaumur, welcher diese Erscheinung zuerst beobachtete, nannte das so erhaltene Glas entglast. *) Die Entglasung ist eine Erscheinung, die sich an allen Glasarten zeigt, vorzüglich aber bei Gläsern von mehreren Erdbasen; schwerer entglast sich bleihaltiges und einfaches Alkaliglas.

*) Auch wird es nach ihm Reaumürsches Glas genannt. A. u. E.

Es wird erzeugt, wenn man Glas schmelzt und es langsam erkalten läßt, oder auch durch bloßes Erhitzen des Glases bis es erweicht, und nachheriges langsames Erkalten. Bouteillenglas eignet sich am besten zu dieser Operation, diesem folgt ordinäres Grünglas, und diesem wieder Weißglas; einfaches Natronglas ist schwierig und noch schwieriger das Krystallglas zu entglasen; am wenigsten dazu geeignet ist aber einfaches Kaliglas.

Diese Eigenschaft hat einen so großen Einfluß auf die Glasgewinnung, daß es schwer hält, sie nicht sogleich anzuwenden. Sie erklärt warum man in der Bouteillenfabrikation mit so vieler Sorgfalt die Masse, woraus die Bouteillen gefertigt werden sollen, mehrere Mal zu erhitzen vermeidet; sie würde sich sonst schnell entglasen, das Glas davon würde hart und strengflüssiger werden, und eine Menge fester in der weichen Glasmasse zerstreuter Körner enthalten; von den Glasmachern wird es zelliges Glas genannt. Es erklärt sich daraus ferner, warum das Grünglas und selbst das gewöhnliche Weißglas noch mehr aber Bouteillenglas nur von vorzüglich geschickten Glasbläsern bei der Lampe behandelt werden kann. Wird das Glas zu langsam erhitzt, so daß es mehreremal von Neuem geschehen muß, so entglast sich die Masse, und alle die beschriebenen Erscheinungen treten ein. Vergeblich wird der Glasbläser mit der ganzen Kraft seiner Lungen versuchen eine Kugel zu blasen, denn das Glas ist nicht mehr weich genug; außerdem wird die Masse trübe, halb undurchsichtig und beinahe unschmelzbar.

Aus denselben Gründen begreift man, wie wichtig es ist, sorgfältig die Gläser auszuwählen, wenn sie bestimmt sind, große starke Massen wie z. B. Linsen für große optische Instrumente zu geben. Dergleichen Massen erkalten natürlich langsam, wodurch die Entglasung begünstigt wird, es muß daher Blei- und Kali-Glas oder Kali- und Kalk-Glas dazu verwendet werden. Man wendet auch diese beiden Glasarten als Flint- und Kron-Glas zur Verfertigung großer Linsen für astronomische Instrumente an.

Die Entglasung der Gläser ist daher eine Erscheinung von größtem Interesse, auf welche die Aufmerksamkeit der

Glasfabrikanten nicht genug hingelenkt werden kann. Sie erscheint noch wichtiger, wenn wir bemerken, daß das entglaste Glas vermöge seiner Eigenschaften die Stelle des Porzellans beinahe in allen Fällen vertreten kann. Es können nämlich chemische Geräthschaften, als Röhren, Retorten, Ballons, Abdampfschalen daraus gefertigt werden, welche dem Feuer ebenso gut als Porzellangefäße widerstehen, auch undurchdringlicher als Glas sind, von den Säuren nicht angegriffen werden, und leicht in jede Form gebracht werden können, was bei dem Porzellan schwerer zu bewerkstelligen ist.

Es wäre sehr wichtig hieraus einen neuen Gewerbszweig zu machen; man könnte auf diese Weise gesunde, schöne und wohlfeile Töpferwaaren erzeugen. D'Arcet, der so viele Gewerbszweige vervollkommnete, hat auch diesen nicht vernachläßiget. Er fertigte aus entglastem Bouteillenglas, Kannen, Platten zum Belegen der Fußböden in Zimmern, Porphyre, Mörser und gefärbte Steine zur Mosaikarbeit, deren Werth man früher oder später mehr zu schätzen lernen wird. Möchte ein geschickter Fabrikant diese Versuche weiter verfolgen, er könnte versichert seyn, daß sie ihm Vortheile bringen würden.

1775. Wir wollen jetzt die Entglasungs-Phänomene näher betrachten:

Reaumür wählte zum Entglasen gewöhnlich Bouteillenglas oder ordinäres Grünglas. Er füllte die Glasgefäße mit einer Mischung aus gebranntem Gyps und fein gestoßenem Sand, brachte diese in ein irdenes Gefäß, welches zu diesem Zweck ebenfalls vorher mit einer ähnlichen Mischung angefüllt worden war, und stellte sie darinnen so, daß zwischen den Gläsern und den irdenen Gefäßen hinlänglicher Raum blieb, welcher mit obengedachtem Gyps und Sand ausgefüllt wurde. Das so beschickte Gefäß wurde mit einem gut lutirten Deckel verschlossen und in einem Faïanceofen während der Dauer des Brandes sich selbst überlassen. Nach Verlauf dieser Zeit war das Glas vollkommen entglast.

Die Bruchfläche dieses Glases ist seidenartig, und aufmerksam betrachtet, kann man sich daraus die ganze Erschei-

nung erklären. Genau in der Mitte befindet sich eine braune Linie und auf diesem Punkte vereinigen sich eine Menge kleiner krystallinischer Nadeln, die von der äußern und innern Oberfläche des Gefäßes ausgehen. Die unter sich paralellen Nadeln stehen senkrecht auf der Fläche des Glases, sowie auf der Ebene, welche durch die Vereinigungslinie gezogen werden kann, die ganz die Form des Gefäßes annimmt. Bei unvollkommen entglasten Gefäßen sind die krystallinischen Nadeln so kurz, daß sie einander nicht berühren; eine mehr oder weniger starke Masse in der Mitte des Gefäßes ist dann unverändertes Glas. Sonach muß irgend eine Ursache die Krystallisation des Glases begünstigen; diese Ursache wirkt zuerst auf die Oberflächen und pflanzt sich nach dem Innern fort, bis die von entgegengesetzten Flächen auslaufenden Krystallnadeln sich berühren.

1376. Dartigues hat sich überzeugt, daß auch ohne Cäment-Pulver Bouteillenglas, wenn es einige Tage rothglühend erhalten wird, vollkommen entglast. Später werden wir sehen, daß beim Entglasen Kali entweicht, weshalb ein Kieselcäment wegen Absorption des Kalis nützlich ist; die Kieselerde verhält sich dann wie bei Leslie's Experiment die Schwefelsäure.

Reaumür hatte keine richtige Entglasungs-Theorie aufgestellt, auch Keir, Pajot-des-Charmes und andere Beobachter, welche die Glaskrystalle später untersuchten und beschrieben, erkannten den Zusammenhang dieser beiden Erscheinungen nicht. Die Untersuchungen von Dartigues und Fleurian de Bellevue haben die Identität beider Erscheinungen außer Zweifel gesetzt.

Die Entglasung ist sonach ein Krystallisiren des Glases. Versuche beweisen, daß langsam abgekühltes Glas beinahe stets krystallisirt, wenn der Übergang aus dem flüssigen in dem festen Zustand langsam Statt findet, so daß die geeignete Aneinanderreihung der Theilchen erfolgen kann. Es scheint jedoch, daß wenn man diese Ansicht unbedingt auf das Reaumür'sche Glas anwenden wollte, man grobe Fehler begehen würde, welche uns die chemische Analyse zu vermeiden lehrt.

Die entglasten oder krystallisirten Gläser lassen sich eigentlich in zwei verschiedene Klassen bringen. Die erste Klasse begreift die Gläser, welche durch anhaltende Hitze oder auch mit Hilfe eines Cäment-Pulvers zu einer homogenen Verbindung geworden und krystallisirt sind, indem sie einige ihrer Grundbestandtheile verloren haben.

Zu der zweiten Klasse gehören die Gläser, in welchen mittelst sehr langsamen Erkaltens sich zwei oder mehrere verschiedene Gemische gebildet haben, wovon einige glasartig geblieben, andere aber regulär krystallinisch geworden sind.

1377. Wir wollen beide Fälle genauer betrachten. Das Reaumür'sche Verfahren ist bereits mitgetheilt worden; wir wollen nun zuerst die erlangten Resultate prüfen. Bei der chemischen Untersuchung des von d'Arcet entglasten Bouteillenglases auf der Glashütte de la Chare bei Paris erhielten wir

Kieselerde	52,00	27,0 Sauerstoff.	
Alaunerde	12,00	5,6	= 7,6
Eisen- und Manganoxyd	6,6	2,0	
Kalk	27,4	7,6	= 7,8
Verlust oder Kali	2,0	0,2	

Vergleicht man diese Analyse mit der von gewöhnlichem Bouteillenglas, so findet man den Kaligehalt bis auf ein Drittel oder die Hälfte vermindert. Übrigens ergiebt sich daraus, daß das analysirte Stück gebildet ist aus 1 Atom anderthalb kieselsauren Eisenoxyd oder Alaunerde und 1 Atom doppelt kieselsaurem Kalk oder Kali.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß man bei allen Gläsern deren Sättigungsgrade oder Verhältnißmengen der Silikate gleich sind, gleiche Resultate erhalten wird; aber so viel ist gewiß, daß Kali bei dem Reaumür'schen Entglasungsprocesse verflüchtigt wird, und daß die andern Producte sich so vereinigen, daß sie entweder ein einziges oder mehrere miteinander gemischte Silikate bilden.

D'Arcet hat zwar gefunden, daß entglastes Bouteillenglas an Gewicht nicht viel verloren hatte; dieses kann auch der Fall seyn, wenn der vom Eisenoxydul absorbirte Sauer-

stoff an Gewicht gleich ist dem Gewicht des verflüchtigten Kalis.

Die chemischen Veränderungen, welche im entglasten Bouteillenglase zu beobachten sind, bestehen daher

1.) In dem theilweisen oder gänzlichen Verlust des Kalis.
2.) In dem Übergang eines Theils oder der ganzen Menge von Eisenoxydul und Manganoxydul in Oxyd.
3.) In der Bildung eines oder mehrerer bestimmter und krystallisirter Silikate, aus den rückständigen Producten.

1378. Die zweite Entglasungsart bemerkt man oft allein, noch öfter aber zu gleicher Zeit mit der Vorigen. Bontems theilte mir die Resultate eines im Großen auf der Glashütte zu Choisy le Roi angestellten Versuches mit, welche von den Vorigen ganz verschieden waren. Man hatte aus 100 Thl. Sand und 40 Thl. kohlensaurem Natron ein vollkommen reines und trocknes Glas gewonnen. Dieses schnell abgekühlte Glas war durchsichtig, wie gewöhnlich. Es wurde aufs neue geschmolzen und langsam abgekühlt, so daß der Übergang in den festen Zustand allmählich erfolgte; man erhielt dadurch theilweise milchartiges, körniges und vollkommen entglastes Glas. Die entglasten Theile wurden hierauf wieder geschmolzen und schnell abgekühlt: dadurch erhielt man aufs neue gewöhnliches durchsichtiges Glas. Dieses abermals geschmolzen und erkaltet, gab eine vollkommenere Entglasung als das erste Mal. Endlich lieferten die am besten entglasten Theile beim nochmaligen Schmelzen und schnellen Erkalten wiederum gutes gewöhnliches Glas. Dieser merkwürdige Versuch beweist hinlänglich, daß beim langsamen Erkalten des Glases eine Theilung der Grundbestandtheile erfolgt und sich nach bestimmten Proportionen zusammengesetzte krystallinische Silikate bilden, die sich von der übrigen Masse trennen.

In den Sammlungen der polytechnischen Schule zu Paris befindet sich eine von dem Boden eines Glashafens losgemachte Glasmasse. Die Oberfläche desselben besteht aus einer undurchsichtigen, weißen krystallisirten Rinde, die aus einige Millimeter dicken Nadeln zusammengesetzt ist.

Die übrige Masse ist vollkommen durchsichtig, man bemerkt jedoch im Innern eine Menge weißer, undurchsichtiger Prismen, ähnlich der äußern Rinde, bald isolirt, bald in Gruppen von zwei, drei ꝛc. sternförmig vereint, oft aber auch noch zahlreicher und dann Sphäroide bildend. Die Entglasung auf der Oberfläche ist hier sonach in Folge der Verflüchtigung des Kalis geschehen, im Innern der Masse aber wegen der Sonderung, die durch langsames Abkühlen oder Erkalten erfolgt.

Die Ergebnisse der Analyse beider Glasarten sind

	Durchsichtiges Glasstück.	Krystallisirtes Glasstück.	
Kieselerde	64,7	68,2	= 36,14 Sauerst.
Alaunerde	3,5	4,9	= 2,28 —
Kalk	12,0	12,0	= 3, 3 —
Soda	19,8	14,9	= 3, 8 —
	10,00	100,0	

Hieraus geht hervor, daß im krystallisirten Glas im Augenblick des Krystallisirens eine Menge Natron abgeschieden worden seyn muß. Ferner findet im durchsichtigen Glas kein einfaches Verhältniß der Bestandtheile nach bestimmten Proportionen Statt, während dieses beim krystallisirten Glas der Fall ist. Es beträgt der Sauerstoff der Alaunerde ein Drittel von dem des Kalkes und des Natrons, und der Sauerstoff sämmtlicher drei Basen ist genau ein Viertel von dem der Kieselerde. Es ist sonach dies krystallisirte Glas ein Gemisch von 1 Atom vierfach kieselsaurer Alaunerde mit 3 Atomen vierfach kieselsaurem Natron oder Kalk, dieses gleicht sonach hinsichtlich der Zusammensetzung dem ordinären Tafelglase.

1379. Es ist also demgemäß nicht unwahrscheinlich, daß im Augenblicke, wo das Glas durch langsames Abkühlen erstarrt, sich bestimmte strengflüssige Verbindungen aus der Hauptmasse sondern und krystallisiren.

Wenn auch durch obige Analysen die Frage noch nicht beantwortet ist, so würden sie doch genügend beweisen, daß alle Gläser nach bestimmten Proportionen gebildete Silikate, oder wenigstens Gemenge verschiedener scharf bestimmter Silikate sind, welche einander wechselseitig auflösen können.

Man ist demnach anzunehmen berechtigt, daß je länger das Erstarren einer Glasmasse verzögert wird, um so mehr werden sich daraus allmählig immer schmelzbarere Gemische abscheiden und die alkalische Basis wird sich nach und nach immer mehr in den Rückständen anhäufen.

Man begreift hieraus leicht, was beim Erstarren der Laven vorgeht, die so viel Ähnlichkeit mit den Producten haben, womit wir uns jetzt beschäftigen, und es läßt sich hiernach die Bildung der Krystalle, die im Innern der Massen zerstreut sind, erklären.

Überhaupt also ist das Entglasen eine Krystallisation, welche von der Bildung bestimmter, bei der Temperatur des Entglasens nicht mehr flüssiger Verbindungen abhängt. Diese Strengflüssigkeit wird herbeigeführt, entweder durch die Verflüchtigung der alkalischen Basis, oder durch eine einfache Sonderung, wobei das Alkali dann in denjenigen Theil des Glases übergeht, welcher seine Glasnatur beibehält. Jedes Glas kann also entglast werden, denn alle Gläser können bestimmte Silikate bilden, welche, da sie nach bestimmten Proportionen zusammengesetzt sind, auch krystallisationsfähig sind. Diejenigen Gläser, welche indifferente und basische Oxyde zugleich enthalten, entglasen leichter als die andern, in Folge des Strebens beider Arten von Oxyden, sich in bestimmten Proportionen zu vereinigen. Die entglasten Gläser besitzen sehr veränderliche Eigenschaften, denn ihre Zusammensetzung ist verschieden nach der Beschaffenheit des Glases selbst, so wie auch nach den bei der Entglasung obwaltenden Umständen. Es ist demnach das entglaste Glas bald aufgebläht, oder in mehr oder minder großen Nadeln krystallisirt; dieses findet bei dem Tafelglas Statt. Bald krystallisirt es dagegen in sehr feinen Nadeln oder verwandelt sich ganz einfach in eine opalartige nicht krystallinische Masse, wie dieß bei dem Bouteillenglas der Fall ist.

1380. Wenn das Glas bis zum Erweichungspunkt erhitzt worden ist und nachher schnell abgekühlt wird, so ist es sehr spröde; wird es dagegen sehr langsam abgekühlt, so hält es bedeutende Erschütterungen aus, ohne zu zerbrechen

und leidet selbst bei schnellem Temperaturwechsel nicht. Man verglich diese Erscheinungen mit dem Härten des Stahls, und obgleich die davon gegebenen Erklärungen nicht genügend sind, so wollen wir doch der praktischen Wichtigkeit wegen diesen Gegenstand etwas näher beleuchten.

Man kann sich von der Richtigkeit dieser Thatsache im Allgemeinen äußerst einfach überzeugen; nimmt man nämlich geschmolzenes Glas und läßt es tropfenweise in kaltes Wasser fallen, so erstarrt jeder Tropfen sogleich und nimmt Thränenform an; die kleine Masse, welche sich auf diese Weise losriß, zog zuerst einen Faden, bevor sie sich ganz von der Pfeife ablöste. Man bekommt so eine mehr oder minder voluminöses, sphäroidisches oder längliches Glasstückchen, welches sich in einen fein ausgezogenen Faden (Schwanz) endigt. Die Oberfläche dieses Glases ist härter als gewöhnlich; allein sobald man den Schwanz abbricht, so zerspringt die ganze Glasmasse mit einer leichten Detonation in unzählige Splitter. Diese Glastropfen sind allgemein bekannt unter dem Namen Glasthränen (larmes bataviques).

Man erklärt diese Erscheinung, indem man annimmt, daß durch das Eintauchen in kaltes Wasser die Glasoberfläche plötzlich erstarre, indem die innern Theile noch glühend und mithin sehr ausgedehnt sind. Wenn nun diese Letztern erstarren und erkalten, so bleiben in denselben Adhäsionspunkte, durch welche sie mit der Oberfläche zusammenhängen und folglich nehmen sie einen größern Raum ein, als ihnen vermöge der Temperatur, auf welche sie reduzirt wurden, zukäme; die innern Theilchen sind demnach weiter von einander entfernt, als gewöhnlich und erzeugen folglich eine starke Spannung gegen außen. So bald nun ein Theil der äußern Hülle zerbricht, so ziehen sich die von ihr gehaltenen Theile schnell zusammen, wirken zugleich auf alle Übrigen und bestimmen so eine Menge Punkte sich loszureißen; da diese Wirkung augenblicklich erfolgt, so wird jedes Stückchen mit Gewalt fortgeschleudert, und verdrängt die Luft, die sich ihm entgegen setzt; diese Flüssigkeit erleidet sonach eine schnelle Ausdehnung und Zusammenziehung, woraus dann die Detonation erklärt werden kann.

Eine ähnliche Erscheinung bieten die sogenannten Bologneser Flaschen oder Springkolben dar. Es sind dieß kurze, dicke und an einem Ende geschlossene Röhren, welche in den Krystallglashütten gemacht werden, um die Qualität des noch im Hafen befindlichen Glases während der Schmelzung zu beurtheilen. Diese Kölbchen sind sehr dick, weil man aus ihnen die Färbung der Gläser erkennen will; gewöhnlich werden sie schnell gekühlt, weil ihr Zweck keine besondere Sorgfalt in dieser Hinsicht erheischt. Man beschleunigt sogar das Abkühlen, indem man die noch an der Pfeife hängende Glasmasse in der Luft schwingt. Dadurch wird nun der kleine Kolben in einen den Glasthränen ähnlichen Zustand versetzt. Die innern Theile sind langsam und die äußern dagegen sehr schnell gekühlt worden; wenn man an diese Röhren außen selbst ziemlich stark schlägt, so zerbrechen sie nicht, während die geringste Erschütterung von innen sie in Splitter mit einer Detonation zerspringen macht, ähnlich der, welche bei den Glasthränen Statt findet. Ein Stückchen Glas oder ein Steinsplitter, welche man hinein fallen läßt, bewirken dieses Zerspringen schon.

Ähnliche Erscheinungen zeigen sich auch an etwas dicken im Handel vorkommenden Glasgefäßen. Durch einen geringen Temperaturwechsel wird oft das plötzliche Zerspringen derselben veranlaßt, ohne daß sonst noch eine Ursache mitzuwirken scheint. Es ist begreiflich, daß je dicker das Glas ist, desto leichter werden diese Erscheinungen Statt haben. Die etwas dicken, ungleich starken Glasröhren zerspringen vorzüglich gern und der Riß setzt sich gewöhnlich der ganzen Röhrenlänge nach fort. Allein man nimmt mit den Glasröhren gewöhnlich nicht jene besondere Operation vor, mittelst welcher man den ordinären Gläsern mehr Dauerhaftigkeit zu geben sucht.

1381. Diese Operation, welche Kühlen heißt, besteht darin, daß man das Glas sehr langsam erkalten läßt. Man bewirkt dieß auf verschiedene Weise; bald bringt man das Glas in besondere Kühlöfen, welche man bis zur Rothglut erhitzt und dann langsam erkalten läßt, indem man alle Öffnungen desselben wohl verstopft. Bald kühlt man in lan-

gen Gallerien, in welche man Blechkisten stellt, die durch Hacken miteinander verbunden werden. Die Gallerie wird von einem einzigen Punkt aus geheizt. In dem bezeichneten Raum stehen die Kästen, welche das Glas enthalten und kühlen so beliebig langsam ab, je nachdem man sie früher oder später herausnimmt. Diese Einrichtung ist die beste, denn der geheizte Raum erkaltet nie und das Glas kann so leicht gehandhabt werden, indem man auf der einen Seite das gekühlte Glas heraus nimmt und auf der andern Seite neugeblasenes hinein schiebt. Dieses Ofensystem sollte bei allen Fabrikationszweigen eingeführt werden, wo es darauf ankommt, einen Stoff bis auf einen bestimmten Hitzgrad zu bringen und wobei es erforderlich ist, sowohl die Erhitzung als auch die Abkühlung langsam zu bewerkstelligen. Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Brennen der Töpferwaaren.

Es scheint als ließe die Kühlung des Glases stets noch etwas zu wünschen übrig, denn entweder ist sie schlecht gerathen, oder sie hat überhaupt kein dauerhaftes Glas geliefert. Für einige Gegenstände wendet man eine Höchst einfache Kühlungsmethode an, die aber, wenn man sich derselben im Großen bedienen wollte, sehr kostspielig wäre. Man stellt nämlich die Glasgefäße in einen Kessel und sondert sie durch etwas Heu oder Stroh von einander ab. Das Gefäß wird sodann mit Wasser angefüllt und dieses zum Sieden gebracht, worauf man das Ganze langsam erkalten läßt. Die so gekühlten Glasgefäße sind gegen jeden schnellen Temperaturwechsel gesichert, welcher innerhalb von 100° Statt findet. Man könnte zu diesem Zwecke auch ein Bad von irgend einer Salzlauge, ein Ölbad oder eine leicht schmelzbare Metalllegirung anwenden, und somit diese Methode auf größere Temperaturabstände ausdehnen.

Die Wirksamkeit dieses Verfahrens beruht auf dem großen Unterschiede, welcher zwischen Wärmeleitungsfähigkeit der Luft und dieser Flüssigkeit existirt. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß bei der Operation des Kühlens in der Luft verschiedene Punkte auf der Oberfläche nicht gleichmäßig erkalten, was dagegen niemals in einer tropfbaren Flüssigkeit Statt finden kann.

Es ist eine bekannte Sache, daß solche Glasgefäße, welche in den Laboratorien durch Zufall auf ähnliche Weise gekühlt worden sind, sehr schnelle Temperaturwechsel, ohne zu zerspringen, vertragen können.

1382. Wenn das Glas nicht gekühlt worden ist, so läßt es sich sehr leicht schneiden, indem man es einem schnellen Temperaturwechsel aussetzt; es bekommt dann sogleich einen sehr reinen Riß auf der entweder sehr schnell erwärmten oder erkalteten Stelle. Die Glasbläser benützen diese Eigenschaft beständig, um die geformten Gefäße von der Pfeife abzulösen, sie in verschiedenen Richtungen zu durchschneiden rc. Sobald aber das Glas gekühlt ist, so läßt es sich so leicht auf diese Weise absprengen. Man muß dann gewöhnlich einen Feilstrich geben, um einen Riß hervorzubringen. Ist das Glas nur erst durch die Feile etwas geritzt worden, so erwärmt man es mit einem rothglühenden Eisen oder einer brennenden Kohle und läßt dann auf die erhitzte Stelle einen Tropfen Wasser fallen, wodurch sodann das Glas plötzlich einen Riß bekommt; dieser Riß läßt sich leicht weiter führen, wenn man es an der gesprungenen Stelle aufs neue mit einem heißen Körper berührt. Die Ausdehnung, welche die in der Spalte befindliche Luft erleidet, sucht diese erweitern, wozu noch die ungleiche Ausdehnung des Glases selbst kommt, um diese Wirkung hervorzubringen. Man bedient sich in den Laboratorien sehr häufig dieses Mittels, um Gläser von verschiedener Form abzuschneiden, und wendet dazu die Sprengkohle (S. Bd. I. S. IV.) an. Diese Kohle brennt in der Luft sehr langsam, sobald sie aber an der brennenden Stelle angeblasen wird, so entwickelt sie viel Wärme und bildet stets eine glühende konische Spitze. Dasselbe leisten die von Le Baillif empfohlenen in einer Auflösung von salpetersaurem Blei gekochten Holzstäbchen, welche beim Verbrennen eine zum Absprengen des Glases hinreichende Hitze entwickeln.

Man wendet diese Mittel vorzüglich bei cylindrischen und sphäroidischen Gläsern an; das flache Glas dagegen läßt sich sehr leicht mit dem Diamant schneiden. In dieser

Beziehung machte Wollaston sehr scharfsinnige Beobachtungen.

1383. Der Diamant ritzt zwar immer das Glas, allein unter gewissen Umständen schneidet er es auch. Es ist in der That zu bewundern, daß man, obgleich der Diamant seit undenklichen Zeiten zum Glasschneiden angewendet wird, seither von dieser Eigenschaft noch keine genügende Erklärung zu geben wußte; erst Wollaston untersuchte diesen Gegenstand in der letzten Zeit näher.

Ritzen und schneiden sind wesentlich von einander verschieden; im ersten Fall wird die Oberfläche unregelmäßig zerrissen und erhält eine unebene Furche; im zweiten Fall dagegen entsteht eine zusammenhängende Spalte, welche ununterbrochen von einem Ende des Tafelglases bis zum andern fortgeführt werden kann. Der geschickte Glasschneider giebt nur einen schwachen Druck an einem Ende dieser Linie und die Spalte wird dann leicht bis zum andern Ende fortgeführt.

Es ist schon lange bekannt, daß härtere Körper als Glas, dasselbe ritzen, aber man glaubte, daß nur der Diamant allein es schneiden könne; Wollaston aber hält dafür, daß zwar dessen große Härte dieser Wirkung eine Dauer sichert, daß aber diese Eigenschaft von einem mechanischen Effekt abhänge, der auch andern Körpern eigen seyn dürfte.

Wird ein Diamant geschliffen, so sind seine sämmtlichen Flächen fast eben und folglich sind die Linien oder Kanten, in welchen sie sich schneiden, gerade; allein in den natürlichen Diamanten, welche die Glaser beständig anwenden, und welchen sie immer den Vorzug gaben, sind die Flächen gewöhnlich krumm, so daß dadurch auch krumme Kanten entstehen. Setzt man nun den Diamant so an, daß eine seiner Kanten nahe an ihrem Ende das Glas an derjenigen Stelle tangirt, an welcher man eine Spaltung erzeugen will, und wenn die beiden, die Kante bildenden Flächen gleich gegen die Glasoberfläche geneigt sind, so hat man den Bedingungen genügt, welche die Operation leicht machen. Da die Krümmung der Kante nicht bedeutend ist, so sind die Grenzen der

Neigung sehr genähert; wenn nun der Griff, in welchen der Diamant gefaßt ist, zu hoch oder zu niedrig gehalten wird, so bildet das eine Ende der krummen Linie einen Winkel gegen das Glas und dieser Punkt ritzt dann sehr unregelmäßig. Findet dagegen der Kontakt gehörig Statt, so erhält man durch den von jeder Seite gleich stark geübten Druck der beiden Diamantflächen eine einfache Spalte. Durch dieses Mittel suchen die zusammenhängenden Theile der Glasoberfläche sich zu trennen und zwar mehr als die Elastizität der untern Theile es erlaubt, wodurch eine nicht sehr tiefe Spalte entsteht.

1384. Man könnte vermuthen, daß die Schwäche des Glases in dem vom Diamant gefurchten Theil die Richtung des Rißes bestimme, allein der Grund dieser Furche ist, verglichen mit einer Spalte, sehr breit. Bisweilen wirkt die Kraft, welche das Glas zerbrechen soll, in einer größern Ausdehnung und sogar in einer falschen Richtung; zuweilen ist sie nach und nach gegen verschiedene Punkte der mathematischen Linie gerichtet, welche den Grund der Spalte bildet und folgt immer der nämlichen Richtung, weil die Adhäsion der Theilchen äußerst leicht zerstört werden kann.

Die durch den Diamant hervorgebrachte Spalte scheint nicht tiefer als ein $\frac{1}{200}$ Zoll zu gehen; Wollaston überzeugte sich, daß man die Richtung des Bruches beliebig nach verschiedenen Punkten hinleiten kann, sobald man selbst nur einen Theil der Oberfläche furcht; aus mehreren Versuchen fand er, daß bei dieser Operation die Dicke des Glases nicht mehr als um $\frac{1}{1000}$ Zoll vermindert wurde.

Da von der Form der Diamantkante der Haupteffekt abhängt, so würden auch andere hinreichend harte Mineralien ähnliche Resultate geben, wenn man sie mit etwas gekrümmten Kanten versähe. Nachdem Wollaston einem Saphir, einem Rubin, einem Stückchen Bergkrystall und einigen andern Körpern diese Gestalt gab, fand er jeden mehr oder minder lange Zeit tauglich zur Hervorbringung reiner Spalten am Glase. Es scheint nicht unwahrscheinlich zu seyn, daß die lange Dauer der schneidenden Diamanten davon herrührt, daß die Härte in der Rich-

tung der natürlichen Kanten des Krystalls größer ist, als an jeder andern Stelle. Man bemerkte auch schon an einigen, in verschiedenen Richtungen leicht zu schneidenden Krystallen, daß sie je nach der Richtung ihrer Flächen verschieden hart sind.

1385. Das glühende Glas ist ungemein dehnbar und geschmeidig; auf dieser Eigenschaft beruht die ganze Kunst des Glasbläsers. Bei Verfertigung der gewöhnlichen Glasarbeiten wird das Glas nicht zu dem äußersten Grade seiner Dehnbarkeit gebracht, dieß geschieht aber bei der merkwürdigen Kunst des Glasspinnens.

Beim Glasspinnen wird das erweichte glühende Glas mittelst eines Rades in feine Fäden ausgezogen, indem es auf dasselbe aufgehaspelt wird. Man spinnt auf diese Weise das Glas erstaunlich schnell.

Zieht man ein Stück hohles Glas in die Länge, so bleibt es ihnen stets hohl, wenn auch der Faden außerordentlich fein ausgezogen wird. Deuchar nahm ein Stück einer Thermometerröhre, von sehr kleinem innern Durchmesser und zog es in einen feinen Faden aus. Das Rad, dessen er sich bediente, hatte 3 Fuß im Umfang und da es 500 Umdrehungen in einer Minute machte, so erhielt er einen 30000 Meter langen Faden in einer Stunde; der Glasfaden, den er auf diese Weise erhielt, war außerordentlich dünn und sein innerer Durchmesser war demnach kaum mehr zu berechnen. Dieser Faden war jedoch noch hohl, denn als derselbe in 1½ Zoll lange Stücken geschnitten und auf den Rezipienten einer Luftpumpe so gebracht wurde, daß das eine Ende außerhalb und das andere innerhalb desselben sich befand, so drang Quecksilber in äußerst feinen glänzenden Strahlen durch, wenn man den Rezipienten von Luft entleerte.

Ein Faden, der aus einem kleinen, mit dem Diamant zerschnittnen Stück Fensterglas gesponnen wurde, war äußerst glänzend; unter dem Mikroscop gesehen, zeigte er eine durch vier Seiten abgeplattete Form. Wahrscheinlich rührte sein Glanz von dieser besondern Form her, den die aus einem runden Stück Glas gesponnenen Fäden haben stets ein mat-

tes, dunkles Ansehen. Vereinigt man Glas von verschiedenen Farben in eine einzige Röhre, so behält der daraus gesponnene Faden stets die ursprünglichen Farben bei, ohne daß sich diese miteinander vermischten, oder ohne daß irgend eine Unterbrechung derselben zu bemerken wäre; allein die meisten werden trübe und schmutzig, besonders das Gelb, welches fast ganz verschwindet; das Schwarz geht bisweilen in Braun über; die Purpurfarbe und das Grün werden wenig verändert, und das Blau hält sich am besten.

Die fein gesponnenenen Glasfäden sind fast so biegsam wie Seide, und können gleich dem gewöhnlichen Garn aufgewickelt und zu verschiedenen Zierrathen verarbeitet werden. Beim Anfühlen haben sie viel Ähnlichkeit mit den Haaren und können gleich diesen durch heise Eisen gelockt werden. Die schwarzen Glasfäden gleichen den schwarzen Haaren so sehr, daß sie leicht damit verwechselt werden können. Es ist eine bekannte Sache, daß im vorigen Jahrhundert Perücken von Glasfäden verfertigt wurden, daß man sich derselben jetzt bisweilen noch bedient um recht glänzende Federbüsche daraus zu machen, und daß man sogar Stoffe daraus gewebt hat. Vielleicht nimmt einst die Mode sich dieses Industriezweiges wieder an. Man behauptet, daß der Gebrauch dieser Glaskleidungsstücke gefährlich werden kann, da abgebrochene Glasfäden beim Athmen in die Lungen gebracht werden können, dieß ist jedoch sehr unwahrscheinlich. *)

1386. Das spezifische Gewicht des Glases hängt von seiner Zusammensetzung ab. Das kalkhaltige Alkaliglas ist das leichteste, dann folgt das Bouteillenglas und zuletzt die Bleigläser, wie aus nachstehender Angabe zu ersehen ist:

Böhmisches Glas . . .	2,396	Fensterglas . . .	2,642
Kronglas	2,487	Bouteillenglas .	2,732
Spiegelglas v. Saint-Gobin	2,488	Krystallglas . .	2,9 — 3,255
desgl. von Cherbourg . .	2,506	Flintglas . . .	3,3 — 3,6 **)

*) Soviel ist aber doch gewiß, daß die nadelartigen Fragmente der leicht zerbrechlichen Glasfaden sich leicht in die Haut spießen und dann empfindlichen Schmerz und Entzündung erregen. A. u. E.

**) Fraunhofers Flintglas hat ein spez. Gew. v. 3,77 und
Faradays „ „ „ „ „ „ 5,44. A. u. E.

Bei Krystallglas und Flintglas kann man aus der Dichtigkeit auf die Zusammensetzung schließen; nicht so verhält es sich bei andern Gläsern, denn die Unterschiede in dem spezif. Gewichte ihrer Bestandtheile sind zu unbedeutend. Loysel suchte Formeln aufzustellen, nach welchen man aus der Dichtigkeit auf die Zusammensetzung sollte schließen können, aber sie lassen sich nicht anwenden. Kaum würde man für die bleihaltigen Gläser einen Vortheil hieraus ziehen können. Diese Verhältnisse hängen von so viel Ursachen ab, daß man, um sie auf irgend eine Weise fest zu stellen, sich auf gewisse Gläser beschränken, und so feine und vielfache Versuche machen müßte, daß es besser wäre zu den gewöhnlichen Methoden der chemischen Analyse seine Zuflucht zu nehmen, welche stets die sichersten Resultate gewähren.

1387. Unter den chemischen Eigenschaften des Glases verdienen einige einer besondern Beachtung; hierher gehört die Wirkung der Luft oder der desoxydirenden Körper, die des Wassers, der Säuren und der Basen auf dasselbe.

1388. Die Luft oder der Sauerstoff äußern im trocknen Zustande weder in der Kälte noch in der Wärme eine Wirkung auf das Glas; anders verhält es sich mit der feuchten Luft, wie wir weiter unten sehen werden.

Es ist klar, daß die desoxydirenden Körper im Gegentheil mit Hilfe der Wärme auf die Gläser wirken können, welche Eisen- und Manganoxyd und besonders Bleioxyd enthalten. Erhitzt man z. B. bleihaltige Gläser mit Kohle oder in einem Strom von Wasserstoffgas, so verändern sich dieselben sogleich. Das Bleioxyd wird reduzirt und das metallische Blei färbt dann das Glas schwärzlich. Diese Erscheinung stellt sich so schnell ein, daß man das Bleiglas nicht vor der Glaslampe erhitzen kann, ohne daß es sich sogleich stark schwärzt, wenn man nicht besondere Vorsicht anwendet. Am besten ist es, wenn man zu Vermeidung dieses Übelstandes etwas Seife auf den Lampendocht bringt; die Flamme erhält sogleich ein anderes Ansehen und das Krystallglas wird nicht mehr schwarz. Wahrscheinlich verändert die Seife die Capillarität des Dochtes und vermindert das Aufsteigen des Öls. Diejenigen Gläser, welche nur Kieselerde und erdige

oder alkalische Basen enthalten, werden nie reduzirt, dagegen erleiden die übrigen darin vorkommenden Oxyde eine Reduktion, durch diejenigen Stoffe, welche sie auch im freien Zustande reduziren würden, allein diese Reduktion wird immer nur schwierig bewirkt.

1389. Das Wasser wirkt nicht auf Glas, allein mehrere Glasarten sucht es in auflösliche alkalische Silikate und in unauflösliche erdige und alkalische Silikate zu zersetzen. Es bewirkt fast dieselbe Sonderung im Glase, welche auch eine Folge der langsamen Erkaltung oder der Entglasung ist. Das Tafelglas oder das ähnlich zusammengesetzte Glas wird sehr stark durch siedendes Wasser auf solche Weise verändert, was schon Scheele beobachtete. Läßt man Glas längere Zeit in siedendem Wasser, so wird dieses endlich alkalisch und trübt sich durch das darin unauflösliche erdig-alkalische Silikat, welches sich von der Glasoberfläche ablöst und nun im Wasser aufgeschwemmt bleibt. Diese Wirkung zeigt sich vorzüglich am Kronglas, am Spiegelglas und einigen andern Glasarten so stark, daß solche fein pulverisirt mit kaltem Wasser zusammengebracht, dieses alkalisch reagiren machen. Dieselben Gläser zeigen sich auch immer ziemlich hygrometrisch, wenn man sie feuchter Luft aussetzt.

Es lassen sich aus dieser Wirkung des Wassers viele Erscheinungen erklären, welche man am Glase und vorzüglich am Kalk- und Natron- oder Kaliglas beobachtete. Sehr oft werden die polirten Spiegelgläser an der Luft matt und dieses rührt von hygrometrischem Wasser her; etwas ähnliches bemerkt man auch an den Gläsern optischer Instrumente. Ist das Glas gut, so dürfen Erscheinungen dieser Art nicht vorkommen, ist es aber zu alkalisch, so wird die Oberfläche allmählig vom adhärirenden Wasser angegriffen und es findet eine der weiter oben betrachteten ähnliche Zersetzung Statt; ist das Glas einmal matt geworden, so muß es dann aufs Neue polirt werden. Zuweilen ist diese matte Beschaffenheit kaum sichtbar, obschon das Glas sehr verändert worden ist und man bemerkt es erst, wenn man das Glas erwärmt. Die Oberfläche schuppt sich sehr dünn ab, wie dieß zuweilen auch am Porzellan zu bemerken ist. Die Glas-

schüppchen sind sehr dünn, lösen sich ganz ab und bilden eine Art mehligen Staub, während die Glasfläche ganz matt, runzelig und trübe ist. Glasröhren, Kolben, Retorten und selbst Kelchgläser, welche in den Laboratorien lange der feuchten Luft ausgesetzt sind, bieten diese Erscheinungen häufig dar. In diesem Zustand können die Glasröhren nicht vor der Lampe erhitzt werden, ohne ihre Politur ganz zu verlieren. Bei Uhrgläsern zeigt sich sehr häufig dasselbe; auch an optischen Gläsern ist diese Erscheinung zu bemerken, und es scheint, als wenn die polirten Gläser leichter als die gewöhnlichen eine solche Veränderung erlittten. Unpolirte Gläser sind immer glänzender und härter, was vom Kühlen herzurühren scheint, das mit dem Härten verglichen werden kann. Hieraus läßt sich genügend erkären, warum die polirten Gläser leichter angegriffen werden, denn indem der äußere harte Überzug weggenommen worden, sind die innern Theile der Einwirkung des Wassers blosgestellt.

Alte Fenstergläser an Gebäuden haben häufig ihre glänzende Oberfläche verloren und sind ganz matt geworden, was derselben Ursache zuzuschreiben ist. Sobald das hygrometrische Wasser das Glas angegriffen hat, so zerspringt die Oberfläche bei dem geringsten Wechsel der Temperatur, hierdurch wird es nun matt und die Glasschüppchen lösen sich dann leicht schon bei schwachem Reiben ab. Es zeigt sich dieß vorzüglich an Stallfenstern, welche schon nach einigen Jahren dergestalt verändert sind, daß man daran alle Erscheinungen der Zerstreuung des Lichtes beobachten kann, welche dünne Blättchen hervorbringen. Diese irisiren zuweilen äußerst brillant. *)

*) Dieselbe Ursache hat auch die alten Gläser verändert, welche man in Ruinen und Gräbern findet, und deren Oberfläche zuweilen ganz zersetzt ist. Diese ist trübe und durch gelindes Reiben lösen sich zarte, leichte Häutchen ab, welche alle Regenbogenfarben besitzen. Wenn man die zersetzte äußere Oberfläche einer Phiole abnimmt, so scheint sie verzinnt zu seyn, was von der innern zersetzten Glasfläche herrührt, welche vermöge ihrer vollkommnen Undurchsichtigkeit alles Licht, welches noch durch das durchsichtige Glas dringt, wieder reflektirt. Man findet demnach hier nur noch stärker die nämlichen Effekte, welche sich so häufig an Stallfenstern darbieten.

1390. Da das Wasser allein schon so kräftig auf das Glas einwirkt, so ist leicht begreiflich, daß das Kali und Natron in konzentrirten Auflösungen es ebenfalls angreifen können. Diese Reaktionsweise ist noch wenig untersucht worden. In der Rothglühhitze verbinden sich nicht nur Kali und Natron, sondern alle kohlensauren Salze und Basen der ersten Abtheilung mit den Bestandtheilen des Glases um mehr basische Gläser zu bilden. Wendet man jene im kohlensauern Zustand an, so wird die Kohlensäure daraus verjagt. Selbst die durch Hitze nicht zersetzbaren Oxyde verbinden sich durch Glühen mit dem Glase und bilden durchsichtige oder opake, gefärbte oder farblose Gläser, die entweder mehr oder minder zersetzbar sind als das angewendete Glas, je nach der angewendeten Dosis. Sobald man überhaupt die Oxyddosis sehr vermehrt, so wird dadurch das Glas in Säuren auflöslich. Man thut dieses bei der Analyse des Glases, wenn man es mit kohlensaurem Natron, Baryt oder Bleioxyd behandelt.

1391. Die Säuren wirken leicht auf das Glas ein; unter ihnen aber äußert die Flußsäure eine ganz besondere Wirkung darauf; die übrigen zersetzen das Glas, indem sie sich der Basen bemächtigen und die Kieselerde frei machen.

Es giebt Bouteillenglas, welches der Einwirkung des Weins *) widersteht, das aber demungeachtet stark durch Salpetersäure, Salzsäure und Schwefelsäure angegriffen wird. Wendet man Schwefelsäure an, so bilden sich Kalk-, Eisen- und Thonerdesalze nebst Alaun. Die Säure erzeugt im Innern der Bouteillen krystallinische Warzen, deren Basis endlich das Glas durchbohrt. Die Warzen haben zuweilen die Größe einer Bohne; die Kieselerde wird in diesem Fall immer als Gallerte ausgeschieden.

*) Da das Bouteillenglas am meisten Thonerde enthält, so wird es von den Säuren am leichtesten angegriffen. Manches Glas dieser Art wurde schon durch den im Weine befindlichen Weinstein so schnell angegriffen, daß man bereits nach wenigen Tagen eine sichtliche Einwirkung bemerken konnte. Das Alaunerdesalz entfärbt den Wein und ertheilt ihm einen widrigen Geschmack. Die Bouteille wird angegriffen, es setzt sich ein flockiger Niederschlag ab und zugleich bilden sich Krystalle von verschiedenen Salzen.

Die bleihaltigen Gläser sind um so leichter angreifbar, je mehr sie Blei enthalten. Gut bereitetes Krystallglas widersteht sehr gut, auch bei Tafelglas ist dieß noch der Fall; dagegen werden zu alkalihaltige Gläser leicht angegriffen. Verliert ein Glas durch die Wärme den Glanz seiner Oberfläche, so wird es auch sicher von Säure angegriffen. *)

1392. Es wurde oben erwähnt, daß die Fluorwasserstoffsäure eine besondere Wirkung auf das Glas äußere. Da nämlich diese Säure mit der Kieselsäure Fluorkiesel und Wasser (409) bildet, so folgt daraus, daß sie alle Gläser angreift; sie würde selbst immer vollkommen und schnell darauf einwirken, wenn nicht die Bildung einer gewissen Menge von Doppelfluorid von Silicium und Natrium oder von Kalium, Aluminium, Calcium oder von Blei, welche sämmtlich wenig löslich oder unauflöslich sind, den Kontakt und somit die weitere Einwirkung verhinderte.

Die Fluorwasserstoffsäure greift übrigens das Glas schnell und leicht an, wenn man viel Säure auf eine kleine Oberfläche wirken läßt. Man benuzt diese Eigenschaft vortheilhaft zum Ätzen des Glases und wendet hierzu die Säure entweder als Gas oder in tropfbarer Form an; die gasförmige Säure liefert undurchsichtige Züge, während die mit tropfbarer Säure geätzten Stellen durchsichtig sind.

Will man mit flußsaurem Gas ätzen, so wird das Glas gereinigt, abgetrocknet und mit einer gleichförmigen Firnißschicht bedeckt. Der Firniß wird aus Wachs und Terpentin bereitet und muß so weich seyn, daß er durch den Grabstichel abgehoben werden kann, ohne sich von der ganzen Platte abzuschälen; vier Theile Wachs und ein Theil Terpentin liefern

*) Guyton Morveau gründete auf diese Wirkung der Säuren eine Methode das Glas zu prüfen. Er bringt das zu prüfende Glas in einen Schmelztiegel, umgiebt es mit käuflichem Eisenvitriol, bedeckt den Tiegel und erhitzt ihn nun bis zur Rothglut. In der Hitze läßt jenes Salz seine wasserfreie Schwefelsäure fahren, welche um so leichter auf das Glas reagirt, je höher die Temperatur ist. Gute Gläser halten diese Probe aus, schlechte dagegen werden mehr oder weniger angefressen. Diese Probe kann auch durch eine andere ersetzt werden; man pulverisirt nämlich das Glas und kocht das Pulver mit reiner Salpetersäure. Die allzu basischen Gläser werden dann schneller und vollständiger zerstört, als diejenigen, welche mit Kieselerde vollkommen gesättigt sind.

einen guten Firniß. Sobald das Glas kalt geworden, so erscheint der Firniß etwas trübe, allein noch nicht so stark, daß man durchzuzeichnen verhindert würde; man fährt hierauf mit dem Grabstichel der aufgetragenen Zeichnung nach und dringt so mit demselben bis auf die Glasoberfläche ein. Nachdem nun die Zeichnung in den Firniß eingravirt ist, so setzt man das präparirte Glas der Einwirkung des flußsauren Gases aus. Man wendet zu dem Entzwecke ein Bleikästchen oder ein irdenes Gefäß an, und bringt pulverisirten Flußspath und konzentrirte Schwefelsäure hinein, welche man wohl untereinander mengt; das Gefäß wird hierauf gelinde erwärmt und das zubereitete Glas oben darauf gelegt. Sobald der Säuredampf sich zu entbinden angefangen hat, ist auch nach Verlauf von einigen Minuten die Operation schon geendigt; man nimmt das Glas ab, schmelzt den Firniß herunter und reinigt es dann mit einem weichen Leinentuch.

Taucht man das Glas, statt gasförmige Flußsäure darauf einwirken zu lassen, in tropfbare Säure, so ist der Effekt schon in wenigen Augenblicken hervorgebracht.

Will man aber eine reine und korrekte Zeichnung mit Mitteltinten und starkem Schatten auf dem Glase haben, so muß man ein delikateres und etwas umständlicheres Verfahren anwenden und sich eines ganz besondern Firnisses bedienen. Hann (Professor am polytechnischen Institute zu Warschau) machte in dieser Beziehung sehr interessante Beobachtungen und ihm gelang es zuerst, die mannigfaltigsten Zeichnungen in jedem beliebigen Ton auf Glas überzutragen.*)

*) Will man eine sorgfältig ausgeführte Zeichnung auf Glas haben, welche verschieden tief und recht scharf seyn soll, so überzieht man dasselbe zuerst mit einem Firniß. Sehr guter Firniß ist gesottenes Leinöl oder noch besser fetter Kopallack, welchen man mit ausgeglühtem Kienruß schwärzt, nachdem er recht fein abgerieben und mit Terpentinöl angerührt worden. Der Überzug muß sehr dünn seyn und jede Schicht muß getrocknet werden, bevor man eine neue aufträgt. Sobald man bemerkt, daß das Licht nur noch schwierig durch das überzogene Glas dringt, so hört man mit dem Überziehen auf. Die Firnißschicht darf jedoch nicht zu dick seyn, weil er sich sonst leicht abschälen könnte, vorzüglich an solchen Stellen, wo sich die Linien einander sehr nähern oder sich kreuzen.

Das präparirte Glas wird nun mit der Zeichnung versehen, und hierauf der Firniß radirt mit dem Stichel oder einfachen Radirnadeln von verschiedener Form und Dicke. Größerer Bequemlichkeit wegen erleuchtet

Fabrikation des Glases.

1393. Wir haben keine zuverlässigen Nachrichten über das Verfahren, welches die Alten bei der Glasbereitung anwendeten. Agrikola beschrieb diese Kunst zuerst, allein seit jener Zeit hat sowohl die Bereitungsart als die Natur der angewendeten Stoffe einzelne Veränderungen erlitten.

Die dem Werke beigefügten Kupfertafeln überheben uns einer nähern Beschreibung der Glasöfen. Die zu verglasenden Stoffe werden fast immer vorher gefrittet, und dann in Schmelzhäfen von feuerfestem Thon der erforderlichen Temperatur ausgesetzt. Man steigert die Hitze, bis die Glasmasse gleichartig und rein geworden ist und vermindert solche hierauf so weit, bis das Glas die zum Verarbeiten nöthige Konsistenz erhalten hat.

1394. Die im Schmelzhafen vorgehenden Reaktionen sind leicht erklärlich. Mischt man nämlich Kieselerde, kohlensaures Natron und kohlensauren Kalk, so bemächtigt sich Erstere des Natrons und Kalkes, während sich die Kohlensäure entbindet. Derselbe Fall tritt ein, wenn man Kieselerde, kohlensaures Kali und Mennig miteinander mengt und schmelzt; die Letztere verwandelt sich in Bleioxyd, welches

---

man die Zeichnung von der Unterseite, indem man das Glas auf ein durchbrochenes, gegen das Fenster unter einem Winkel von 45° geneigtes Pult legt. Auf dem so gestellten Glas lassen sich noch die feinsten Partien leicht unterscheiden.

Nach Vollendung der Zeichnung wird mit flüssiger Flussäure geätzt, allein ehe man diese Operation beginnt, muß man sowohl die Säure als das Glas probiren. Man stellt diese vorläufige Probe mit einem überfirnißten Glasstück an; dieses wird in fünf bis sechs Theile getheilt, auf jeder Abtheilung zeichnet man mit der Nadel einige Linien und bestreicht diese sodann mittelst eines Pinsels von Minute zu Minute mit flüssiger Fluorwasserstoffsäure. Hat die Säure eine Minute lang auf die letzte Abtheilung gewirkt, so ist sie zwei Minuten auf der Vorhergehenden und sechs Minuten auf der Erstern geblieben. Man spült nun die Säure mit Wasser ab und nimmt den Firniß mit einem Messer und mittelst Terpentinöl weg. Nach dieser Probe ist es nicht mehr schwer die Zeit zu bestimmen, welche die Säure auf der Zeichnung bleiben darf, um das gewünschte Resultat zu erhalten. Man trägt nun die Säure auf die Zeichnung selbst mittelst eines Kamelhaarpinsels auf und nachdem man sie so lange darauf gelassen als die Probe es besagte, wäscht man mit Wasser ab und nimmt den Firniß weg.

sich nachher nebst dem Kali mit der Kieselerde vereinigt. In dem letztern Fall findet also zuerst eine Entbindung von Sauerstoff und dann von Kohlensäure Statt.

Diese Gasentbindungen, welche beständig die Glasbildung begleiten, erklären auch die so häufige Anwesenheit von Blasen in der Glasmasse. Zur Verjagung dieser Blasen muß man die Temperatur sehr steigern, damit das Glas leichtflüssig werde. Da aber das Kali und Natron sich bei so hohen Hitzgraden verflüchtigen, so muß man zur Mischung mehr von diesen Alkalien nehmen, als im Glase selbst bleibt.

Die hohe Temperatur ist vorzüglich auch dann nöthig, wenn man unreine Alkalien anwendet. Die Gegenwart von Chloriden und von schwefelsauren Salzen, welche schmelzen ohne sich mit dem Glas zu vermischen, veranlassen eine Menge weiße und undurchsichtige Knötchen, welche in der ganzen Masse zerstreut sind. In höherer Temperatur, wenn das Glas leichtflüssiger wird, begeben sich diese leichtern Stoffe in die Höhe und schwimmen auf der Glasmasse, von der sie dann mit einem Schöpflöffel abgenommen werden. *)

Durch die verflüchtigte Pottasche werden auch die Steine des Ofengewölbes verglast, und daher rührt es, daß bisweilen gefärbte Glastropfen in den Glashafen fallen. Diese Tropfen heißen gewöhnlich Thränen.

Noch zwei andere Übelstände zeigen sich zuweilen auch bei der Glasfabrikation: die Schlüre (filandres) und die Winden (cordes). Die Schlüre entstehen aus Mangel an Gleichartigkeit der Glasmasse. Sobald die Dichtigkeit derselben nicht durch und durch gleichmäßig ist, so zeigt das geblasene Glas hier und da Streifen, welche durch die verschiedene Brechung der Lichtstrahlen entstehen: dieß sind die

*) Diese Chloride nennt man in den Glashütten Glassalz (sel de verre), die schwefelsauren Salze dagegen heißen Glasgalle (fiel de verre.) Bosc d'Antic suchte zu beweisen, daß die Chloride hauptsächlich die Blasen erzeugen. Die Spannkraft des dampfförmigen Kochsalzes reicht vielleicht schon in der Rothglühhitze zur Blasenbildung hin. Seitdem das Sodasalz so billig in den Handel geliefert wird, bildet sich sehr wenig von diesen Salzen in den gewöhnlichen Glashütten; dagegen erhält man in den Bouteillenglashütten stets sehr viel, weil man dort rohe Soda anwendet.

Schlüre. Die Winden dagegen sind oberflächlich hervorragende Streifen, welche sich gewöhnlich bilden, wenn das Glas zu kalt geblasen wird.

1395. Man nimmt zur Bereitung des Glases sehr verschiedene Substanzen; der Quarzsand, das kohlensaure Kali oder Natron, der Kalk und das Bleioxyd sind die durchaus nöthigen Stoffe. Statt der kohlensauern Alkalien lassen sich aber auch deren schwefelsaure Salze anwenden. In gewissen Fällen kann man auch thonigen oder eisenhaltigen Sand benützen. Zu Bouteillenglas ist sogar die Gegenwart der Alaunerde unerläßlich. Bisweilen enthalten die Gläser auch Magnesia, welche vom angewendeten Sande herrührt. Die rohe Soda und Pottasche, ja selbst die Asche kann statt der reinen kohlensauern Salze genommen werden und endlich hat man die Anwendung des Feldspathes und der vulkanischen Laven vorgeschlagen.

1396. Die Fabrikation des Glases mittelst Feldspath liegt sehr nahe, wenn man nur die leichte Schmelzbarkeit dieses Minerals berücksichtigt. Es wurde derselbe schon früher von Gerhard in den Denkschriften der Akademie zu Berlin vorgeschlagen. Seiner Angabe zu Folge braucht man nur zu Fensterglas 2 Thl. Feldspath, 2 Thl. Sand und 1 Thl. Kreide zu nehmen; es sollte dieses Gemenge, vorausgesetzt, daß kein Kali sich während des Schmelzens verflüchtigt, eine Glasmischung geben, welche besteht aus:

Kieselerde . . .	73	100
Thonerde . . .	8	
Kali	7	
Kalk	12	

Diese nicht gut berechneten Verhältnißmengen können nur ein äußerst schwer schmelzbares Glas geben, das sich leicht entglast. Es zeigte sich dieß auch in einem Versuche, welchen Rey unter den Augen von Chaptal und Allut im Großen anstellte. Die Schmelzung erforderte eine zweimal so lange Zeit als gewöhnlich, lieferte aber ein gutes Glas. Schon glaubte man den Versuch gelungen, allein als der Ofen so weit abgekühlt wurde, als zum Verarbeiten des Glases nöthig war, so erschien die Masse plötzlich trübe,

milchig und körnig, oder mit einem Wort entglast. Soll man nun in Folge dieses Versuches auf den Feldspath verzichten? Kaum sollte man es glauben. Man menge 100 Thl. Feldspath, 100 Thl. Thon von Arcueil und 80 Thl. Ätzkalk oder ein Äquivalent Kreide, so erhält man ein folgendermassen zusammengesetztes Glas:

	Feldspath.	Thon.	Glas.	
Kieselerde	66	63	129 oder auch	46,3
Thon —	18	37	55	20,0
Kali	16		16	5,7
Kalk			80	28,0
			280	100

Dieses Glas besitzt, wenn der Thon eisenfrei ist, ungefähr die Farbe des Bouteillenglases und hat fast dieselben Vorzüge und Nachtheile aufzuweisen. *) Zu gewöhnlichem Fensterglas oder ähnlichen Glaswaaren darf man füglich ein Drittel oder Viertel Feldspath ohne besondern Nachtheil zusetzen. Man würde dann ein Glas erzeugen, welches vom gewöhnlichen Glase nur durch einen Mehrgehalt von vier Proz. Thonerde sich unterscheidet; im Handel kommt auch wirklich Glas vor, welches eben soviel oder selbst noch mehr davon enthält. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß durch Zusatz von Borax, Borsäure oder Bleioxyd man mit Feldspath leicht ein, alle erforderlichen Eigenschaften besitzendes Glas erzeugen könnte.

1397. Gewisse Laven, Bimssteine, Basalt, Pechsteine und andere vulkanische Produkte stehen hinsichtlich ihrer Mischung dem Bouteillenglase so nahe, daß man sie ohne allen Zweifel in dieser Beziehung wird benützen können. Chaptal machte die ersten Versuche dieser Art, und wenn diese nicht die gewünschten Resultate gaben, so liegt es mehr an jener Zeit als an dem wahrhaft glücklichen Gedanken, der gewiß

*) Der Glashüttenbesitzer Kiesling (in Zwiesel im bairischen Wald) hat auch Feldspath und Kalk zu Fensterglas verschmolzen, wurde aber durch die Bildung von Krystallisationen während des Arbeitens verhindert damit fort zu fahren, obgleich das Glas sehr gut schmolz. — Auf einigen Glasknopfhütten und Bouteillenhütten kommt Flußspath zum Glassatze, dieser frißt aber die Hafen sehr an und erzeugt leicht Krystallisationen. Fikentscher.

später noch mit Erfolg ausgeführt werden dürfte, wie dieß wenigstens aus folgenden Analysen hervorzugehen scheint.

	Bimsstein von Lipari.	Basalt vom Hasenberg.	Basalt von Staffa.	Pechstein von Meißen.
Kieselerde	77,5	44,5	48	73,0
Thonerde	17,5	16,7	16	14,5
Eisenoxyd	1,7	20,0	16	1,0
Natron } Kali }	3,0	2,6	4	1,75
Kalk		9,5	9	1,0
Magnesia		2,2	"	"
Wasser		2,0	5	8,5
Salzsäure			1	"
	99,7	97,5	99	99,75

Mit Bimsstein, Hammerschlacken, Kreide und etwas Natron würde man also Bouteillenglas machen können. Der Basalt allein schon würde durch Zusatz von etwas Kreide und Natron Glas geben; der Pechstein behandelt wie der Bimsstein würde ebenfalls zu Glas verarbeitet werden können.

Die auf Anrathen Chaptals angestellten Versuche haben so lange ein günstiges Resultat geliefert, als die von ihm untersuchten Stoffe angewendet wurden; allein sobald man ein anderes vulkanisches Produkt nahm, so wurde das richtige Mischungsverhältniß gestört und der Erfolg war schlecht. Durch eine einfache Analyse würde also jenes Hinderniß beseitigt worden seyn und man hätte dann jene vulkanischen Stoffe, deren vorzügliche Brauchbarkeit zu besagtem Zwecke durch die Erfahrung bereits genügend dargethan war, gewiß auch fernerhin nützlich anwenden können.

Als Chaptal im Jahr 1780 Professor der Chemie in Montpellier war, machte er den Vorschlag die Lava anzuwenden. Ducros Glashüttenbesitzer in der Gegend von Alais schmelzte mit Steinkohle die Lava des ausgebrannten Vulkans von Montferrier ohne irgend eine Zuthat und fertigte einige Bouteillen daraus. De Castelvieil, ein anderer Glasfabrikant schmelzte mit Holz ein Gemenge von Sand, Lava und Natron und erhielt so leichtere und dauerhaftere Bouteillen als die auf gewöhnliche

Weise fabrizirten. Diese Bouteillen waren so gesucht, daß man kaum die darauf erhaltenen Bestellungen ausführen konnte; allein nach vier Jahren glichen dieselben den zuerst gelieferten nicht mehr und waren sehr schlecht. Dadurch verlor die Hütte ihren Ruf und war gezwungen diese Methode, welche anfangs ein so günstiges Resultat lieferte, wieder aufzugeben.

Die Beschaffenheit der Lava mußte sich demnach verändert haben, da die nämliche Dosis nicht mehr genügte; man hätte in diesem Falle nur eine Analyse zu machen nöthig gehabt und hiernach dann den Glassatz reguliren sollen. Auf diese Weise also müßte man eine Fabrikation wieder aufnehmen, welche gewiß Gewinn bringend werden würde, wenn man rationell dabei zu Werke gienge.

Wir wollen nun die verschiedenen Glasarten näher betrachten.

Wasserglas. (verre soluble.)

1398. Es ist dieses ein einfaches Silikat von Kali oder Natron, welches mit der vollkommnen Auflöslichkeit im kochenden Wasser auch einige allgemeine Eigenschaften des gewöhnlichen Glases vereinigt. Obgleich nun die Anwendung des auflöslichen Glases sehr verschieden ist von der des allgemeinen Glases, so liefert uns doch die Betrachtung desselben in Beziehung auf die übrigen Glasarten so genaue und richtige Zusammenstellungen, daß wir auch jenes hier anreihen mußten.

Die Entdeckung des Wasserglases, sowie seine Anwendung verdanken wir Fuchs, aus dessen Abhandlung wir auch das Nachstehende entnehmen. Dieses im Wasser aufgelöste Glas wird auf Zeuge und Holz aufgetragen, um dieselben unverbrennlich zu machen. Es bildet sich nämlich auf diesen Stoffen durch die Verdunstung des Wassers eine in der Hitze schmelzbare Kruste, welche sie gegen die unmittelbare Berührung der Luft schützt und dadurch die Entzündung derselben verhindert.

1399. Bereitung. Man kann das Wasserglas durch Auflösung von chemisch präparirter Kieselerde in Ätzkalilauge

erhalten, allein dieses Verfahren ist kostspielig und im Grossen nicht anwendbar.

Glüht man Sand und kohlensaures Kali mit einander, so wird die Kohlensäure nie gänzlich ausgetrieben, wenn nicht der Sand im Überschusse vorhanden ist. Die Kohlensäure läßt sich aber vollständig verjagen, wenn man dem Gemenge von Quarz und kohlensaurem Kali noch so viel Kohlenpulver hinzufügt, daß die Kohlensäure des unzersetzten kohlensauren Salzes in Kohlenoxydgas verwandelt werden kann. Es bildet auf diese Weise die Kieselerde ein eigenthümliches Silikat und verjagt die Kohlensäure, später aber bei verstärkter Hitze wird der Rest des kohlensauren Kalis durch die Kohle vollends zersetzt und das Kohlenoxydgas entbindet sich, während das freigewordene Kali sich entweder verflüchtigt oder mit dem schon gebildeten Glase vereinigt.

1400. Um das Wasserglas von guter und immer gleicher Beschaffenheit zu erhalten, muß man mehrere Vorsichtsmaßregeln beobachten. Die Pottasche muß gereinigt werden, weil sie immer viel Chlorkalium enthält, welches ein zum Theil in Wasser unlösliches Produkt liefert. Außerdem efflorescirt auch das daraus bereitete Glas. Beimengungen von schwefelsaurem Kali sind nicht so nachtheilig, weil dieses durch die Kohle zersetzt wird, wenn die Schmelzung stark und lang genug war; hat man die Temperatur nicht genug gesteigert, so enthält das Glas Schwefelkalium, wodurch ebenfalls Effloreszenzen entstehen.

Der Quarz muß rein seyn, wenigstens darf er keine merkliche Menge von Kalk und Thonerde enthalten, weil diese das Glas zum Theil unlöslich machen würden. Etwas Eisenoxyd schadet nicht.

Man nimmt Pottasche und Quarz in dem Verhältniß von 2:3 und fügt dann noch auf 10 Thl. Pottasche und 15 Thl. Quarz 3 Thl. Kohlenpulver hinzu. Weniger Kohle darf man auf keinem Fall nehmen; es ist im Gegentheil besser, wenn die Pottasche nicht rein ist, noch mehr davon zuzusetzen. Es beschleunigt dieser Körper die Schmelzung sehr, und ver-

treibt die außerdem leicht noch zurückbleibende Kohlensäure, die stets einen nachtheiligen Einfluß äußert.

Bei der Bereitung selbst hat man dieselben Regeln zu beobachten, wie bei der Fabrikation des gewöhnlichen Glases. Die Stoffe werden zuerst wohl gemengt, gefrittet und dann bei starkem Feuer in einem feuerfesten Tiegel so lange geschmolzen, bis die Masse wohl fließt und gleichartig geworden ist. Man schöpft dann das geschmolzene Glas mit einem eisernen Löffel heraus und füllt den im Feuer stehenden Tiegel mit neuer Fritte.

Auf 50 Pfd. Pottasche nimmt man 45 Pfd. Sand und 5 Pfd. Kohlenpulver und schmelzt das Gemenge 5—6 Stunden lang in einem Graphittiegel bei starkem Feuer. *)

1401. Das so erhaltene rohe Wasserglas ist gewöhnlich blasig und ebenso hart als das gewöhnliche Glas; es ist graulich schwarz und am Rande mehr oder weniger durchscheinend. Zuweilen ist es auch weißlich, gelblich oder röthlich, wenn zu wenig Kohle genommen wurde. Setzt man das Wasserglas mehrere Wochen lang der Luft aus, so verändert es sich etwas, wird aber dadurch zum Gebrauche noch geeigneter. Es zieht etwas Feuchtigkeit aus der Luft an, die allmählig tiefer eindringt, ohne daß übrigens sein Aggregatzustand oder sein äußeres Ansehen dadurch verändert würde. Auf der Oberfläche bekommt es nur Risse und efloreszirt etwas. Bringt man es nachher, nachdem es diese Veränderung erlitten hat, wieder ins Feuer, so bläht es sich auf und entbindet das absorbirte Wasser wieder.

1402. Um es im Wasser aufzulösen, zerstößt man es, denn außerdem würde die Auflösung zu langsam vor sich gehen; auf 1 Thl. Glas werden dann 4—5 Thl. Wasser genommen. Man erhitzt das Wasser zuerst bis zum Kochen und giebt dann nach und nach unter beständigem Umrühren das zerstoßene Glas hinzu. Man kocht 3—4 Stunden lang bis sich nichts mehr auflöst und die Flüssigkeit die erforder-

*) Zu Versuchen können kleinere Mengen von einigen Pfunden leicht in einem gut ziehenden Windofen innerhalb einer Stunde geschmolzen werden, wenn man vorher den Quarzsand fein gestoßen hat, wodurch er dann schneller von dem Kali aufgelöst werden kann. A. u. E.

liche Konzentration erhalten hat. Wenn man, so lange die Auflösung noch flüssig ist, das Sieden unterbricht und Luft hinzutreten läßt, so zieht das Kali Kohlensäure daraus an, was einen sehr nachtheiligen Einfluß hat. Aus demselben Grunde darf man keine zu große Menge Wassers nehmen, weil sonst während des langen Einkochens sich auch die Kohlensäure des Wassers leicht mit dem Kali verbinden und dadurch basisch-kohlensaures Kali und ein Kieselerdeniederschlag entstehen würde. Wird die Flüssigkeit zu dick, ehe das Ganze aufgelöst worden, so muß man heißes Wasser zufügen.

Sobald die Flüssigkeit Syrupskonsistenz erhalten hat und eine Dichtigkeit von 1,24 oder 1,25 besitzt, so ist sie hinreichend konzentrirt und zum Gebrauche tauglich. Man läßt dieselbe dann ruhig stehen, damit die nicht aufgelösten Theile sich absetzen können; während des Erkaltens bildet sich auf der Flüssigkeit eine dicke Haut, welche später wieder verschwindet, oder sich auflöst, wenn man sie in die Flüssigkeit taucht. Dieses Häutchen erscheint schon während des Kochens, sobald die Auflösung sich mehr konzentrirt, und man erkennt daran selbst die zunehmende Konzentration.

1403. Sobald das rohe Wasserglas gehörig bereitet worden, so darf es nur wenig fremde Bestandtheile und kein Schwefelkalium enthalten und kann sogleich nach Angabe behandelt werden. Enthält es aber von diesen Stoffen eine merkliche Menge, so muß man noch vor der Auflösung diese fremdartigen Körper davon zu entfernen suchen; dies geschieht auf folgende Weise. Das gepochte Glas wird drei bis vier Wochen lang der Luft ausgesetzt und öfters durch einander gerührt; sollte es zu sehr zusammenbacken, was bei feuchter Luft häufig der Fall ist, so muß es wieder aus einander gerissen werden. Das Glas zieht die Feuchtigkeit der Luft an, wie schon erwähnt worden und die fremdartigen Substanzen sondern sich ab oder effloresziren. Nach dieser Vorbereitung kann sodann das Glas leicht daraus gewonnen werden. Man begießt die Masse mit kaltem Wasser und rührt sie oft um. Nach drei Stunden läßt man die Flüssigkeit, welche nun alle fremdartigen Bestandtheile und

nur wenig kieselsaures Kali enthält, wieder ablaufen, und wäscht das Pulver aufs Neue mit Wasser aus.

Das so behandelte Glas löst sich nun leicht in kochendem Wasser auf, und giebt eine Auflösung, die nichts zu wünschen übrig läßt.

Da das Wasserglas nur im flüssigen Zustand angewendet wird, so bewahrt man es auch in dieser Form zum Gebrauche auf. Man hat zu diesem Behufe keine besondern Vorsichtsmaßregeln zu beobachten nöthig, da die Auflösung, wenn sie hinlänglich konzentrirt ist, nach langer Zeit keine merkliche Veränderung erleidet, wenn sie gegen den freien Luftzutritt verwahrt wird.

1404. Ein ähnliches Produkt erhält man, wenn statt Kali Natron angewendet wird; man nimmt dann ungefähr zwei Theile krystallisirtes kohlensaures Natron auf einen Theil Quarz. Es verhält sich dieses Glas, wie das Kaliwasserglas und hat selbst beim Gebrauche noch Vorzüge vor diesem. Die Auflösungen dieser beiden Glasarten können in jedem beliebigen Verhältniß mit einander gemengt werden, und in einigen Fällen leistet dieses Gemenge bessere Dienste als jede Auflösung für sich. *)

1405. Eigenschaften. Das Wasserglas bildet eine klebrige Flüssigkeit, welche konzentrirt etwas trübe ist und opalisirt. Es schmeckt und reagirt alkalisch. Die Auflösung läßt sich in allen Verhältnissen mit Wasser mischen. Hat dieselbe ein spezif. Gewicht von 1,25, so enthält sie beinahe 28 Prozente des auflöslichen Glases; konzentrirt man sie noch weiter, so wird sie immer klebriger und läßt sich am Ende in Fäden ziehen gleich dem geschmolzenen Glase. Zuletzt erstarrt die Flüssigkeit zu einer spröden Glasmasse, welche einen muscheligen Bruch besitzt und überhaupt dem gewöhnlichen Glase, mit Ausnahme der geringen Härte, sehr gleicht. Wird die Auflösung auf andere Körper aufgetragen, so trocknet sie schnell bei gewöhnlicher Lufttemperatur und bildet einen firnißartigen Überzug.

---

*) Nach Döbereiner erhält man ein weit leichtschmelzbareres Wasserglas aus aus 100 Quarzsand, 36 Thl. kohlensaurem Kali und 28 Thl. kohlensaurem Natron. A. u. E.

Das getrocknete Wasserglas verändert sich nicht merklich an der Luft und zieht weder Kohlensäure noch Wasser aus derselben an. Auch auf die Auflösung äußert die Kohlensäure der Luft keine besondere Wirkung, obgleich eine Zersetzung Statt findet, und Kieselerdehydrat sich abscheidet, wenn man einen Strom kohlensaures Gas durch dieselbe leitet. Dagegen trübt sich die verdünnte Auflösung an der Luft und zersetzt sich nach und nach gänzlich. Ist das Wasserglas nicht rein, so efflorescirt nach einiger Zeit kohlensaures, und unterschweflichtsaures Kali oder Chlorkalium.

Das Wasserglas löst sich nach und nach gänzlich im kochenden Wasser auf, allein kaltes Wasser löst nur sehr langsam äußerst wenig davon auf. Ganz unlöslich ist das Wasserglas, wenn es viel mehr Kieselerde als gewöhnlich enthält, oder wenn andere Körper wie z. B. Erden und Metalloxyde ꝛc. darin vorhanden sind, die Doppel- oder Tripelsalze wie im gewöhnlichen Glase bilden.

1406. Ist das Wasserglas längere Zeit mit der Luft in Berührung gewesen, so schmilzt es in der Hitze nur schwierig und bläht sich auf, und verliert dann beinahe 12 Prozente am Gewicht. Es enthält also selbst im starren Zustand eine beträchtliche Menge Wasser, welche es nicht durch bloses Austrocknen an der Luft verliert.

Durch Alkohol wird das Wasserglas unverändert aus seiner wäßrigen Auflösung gefällt. Ist die Auflösung sehr konzentrirt, so bedarf es zur Fällung nur wenig und zwar nicht rektifizirten Alkohol. Man kann deshalb zur Darstellung des reinen Wasserglases auch eine Auflösung des unreinen Wasserglases anwenden, und diese sodann durch Alkohol fällen; der erzeugte Niederschlag wird von der überstehenden Flüssigkeit abgesondert, dann mit etwas kaltem Wasser zusammengeknetet und ausgepreßt. Man hat hierbei immer einigen Verlust, weil das kalte Wasser den Niederschlag seiner Vertheilung wegen zum Theil wieder auflöst.

Die Säuren zersetzen die Wasserglasauflösung, und wirken auch auf das feste Wasserglas, indem sie die Kieselerde pulverförmig daraus abscheiden.

1407. Zusammensetzung. Nach Fuchs enthält das Wasserglas, wenn es der Luft ausgesetzt war:

Kieselerde	62
Kali	26
Wasser	12
	100

und dieß giebt für die wasserfreie Verbindung 70 Kieselerde und 30 Kali. Es ist also für 1 At. Kali mit 7—8 At. Kieselerde verbunden. Die durch Verflüchtigung verlorne Kalimenge ist sehr gering, wie man aus dem Nachstehenden ersieht

	Angewendetes Gemenge	Erhaltenes Glas.
Kieselerde	100	100
Kali	45	42

Es ergiebt sich also hieraus ein Verlust von ungefähr 6 Prozent der angewendeten Pottasche, angenommen daß diese rein war, was aber gewöhnlich nicht der Fall ist.

1408. Anwendung. Die Eigenschaften des Wasserglases lassen eine mannigfaltige Anwendung zu. Man benutzte es bei dem Theater zu München als Schutzmittel gegen Feuersgefahr.

Alle vegetabilischen Stoffe, als Holz, Baumwolle, Hanf, Papier ꝛc. sind wie bekannt äußerst verbrennlich; allein um sich zu entzünden sind zwei Bedingungen nöthig: eine erhöhte Temperatur und die Berührung mit der Luft, welche den zu ihrer Verwandlung in Kohlensäure und Wasser erforderlichen Sauerstoff liefert. Haben sich diese Stoffe einmal entzündet, so reicht die dadurch entbundene Wärme zu ihrer weitern Verbrennung hin, vorausgesetzt, daß sie fortwährend in Berührung mit der Luft sind. Findet dieser Kontakt aber nicht Statt und werden die Stoffe bis zur Rothglut erhitzt, so werden sie zwar auch flüchtige, entzündliche Produkte geben, allein die rückständige Kohle wird nicht brennen, weil der Sauerstoff nicht in unmittelbare Berührung mit ihr treten kann, weshalb auch die Verbrennung aufhören muß. Eine solche Wirkung haben alle feuerbeständigen, schmelzbaren Salze, welche in der Rothglühhitze ihren Sauerstoff weder dem Kohlenstoff noch dem Wasserstoff abtreten. Diese Salze schmelzen, wenn die vegetabilische Substanz erhitzt wird und, bilden dann eine für die Luft undurchdringliche

Hülle, wodurch die Entzündung entweder ganz verhindert, oder doch wenigstens sehr erschwert wird. Das phosphorsaure oder borsaure Ammoniak gehören hierher, allein da sie bei gewöhnlicher Temperatur schon sehr leicht auflöslich sind, so ist das Wasserglas ihnen bei Weitem vorzuziehen.

Dieses bildet einen festen dauerhaften Überzug, welcher keine Veränderung an der Luft erleidet, nicht kostspielig ist und äußerst leicht applizirt werden kann. Um aber den Zweck ganz zu erreichen, muß man sowohl bei der Bereitung als bei der Anwendung mit Sorgfalt zu Werke gehen.

Um Holz und andere Gegenstände damit zu überziehen, hat man eine reine Wasserglasauflösung nöthig, weil außerdem der Überzug effloresziren und sich nach und nach ablösen würde. Eine geringe Verunreinigung schadet übrigens nicht merklich, obgleich nach einigen Tagen der Überzug sich mit einem effloreszirenden Pulver bedeckt, welches nicht wieder erscheint, nachdem man es mit Wasser abgewaschen hat. Will man dem Holze einen dauerhaften Überzug geben, so muß man anfangs eine nicht zu konzentrirte Auflösung anwenden, weil diese sonst nicht in die Poren des Holzes dringen und die Luft daraus verjagen kann, was durchaus nothwendig ist, wenn jener fest darauf haften soll. Es ist auch gut mit dem Pinsel ein und dieselbe Stelle öfter zu überstreichen und den Überzug nicht zu dünn aufzutragen. Bei mehrmals wiederholtem Anstreichen darf man endlich ziemlich konzentrirte, nur nicht allzu dicke Auflösungen anwenden, nur muß man dieselbe möglichst gleichförmig auftragen. Ehe man eine neue Schicht aufträgt muß die alte vollkommen trocken seyn; in warmer und trockner Luft sind dazu ungefähr 24 Stunden nöthig. Nach zwei Stunden erscheint der Überzug zwar trocken, allein er ist noch so beschaffen, daß er durch eine neu aufgetragene Schicht wieder erweicht wird. Es zeigt sich dann derselbe Übelstand, welcher stets eintritt, wenn man mit zu konzentrirten Auflösungen auf einmal eine dicke Lage aufträgt, die dann nach einiger Zeit sehr viel kleine Risse bekommt und nicht mehr gut anhaftet. Dieses findet jedoch nur beim Kaliglas Statt; das Natronglas scheint dem Springen nicht unterworfen zu seyn.

1409. Obgleich das Wasserglas für sich schon als Schutzmittel gegen das Feuer gute Dienste leistet, so erfüllt es doch diesen Zweck noch besser, wenn man es mit einem andern passenden pulverförmigen Körper versetzt, der durch die Glasauflösung gleichsam zusammengekitttet oder geleimt wird. Der Anstrich bekommt dadurch mehr Körper, wird dauerhafter und fester und sintert bei der Einwirkung des Feuers, wenn je der geeignete Zusatz gewählt worden, zu einer sehr haltbaren Kruste zusammen. Hierzu sind vorzüglich Thon, Kreide, Knochenerde, Glaspulver ꝛc. anwendbar, allein es ist noch nicht ausgemittelt worden, welcher von diesen Körpern den Vorzug verdient. Ein Gemenge von Thon und Kreide, welches schmelzbar ist, scheint vorzüglicher zu seyn, als jeder dieser Körper für sich allein genommen. Die Knochenerde giebt mit dem Wasserglase eine sehr feste und besonders gut bindende Masse. Die Bleiglätte, welche mit dem Wasserglase ein sehr leicht schmelzbares Gemenge bildet giebt jedoch kein Produkt, was sich zum Überziehen des Holzes sonderlich gut eignete, weil es sich beim Austrocknen stark zusammenzieht, Sprünge bekommt und dann bald abfällt. Ganz anders verhält sich das Bleiglas, und das rohe geschmolzene Wasserglas, welche beide einen vortrefflichen Zusatz abgeben. Wird Letzteres pulverisirt, bevor es aus der Luft Wasser angezogen hat, dann in die Glasauflösung eingerührt und diese schnell auf irgend einen Körper aufgetragen, so giebt es in kurzer Zeit eine steinharte Kruste, welche, wenn das Glas von guter Beschaffenheit war, sich nicht verändert und dem Feuer hartnäckigen Widerstand leistet.

Auch noch andere Körper, als Eisen- und Bleischlacken, Flußspath, Feldspath ꝛc, können mit Vortheil dem Wasserglase zugesetzt werden; welcher von diesen Stoffen aber sich hierzu am besten eignet, muß erst durch weitere Versuche ausgemittelt werden. Rathsam ist es immer, den Körper, auf welchen man ein gemengtes Wasserglas anbringen will, zuvor mit einer reinen Auflösung desselben zu überstreichen; sowie es auch gut ist den rauhen und mattten Überzug zuletzt noch einmal mit einer solchen Auflösung zu überziehen.

Zum Anstreichen des Theaterholzwerkes zu München wurde der Glasauflösung $\frac{1}{10}$ Gelberde zugesetzt und dieser Überzug hatte sich nach sechs Monaten noch nicht im Geringsten verändert; nur an einigen Stellen war er schadhaft geworden und mußte deshalb ausgebessert werden. Dieß rührte davon her, weil die ganze Arbeit in sehr kurzer Zeit beendigt werden mußte und daher auf die Bereitung und das Auftragen des Wasserglases nicht die nöthige Sorgfalt verwendet werden konnte.

1410. Wenn man die Absicht hat ein Schauspielhaus oder irgend ein Gebäude durch dieses Mittel vor Feuer zu sichern, so genügt es nicht, blos dessen Holzwerk zu überziehen, sondern es ist auch höchst nothwendig, daß die Leinwand ꝛc., d. h. die feuergefährlichsten Gegenstände mit demselben gehörig versehen werden. Die Steifigkeit, welche die Leinwand dadurch erhält, schadet beim Gebrauche der Vorhänge ꝛc. durchaus nicht, indem sie sich dennoch leicht rollen lassen. In Betreff der darauf anzubringenden Farben wird noch der Vortheil erreicht, daß sie eine viel festere Grundlage bekommen, als ihnen die Kreide zu geben vermag. Um aber hierbei zu verhindern, daß eine empfindliche Farbe wie z. B. das Berlinerblau, der Kugellack ꝛc. durch die alkalische Reaktion des Wasserglases verändert werden, so muß man zuvor die zu bemalende Fläche mit Alaunauflösung überstreichen und hierauf mit Kreide dünn überziehen.

Was das Tränken der Leinwand mit Wasserglas betrifft, so ist es gerade nicht sehr schwierig, aber doch nicht so leicht als man glauben sollte. Es reicht nicht allein hin sie blos mit der Glasauflösung zu überziehen oder in dieselbe zu tauchen und wieder herauszuziehen, sondern sie muß, wenn sie gehörig davon durchdrungen werden soll, darin unter einem starken Druck behandelt werden. Man würde vielleicht diesen Zweck erreichen, wenn man sie zwischen zwei in der Flüssigkeit befindlichen Walzen wiederholt durchlaufen ließe. Wenn eine nur oberflächlich mit Wasserglas bedeckte Leinwand angebrannt wird, so glimmt sie, nachdem sie vom Feuer entfernt worden, noch eine Zeitlang fort, was aber keineswegs Statt findet, wenn sie ganz davon durchdrungen

war. Am wirksamsten zeigt sich diese Verwahrung, wenn man der Auflösung etwas Bleiglätte zusetzt. Die Leinwand giebt der beim Austrocknen sich zusammenziehenden Glasmasse nach und sie kann sich daher von derselben nicht losmachen, wie sie sich von Holz und andern Körpern trennt, wenn sie diesen Zusatz erhalten hat. Ein Theil fein zerriebener Bleiglätte ist auf 14 Theile konzentrirter Glasauflösung hinreichend.

1411. Das Wasserglas kann auch zu andern Zwecken angewendet werden. Es läßt sich zum Kitten des Glases und Porzellans als Bindemittel benützen und übertrifft in dieser Hinsicht alle bisher zu diesem Zwecke angewendeten Mittel. Man kann sich desselben auch statt des Leims bedienen um Farben auf Holz ꝛc. aufzutragen und dem farbigem Überzuge zugleich das Ansehen eines Ölanstreichs zu geben; für sich allein angewendet giebt er jedoch keinen Firniß, der an der Luft transparent bliebe. *)

Böhmisches Glas. — Kronglas.

1412. Es ist dieß ein Kalisilikat, in welchem nur wenig Kalk oder Thonerde vorhanden ist. Dasselbe zeichnet sich, wenn es aus reinen Stoffen bereitet worden, durch seine Leichtigkeit und durch seine vollkommene Farblosigkeit aus. Diese beiden Eigenschaften geben ihm einen bedeutenden Werth hinsichtlich der Verfertigung der verschiedenen sehr beliebten Glasgefäße und vorzüglich durch die Letztere eignet es sich auch zu optischen Instrumenten, in welchen man das Flintglas achromatisiren will. Dieses Glas ist übrigens so schön, daß es die alten Schriftsteller mit dem Krystallglas verwechselten.

1413. Böhmisches Glas. Folgende Mischung wird in Böhmen angewendet

100 Kieselsand, der mit Salzsäure gewaschen worden
60 gereinigte Pottasche
16 weißen kohlensauren Kalk.

Die Schmelzung und Verarbeitung dieses Glases bietet nichts sonderlich Bemerkenswerthes dar. Es wird gerade wie

*) Das Weitere über diesen interessanten Gegenstand findet man in der Originalabhandlung von Fuchs, S Kastners Archiv Bd. 5. 385 u. ff. A. u. E.

das Fensterglas geschmolzen, was weiter unten beschrieben werden soll.

Das böhmische Glas wird seit langer Zeit schon angewendet zu Fenstertafeln in großen Palästen, zu Wagenfenstern, zur Bedeckung eingerahmter Kupferstiche und Zeichnungen und überhaupt da, wo man einige Linien dickes farbloses Glas nöthig hat. Nur das Krystallglas und böhmische Glas allein können dicke Tafeln geben, welche ganz ungefärbt erscheinen.

Da das böhmische Glas in offnen Häfen geschmolzen wird, so läßt sich nur Holz hierzu anwenden. *) Wollte man bei Steinkohlenfeuerung auch noch so sorgfältig zu Werke gehen, so würde doch die Reinheit des Glases dabei leiden.

Dieses Glas kommt aus den böhmischen Glashütten in den Handel und hat auch davon seinen Namen.

1414. Kronglas. (Crown-glass) Mit diesem Namen, der im Englischen eigentlich Glas in Kronen bedeutet, bezeichnet man in England eine Glassorte, welche man durch eine alte Blasmethode in kreisförmigen Scheiben verfertigte. Man glaubte früher in den optischen Werkstätten mit diesem Namen jedes gewöhnliche Glas belegen zu können, welches mit Flintglas achromatische Objektivgläser giebt; allein eine gründliche Untersuchung zeigte, daß man das Kronglas nur aus einer einzigen Glasmischung erzeugen kann, wenn es alle zu optischen Zwecken erforderlichen Eigenschaften haben soll.

Das Kronglas soll nämlich vollkommen klar und so farblos seyn, daß eine Linse von beträchtlicher Dicke keine Spur von Färbung zeigt. Es darf ferner weder Streifen

*) In Deutschland wird mit wenigen Ausnahmen fast allgemein in den Glashütten Holz als Brennmaterial angewendet. Dasselbe muß gut gespalten und in besondern Darröfen getrocknet werden. Die Darröfen sind oft neben den Kühlöfen angebracht, oder werden auch besonders mit Holzabfällen, Spänen, Rinden, die man beim Holzspalten erhält, geheizt. Zu Tischnobus in Böhmen hat man eiserne Balken unmittelbar mitten über dem Glasofen eingezogen und darauf Kästen von Eisenblech angebracht, in welchen man das zu dörrende Holz legt. Diese Vorrichtung ist zwar etwas kostspielig, es wird aber dadurch jede Gefahr vermieden. (S. Prechtl's Jahrbuch des polytechnischen Instituts Jahrgg. 1828) A. u. E.

noch Blasen haben, und nie milchige Flecken zeigen. Endlich muß es alle diese Eigenschaften behalten, wenn es selbst in bedeutend dicken Massen verarbeitet wird.

1415. Es ist nichts weniger als leicht, große Massen Kronglas von der erforderlichen Beschaffenheit zu fabriziren. Um farbloses Kronglas zu erhalten, muß man immer Kali, nie aber Natron anwenden; selbst wenn das Natron ein ungefärbtes Glas gäbe, so dürfte es doch nicht gebraucht werden, weil das Natronglas sich zu leicht entglast, wodurch dicke Massen, welche eine lange Kühlung erfordern ganz milchig und mit krystallinischen trüben Knötchen erfüllt würden.

Das Kronglas ist mithin Kaliglas ohne Bleioxyd. Würde man ein einfaches Kaliglas erzeugen, so hätte man zwar keine Entglasung zu befürchten, allein das Glas wäre im kochenden Wasser auflöslich und mithin hygrometrisch. Es ist dieß ein bedeutender Übelstand, denn wenn die Ferngläser sich ohne Unterlaß durch das Absetzen eines wäßrigen Überzuges trüben, so sind sie in einigen Jahren ganz verändert und haben ihre Politur verloren.

Man vermeidet diesen Übelstand, indem man dem Kaliglas ein gewisses Quantum Kalk hinzufügt, allein dadurch wird auch andrerseits der zweite Nachtheil der leichten Entglasung herbeigeführt. Das Kali- und Kalkglas, welches wegen seiner dicken, zu großen Linsen bestimmten Massen lang gekühlt werden muß, kann leicht ein milchiges Ansehen bekommen, was den Anfang einer Krystallisation im Innern anzeigt.

Sowohl die Verfertigung des Kronglases als Flintglases, dieser beiden zur Herstellung achromatischer Objektive unentbehrlichen Gläser ist äußerst schwierig, obgleich aus verschiedenen Gründen.

1416. Der Verbrauch des Kronglases ist nicht sehr beträchtlich, allein immerhin wegen der Verfertigung von Brillen, Vergrößerungsgläsern und astronomischen Instrumenten von Bedeutung. Seit langer Zeit bezieht Frankreich das Kronglas aus England oder Deutschland, und obgleich man stets farbloses Glas verlangt, so liefern diese beiden Länder doch nur leicht gefärbtes Glas. Das englische Kronglas

ist grünlich; das deutsche gelblich, jedoch so wenig, daß dadurch die wesentlichen Eigenschaften desselben nicht merklich verändert werden.

Thibeaudeau und Bontemps haben in ihrer Glashütte zu Choisy bei Paris Versuche zur Erzeugung des Kronglases angestellt und es ist nicht zu zweifeln, daß ihre fortgesetzten Bemühungen einen guten Erfolg haben werden, da sie bereits auch sehr gutes Flintglas verfertigen. Es wird dann Frankreich hinsichtlich dieser beiden zur Herstellung optischer Instrumente so unentbehrlichen Produkte vom Auslande ganz unabhängig werden.

Wahrscheinlich nähert sich ein gut bereitetes, kalkarmes, böhmisches Glas, welches farblos und in dicken Massen geblasen oder gegossen worden, dem Kronglase sehr, oder kann es selbst ersetzen. Wir machen wiederholt darauf aufmerksam, daß hierbei vorzüglich die Entglasung zu befürchten ist, allein man wird auch diese gefährliche Klippe vermeiden können, wenn man die Zusammensetzung der verschiedenen Sorten von gutem Kronglas mit einander vergleicht und hiernach die Mischung der zur Bereitung erforderlichen Stoffe macht.

Fensterglas.

1417. Man unterscheidet davon zwei Sorten: das weiße und das halbweiße Fensterglas. Dieser Unterschied der Farbe ist beachtenswerth, denn obgleich die Zusammensetzung dieser beiden Glasarten ungefähr dieselbe ist, so können sie doch nicht auf gleiche Weise angewendet werden. Das erstere läßt sich auf alle Art anwenden, während das zweite nur zu Gegenständen von geringer Dicke gebraucht werden kann. In den meisten Glashütten fabrizirt man diese beiden Sorten zugleich, denn alle Rückstände vom weißen Glase und selbst die aus dem Hafen herabgeflossene unreine Glasmasse (picadil), welche durch die Berührung mit den Ofensteinen sich gefärbt hat, können zum halbweißen Glase verwendet werden.

Die wesentlichen Bestandtheile beider Glasvarietäten sind Kieselerde, Natron oder auch Kali und Kalk. Zufällig findet sich darin auch Thonerde, Eisenoxyd und Manganoxyd.

Das weiße Fensterglas oder Tafelglas wird von allen Glasarten am meisten fabrizirt, entweder zu Fenstertafeln selbst, oder indem Zylinder, Glocken ꝛc. daraus gefertigt werden, welche zur Bedeckung der Blumenvasen, Stockuhren u. s. w. angewendet werden; auch zum Einrahmen der Kupferstiche, zu Wagenthüren, zu Elektrisirmaschinen wird es vielfach gebraucht.

1418. Bereitung. Es folgen hier verschiedene Glassätze, die ziemlich variiren, weil man in diesem Glase das Natron und Kali zum Theil durch entsprechende Mengen von Kalk ersetzen kann; die Fabrikanten lassen sich hinsichtlich des zuzusetzenden Quantums gewöhnlich von dem Gange des Ofens bestimmen. Folgendes ist ein französischer Glassatz, der schönes Glas liefert:

Sand . . .	100
Kreide . . .	35—40
trocknes kohlensaures Natron	35—30
Glasscherben . .	180
Braunstein . .	0,25 } zuweilen.
Arsenik . . .	0,20 } zuweilen.

Bastenaire giebt folgende drei Glassätze an, welche zu viel Alkali und zu wenig Kalk haben:

1.)	Weißer Sand	100
	gute Pottasche	65
	an der Luft gelöschter Kalk . . .	6
	weiße Glasscherben . . .	50
	Arsenichte Säure . . .	1
	Manganoxyd	0,30
2.)	Ganz weißer Sand	100
	Gute Soda	90
	Mennig	5
	Weiße Glasscherben von derselben Mischung	100
	Kohlensaurer Kalk	5
	Manganoxyd	0,40
3.)	Weißer Sand	100
	Gute Soda	80
	Kohlensaurer Kalk	8
	Glasscherben	110
	Manganoxyd	0,20
	Kobaltoxyd	0,10

1419. Man versuchte dieses Glas direkte mit Kochsalz zu bereiten und Marcel de Serres theilt folgendes Rezept, als ein in Deutschland gebräuchliches, mit:

Sand . . .	100
Kochsalz . .	71
Kalk . . .	71

Wahrscheinlich hat man einige Resultate erhalten, indem man das Gemenge noch feucht frittete, und diese Operation mehrere Male wiederholte, denn es ist eine bekannte Sache, daß die Kieselerde das Kochsalz nur unter gleichzeitiger Einwirkung des Wassers ersetzen kann.

Man hat behauptet, daß das angegebene Gemenge nicht sehr Gewinn bringend sey, daß es aber vortheilhafter wäre das Kochsalz den gewöhnlichen Stoffen zuzufügen; es ist dieß zwar nicht unmöglich, allein es möchte doch bezweifelt werden dürfen. Folgendes Rezept, nach welchem in Schottland gearbeitet werden soll, zeigt den geringen Nutzen des Kochsalzes.

Sand	100
Kohlensaures Natron . .	114
Kochsalz	288
Schwefelsaures Natron . .	200
Thon	13
Holzkohlen	100

Es ist dieß wahrscheinlich das schlechteste aller schlechten Rezepte, wegen des ungeheuern Kohlenüberschusses, der Nutzlosigkeit des Kochsalzes und der offenbar zu großen Menge von schwefelsaurem und kohlensaurem Natron. *)

*) In der großen Anstalt der Glascompagnie zu Leith bei Edinburg wendet man, sowie in England überhaupt zu Fenster und Bouteillenglas den Kelp und Sand nebst etwas Soda an. Man laugt aber dort den Kelp vorher aus und gießt die Lauge weg. Dadurch will man denselben vom schwefelsauren und salzsauren Natron befreien, weil das sich beim Fritten bildende Schwefelnatrium nicht gänzlich fortgeschafft werden kann. Ehe man diese Auslaugemethode anwendete, war man nicht im Stande, hellfarbiges Fensterglas zu machen. Durch eine zweckmäßige Frittung möchte dieser entsetzlichen Alkaliverschwendung wohl vorgebeugt werden können. Die Compagnie macht übrigens, obgleich sie dieses Verfahren lange geheim zu halten suchte, doch so schlechte Geschäfte, daß ihre Stocks auf 36 Prozent zurückgegangen sind.

Man hat übrigens daselbst auch versucht Sodaglas zu machen und da es nicht gelang, den Kelp wieder anwenden müssen. In dieser Glashütte,

1420. Gehlen hat in Deutschland das schwefelsaure Natron zur Glasbereitung anwenden gelehrt, wodurch nun das kohlensaure Kali oder Natron ganz ersetzt wird. Seitdem in Frankreich durch einen Regierungsbefehl vom 17 Juni 1826 der freie Handel mit schwefelsaurem Natron erlaubt worden, wird dieses Salz auch allgemein in den französischen Glashütten angewendet. Bei Anwendung dieses Salzes muß man hauptsächlich darauf sehen, daß dasselbe durch die Kieselerde schnell und leicht zersetzt werde. Man erreicht diesen Zweck durch Zumischung einer hinreichenden Mengen Kohle, um die Schwefelsäure in schweflichte Säure und Kohlensäure umzuwandeln. Auf jedes Atom trocknes schwefelsaures Natron muß man also ein Atom Kohle nehmen oder ungefähr auf 1000 Thl. Glaubersalz 42 Thl. trockne Kohle. Bei näherer Erwägung aber sieht man leicht, daß die Quantität der Letztern erhöht werden muß, um den Verlust an Kohle zu ersetzen, welcher während der lange dauernden Frittung entsteht. Gewöhnlich nimmt man drei- oder viermal soviel Kohle, als nach der Berechnung erfordert wird. Zu schönem Fensterglas wird z. B. folgender Satz angewendet:

Sand	100
Wasserfreies schwefelsaures Natron	44
Kohlenpulver	8,5
Gelöschter Kalk . . .	6
Glasscherben	20—100

Dieses und das französische Rezept, was wir schon oben mitgetheilt haben, scheint uns am besten zu seyn. *)

---

sowie auch in mehreren andern englischen kennt man noch nicht die Nothwendigkeit des Kalkes, welche Fuchs erst nachwies. Fikentscher.

*) Gehlen erzeugte im Kleinen aus 1 Thl. Quarz, 1/2 trocknem Glaubersalz, 1/8 gebrannten Kalk und 1/22 Kohlenpulver durch einstündiges Glühen vor dem Gebläse schönes, festes, durchsichtiges und reines Glas.

Wird der Zusatz von Quarz beim Schmelzen mit Glaubersalz vermehrt, so wird mehr Kohle verbrannt ehe sie wirkt, wahrscheinlich weil die schützende Decke der Glasmasse sich nicht so schnell bildet, als bei leichtflüchtigerer Zusammensetzung. Gewiß darf aber niemals so viel Kohle zugesetzt werden als Herr Dumas angiebt; die Hälfte der angegebenen Menge von Kohle würde schon unfehlbar ein braungefärbtes Glas geben.

Allgemein ist man darüber einverstanden, daß der Glassatz nach der Beschaffenheit und dem Gange des Ofens etwas verändert werden muß, denn die Stärke des Feuers ist nicht nur in allen Glashütten verschieden, sondern variirt auch in ein und dem nämlichen Ofen. Gewöhnlich gehen die besten Öfen nach und nach schlechter, weil die Wände nach mehrmonatlichem Gange sich verändern, und dann muß die Dosis der Flußmittel vermehrt werden.

1421. Vom Formen des Fensterglases. Man formt dasselbe auf gedoppelte Weise; die eine, welche schon seit langer Zeit in allen Glashütten eingeführt ist, wurde in Frankreich aufgegeben, aber in England beibehalten; die zweite, erst neuerdings erfundene Art ist jetzt in allen französischen Hütten üblich.

Bei dem alten Verfahren hebt der Glasbläser mit der Pfeife oder dem Blasrohre einen kleinen Glasklumpen aus dem Hafen heraus und sucht diesen, die Pfeife beständig drehend, daran zu erhalten bis er anfängt zu erstarren; sodann hebt er damit ein neues Quantum Glas heraus und wiederhohlt die Operation so oft bis endlich am Pfeifenende eine hinreichende Menge von Glas hängt. Die mit Glas versehene Pfeife wird hierauf an ein Arbeitsloch gehalten, um es wieder zu erweichen und dann das Glas in eine große Kugel aufgeblasen; man hält diese aufs Neue vor das Arbeitsloch um sie zu erweichen und während der Arbeiter beständig dreht, plattet er die Kugel am untern Ende ab. In der Mitte der neu erzeugten platten Fläche heftet er nun eine andere Pfeife an und schneidet den Hals des Sphä-

Um aus Glaubersalz auch weißes Glas zu erzeugen, ist eine vorhergehende Frittung auf die in den englischen Hütten gebräuchliche Weise erforderlich. Das Glaubersalz wurde ausschließlich und mit Erfolg anstatt Pottasche zuerst im Großen in der von meinem Vater und Herrn Brandenburg gemeinschaftlich betriebenen Hütte angewendet. Im Jahre 1815 wurden die ersten Schmelzungen gemacht und seitdem wurde damit fortgefahren. Seit ungefähr 10 Jahren haben nun mehrere Hütten in Böhmen und Thüringen ganz nach dem bei uns befolgten Verfahren angefangen Glas mit Glaubersalz zu machen und es mögen nun jährlich gegen 6—7000 Zentr. von diesem Salze in beiden Gegenden verarbeitet werden, welche ein Äquivalent von wenigstens 8000 Zentgewöhnlicher Pottasche bilden. Fikentscher.

roids am Ende der ersten Pfeife ab. Die Öffnung dieses Halses wird dann von einem Gehülfen mittelst eines besonderen Werkzeuges erweitert, während der Glasbläser das Glasstück hierbei beständig umdreht. Man erhält auf diese Weise eine Art von abgestumpftem Kegel ähnlich einer Melonenglocke. Dieses Glasstück wird nun wieder an das Arbeitsloch gehalten und aufs Neue erweicht, während die Pfeife horizontal auf eine eiserne Stange gelegt und schnell in eine rotirende Bewegung versetzt wird. Vermöge der Zentrifugalkraft wird nun die Glocke ganz flach und weitet sich aus, indem sie so eine runde, bis zu einem gewissen Abstande vom Zentrum ziemlich gleichmäßig dicke Glastafel liefert.

Ist diese Arbeit beendigt, so bringt der Arbeiter die Glastafel, indem er solche noch beständig dreht, auf einen flachen Heerd, welcher mit heißer Asche angewärmt worden und sich ganz nahe am Kühlofen befindet. Er legt die Tafel horizontal hin und löst sie mittelst eines schwachen Schlages von der Pfeife ab. Ein Gehülfe nimmt sie dann mit einer Gabel und bringt sie in den Kühlofen, in den sie senkrecht gestellt wird. Die so verfertigten Glasscheiben haben in der Mitte einen dicken Butzen. Will man diesen wegschaffen, so müssen die Tafeln zerschnitten werden, und man erhält dann nur kleine Fensterscheiben davon; diese sind aber dann so stark glänzend, wie dieß niemals an den nach dem neuern Verfahren bereiteten Glasscheiben der Fall ist, welche übrigens in jeder andern Hinsicht vorzuziehen sind.

1422. Das neue jetzt allgemein eingeführte Verfahren wollen wir nun ausführlicher beschreiben.

Sobald das Glas fertig geschmolzen und gehörig abgerahmt ist, so erhitzt man die Pfeifen an einer Seitenöffnung des Ofens. Der Gehülfe nimmt dann die heiße Pfeife, steckt sie in den Glashafen, nimmt etwas Glas damit heraus, und dreht die Masse so lang bis sie nicht mehr von der Pfeife abfließt; er steckt sie hierauf aufs Neue in die Glasmasse, um ein neues Quantum von dieser herauszuheben und reicht sodann die mit Glas versehene Pfeife dem Glasbläser hin. Dieser stellt das Ende derselben, indem er sie beständig dreht auf eine Eisenplatte, drückt das Glas am

äußern Ende zusammen, und taucht die Pfeife aufs Neue in den Glashafen um noch mehr Glas damit herauszuheben. Das rothglühende Glas wird nun unter beständigem Herumdrehen in Wasser getaucht, welches nahe dabei in einem hölzernen Troge sich befindet. Während der Glasbläser das Glas nun in verschiedenen Richtungen in diesem Troge herumdreht, gießt ein Gehilfe Wasser auf den Theil des Glases, welcher die Pfeife unmittelbar berührt, um diese hier abzukühlen und die Adhäsion des Glases zu derselben zu vermindern.

Die abgekühlte Glasmasse wird nun an das Arbeitsloch gehalten, um sie zu erweichen. Sobald der Arbeiter sie weich genug glaubt, so nimmt er sie weg und fährt fort sie im Wasser zu drehen, indem er zugleich ein Sphäroid von erforderlicher Dicke bläst. Er schwenkt hierauf die Pfeife außerhalb dem Wasser gleich einem Glockenschwengel hin und her. Zu gleicher Zeit bläst er auch in die Pfeife und zwar in demselben Augenblick, wenn sich diese in senkrechter Richtung befindet; dadurch verlängert sich die Kugel und erhält die Form eines Zylinders, sowohl durch ihr eigenes Gewicht als auch durch die Wirkung des Blasens.

Das Glasstück darf, so lange es noch weich ist, niemals ruhen, denn sonst würde es sich von der Pfeife herunterziehen und sehr ungleich werden.

Der Glasbläser muß das Glasstück drei bis viermal vor das Arbeitsloch bringen und es immer wieder erweichen bis es endlich die erforderliche Größe erhalten hat; sobald dieß der Fall ist legt er die Pfeife auf einen tragbaren Hacken, welchen ein Gehilfe hält und schiebt den Zylinder in den Ofen; hier wird derselbe am einen Ende erhitzt, indem der Arbeiter zugleich die Pfeifenmündung mit dem Finger fest verschließt. Die im Innern der Glasmasse befindliche Luft erhitzt sich nun stark und da sie nirgends einen Ausweg findet, so macht sie das erweichte Ende aufplatzen. Sobald nun die Öffnung gemacht ist dreht man den Zylinder schnell herum, so daß sich die Ränder desselben ausdehnen und die Mündung selbst dadurch vergrößert wird. Der Glasbläser zieht hierauf den Zylinder aus dem Ofen und dreht die Pfeife unter beständigem vorsichtigen Schwenken.

Dadurch erweitert sich das Loch immer mehr und wird endlich so weit als der Durchmesser des Zylinders.

Das Glas kühlt jetzt schnell ab und kann sich nun nicht mehr schief ziehen; so wie es allmählig fester wird arbeitet der Glasbläser langsamer, und ist es einmal so hart geworden, daß es auf keine Weise seine Form wieder verändern kann, so überläßt er es seinem Gehilfen. Dieser legt es auf ein Gestelle, läßt dann einen Tropfen Wasser auf das Ende des Zylinders nahe an der Pfeife fallen und thut einen Schlag auf die Mitte der Pfeife; hierdurch springt das Glasstück mehr oder minder gleich ab. *)

Man schneidet hierauf den Zylinder oben, wo er an der Pfeife hing, ab, um ihn gleichweit zu erhalten und schreitet dann zum Strecken.

1425. Zuerst wird der Zylinder der Länge nach aufgeschnitten; zu dem Endzweck wird er auf ein Gestelle gelegt, dann mit einem Wassertropfen eine gerade Linie der ganzen Länge nach gezeichnet und in dieser Richtung ein Stück heißes Eisen darauf gehalten. Es entsteht hierdurch ein gleichförmiger Riß, welcher sogleich den Zylinder der Länge nach spaltet. Der aufgeschnittene Zylinder wird nun vorsichtig in den Kühlofen geschoben, und dann sobald man bemerkt, daß er sich zusammenrollen will, von dem Glasstrecker in die Mitte des Ofens auf die Streckplatte gebracht. Diese Platte heißt Lagerblatt (lagre) und ist eine gewöhnliche Glastafel. Es ist die erste Tafel der Schmelzung, die auf der eisernen Ofensohle ausgebreitet wird, und welche mit etwas Spießglanzglas bestreut wird. Von Zeit zu Zeit wirft man Kalk auf den Feuerheerd; dieser wird dann durch den Luftzug fortgeführt und setzt sich zum Theil auf das Lagerblatt. Durch diese beiden Mittel wird das Anhängen der ersten Platte an die nachfolgenden verhindert und die

*) Die Glocken, womit man die Stockuhren ꝛc. bedeckt, werden auf gleiche Weise gemacht, nur mit dem Unterschiede, daß man das untere Ende des Zylinders nicht öffnet, sondern im Gegentheil sehr regelmäßig und gleichförmig dick zu blasen sich bemüht. Die ellyptischen Gläser werden wie die vorhergehenden verfertigt und zuletzt zwischen zwei Brettern, nach dem sie vor dem Ofenloche erwärmt worden sind, etwas platt gedrückt.

Arbeit geht sehr leicht. Allein nach Verlauf von 12 bis 24 Std. entglast die Lagerplatte, wird ganz hart, und ritzt die Tafeln, welche man auf sie hinschiebt; man ersetzt sie dann durch eine neue.

Sobald der Zylinder auf der Platte liegt und weich genug ist, so legt der Glasstrecker die beiden Seiten des Zylinders rechts und links aus einander, und ebnet nun die Tafel mittelst einer hölzernen Krücke, mit der man schnell auf der Glasfläche hinfährt. Ist die Glastafel fertig, so schiebt man sie weiter in den Kühlofen, in welchem sie bald so fest wird, daß sie senkrecht aufgestellt werden kann, ohne durch ihr eignes Gewicht wieder gekrümmt zu werden.

1424. Auf die hier zuletzt beschriebene Weise formt man das Tafelglas, das gewöhnlich mit Kali geschmolzen wird, und demnach also zu dem böhmischen Glase zu rechnen ist. Nur ein Unterschied findet hier Statt, nämlich daß bei dem gewöhnlichen Fensterglase die längere Seite der Tafel in der Richtung der Achse des Zylinders ist, aus welchem sie gemacht wird. Dagegen in dem Tafelglas befindet sich die längere Seite in der Richtung, in welcher der Zylinder aus einander gelegt wird.

Spiegelglas.

1525. Das Spiegelglas ist ein Natron- und Kalkglas, welches vollkommen rein seyn muß. Die hierzu konstruirten Öfen müssen demnach sehr stark ziehen, denn man kann bei der Spiegelfabrikation nicht der leichtern Schmelzbarkeit wegen das Alkali nach Belieben vermehren, weil sonst die Spiegel mehr oder weniger hygroscopisch würden; sie würden sich dann schnell verändern und ihre Politur verlieren. Da die Spiegel stets einen hohen Werth haben, so ist es auch nothwendig das Glas chemisch so zusammen zu setzen, daß es sehr dauerhaft ist, und vorzüglich dem Einflusse der feuchten Luft lange widerstehen kann.

Das Spiegelglas muß ferner sehr rein und durchsichtig seyn, darf weder Blasen, noch Knoten oder Streifen zeigen; es ist also eine vollkommen gleichmäßige Verglasung durchaus erforderlich, und um diese zu bewirken muß man

ein starkes Feuer lang unterhalten. Einer der schwierigsten Punkte dabei ist die Reinigung dieses Glases.

1426. Die Fabrikation der Spiegel ist schon sehr alt und wurde sogleich bei Errichtung der ersten Glashütten in Europa betrieben. Lange Zeit war Venedig ausschließlich im Besitze dieses Gewerbzweiges, der damals einen wichtigen Handelsartikel für diese Stadt abgab. Die Fabrik befand sich in Murano und lieferte nur geblasene Spiegel, die ganz auf dieselbe Weise verfertigt wurden, wie gegenwärtig die Fenstergläser.

Dieses Verfahren wurde im Jahre 1665 auch in Frankreich eingeführt, wo französische Künstler eine kleine Fabrik nach der zu Murano in Tourlaville bei Cherbourg errichteten.

Die größten Spiegel, welche man damals machen konnte, waren ungefähr drei Fuß hoch und hatten nicht selten Blasen oder Knötchen und waren selbst streifig wie die gewöhnlichen Gläser. Alle diese Übelstände wurden vermieden durch die Erfindung des Gießens, welches jetzt noch gebräuchlich ist. Abraham Thevart erfand dieses kühne Verfahren, mittelst welchem man Spiegel von zehen Fuß Höhe verfertigen kann, und führte es zuerst in Paris in Jahr 1685 aus. Der nämliche Künstler gründete auch im Jahr 1691 die berühmte Spiegelmanufaktur zu Saint-Gobin, welche so lange ohne Konkurrenz blieb.

Gegenwärtig bestehen in Frankreich drei Gußspiegelfabriken: die von Saint-Gobin, die von Saint-Quirin und endlich die von Mont-Luçon. Da dieselben nach einem großen Maaßstabe angelegt sind, so ist der Spiegelhandel für Frankreich ein wichtiger Gegenstand.

1427. Die bedeutende Größe der Spiegel erfordert, daß sie auch eine entsprechende Dicke haben, und da man gewöhnlich das hierzu nöthige Glas mit Natron schmelzt, so muß man die Urstoffe besonders gut auswählen, damit jede grünliche Färbung vermieden werde, welche das Natronglas so leicht annimmt. Man könnte auch diesen Fehler vermeiden, wenn man Pottasche, oder wenigstens ein Gemenge von Natron und Pottasche anwendete.

In den gegenwärtig bestehenden Fabriken reinigt man das Natron äußerst sorgfältig, und wählt auch ganz reinen Sand und Kalk; demungeachtet aber zeigt das Glas immer eine grünliche oder blauliche Färbung, welche Erscheinung man nie bei reinem Kaliglas beobachtet. Es ist aber zu befürchten, daß ein Kaliglas, welches so viel Alkali hat als das Spiegelglas, immer hygrometrisch ist.

1428. Die für Spiegelgläser erforderliche Dicke führt noch einen andern Übelstand mit sich. Es sind dieses die Streifen, Blasen oder Knoten, welche in der Glasmasse bleiben und die von Gegenständen ausgehenden Lichtstrahlen schief reflektiren, wodurch die Bilder entstellt werden. Diese Mängel zeigen sich erst, wenn das Glas mit vielem Kostenaufwand geschliffen und polirt worden, wodurch denn die schönen Spiegelgläser sehr hoch im Preise gesteigert werden müssen. Sobald sich solche Fehler zeigen, schleift man entweder das Glas dünner, oder schneidet kleinere reine Stücke heraus. Um nun diese Übelstände zu vermeiden, muß das Glas durch langes Schmelzen möglichst gereinigt werden und zu dem Ende setzt man mehr Alkali als zu den Fenstergläsern zu.

1429. Im vorigen Jahrhundert beschäftigte man sich viel mit der Farbe, welche die Spiegelgläser zur Erfüllung ihres Zweckes haben müssen. Montamy behauptete, daß die schwarze allen andern vorzuziehen sey; Allut behauptete das Gegentheil. Montamys Ansichten hielten auch bei gründlicher Prüfung nicht Stich. Heut zu Tage ist man allgemein vom Gegentheil überzeugt und man sucht den Spiegelgläsern die vollkommenste Durchsichtigkeit zu ertheilen und die geringsten Spuren von Färbung in denselben zu zerstören. Es ist auch sehr klar, daß man so verfahren muß, wenn man eine vollkommene Reflexion durch die auf der Unterfläche des Glases aufgelegte Zinnfolie erzeugen will. Wollte man dagegen die Reflexion auf der ersten obern Fläche hervorbringen, so müßte man das Glas nicht nur schwarz, sondern auch vollkommen undurchsichtig machen, wie dieß z. B. bei den Metallen der Fall ist, und dieß würde nur äußerst schwierig zu bewerkstelligen seyn.

Seit langer Zeit wendete man Holz als Brennmaterial zum Spiegelglasschmelzen an, allein seit einigen Jahren bedient man sich der Steinkohle mit vielem Vortheil. Zwischen der Qualität des Glases, welches in Öfen geschmolzen wurde, die man mit diesen verschiedenen Brennstoffen heitzte, konnte man keinen Unterschied wahrnehmen. Man bedeckt selbst die in den Steinkohlöfen stehenden Glashäfen nicht mehr, sondern läßt die Masse nur zwei bis drei Stunden länger in den Häfen, ehe sie verarbeitet wird.

1430. Verfertigung. Zur Verfertigung der Gußspiegel wendet man zweierlei Schmelzgefäße an, die Häfen (pots) und die Tiegel (cuvettes); die erstern sind zur Aufnahme der zu schmelzenden Stoffe bestimmt und in ihnen läßt man die geschmolzenen Stoffe eine geraume Zeit; in die zweiten schöpft man das geschmolzene Glas, welches sich darin nun vollkommen reinigt. Aus den Tiegeln gießt man sodann das Glas auf eine Tafel um die Spiegel zu formen. Drei Häfen enthalten soviel Glasmasse, daß sechs kleinere oder drei große Tiegel damit angefüllt werden können. Die großen Gießtiegel werden für Spiegel von großen Dimensionen z. B. von 100 Zoll und darüber angewendet. Seit Kurzem baut man Öfen zu sechs Häfen und zwölf Tiegeln, nämlich zu acht kleinen und vier großen, und man verfertigt jetzt Tiegel von dreierlei Größen, die kleine, mittlere und große genannt werden. Die kleinen sind gleichseitig viereckig und die mittlern nebst den Großen sind länglich viereckig. Ungefähr in der Mitte der Höhe dieses Tiegels ist eine 2—3 Zoll breite Vertiefung angebracht, die man den Gürtel nennt und in welche die Zangen eingreifen.

Der zu dem Spiegelglase angewendete Sand muß sehr weiß und fein seyn. In Ermanglung eines solchen Sandes nimmt man weichen, weißen und fein pulverisirten Sandstein. Auch können Flintensteine, Kiesel, Quarz, die geglüht im Wasser abgelöscht und pulverisirt worden, zur Glasmasse genommen werden. In Saint-Gobin braucht man den Sand von Aumont.

Der Glassatz zu Gußspiegeln ist folgender:

Sehr weißer Sand	300
Wasserfreies kohlensaures Natron . .	100
Kalk, an der Luft zerfallen	43
Glasscherben	300

Die Glasscherben werden dem Gemenge erst nach der Frittung beigegeben und müssen vorher fein zerstoßen werden. Man glüht die Glasstücke in einem Frittofen und wirft sie noch rothglühend in kaltes Wasser; dadurch zerspringen sie nach allen Richtungen und die Zerkleinerung wird dann sehr erleichtert. Man fügt übrigens den Glasscherben noch 1 Prozent Natron hinzu, um die durch Verflüchtigung verlorene Alkalimenge zu ersetzen.

Die hier angegebenen Mengen von Sand, Alkali, Kalk und Glasscherben können unter gewissen Umständen auch eine Abänderung erleiden.

1431. Da die Masse, sobald sie einmal geschmolzen ist, ihr Volum sehr vermindert, so bringt man in die Häfen ungefähr ein Drittel mehr von der Masse, als sie anfangs aufzunehmen im Stand sind; sobald das erste Drittel geschmolzen ist, bringt man das zweite hinein und hierauf das letzte. Diese drei Zeitpunkte heißen die erste, zweite und dritte Einlage (fonte). Die zur Schmelzung und zum Läutern (raffinage) erforderliche Zeit ist theils auf die Häfen theils auf die Tiegel zu rechnen. Man läßt die Glasmasse sechzehen Stunden in den Häfen und eben so lange in den Tiegeln; nach Verlauf dieser 32 Stunden ist sie dann zum Gießen fertig. Während der zwei oder drei letzten Stunden hört man auf zu schüren; man verschließt die Arbeitslöcher und überläßt nun die Masse sich selbst, bis sie die nöthige Konsistenz angenommen hat; diese Periode nennt man arrêter le verre ou faire la cérémonie. Ehe man das Glas von den Häfen in die Tiegel schöpft (tréjetage) muß man letztere von dem alten noch anhängenden Glase reinigen (curage). Zu dem Ende nimmt man sie rothglühend aus dem Ofen, scharrt das darin befindliche Glas heraus und läßt es in ein Gefäß mit Wasser fallen. Nimmt man aber einen neuen Tiegel, so gießt man etwas Glas hinein, um ihn damit gleichsam zu waschen und schreitet dann erst zum Auskratzen wie gewöhnlich. Nach ge-

endigtem Ausfegen stellt man die Tiegel wieder in den Ofen und erhitzt sie, worauf ein Arbeiter mit einem kupfernen Löffel die Glasmasse aus den Häfen in sie einschöpft. Dieser muß von Zeit zu Zeit den Löffel wieder kalt werden lassen, damit er nicht schmelze und das Glas sich nicht an ihn anhänge. Das Ausschöpfen erfordert zwei Arbeiter, welche einander ablösen; jeder schöpft dreimal und taucht dann seinen Löffel in kaltes Wasser. Hierauf wird der Ofen zugemacht und die Tiegel sich selbst überlassen, damit sich das Glas läutere, d. h. daß die durch das Herausschöpfen in der Masse erzeugten Blasen wieder vergehen und der Natronüberschuß sich völlig verflüchtigen kann.

1432. Gießen und Formen. Nachdem die Schmelzung und Läuterung beendigt ist, untersucht man ob das Glas die erforderliche Beschaffenheit habe, um gegossen werden zu können. Zu diesem Endzwecke steckt man das Ende eines Stabes in den Tiegel und zieht die Probe; die herausgehobene Quantität zieht von selbst und durch ihr eigenes Gewicht einen Faden, indem sie die Form einer Birne oder einer Glasthräne annimmt, woraus sich abnehmen läßt, ob die Masse die erforderliche Konsistenz erhalten hat und keine Blasen mehr enthält. Hat das Glas diese Eigenschaften erlangt, so zieht man den Tiegel mit Zangen aus dem Ofen und transportirt ihn mittelst eines Wagens nach der Tafel hin, auf welche die ganze Masse gegossen wird. Jeder Tiegel liefert einen Spiegel.

Während das Glas in den Tiegeln die nöthige Konsistenz erhält, muß man den Kühlofen anwärmen, sowie auch die Bronzetafel, welche das flüssige Glas aufnimmt. Diese Tafel ist aus einem einzigen Stück gegossen; sie muß wenigstens 11 Centimeter dick und ihre Oberfläche möglichst eben seyn. Man suchte vergebens Spiegel auf 40—50 Millimeter dicken Tafeln zu gießen, denn die Erfahrung lehrte, daß solche Tafeln nur für kleine Spiegel passen; deren Glasmasse nicht sehr bedeutend ist. Die dickern Tafeln selbst müssen von Zeit zu Zeit wieder geebnet werden, weil der rasche Temperaturwechsel gewöhnlich ihre Oberfläche wellenförmig macht. Da diese Tafeln sehr hoch zu stehen kommen, (es existirt eine solche in

Saint-Gobin von 50—55000 Pfd., welche 100000 Franken gekostet hat), so versuchte man in England statt derselben gußeiserne Tafeln anzuwenden, allein man reüssirte nicht und kehrte wieder zu den Bronzetafeln zurück.

Die Bronzetafel steht auf einem sehr starken hölzernen Gestell mit 3 Füßen. Am Ende jedes Fußes ist eine gußeiserne Rolle angebracht, um nach Belieben die Tafel drehen und wenden zu können. Die Tafel steht gewöhnlich 80 Centimeter höher als die Hüttensohle und genau im Niveau mit der Öffnung des Kühlofens. Die Dicke des Spiegels wird durch kupferne Leisten oder Stäbe bestimmt, welche 27 Millimeter breit und so lang als die Tafel sind. Ihre Dicke beträgt wenigstens 8 Millimeter und nimmt mit dem Umfange des Spiegels zu. Diese Leisten werden unmittelbar vor dem Gießen auf die Tafel gelegt und weiter oder enger gerichtet, je nachdem ein größerer oder kleinerer Spiegel gegossen werden soll.

Um die Glasmasse auf der Tafel auszubreiten, wendet man eine Walze an. Da die Walze auf den Leisten ruht, so bleibt zwischen ihr und der Tafel ein Raum, der vom Spiegel ausgefüllt wird. Die Walze ist hohl und ihre Länge gleich der Breite der Tafel. Der Durchmesser ist ungefähr 18—19 Centimeter und ihr Gewicht 250—300 Kilogr.

Sobald der Kühlofen dunkelroth glüht, die Tafel gehörig gewärmt worden ist und das Glas die nöthige Konsistenz angenommen hat, so nähert man die Tafel dem Schmelzofen, reinigt sie und legt die Leisten zu beiden Seiten. Hierauf stellt man die Walze in Bereitschaft und schreitet zum Gießen.

1433. Man öffnet nun die Mündung des Schmelzofens um die Tiegel herauszunehmen; zwei Arbeiter langen mit Hacken in den Ofen und packen den Tiegel, während ein Dritter eine große Zange darunter hineinschiebt. Sobald diese am Boden des Tiegels eingegriffen hat, zieht der Arbeiter unterstützt von den übrigen beiden, welche mit Hacken arbeiten; so wird der Tiegel bis an die Ofenmündung gebracht, dann auf einen eisernen Wagen gesetzt und zur Tafel hingefahren. Hier wird er abgerahmt und dann unge-

fähr 32 Centimeter über die Tafel gehoben, ringsum abgeputzt und das Glas nun auf die Tafel zwischen die Leisten gegossen, indem man in der Nähe der Ofenmündung anfängt und den Tiegel nach der entgegengesetzten Richtung allmählig zurückzieht. Sobald derselbe ausgeleert ist, setzt man den Zylinder in Bewegung und rollt ihn auf den Leisten über das Glas hin, welches sich ausbreitet und längs der Tafel eine den Raum zwischen den Leisten ausfüllende ebene Masse bildet.

Nachdem die Walze über das Glas hingerollt worden, legt man sie wieder auf ihr Gestell; man nimmt sodann die Leisten weg und bricht die an beiden Seiten des Spiegels hervorstehenden Gußnahten (bavures) ab. Unterdessen bilbildet ein Arbeiter die Randleiste (rebord) oder den sogenannten Spiegelwulst (tête), während ein andrer den Kühlofen reinigt und den Sand gleich ausbreitet, damit der Spiegel leicht darüber hingeschoben werden kann.

Während man den gegossenen Spiegel in den Kühlofen bringt, ziehen andere Arbeiter einen neuen Tiegel aus dem Ofen, der in dem Momente bei der Tafel ankommt, wenn der erste Spiegel in den Kühlofen gebracht wird.

Da der Spiegel bei seinem Eintritt in den Kühlofen noch weich ist, so werden durch den starken Druck, den man beim Hineinschieben in den Ofen anwenden muß, sehr starke wellenförmige Erhöhung auf seiner Oberfläche erzeugt, welche durch das Schleifen wieder weggeschafft werden müssen.

1434. Nachdem der Kühlofen mit Glas angefüllt worden ist, verstopft man sorgfältig alle Öffnungen desselben mit Blechplatten und Lehm. Nach Verlauf von zwanzig Stunden nimmt man einzelne Blechplatten hinweg und ein paar Stunden nachher öffnet man noch mehr Löcher und so fährt man, in dem Maaße als sich der Ofen abkühlt, damit fort, bis endlich alle Blechdeckel und aller Lehm von den Ofenlöchern weggenommen worden. Sind nun die Spiegel so gekühlt, daß man die Hand auf sie legen kann, ohne sich zu brennen, so können sie ohne Nachtheil aus dem Ofen gezogen werden.

Die Temperatur des Ofens beim Einbringen des Spiegels muß dunkelroth glühend seyn. Würde der Ofen zu heiß seyn, so könnte das Glas wieder schmelzen und seine Form verlieren oder wenigstens am Boden hängen bleiben, so daß es nur mit Gefahr des Zerbrechens davon abgenommen werden könnte.

Wäre dagegen der Kühlofen zu kalt, so würden die Spiegel schlecht abkühlen und könnten beim Herausnehmen oder später beim Schleifen in Stücken zerspringen. Der geringste Temperaturwechsel reicht schon hin um einen schlecht gekühlten Spiegel zerspringen zu machen.

Sie zerbrechen auch bisweilen, wenn man den Rand mit dem Diamant abschneidet, denn gewöhnlich trennen sich die schlecht gekühlten Spiegel nicht an dem Orte des Einschnittes.

Die Kühlöfen sind groß; sie haben gewöhnlich mehrere Feuerungsplätze. Die Ofensohle muß aus Backsteinen konstruirt seyn, welche sämmtlich auf die schmale Seite gestellt sind und eine vollkommene Horizontalebene bilden. Man bestreut sie mit Sand, damit die Spiegel auf diesem fortgleiten und sich leicht und ungezwungen beim Erkalten zusammenziehen können.

1435. Das Schleifen der Spiegel zerfällt in zwei Hauptoperationen, und diese sind: das eigentliche Schleifen (Douciren) und das Poliren. Hat man dem Spiegel die erforderlichen Dimensionen gegeben, so kittet man ihn mit Gyps auf eine Steinplatte und reibt dann mit einem kleinern ebenfalls mit Gyps auf ein beschwertes Brett aufgekitteten Spiegel darauf herum, indem man anfangs groben Quarzsand dazwischen bringt, um die Flächen rauh zu machen; hierauf wird dann mit feinerem Sand geschliffen.

Die Spiegel werden dann auf eine Tafel gebracht, wo man sie wieder gegen einander reibt, indem man nun statt des Sandes etwas Smirgel anwendet, der mit viel Wasser angerührt worden. Ist die Operation des Schleifens vollendet, so polirt man sie mit einer schweren Polirplatte, welche auf ihrer untern Seite mit Filz versehen ist.

Als Polirmittel nimmt man Kolkothar oder rothes Eisenoxyd *) von verschiedenen Graden der Feinheit; mit gröberem Pulver fängt man an und mit dem feinsten beschließt man die Arbeit. Ist der Spiegel vollkommen geschliffen und polirt, so wird er belegt; wir werden dieß später unter dem Artikel Zinn beschreiben.

Weißes Hohlglas. (Verre à gobeletterie.)

1436. Dieses Glas kann sowohl mit Kali als mit Natron geschmolzen werden, allein es leuchtet ein, daß Ersteres in vieler Hinsicht den Vorzug verdient, denn die aus böhmischem Kaliglas verfertigten Glaswaaren sind viel leichter, dauerhafter und schöner als die aus Natronglas. Das weiße Hohlglas ist hinsichtlich seiner Mischung nur wenig von dem Fensterglase verschieden. **)

Zu chemischen Glasgeräthschaften schmelzt man z. B. nur Glasabfälle und Scherben von Fensterglas; dieses ungeschmolzene Glas färbt sich zwar, allein hier bringt dieß keinen Nachtheil.

Es leuchtet von selbst ein, daß man die verschiedenen, dem Hohlglas zu gebenden Formen leicht allen bereits aufgeführten Glassorten geben kann, und daß man dem zu Folge nach Belieben weiße, grünliche, bläuliche oder gelbliche hohle Glasgeräthe je nach der Beschaffenheit der angewandten Stoffe herstellen kann.

Bouteillenglas.

1437. Das Bouteillenglas besteht, wie wir oben gesehen haben, aus Kieselerde, Thonerde, Kalk, Kali oder Natron,

*) Hierzu wird gewöhnlich der bei der Gewinnung des Vitriolöls aus Eisenvitriol verbleibende Rückstand angewendet. Auch der bei der Eisenvitriolfabrikation sich erzeugende Niederschlag von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd, wird hierzu benützt, nachdem er vorher ausgeglüht und wie der Erstere gemahlen und geschlämmt worden ist. A. u. E.

**) Wir machen hier auf Berthiers Erfahrung aufmerksam, daß nämlich ein Gemenge von Kali und Natron ein weit leichtflüssigeres Glas giebt als jedes dieser Alkalien für sich allein angewendet. Es ist dieses für den Hüttenhaushalt von Wichtigkeit und verdient allgemeine Beachtung. (S. Dinglers polyt. Journal Bd. 39.) A. u. E.

Eisenoxyd und Manganoxyd. Die letztern Oxyde färben dieses Glas, welches jedoch einen Theil seiner Färbung auch der Kohle und selbst zuweilen dem Schwefel verdankt.

Da die Farbe dem Bouteillenglase wesentlich zukommt, oder ihm wenigstens hinsichtlich seiner Anwendung keinen Schaden bringt, so schmelzt man es in offnen Häfen, selbst wenn man mit Steinkohlen feuert. Dieser Umstand allein läßt schon im Voraus auf die eigentliche Behandlung dieses Glases schließen.

1438. Schmelzung. Man nimmt nur wenig Natron oder Kali zur Mischung des Bouteillenglases und da die kohlensauren Salze dieser Alkalien theuer sind, so wendet man gewöhnlich in den Hütten nur Holzasche oder Vareck-soda ihres Alkaligehaltes wegen an. Die übrigen Stoffe werden von so unreiner Beschaffenheit genommen, daß sie zu anderm Glase nicht angewendet werden könnten.

Die zur Bereitung dieses Glases erforderlichen Urstoffe sind gelber und eisenhältiger Sand, Rückstände von ausgelaugter roher Soda, ausgelaugte Asche und frische Holzasche, Vareckſoda und gemeiner Thon.

Der gefärbte Sand ist dem weißem Sande vorzuziehen, indem das ihn färbende Eisenoxyd die Rolle eines Flußmittels spielt. Dieser bedarf keines vorläufigen Auswaschens oder einer andern Zubereitung; die in demselben vorhandenen fremdartigen Körper von etwas größerem Volum z. B. Schwefelkiese, Kieselsteine ꝛc. werden jedoch vorher ausgeschieden; zu dem Endzweck trocknet man den Sand und läßt ihn durch ein Sieb laufen.

Der zum Bouteillenglase angewendete Thon ist eine gelbe mergelige Erde, welche aus Thonerde, Kieselerde, kohlensaurem Kalk, Eisen- und Manganoxyd besteht; sie bindet wenig und läßt sich im trocknen Zustand leicht pülvern, wodurch auch die Mengung der Stoffe sehr erleichtert wird.

Die Rückstände der ausgelaugten Soda, sowie die Aschenrückstände werden getrocknet und gesiebt, wenn es nöthig ist. Die frische Asche wird in den Häusern gesammelt und sollte immer von gesundem Holz oder von Holzkohlen

genommen werden, wegen reicheren Kaligehalts. Man siebt und trocknet sie vor dem Gebrauche. Die Vareckſoda wird pulverisirt und dann durch ein enges Drathsieb gesiebt.

1439. Folgende Mischung wird zu Bouteillenglas angewendet:

Gelber Sand	100
Vareckſoda	30 — 40
Ausgelaugte Asche	160 — 170
Frische Holzasche	30 — 40
Gelber Thon	80 — 100
Bouteillenscherben	100

Die Menge der Glasscherben läßt sich nicht fest bestimmen; man nimmt mehr davon bei der ersten und zweiten Schmelzung in neuen Tiegeln. Wendet man sehr thonhaltigen Sand an, so läßt man den Mergel weg und nimmt blos Kalk. Das in der Vareckſoda enthaltene Kali läßt sich auch durch Natron oder rohe Soda ersetzen, aber in diesem Falle setzt man immer frische Asche hinzu, um dem Glas auch etwas Kali zu geben. Wendet man Vareckſoda in größerer Menge an, und läßt die ausgelaugte Asche ganz weg, so wird der Sand eher aufgelöst und das Glas ist schneller geschmolzen, allein es wird dann Glasgalle in reichlicherer Menge erzeugt.

In diesem letztern Fall nimmt man dann

Gelben Sand	100
rohe Vareckſoda	200
frische Asche	50
Bouteillenscherben	100

Es wäre sehr interessant, die Stärke der auf beiderlei Art verfertigten Bouteillen mit einander zu vergleichen. Letztere Methode wird jetzt sehr häufig angewendet. Man arbeitet hiernach in Givors.

1440. Der Schmelzofen für Bouteillenglas enthält gewöhnlich nur sechs Häfen; diese sind 92—96 Centimeter hoch und haben ungefähr denselben Durchmesser; ihre Dicke auf dem Boden beträgt 10—12 Centimeter. Sie werden fast bis an den Rand angefüllt; sobald nun die Masse sich gesenkt hat und in Glas verwandelt worden ist, so bringt man noch neue Mischung in den Hafen und feuert stark. Die Schmelzung geht rasch, denn da die meisten dieser Glassätze

wenig Glasgalle geben, so braucht man nicht zuviel Zeit mit der Läuterung zu verlieren. Eine Schmelzung dauert 7—8 Stunden und so bald sie beendigt ist, feuert man etwas schwächer, damit das Glas etwas dicker werde, um verarbeitet werden zu können. Man wirft zu dem Ende in den Feuerungsplatz einen Haufen kleines Brennmaterial, vermindert den Luftzug so gut als möglich und vermeidet auf alle Weise das Feuer wieder anzufachen, so lange das Glas verarbeitet wird. Diese Vorbereitung nennt man Kaltschüren.

1441. Formen der Bouteillen. Diese Arbeit ist äußerst einfach. Der Gehilfe nimmt mit der Pfeife die nöthige Menge Glas aus dem Hafen und reicht es dem Glasbläser hin. Dieser formt unter beständigem Blasen und Drehen nach und nach den Bauch der Flasche, welche zuletzt in eine Form gedrückt wird. Während nun dieselbe in der Form ist, bläst und dreht den Bläser beständig. Er hebt endlich die Pfeife wieder empor und drückt den untern Theil einwärts, indem er die Flasche senkrecht hält. Hierauf wird der Hals von der Pfeife abgeschnitten, diese am untern Theil der Flasche befestigt, der Hals etwas abgerundet und am Ende desselben die Glasschnur herumgelegt, um die Flaschenmündung stärker zu machen; auch wird zuletzt das Siegel darauf gedrückt, wenn die Flaschen damit versehen werden sollen.

Die Gehilfe nimmt dann die Pfeife, trägt die Flasche in den Kühlofen und löst sie von dem Blasrohre durch einen leichten Schlag ab.

Gewöhnlich wendet man Steinkohlen in den Bouteillenglashütten an und rechnet, daß man mit 100 Hektoliter Kohlen ungefähr 3500 Bouteillen liefern kann. Die ordinären Bouteillen kosten zu Givors 9 Franken die 100 Stück und kommen in Paris auf 10 Franken zu stehen.

1442. Benutzung. Das Bouteillenglas wird zu Weinflaschen und zu mehreren großen chemischen Geräthschaften wie zu Retorten, Ballons ꝛc. angewendet. Wir brauchen über diese Anwendung keine weitere Erläuterung zu geben, allein über die Gefäße, welche einen hohen Druck

auszuhalten haben, müssen wir noch einige Worte beifügen. In Frankreich wird so viel schäumender Wein und gashaltiges Wasser bereitet, daß ein tüchtiger, unternehmender Fabrikant, der sich mit der Herstellung der hierzu erforderlichen starken Bouteillen befaßt, unstreitig eines lohnenden und zugleich dauernden Erfolges gewiß seyn kann. Die zu diesem Zwecke angewendeten Flaschen müssen von Innen einen so starken Druck aushalten, daß die zu schwachen Bouteillen zerspringen, wodurch zuweilen Gefahr, immer aber ein nicht unbedeutender Verlust entsteht. Man könnte diesen vermeiden oder wenigstens vermindern, wenn man alle Bouteillen einer Probe unterwärfe, bei welcher sie einen doppelt so starken Druck ausgesetzt werden, als dieß später im gefüllten Zustand der Fall ist. Außerdem müßte man nothwendiger Weise auch die Form der Flaschen genauer untersuchen und die zweckmäßigste dann beibehalten. Selbst auf die Glasmischung würde viel ankommen und man müßte auszumitteln suchen, welche Mischung das cohärenteste Glas gäbe. Ferner müßte man noch auf das Kühlen der Bouteillen eine ganz besondere Sorgfalt verwenden, weil auch hierdurch eine größere Haltbarkeit erzielt werden kann. Colardeau hat bereits zur Prüfung der Stärke der Bouteillen eine Maschiene erdacht und ausgeführt. Würde diese allgemein im Handel eingeführt, so würden ohne Zweifel die Glasfabrikanten mehr Sorgfalt auf die Fabrikation guter Flaschen verwenden müssen, und die Bedingungen auszumitteln genöthigt seyn, welche zur Verfertigung hinlänglich starker Bouteillen erforderlich sind, ohne daß jedoch dieselben auf eine für den Gebrauch sehr unbequeme Weise zu dick gemacht werden müßten.

Aus den Versuchen, welche die Société d'Encouragement zur Ausmittlung dieser Frage anstellen ließ, scheint hervorzugehen, daß die Champagner-Weinflaschen nur dann haltbar sind, wenn sie einen Druck von zwölf Atmosphären widerstehen können. Während nun in den Kellern von den gewöhnlichen Champagner-Flaschen 20 — 30 von 100 zu Grunde gehen, so zerspringen von den durch Colardeau's Maschiene probirten neuen Flaschen höchstens 2—3 unter

100. Es zeigt sich, daß die Kühlung und die Art der Füllung der Bouteillen sehr bedeutenden Einfluß haben, den man näher zu ergründen suchen muß. Vielleicht wäre es besser, in den Bouteillen mehr leeren Raum zu lassen und sie erst dann anzuwenden, nachdem sie in heißem Wasser langsam gekühlt worden sind. Immerhin ist der Gegenstand von solcher Wichtigkeit, daß die Glasfabrikanten dadurch aufgemuntert werden müssen die nöthigen Versuche zur Lösung dieser Frage anzustellen.

Krystallglas. (Cristal.)

1443. In allen ältern Werken bezeichnet man alles reine ungefärbte Glas mit dem Namen Krystallglas. Man begreift darunter also auch das gemeine Kaliglas, das kalkhaltige Kaliglas und endlich auch das bleihaltige Kaliglas. Diese Verwechslung muß man kennen, wenn man die ältern Schriftsteller, welche über Glas geschrieben haben, mit Nutzen lesen will. Gegenwärtig heißt blos das Doppelsalz von kieselsaurem Kali und kieselsaurem Bleioxyd Krystallglas und dieses wird zur Verfertigung mannigfaltiger edlerer Gefäße und zu feinern für den häuslichen Gebrauch bestimmten Gegenständen verarbeitet. Das auf gleiche oder wenigstens ähnliche Weise zusammengesetzte Glas, welches zu optischen Instrumenten angewendet wird, heißt Flintglas, und dasjenige, welches man zur Nachahmung der Edelsteine bereitet, wird Straß genannt.

Das Krystall- und Flintglas wurde in England erfunden. Diese Entdeckung ist eine natürliche und nothwendige Folge der Anwendung der Steinkohle in fast allen englischen Glashütten. Ehedem konnte man bei Steinkohlenfeuerung in offnen Häfen kein weißes Glas darstellen; gegenwärtig aber ist man so glücklich gewesen dieses Problem zu lösen. Um das Glas gegen den es schwärzenden Rauch zu verwahren, mußte man die gewöhnlichen Häfen in Retorten mit kurzem Hals umwandeln, der sich außerhalb des Ofens ausmündete. Allein unter diesen Umständen war die Verglasung sehr schwierig für die gewöhnlichen Gläser, man war deshalb genöthigt sehr viel Alkali zuzusetzen, was die

Qualität des Glases wieder beeinträchtigte. Um dieses nun zu vermeiden, mußte man ein Mittel auffinden, wodurch die Schmelzbarkeit des Glases vermehrt, dasselbe aber an der Luft nicht zerfließlich wurde, und dieses erreichte man durch Zusatz von Bleioxyd. Die Schönheit des Glases wurde hierdurch ebenfalls erhöht, weshalb dasselbe bald einen besondern Ruf unter den übrigen Glassorten erlangte und bald auch in andern Ländern verfertigt wurde, in welchen sich keine Steinkohlen finden. In solchen Ländern aber konnte man das bleihaltige Glas auch in offenen Häfen schmelzen, wenn man beim Holzfeuer jeden Rauch zu vermeiden suchte und die Dosis der Urstoffe etwas abänderte. Gegenwärtig werden nun alle Glasgefäße, welche man mit besondern Verzierungen versehen will, aus Krystallglas verfertigt.

1444. Das Krystallglas ist jedoch keineswegs eine neuere Erfindung, oder wenn es wenigstens neuerdings wieder erfunden worden ist, so war es doch schon in früherer Zeit bekannt. Dieß wurde durch die im Jahre 1787 von dem virgil'schen Spiegel durch Fougeroux de Bondaroy gemachte Analyse gezeigt. Dieser Spiegel wog 30 Pfund, war auf beiden Flächen polirt, durchsichtig, etwas gelblich grün gefärbt und enthielt beinahe die Hälfte seines Gewichtes Bleioxyd, besaß aber übrigens alle Eigenschaften des Krystallglases. Dieser Spiegel wurde in der Schatzkammer zu Saint-Denis von der ersten Zeit seiner Verfertigung an aufbewahrt, was beweißt, daß er sehr lange schon vor der Entdeckung des neuern Krystallglases existirte. Es ist übrigens klar, daß sein Name nicht richtig ist, und daß derselbe keineswegs beweist, daß er dem Dichter Virgil angehörte, oder etwa aus einer so frühen Zeit herstammte. Es liefert dieses Stück blos den Beweiß, daß man schon seit langer Zeit Krystallglas zu machen verstand, und daß man sehr gut schon damals die Fabrikationsmethoden kannte, weil man einen Spiegel von so großen Dimensionen zu machen im Stande war; dieses Geheimniß muß also lange Zeit verloren gewesen seyn.

Übrigens war die Verfertigung des Krystallglases nicht sehr schwer, allein dasselbe ganz ungefärbt darzustellen, er-

forderte sehr viele Versuche und Proben, welche leicht einen Experimentator entmuthigen konnten. Man darf demnach immerhin annehmen, daß die Kunst, gefärbtes Krystallglas herzustellen, vielen ältern Chemikern bekannt war, daß sie aber nicht im Stande waren, so reines und farbloses Glas zu erzeugen wie das unsrige.

1445. Bereitung. Viele Metalloxyde können sich mit der Kieselerde verbinden und Silikate bilden, welche sich leicht mit den kieselsauern Alkalien vereinigen; allein fast alle diese Silikate sind gefärbt. Nur das Bleioxyd und Wismuthoxyd scheinen die einzigen zu seyn, welche äußerst wenig gefärbtes Glas geben, das im gehörigen Verhältniß mit kieselsaurem Kali gemengt ungefärbtes Glas liefert. Da das Wismuthoxyd viel theurer als das Bleioxyd ist, so wendet man immer das letztere zur Krystallglasfabrikation an.

Das gut zubereitete Krystallglas muß stets farblos seyn. Es ist auch durchsichtiger, reiner, schwerer, und hat mehr Glanz als das gewöhnliche Glas; diese Eigenschaften verdankt es dem kieselsauren Bleioxyd. Da nun Letzteres für sich gelb gefärbt ist, so färbt es auch das Krystallglas etwas gelblich, wenn es demselben in zu großer Menge zugesetzt wird.

Man darf also deshalb sowie auch noch aus einem andern Grunde nicht zu viel kieselsaures Blei hinzufügen. Das Bleisilikat ist nämlich viel weicher und leichter zu ritzen als die kieselsauern Alkalien, weshalb von diesem Salz nicht zu große Mengen zugesetzt werden dürfen, weil sonst das leicht zu ritzende Glas zu vielen häuslichen Zwecken nicht brauchbar wäre. Auch macht diese Zuthat das Glas viel theurer und schwerer, so daß also diese Mischung in anderer Beziehung keinen Vortheil darbietet. Einige Schriftsteller scheinen zu glauben, daß die große Dichtigkeit des Krystallglases ein Vorzug wäre, allein dieß ist nicht der Fall und ist im Gegentheil ein Übelstand.

1446. So wie man bei der Krystallfabrikation nur kieselsaures Blei anwenden kann, ebenso läßt sich nur kieselsaures Kali mit ihm verbinden, wenn man sehr weißes Glas erzeugen will. Das kieselsaure Natron gibt stets ein blaues

oder grünes Glas, dessen Farbe bei größeren Gegenständen, welche man häufig aus Krystallglas verfertigt, sehr sichtbar ist und einen unangenehmen Eindruck macht.

Man käme vielleicht auf den Gedanken sich des Natronglases zu bedienen, wenn man nur dünne Glasgeräthe zu machen hat, allein da die Krystallglasgefäße gewöhnlich durch Schleifen noch besondere Verzierungen erhalten, so läßt sich die Dicke derselben nicht beliebig und gleichmäßig vermindern. Außerdem ist auch das Kühlen bei Natronglas schwieriger, wenn man etwas große und verhältnißmäßig dicke Gefäße verfertigen wollte. Das Krystallglas ist so leicht flüssig, daß man kaum das Zusammensinken dieser Gegenstände während der Kühloperation verhüten könnte.

Aus den angeführten Gründen ist das Krystallglas nur zu dicken Glasgefäßen bestimmt, weshalb man denn auch nur ungefärbtes Glas hierzu anwenden kann, nämlich das Doppelsalz von kieselsaurem Blei und Kali. Ebenso muß man auch ganz reine Urstoffe anwenden, welche nicht im Geringsten durch färbende Oxyde verunreinigt seyn dürfen.

1447. Die Kieselerde muß ganz weiß und frei von Eisen- und Manganoxyd seyn. Hierzu eignet sich besonders der Sand von Etampes, von Aumont, von Lonjumeau, von Fontainebleau und andere, vorzüglich wenn man diese Sandvarietäten vorher mit verdünnter Salzsäure wäscht, um die darin befindlichen Spuren von Mangan- und Eisenoxyd wegzuschaffen.

Das kohlensaure Kali muß ebenfalls vorläufig gereinigt werden; dieß geschieht durch Auflösen der Pottasche und Abdampfen der geklärten Auflösung bis zur Trockne. Alle färbenden Oxyde setzen sich zu Boden und durch Abdampfen der klaren Auflösung erhält man dann kohlensaures Kali, welches zwar mit andern Salzen gemengt ist, aber kein Eisen- und Manganoxyd mehr enthält. Kann man salpetersaures Kali wohlfeil haben, so läßt sich damit das kohlensaure Kali ersetzen.

Das käufliche Bleioxyd ist fast nie rein; es enthält Kupfer- Eisen- und Manganoxyd gewöhnlich in solcher Menge, daß man unmöglich ein farbloses Krystallglas dar-

aus bereiten kann. Deshalb fabrizirt man zum Behuf der Krystallglasbereitung das Bleioxyd ganz besonders. Man wählt sehr reines metallisches Blei und oxydirt es, indem man sorgfältig die Berührung mit fremdartigen Körpern vermeidet, welche der Qualität desselben schaden könnten. Man verwandelt gewöhnlich das Bleimetall in Überoxydul und erzeugt sonach Mennig. Das damit bereitete Krystallglas enthält aber keinen Mennig, indem dieser in der Glühhitze einen Antheil Sauerstoff verliert und in Oxyd übergeht, welches sich dann mit der Kieselerde verbindet. Es ist übrigens sehr vortheilhaft und wahrscheinlich höchst nothwendig, dem schmelzenden Gemenge einen Körper beizugeben, welcher im Anfange der Schmelzung Sauerstoff abgeben kann.

Man glaubte, daß diese Sauerstoffentbindung nöthig wäre, um die Glasmasse in beständiger Bewegung zu erhalten, damit eine Sonderung in Schichten von verschiedener Dichtigkeit vermieden werde. Bei näherer Erwägung aber kann man leicht einsehen, daß der Mennig sich viel eher zersetzt, als die Masse zu schmelzen anfängt. Der sich entbindende Sauerstoff hat wahrscheinlich die Bestimmung eine dem Moderstoff ähnliche Substanz zu verbrennen, welche sich in der rohen Pottasche vorfindet, und die zwar bei Kalzination der Pottasche zum Theil verbrannt wird, demungeachtet aber noch in der käuflichen Pottasche in merklicher Menge vorhanden ist. Kommt dieser Stoff mit dem Bleioxyd in der Hitze zusammen, so wird ersteres zu Metall reduzirt und färbt das Krystallglas; durch den aus dem Mennig sich entbindenden Sauerstoff aber wird jene organische Substanz vollkommen verbrannt und der besagte Nachtheil findet dann nicht Statt.

Es leuchtet von selbst ein, daß man dasselbe Resultat erhalten würde, wenn man sich des salpetersauern Kalis statt des kohlensauern bediente, und man könnte dann den Mennig durch Bleioxyd ersetzen.

1448. Mischung des Krystallglases. Man wendet wie bei den übrigen Glassorten auch für dieses verschiedene Glassätze an, je nach der Beschaffenheit der Öfen und

der Natur des Brennstoffes. Folgende Mischungen werden für Steinkohlenöfen bei bedeckten Häfen genommen:

Reiner Sand	300
Mennig	200
Gereinigte Pottasche . .	100
Glasabfälle	300

hierzu sowie zu den folgenden Mischungen setzt man nöthigen Falls

Braunstein	0,45
Arsenichte Säure . . .	0,60

diese Mischung ist die gewöhnlichste, will man aber noch feineres und dauerhafteres Glas haben, so nimmt man

Reinen Sand	300
Mennig	200
Gereinigte Pottasche . . .	90 — 95

Wenn der Ofen gut zieht, wie z. B. im Winter, so vermindert man die Pottaschendosis; im Sommer dagegen arbeitet man nach der vorhergehenden oder der nachfolgenden Vorschrift: *)

Reiner Sand	300
Mennig	215
Gereinigte Pottasche . . .	110
Salpeter	10
Borax	12

1449. Bei Beschickungen, welche in offnen Häfen bei Holzfeuerung verglast werden sollen, darf man etwas weniger Mennig nehmen. Die Hitze ist stark genug dazu. Am einfachsten ist es übrigens, wenn man den Sand, den Mennig und das kohlensaure Kali in dem Verhältniß von 3:2:1 anwendet; man erhält davon ein gutes Glas. Sobald

*) In den Glashütten zu Leith und Edinburg besteht die Krystallglasbeschickung aus:

vorher geschlämmten und gut gebrannten Sand . .	300
reiner Pottasche	100
Mennig	150
Bleiglätte	50

und kleinen Mengen weißen Arsenik und gereinigten Braunstein.

Um das Glas flüssiger zu machen, wird etwas Salpeter zugesetzt, aber nicht zu viel, sonst leiden die Tiegeln sehr. Statt des Sandes hat man auch Quarz angewendet, aber ohne sonderlichen Erfolg; reines Sandsteinpulver zeigte sich geeigneter. A. u. E.

es die Art der Feuerung erlaubt, so sucht man nämlich so viel Mennig zu ersparen. Man kann das Mennigquantum sogar noch mehr reduziren, allein es kann dieß nur dann auf Kosten der Schönheit des Produktes geschehen. Will man ein recht schönes Glas erzeugen, so nehme man

Sand . . .	300
Mennig . .	180
gereinigte Pottasche .	120
Scherben . .	300
Arsenichte Säure .	0,45
Braunstein . .	0,60

Hat man die Stoffe wohl mit einander gemengt, so werden sie in die Häfen gebracht, in welchen sie nach einiger Zeit schmelzen. Gewöhnlich hat man zur vollkommnen Schmelzung 14 Stunden nöthig und ebenso lange braucht man zur Verarbeitung des Glases, wenn ein Hafen ungefähr 300 Kilogramme Masse enthält.

1450. Formen des Krystallglases. Es wird auf dieselbe Weise wie das gewöhnliche Glas verarbeitet, kann aber leichter und vielfacher gehandhabt werden, als dieses, weil es leichtflüssiger ist; auch entglast es sich nicht so leicht, weshalb man es weit öfter als das gemeine Glas beim Feuer wieder erweichen kann. Nicht unwahrscheinlich ist es auch, daß das Krystallglas diesen beiden Umständen, die so ausgezeichnete Politur seiner Oberfläche verdankt, in Folge welcher es den ersten Rang unter den glasigen Stoffen einnimmt.

Indem man das Krystallglas in Messingformen bläst, so erhält man Gefäße mit den mannigfaltigsten, niedlichsten Verzierungen und Reliefs, die aber durch ihre stumpfern Umrisse doch leicht von denen zu unterscheiden sind, welche man durch Schleifen und Schneiden hervorbringt.

Der geringen Härte wegen eignet sich dieses Glas besser zum Schleifen als jedes andere. Diese Arbeit, welche man in vier Operationen eintheilen kann, wird mit unglaublicher Schnelligkeit ausgeführt. Man schleift zuerst das Glas mittelst einer eisernen Schleifscheibe und mit Sand rauh, giebt ihm nachher mit einem Sandstein den feinern Schliff, wo-

durch die rauhe, durch die vorige Operation erzeugte Fläche wieder verschwindet, und polirt endlich mittelst einer hölzernen Scheibe und Bimsstein; zuletzt giebt man mit einer Korkscheibe und Zinnasche die feinste Politur.

Seit einigen Jahren schleift man viele Glaskugeln zu Lampen sowohl innen als außen matt. Es ist leicht begreiflich wie man die äußere Fläche schleift, die innere aber erfordert einen besondern Kunstgriff. Man bringt zu dem Endzweck Sand von gleichmäßigem Korn in die matt zu schleifende Kugel und setzt nun mehrere dieser Kugeln in eine Trommel, welche man in rotirende Bewegung bringt; dadurch werden die innern Wände sämmtlicher Kugeln schnell abgerieben und erlangen einen sehr gleichförmigen matten Schliff. *)

---

*) Die Glasschleiferei ist in Böhmen, vorzüglich aber in England sehr vervollkommnet worden. Jede Glashütte, die sich in England mit Anfertigung von Krystallgläsern beschäftigt, hat auch eine Dampfmaschiene von 4 bis 6 Pferdekräften zum Betrieb der Schleifscheiben. (Die Dampfmaschiene wird zu gleicher Zeit zum Pochen des Thons für die Häfen und zum Zerkleinern der Beschickungsmasse benutzt.)

Zum Fertigschleifen sind verschiedene Scheiben nöthig:

a.) die Schneidscheibe (cutting wheel), eine gußeiserne Scheibe von 18—21 Zoll Durchmesser und 1 Zoll stark, auf der Peripherie gut abgedreht; über derselben hängt eine Küpe mit in Wasser angerührtem feinst geschlemmten und von allem Thon befreitem Sand. Durch eine Hahnöffnung an der Küpe fallen fortwährend beim Schleifen sandhaltige Tropfen auf die Schneidscheibe. Werden Gläser mit Brillantschnitten versehen, so wird an der Kante der Scheibe geschliffen; will man aber blos platte Stellen (glatte Würfel rc.) anschleifen, so wird das Glas an die flache Peripherie des Rades gehalten. Die geschliffenen Stellen sind nun ganz rauh und werden deshalb

b.) auf der Glättscheibe (smoothing wheel) weiter behandelt. Diese besteht aus einer Art feinem weichen Wetzschiefer (Derbyshire-stone) von möglichst gleichmäßiger Härte. Für die angeschliffenen Brillanten ist die Peripherie des Steines keilartig geformt ∩, für die glatten Würfel aber ist die Peripherie ganz flach ⊓. Über diesen Scheiben befindet sich ein mit Hähnen versehener Wasserkasten, aus welchem während des Schleifens Wasser auf die Scheibe läuft. An der Seite der Scheiben ist ein Schwamm befestigt, der fortwährend die Oberfläche der Scheibe ganz rein hält.

Die glatt geschliffenen Stellen werden nun

c.) auf der Polirscheibe (polishing wheel), einer hölzernen, stets durch Wasser benetzten Scheibe polirt. Die letzte Politur erhalten sie aber erst

Flintglas.

1451. Das Flintglas ist, wie bereits erwähnt, diejenige Varietät von Krystallglas, welche man zu optischen Zwecken anwendet. Es muß dasselbe eine bedeutende Dichtigkeit von wenigstens 3,6 haben; darf nur wenig oder noch besser gar nicht gefärbt seyn, und muß eine sehr gleichförmige Masse ohne Blasen und Streifen bilden. Letztere Bedingung ist äußerst schwierig zu erfüllen, wenn man Flintglas in bedeutenden Massen zu großen Oculargläsern für astronomische Fernrohre herstellen will.

---

d.) auf der Bürstscheibe (finishing wheel), die 6 Fuß im Durchmesser und 3' Breite auf der Peripherie hat. Man trägt auf diese Bürste feinen mit Wasser eingerührten Bimsstein auf und polirt so das geschliffene Glas fertig.

Ehe also ein Glas fertig wird, sind vier Operationen nöthig, und demnach auch vier verschiedene Bänke. An jeder Bank sind 2 bis 4, je nach der Ausdehnung der Anstalt, gleichartige Scheiben. Die Bänke sind an den langen Seiten des Hauses angebracht und die Welle, welche sämmtliche Scheiben durch Riemen in Bewegung setzt, liegt in der Höhe ebenfalls parallel mit dessen Längenseite.

Im nördlichen Deutschland sind die Glasschleifereien noch selten und der Gebrauch der Dampfmaschienen in deutschen Glashütten überhaupt noch wenig bekannt, obgleich die Dampfmaschienen in den Fabriken auf der Hoffnungshütte bei Düsseldorf a/R., in Magdeburg, zu Lauchhammer bei Elsterwerda, in Berlin ꝛc. gut und sehr billig zu haben sind. In der Nähe vieler Glashütten kommt auch Torf vor, der ein vorzügliches Brennmaterial für den Betrieb der Maschiene abgiebt.

Auch zum Schmelzen des Glases selbst läßt sich der Torf anwenden. Schon vor 15 Jahren hat Herr Roscher, jetzt zu Friedrichsthal bei Dresden, mit Torf Bouteillenglas geschmolzen; der Ofen war wie gewöhnlich konstruirt, jedoch waren zur Beförderung des Zuges unter dem Roste Kreuzzüge 10' tief angebracht. Die Verflüchtigung der Torfasche (sie wird mechanisch vom starken Zuge fortgerissen) ist ein Übelstand, der dessen Anwendung zur Weißglasfabrikation verbietet. Es ließe sich demselben aber durch Anwendung halb bedeckter Häfen begegnen, wie solche bei Steinkohlenfeuerung (S. Taf. 34 Fig. 6) in England im Gebrauche sind.

Hier finde ich auch mich veranlaßt zu bemerken, daß der in Tafel 34 dargestellte Ofen nicht von der Art ist, wie man solche gewöhnlich in England findet. Die meisten englischen Öfen stehen in 40' hohen und 20' weiten sogenannten Glashäusern wie Fig 4 in Taf. 36 zeigt.

Krystallglasöfen sind gewöhnlich auf 8 Häfen eingerichtet und immer rund; die Flamme aus dem Ofen entweicht durch 8 in der Kuppel befindliche Züge, wovon jeder ungefähr 8 Quadratfuß im Lichten weit ist.

Seit langer Zeit schon scheinen die Krystallglasfabrikanten das Flintglas bereitet zu haben, indem sie zuweilen in ihren Tiegeln ein für Optiker taugliches Stück Krystallglas fanden. Allein das Problem einer sichern und regelmäßigen Verfertigung des Flintglases war immer noch nicht gelöst, als Guinand sich mit diesem Gegenstande zu beschäftigen anfing. Dieser scharfsinnige Künstler brachte es so weit, daß er Flintglasmassen erzeugte, die zu 12zölligen Objektivgläsern angewendet werden konnten, welche man früher von solcher Dimension gar nicht kannte. Er theilte sein Geheimniß dem berühmten Fraunhofer mit und beide erzeugten mehrere Jahre lang vortreffliches Flintglas, ohne daß man ihr Geheimniß entdecken konnte. Nach ihrem Tode setzte der eine Sohn Guinands, der Besitzer des Geheimnisses seines Vaters war, die Fabrikation des Flintglases in der Nähe von Neuchatel fort. Der zweite Bruder versuchte vergeblich Flintglas in der Glashütte zu Choisy (bei Paris) zu machen, und erst Thibeaudeau und Bontems, die Besitzer dieses Etablissements, waren nach vielen vergeblichen Versuchen des Ersteren so glücklich, Flintglasmassen zu erzeu-

---

Die Häfen (Taf. 34 Fig. 6) werden aus Stourbridge-Thon gefertigt; gewöhnlich wird 1 gebranntes Thonpulver, 1 Pulver von feuerfesten Backsteinen und 1 roher Thon dazu genommen. Den rohen Thon läßt man Jahre lang an der Luft liegen und sticht ihn öfters um, damit alle vegetabilischen Bestandtheile vollkommen zersetzt werden. Bei Anfertigung der Häfen wird zuerst ein Thonklumpen gemacht, der den Boden bildet, und dessen Rand noch 2—3″ hoch aufgebogen werden kann, um den Anfang für die Seitenwände zu geben. Der Boden ist 6″ stark. Den folgenden Tag werden ungefähr 12″ in einzelnen Klumpen an die Seitenwände aufgetragen, die so neben einander gelegt werden, daß die Wand des Hafens im Durchschnitt im frischen Zustande aussieht wie Blättergebackenes. Den nächsten Tag wird eine eben so hohe Schicht aufgelegt und so fort bis der Hafen fertig ist. Die meisten Krystallhäfen sind im Lichten 2′ weit und 2 1/2′ hoch. Die Wände sind 3 1/2″ stark und der Hals ist so eingerichtet, daß er mit einer Platte von Gußeisen verschlossen werden kann. Diese Häfen werden 5 bis 9 Monate lang in besondern Schoppen an der Luft getrocknet; sie kommen dann 8—14 Tage in das Glashaus und nun erst in den Temperirofen. Die englischen Häfen halten oft 12 Monate; stehen dieselben aber nur halb so lang, so hält man sie für schlecht. Die Bouteillenglashäfen sind wie gewöhnlich oben offen und sehr groß, nämlich 2′ 6″ unten, 3′ 6″ oben im Lichten weit und 4′ hoch. A.

gen, welche wenigstens eben so groß, als die schönsten von Guinand dem Vater dargestellten waren. *) Wir dürfen also hoffen, daß dieser Industriezweig für Frankreich gewonnen ist, und daß unsere Optiker das Flintglas nicht mehr vom Auslande zu beziehen nöthig haben. **)

---

*) Fraunhofer vervollkommnete erst, nachdem Guinand das optische Institut in München schon im Jahre 1813 verlassen hatte, die Fabrikation des Flintglases noch sehr und lieferte Gläser, welche an Reinheit und Vortrefflichkeit alles bisher Bekannte übertrafen. Das berühmteste damit konstruirte Telescop befindet sich auf der Sternwarte zu Dorpat, und wurde von Herrn v. Struve in einer besondern Monographie ausführlich beschrieben. Nach der Versicherung des Herrn v. Utzschneiders, des Besitzers der nach dem Tode Fraunhofers noch fortbestehenden optischen Anstalt ist das Geheimniß der Bereitung dieses trefflichen Flintglases nicht verloren gegangen, sondern es wird dasselbe im Gegentheil von gleicher Güte auch ferner geliefert. (S. Poggendorffs Annalen Bd. 15 S. 250.) Zu wünschen wäre es, daß aus einem für die Wissenschaft so wichtigen Gegenstande, wie dieß die Flintglasbereitung ist, kein Geheimniß mehr gemacht würde. Durch Unglücksfälle können diese Geheimnisse verloren gehen und die Wissenschaften erleiden dann großen, oft lange Zeit nicht ersetzbaren Verlust. A. u. E.

**) Ganz neuerdings sind auch sehr gelungene Versuche zur Bereitung des Flintglases von Herrn Dr. Körner in Jena angestellt worden. Aus 100 Thl. Quarz, (zuvor mit Salzsäure behandelt) 80 Thl. Mennig, 30 Thl. Weinsteinsalz schmolz Körner ein vollkommen klares, wasserhelles und streifenfreies Flintglas. (Kastners Archiv f. d. gesammte Naturlehre Bd. 7 S. 248.

Interessante Versuche im Kleinen stellte Herr Professor Doebereiner über die Bereitung eines Strontian- und Barytglases an. 1 At. kohlensaures Kali, 1 At. kohlens. Natron und 1 At. kohlens. Strontian oder statt dessen 1 At. kohlens. Baryt geben mit 14 At. Kieselerde zusammengeschmolzen ein ausgezeichnet schönes Glas, welches spezifisch schwerer ist und das Licht stärker bricht als das gewöhnliche Kronglas. Diese Versuche sind um so beachtenswerther, weil Herr Döbereiner hierdurch zuerst zeigte, wie wichtig die Anwendung der chemischen Proportionslehre auch bei der Glasbereitung werden könnte. (Poggendorffs Annalen Bd. 15 S. 239.)

Noch müssen wir hier einer Arbeit des englischen Chemikers Faraday erwähnen, welche zum Zweck hatte sehr schweres Glas aus kieselsaurem und borsaurem Bleioxyd darzustellen. Es gelangen die hierüber angestellten Versuche auch und Faraday bereitete durch Zusammenschmelzen von Bleioxyd, Kieselerde und Borsäure in verschiedenen Verhältnissen mehrere sehr schwere Glasarten, die jedoch einiger besonderen Eigenschaften wegen zu optischen Zwecken bis jetzt noch nicht vortheilhaft verwendet werden konnten. (Poggendorffs Annalen Bd. 18 S. 515.) A. u. E.

1452. Bereitung. Man verfährt dabei wie bei der Bereitung des Krystallglases oder Straßes. Wahrscheinlich erhält man es durch Schmelzen der hierunten angeführten oder ähnlicher Mischungen.

reiner Sand	300
Mennig	300
gereinigte Pottasche . . .	150
Borax	10
arsenichte Säure	0,45
Manganoxyd	0,60

Der Borax kann auch in größerer Menge zugesetzt werden, und es scheint sogar räthlich zu seyn, einen Theil der Kieselerde durch Borsäure zu ersetzen.

1453. Formen. Es kommt auf einen Kunstgriff an das Streifigwerden und die Blasen des Flintglases zu vermeiden und darauf beruht das Geheimniß der Fabrikation. Man behauptet, Guinand der Vater hätte zuerst grössere Glasmassen hergestellt und daraus dann die reinsten Stücke in verschiedenen Richtungen herausgeschnitten. Die reinsten herausgelösten Stücke wurden dann wieder im Ofen erweicht und die Oberfläche so geformt, wie man sie haben wollte. Es ist auch nicht unwahrscheinlich, daß man bei der Fabrikation auf eine mehr oder minder ähnliche Weise verfährt, denn es scheint überhaupt sehr schwierig zu seyn, große Flintglasmassen ganz ohne Streifen darzustellen.

Farbloser und gefärbter Straß.

1454. Lange schon waren die Methoden zur Bereitung künstlicher Edelsteine bekannt. Schon Merret, Neri, Kunkel, Orschal, Haudicquer de Blancourt, Montami und Leviel haben hierzu mehr oder minder brauchbare Vorschriften geliefert. Bullion und Fontanien haben beide mit vieler Klarheit die Grundsätze aufgestellt, worauf die Kunst beruht. Man kennt demnach wenigstens schon seit sechzig Jahren die Zusammensetzung des Straßes und dennoch hat man erst in den letztern Jahren in Frankreich Fabriken errichtet, welche hinsichtlich der Bereitung

künstlicher Edelsteine mit Deutschland zu konkurriren im Stande sind.

Douault-Wieland hat mit großem Eifer und Sachkenntniß diesen Gegenstand bearbeitet und ihm verdanken wir die wirklichen Verbesserungen, welche bei der Bereitung des Straßes neuerdings eingeführt worden sind. Mit lobenswerther Uneigennützigkeit machte er seine eigenen Methoden, welche er bei Darstellung des Straßes im Großen anwendete, bekannt, nachdem Fontanieu vorher eine mangelhafte und nicht genaue Arbeit über diesen Gegenstande geliefert hatte.

1455. Ungefärbter Straß. Die Grundlage für die künstlichen Edelsteine ist der farblose Straß, der durch kieselsaure Metalloxyde gefärbt, die nachgeahmten farbigen Edelsteine liefert. Wird er ohne färbende Zuthat geschnitten und geschliffen, so wird dadurch der Diamant nachgeahmt.

Man bereitet den Straß aus Kieselerde, Pottasche, Borax und Bleioxyd; zuweilen fügt man auch etwas arsenichte Säure hinzu. Will man ein sehr reines Produkt haben, so muß man möglichst reine Urstoffe anwenden.

Die Kieselerde muß entweder als Bergkrystall, als reinster Sand oder als Quarz genommen werden. Am besten eignet sich immer der Bergkrystall hierzu; der Quarz oder Kiesel enthält gewöhnlich etwas Eisenoxyd, welches das Glas gelb färbt; ebenso verhält es sich mit dem reinsten Sand. Um diese Kieselmineralien pulverisiren zu können, werden sie zuvor geglüht und im kalten Wasser abgelöscht.

Die Pottasche darf nicht mit andern Salzen verunreinigt seyn. Douault-Wieland nahm die reinste Pottasche oder in einigen Fällen selbst das durch Alkohol gereinigte Ätzkali; uns scheint der Salpeter hier den Vorzug zu verdienen, weil man sich dieses Salz leicht sehr rein verschaffen kann.

Der künstliche Borax z. B. der holländische liefert ein braunes Glas, und deshalb muß man krystallisirte Borsäure nehmen.

Das Bleioxyd wird als reinster Mennig angewendet. Die absolute Reinheit des kohlensauren Bleioxydes, welches

mittelst Kohlensäure aus basisch essigsaurem Blei in der Bleiweißfabrik zu Elichy bereitet wird, würde dasselbe ebenfalls zu diesem Zwecke geeignet machen; es gibt auch wirklich ein sehr schönes Glas, allein es ist nicht ganz ohne Blasen.

Sehr viel kommt ferner auf die Wahl der Schmelztiegel an. Die hessischen sind die besten und selbst besser als Porzellantiegel. Zuweilen färbt die Tiegelmasse das Glas gelb oder bräunlich, sobald die Wände derselben etwas Eisenoxyd fahren lassen. Diesen Übelstand hat man zwar bei harten Porzellantiegeln nicht zu befürchten, allein sie zerspringen sehr leicht und werden nicht selten von der schmelzenden Masse so angegriffen, daß sie Löcher bekommen.

Man schmelzt die Masse gewöhnlich in Töpferöfen oder Porzellanöfen und die Tiegel bleiben ungefähr 24 Stunden im Feuer. Je länger man die Glasmasse im ruhigen Fluß erhält, desto härter und schöner wird der Straß. Zu dem Endzwecke ist es am besten, dieselbe im Porzellanofen zu schmelzen, wenn man sehr gute Tiegel hat; ist dieß aber nicht der Fall, so würde man zu großen Verlust an Glasmasse in schlechtern Tiegeln erleiden und dann zieht man gewöhnlich den Töpferofen vor.

1456. Donault hat durch Anwendung verschiedener Mischungen sehr schönen Straß erhalten. Folgende vier Mischungen haben gute Resultate geliefert.

Angewendete Stoffe.	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.
Bergkrystall	300	. . .	300	. . .
Sand	. . .	300	. . .	300
Mennig	470	. . .	462	. . .
Bleiweiß von Elichy .	. . .	514	. . .	512
Ätzkali mit Alkohol gereinigt	163	96	168	96
Borax	22	27	18	27
Arsenichte Säure . .	1	1	0,5	1

Es geht hieraus hervor, daß hinsichtlich der Mischung der Straß dem Flintglas am nächsten steht.

Der ungefärbte Straß wird nur von den Juwelieren angewendet und zwar, um die Diamanten nachzuahmen. Er ist in der neusten Zeit wieder sehr beliebt, weil er jetzt in vieler Hinsicht dem ächten Diamant so sehr ähnlich dargestellt wird.

Mit Bergkrystall erhält man, wie behauptet wird, einen härtern Straß als mit bloßem Sande oder Kiesel; bisweilen aber ist er zu weiß, was für die kleinen und mittleren Steine mehr nachtheilig als vortheilhaft ist. Sie haben weniger Glanz und Feuer, als diejenigen, welche etwas gelb gefärbt sind. Diese Färbung verschwindet dann nach dem Schleifen.

1457. Gefärbter Straß. Dieser soll die verschiedenen mehr oder minder geschätzten Edelsteine nachahmen. In dieser Hinsicht ist die Kunst den Straß zu bereiten, eine beschränkte Kunst, denn sobald man den ächten Steinen getreu nachgeahmte Kunstprodukte darzustellen im Stande ist, so ist der Zweck erfüllt. Hauptbedingung ist also die größtmögliche Ähnlichkeit desselben mit den natürlichen Edelsteinen, denn wenn der Straß die schönsten Farbennüancen besäße und wenig Ähnlichkeit mit den ächten Steinen hätte, so würde er keine Liebhaber finden. Die Käufer verlangen nämlich, daß die künstlichen Steine so vollkommen hergestellt werden, daß sie das ungeübte Auge für wahre Edelsteine hält, deren Werth natürlich viel höher ist.

Nicht allein die Farben selbst, sondern auch deren Intensität ist also den Straßfabrikanten vorgeschrieben. Zwar hätten wir die Bereitung des gefärbten Straßes eigentlich mit dem gefärbten Glase und der Glasmalerei zusammenstellen sollen, allein es schien uns für den Leser bequemer zu seyn, wenn wir hier die Vorschriften zur Darstellung dieser Produkte geben; was dagegen die Theorie der Färbung des Straßes betrifft, so werden wir später in dem den gefärbten Gläsern gewidmeten Kapitel wieder darauf zurückkommen.

Bei der Bereitung der künstlichen Edelsteine sind viele Vorsichtsmaaßregeln zu beachten, zu deren Kenntniß man allein durch die Praxis gelangen kann. Die rohen Stoffe müssen fein pulverisirt und dann durch wiederholtes Sieben aufs Vollkommenste mit einander gemengt werden. Für

jede Mischung muß man ein besonderes Sieb haben. Um nun die Masse gehörig ohne Streifen und Blasen gleichförmig geschmolzen zu erhalten, muß man die reinen, sorgfältig gemengten Substanzen in den besten Schmelztiegeln bei allmählig verstärktem Feuer schmelzen. Ist das Maximum der Hitze erreicht, so muß dieselbe gleichmäßig erhalten und die Masse 24—30 Stden. im Feuer gelassen werden; die Tiegel läßt man sodann möglichst langsam erkalten, damit die Masse zugleich gekühlt werde.

1458. Topas. Diese Komposition verändert sich leicht während des Schmelzens wegen der hohen anhaltenden Hitze. Sie geht vom Weißen ins Schwefelgelbe bis zum Violetten oder Purpurrothen über, je nach Umständen, die man bis jetzt noch nicht genauer kennt. Man kann diese Glasmasse mit dem deutschen und italienischen Rubinglase vergleichen.

Douault giebt hierzu folgende Vorschrift:

Weißen Straß	1000
Spießglanzglas	40
Cassius'schen Goldpurpur .	1

Man muß durchscheinendes Spießglanzglas von heller Bronzefarbe nehmen. Auch mit Eisen kann man aus folgender Mischung ein ziemlich schönes Topasglas erhalten:

Straß . .	1000
Eisenoxyd .	10

1459. Rubin. Dieser ist der gesuchteste und theuerste unter den künstlichen Edelsteinen. Mit dem Topas kann man sich stets nach Belieben sehr schöne Rubine bereiten. Zuweilen giebt nämlich das Topasgemisch eine trübe am Rande nur durchscheinende Masse, die in dünnen Blättchen roth erscheint. Schmelzt man nun 1 Theil von dieser trüben Topasmasse und 8 Thl. im hessischen Tiegel geschmolzenen Straß in einem Töpferofen und läßt sie 30 Stden. im Feuer, so erhält man einen schönen gelben Krystall. Wird dieser mit dem Löthrohre umgeschmolzen, so liefert er den schönsten orientalischen Rubin.

Einen minder schönen und etwas anders gefärbten Rubin erhält man aus folgender Mischung

Farblosen Straß . .	1000
Manganoxyd . . .	25

1460. Smaragd. Dieser ist leicht darzustellen. Am besten ist es farblosen Straß zu nehmen und denselben mit Kupferoxyd zu schmelzen. Fügt man Kobaltoxyd hinzu, so erhält man zugleich einen ins Blaue spielenden Stein. Folgende Mischung eignet sich am besten zur Nachahmung des natürlichen Smaragdes.

farbloser Straß	1000
reines Kupferoxyd . . .	8
Chromoxyd	0,2

Durch größern Zusatz von Chromoxyd oder Kupferoxyd, und indem man zugleich etwas Eisenoxyd beimischt, kann man die grüne Farbe abändern und einen dunklern Smaragd erzeugen, der Ähnlichkeit mit dem Peridot hat.

1461. Saphir. Zur Erzeugung eines schönen blauen orientalischen Saphirs nimmt man sehr weißen Straß und reines Kobaltoxyd. Man giebt die Mischung in einen hessischen Tiegel, lutirt denselben gut und läßt ihn 30 Stunden im Feuer. Die Mischung ist:

ungefärbter Straß .	1000
Kobaltoxyd	15

1462. Amethyst. Die Farbe desselben muß schön und sammtartig gestreift seyn, wenn er einigen Werth haben soll. Mit folgender Mischung gelingt dessen Bereitung am besten.

ungefärbter Straß . . .	1000
Manganoxyd	8
Kobaltoxyd	5
Cassius'scher Goldpurpur .	0,2

1463. Aqua-Marin (Beryll). Dieser Stein ist nicht sonderlich gesucht. Es ist ein blaßer Smaragd, der ins Bläuliche spielt und beinahe die Farbe des Meeres hat. Man erhält ihn aus

ungefärbtem Straß . .	1000
Spießglanzglas	7
Kobaltoxyd	0,4

1464. Syrischer Granat. Dieser Stein, ehemals Karfunkel genannt, wird wegen seiner lebhaften Farbe ziem-

lich geschätzt. Er wird hauptsächlich zu kleinen Juwelen verwendet. Dieser künstliche Granat ist eine Art dunkler Rubin, der nach folgender Vorschrift bereitet wird: *)

*) Außer den hier angeführten nachgeahmten Edelsteinen werden noch viele andere Kunstprodukte dieser Art erzeugt. Hierher gehören z. B. auch die undurchsichtigen gefärbten Glaspasten, die theils zu den verschiedenartigsten Gegenständen verarbeitet werden, theils aber auch zur Nachahmung der aus ächten Edelsteinen geschnittenen Gemmen oder Kameen dienen. Man giebt diesen Pasten verschiedene Namen nach den Steinen, welche sie vorstellen sollen, z. B. Avanturin, Lasurstein, Chrysopras, Türkis, Obsidian, Jaspis, Agat ꝛc. Der künstliche Obsidian war neuerdings in England sehr Mode und wurde daselbst auch sehr vollkommen erzeugt. Hierher gehört auch der schwarze Hyalith vom Grafen Buquoy in Böhmen. Der Hyalith oder das Steinglas ist ein dunkles undurchsichtiges Glas wozu nebst den gewöhnlichen Glasmaterialien Eisenschlacken, Silberschlacken oder auch Basalt verwendet werden, nachdem diese vor dem Eintragen in die Glashäfen gut ausgeglüht, gepocht und mehrere Male geschmolzen werden. Das Hyalithglas gleicht im Äußern dem schwarzen englischen Steingute. Nebst der Härte ist der schöne Glanz desselben, welcher durch keine künstliche Politur nachgeahmt werden kann, bemerkenswerth. Der Hyalith kann auch wie das Wedgwoodgeschirr zu heißen Getränken, ohne zu springen, verwendet werden. Man macht hieraus vorzüglich einfache, geschmackvoll geschliffene oder geschnittene und auch vergoldete Thee- und Caffeeservices, sowie Trinkbecher, Blumentöpfe, Leuchter, etruskische Vasen ꝛc. Man macht auch rothen und geäderten Hyalith. (S. v. Kees Darstellung des Fabrik- und Gewerbswesens. Bd. 2 S. 891.)

Wir müssen hier auch anhangsweise noch aufführen die Glasperlen, Glaskorallen, Glasknöpfe, Paterlein, Glasglanz ꝛc., welche theils aus ungefärbten, meist aber aus gefärbten Glasflüssen bereitet werden. Produkte dieser Art werden vorzüglich in Venedig, Böhmen, Thüringen und auf dem Fichtelgebirge erzeugt.

Die Glasperlen zerfallen in zwei Hauptgattungen in massive oder geblasene. Die erstern werden auf folgende Art bereitet: Ein Arbeiter stößt eine eiserne Stange in die glühende Glasmasse, rundet den anhängenden Glasklumpen auf einem hohlen Eisen und sticht das Loch durch. Ein zweiter Arbeiter setzt einen ähnlichen Glasklumpen an und beyde laufen dann wenigstens 100 Schritte in entgegengesetzter Richtung von einander, wobei die Glasmasse eine durchlöcherte Stange bildet. Diese Stangen werden dann zerbrochen und mit eisernen Messern in kleine Stücke zerhackt. Die noch an der Bruchstelle mit scharfen Kanten versehenen Glasstückchen kommen in Pfannen oder Zylinder mit einer pulvertigen Mischung zusammen und werden darin beständig umgerührt oder gedreht. Dadurch erweichen die Kanten und werden abgerundet. Die Pulvermasse, unter der sich auch Asche befindet, wird genommen, damit sich die Löcher nicht verstopfen. Es giebt massive Glasperlen von sehr verschiedener Farbe und Größe. Hierher gehören z. B. auch die sogenannten Strickperlen.

ungefärbter Straß . . .	1000
Spießglanzglas	500
Cassius'scher Goldpurpur .	4
Manganoxyd	4

Schmelz oder Email. (Email.)

1465. Wir verstehen unter Email eine Glasmasse, welche Zinnoxyd enthält; gewöhnlich aber verwechselt man unter diesem Namen sehr verschiedene Produkte miteinander, welche mit dem weißen zinnhaltigen Email nichts gemein haben als die Anwendung, die man von ihnen zum Emailliren verschiedener Gegenstände macht. Es ist jedoch klar, daß man unter Beobachtung der erforderlichen Vorsichtsmaaßregeln jede verglasungsfähige Masse zum Emailliren gebrauchen kann, und wenn man das Email als besondere Glasart aufführt, so gründet sich dieß weniger auf dessen technische Anwendung, als vielmehr darauf, weil das gewöhnliche, am meisten gebrauchte Email sich durch die Gegenwart der Zinnsäure (Zinnoxyd) von allen übrigen Glasarten wesentlich unterscheidet.

Die hohlen Perlen, welche die ächten Perlen nachahmen sollen, werden aus weißen, selten nur aus gefärbten Glasröhren vor der Lampe geblasen. Die meisten dieser Perlen werden rund geblasen, die sogenannten Kropfperlen erhalten aber auch Auswüchse, um die natürlichen besser nachzuahmen. Jede Perle ist mit zwei Löchern zum Anhängen versehen. Ein Arbeiter kann täglich 4—5000 Stück von der kleinern Sorte blasen. Die Hauptsache ist die Auskleidung dieser Perlen mit einer Masse, wodurch sie den Perlen ähnlich werden. Früher nahm man dazu blos weißes Wachs, allein jetzt ahmt man den Glanz und das Farbenspiel der natürlichen Perlen sehr gut mittelst einer Flüssigkeit nach, die man eine Perlessenz nennt. Man bereitet dieselbe dadurch, daß man die Schüppchen oder glänzenden Lamellen, welche man durch Waschen und Reiben von den Schuppen des Weißfisches (Cyprinus alburnus) abscheidet, in flüssiges Ätzammoniak wirft. Die glänzenden perlartigen Theile werden durch Ätzammoniak gegen Fäulniß geschützt, und erhalten dadurch eine solche Weichheit und Biegsamkeit, daß man sie innen über die ganze hohle Fläche der Glasperle anbringen kann, wenn man die Essenz in dieselben hineinbläst. Die Perlessenz kann auch durch Farbenzusatz gefärbt werden. (S. Dinglers polytech. Journal Bd. 39 S. 143.)

Die Glaskorallen, Paterlein, Glasknöpfe werden auf sehr verschiedene Art geblasen oder geformt. Glasglanz ist ein äußerst dünn geblasenes und dann zerstoßenes Glas von den verschiedensten Farben, welches als Streusand zur Verzierung auf Tapeten und Papparbeiten ꝛc. angewendet wird. A. u. E.

Weiter oben haben wir gesehen, daß das weiße Email aus Kieselerde, Zinnsäure, Bleioxyd und einer alkalischen Basis besteht; wir wollen nun dessen Bereitungsart kennen lernen.

1466. Man bereitet eine Legirung von 15 Thl. Zinn und 100 Blei; diese wird an der Luft bis zum Rothglühen erhitzt und oxydirt sich dann schnell auf der Oberfläche. Man zieht die oxydirte Masse ab und sucht die Fläche stets in metallischem Zustande zu erhalten, damit der Sauerstoff der Luft immerwährend darauf einwirken kann. Sobald das ganze Metallquantum oxydirt ist, pulverisirt man das Oxyd und schlämmt es hierauf. Die gröbern, sich schnell absetzenden Theile werden dann wiederhohlt pulverisirt und geschlämmt und die zuletzt noch rückständigen Metalltheile aufs Neue durch Kalziniren vollständig oxydirt.

Das so erhaltene Gemenge von Zinn- und Bleioxyd (zinnsaures Bleioxyd), welches durch Schlämmen in das feinste Pulver verwandelt und von jedem Metalltheilchen gesondert worden, wird nun mit einer Glasmasse gefrittet. Die hierzu erforderliche Mischung besteht aus

Quarzsand	100
Zinnsaurem Bleioxyd . .	200
gereinigter Pottasche . .	80

Man bringt dieß Gemenge in einen Schmelztiegel, den man einem gelinden Feuer aussetzt, wodurch die Masse gefrittet und höchstens nur auf der Oberfläche geschmolzen wird. Diese Fritte liefert die Grundlage zu allem Email.

Man kann auch die Pottasche durch kohlensaures Natron und selbst durch Kochsalz ersetzen, allein man erhält dann ein Email von besondern Eigenschaften.

1467. In den ältern Schriftstellern ist eine geringere Dosis Alkali angegeben, allein man wendete damals auch den Talk statt dem Kieselsande an und in diesem Falle ersetzt derselbe die alkalische Basis zum Theil. Z. B. die von Neri gegebene Vorschrift reduzirt sich also ungefähr auf folgende Bestandtheile:

50,0 Talk	=	Kieselerde	25
		Thonerde	13
		Kalk oder Eisenoxyd	3,45
		Kali	8,75
50,0 aus gleichen Theilen Zinn und Blei kalzinirte Masse	=	Zinnsäure	26
		Bleioxyd	24
0,5 Pottasche	=	Kali	0,30

Es leuchtet von selbst ein, daß die Eigenschaften eines solchen Gemisches nicht genau mit denen der oben angegebenen Komposition übereinstimmen können. Offenbar schadet die Anwesenheit des Eisenoxydes, allein vielleicht ist der Kalk oder die Thonerde dagegen nützlich.

Clouet hält es für nothwendig ein Gemenge von 3 Thl. Quarzsand und von wenigstens 1 Thl. Talk zu nehmen. Die Wirkung des Talkes läßt sich auch zum Theil ersetzen, wenn man den reinen Sand vorher mit Pottasche frittet, allein man erhält dann keine Thonerde in dem Email und vielleicht ist doch ihre Gegenwart einigermassen nützlich.

1468. Auch die Beschaffenheit der oxydirten Metallegirung ist gleich den Proportionen der übrigen Substanzen veränderlich. Mann wendet Zinn und Blei in sehr verschiedenen Verhältnissen an. Da man gleiche Theile Blei und Zinn und auch wieder 100 Blei und 15 Zinn vorschreibt, so ist klar, daß man alle zwischen diesen beiden Verhältnissen stehenden Gemenge anwenden kann. Diese quantitativen Abänderungen müssen nothwendig auch die Eigenschaften des Emails verändern, und daraus läßt sich auch erklären, warum die Bereitung dieses Kunstproduktes so lange geheim bleiben konnte. Alle Töpfer verstehen sehr gut das für das gemeine Fayence bestimmte Email zu bereiten und anzuwenden, allein Email auf die Metalle zu befestigen, scheint eine bei Weitem schwierigere Aufgabe zu seyn, die nur Wenige mit Sicherheit zu lösen im Stande sind.

Die Venetianer haben diesen Industriezweig lange ausschließlich besessen, und da er nicht von Bedeutung ist, so lohnt es sich kaum der Mühe, ihnen denselben zu entreißen zu suchen. Übrigens bereitet man in Frankreich seit längerer Zeit schon Email, welches sich mit dem venetianischen messen

kann. Lambert beschäftigte sich mit diesem Zweige der praktischen Chemie und hat in Sèvres eine Werkstätte errichtet, welche den Bedarf von ganz Frankreich befriedigen kann.

1469. Hat man die Fritte auf besagte Weise bereitet, so muß man das Email schmelzen und jede zufällige Färbung wegzuschaffen suchen. Dieß geschieht durch Zufügung einer gehörigen Menge von Manganüberoxyd. Man macht anfangs einige kleine Versuche mit verschiedenen Gemengen. Hat man die nöthige Menge des zuzusetzenden Braunsteins erforscht, so mengt man die pulverisirte Fritte mit demselben, setzt es in einen Schmelztiegel ein und schmelzt nun bei möglichst starkem, rauchfreien Holzfeuer. Sobald die Masse in den Fluß gekommen ist, gießt man sie in Wasser und pulverisirt sie. Diese Operation wird drei oder viermal wiederholt und dann giebt man das fertige Schmelzglas in den Handel.

1470. Im Email kann man die Zinnsäure auch durch Antimonsäure ersetzen, dann aber darf man kein Bleioxyd anwenden. Die so erhaltene Komposition scheint sich besser zu blau oder purpur gefärbtem Email zu eignen. Nach Clouet liefern folgende Verhältnisse ein sehr gutes Produkt:

300 weißes Glas.
100 Borax
25 Salpeter
100 Antimonium diaphoreticum (ausgesüßtes).

1471. Das Schmelzglas wird auf dieselbe Weise wie der Straß gefärbt, nur nimmt man gewöhnlich mehr färbende Stoffe. Die Anwendung des Schmelzglases ist sehr verschieden; bei dem Artickel Faïence werden wir eine der wichtigsten Arten desselben kennen lernen, womit die gemeine Faïence glasirt wird. Bei der Glasmalerei werden wir auch auf die Anwendung des Emails zum Emailliren der Metalle, so wie auf die Emailmalerei selbst wieder zurückkommen, welche vorzüglich in der eigentlichen Porzellanmalerei von Wichtigkeit ist.

Capitel X.

Töpferwaaren.

1472. Unter dem Namen Töpferwaaren begreifen wir nicht nur die zur Zierde oder für die Hauswirthschaft bestimmten Gefäße aus gebranntem und glasirtem Thon, sondern überhaupt alle Gegenstände, welche aus Thon verfertigt und dem Feuer ausgesetzt worden sind. Folglich zählen wir hierher die Backsteine, Ziegel, die Söllersteine zum Belegen der Fußböden ꝛc., sowie andererseits die Porzellanwaaren und das feinste Töpfergut.

Die Kunst den Thon zu formen und ihn durch zweckmäßiges Brennen im Feuer zu härten, scheint schon in den frühesten Zeiten von den Menschen ausgeübt worden zu seyn. Sobald die Ausbildung des Menschengeschlechtes einige Fortschritte gemacht hatte, wurden die Nahrungsmittel gekocht, und dazu gebrauchte man mehr oder minder rohe Thongefäße. Nicht ohne Erstaunen bemerkt man später eine gewisse Gleichförmigkeit und Übereinstimmung, sowohl in der Bereitungsart dieser Waaren, als in den Erzeugnissen dieses Gewerbszweiges selbst, unter noch halbwilden oder doch wenigstens noch sehr ungebildeten Völkern, die selbst in weiten Entfernungen von einander oder auch zu ganz verschiedenen Zeiten lebten.

Die Töpferei hat in unserer Zeit bewundernswürdige Fortschrittte gemacht und es ist vorzüglich die Praxis bereits sehr vervollkommnet worden; dagegen sind in Beziehung auf die Theorie viele Thatsachen bisher noch unerklärt geblieben. Wenn wir in diesem Kapitel alle theoretisch wichtigen Punkte der Töpferei berühren, so wollen wir jedoch uns nicht anmaßen, die noch unerörterten Fragen sämmtlich zu lösen, sondern hoffen nur, daß sobald die wichtigsten Mo-

mente einmal festgestellt sind, man auch die wünschenswerthen Aufschlüsse darüber zu erlangen im Stande seyn wird, entweder indem man die in den Werkstätten beobachteten Thatsachen auf zweckmäßige Weise mit einander zu verknüpfen sucht, oder indem man andrerseits auch die Urstoffe und die daraus hergestellten Produkte einer genauern Analyse unterwirft.

1473. Die Resultate, welche wir bei gründlicher Betrachtung des Glases gefunden haben, veranlassen uns, eine allgemeine, ziemlich klare Ansicht auch über die Töpferwaaren aufzustellen. Es läßt sich nämlich schon im Voraus die Art der Reaktion bestimmen, welche zwischen den zur Bereitung der Töpferwaaren angewendeten Stoffen Statt findet, wenn sie dem Feuer ausgesetzt werden.

Die natürlichen oder künstlichen Gemenge, welche die bildsame Masse des Töpfergutes bilden, können folgendermassen klassifizirt werden.

Kieselerde und Thonerde	idealer Grundtypus.
Kieselerde, Thonerde und Kalk . . .	gewöhnliche Töpferwaare, Steingut, Fayence, Schmelztiegel, Backsteine, Söllersteine, Ziegel rc.
Kieselerde, Thonerde und Eisenoxyd .	
Kieselerde, Thonerde, Kalk u. Eisenoxyd	
Kieselerde, Thonerde und Kali	hartes Porzellan.
Kieselerde, Thonerde und Natron . . .	weiches Porzellan.
Kieselerde, Thonerde und Magnesia . .	piemontesisches Porzellan.
Kieselerde, Thonerde und Baryt	Wedgwood-Geschirr.

Ein aus Kieselerde und Thonerde bestehender reiner Thon, wäre also so zu sagen der ideale Grundtypus, den aber die Natur beinahe nie darbietet. Obgleich sich nun mit Sicherheit die Behauptung aufstellen läßt, daß aus ähnlichem Thon wirkliche Töpferwaaren erzeugt werden könnten, so ist es doch nicht minder gewiß, daß die zu dem gewöhnlichen Töpfergut verwendeten Verbindungen aus noch mehreren Stoffen zusammengesetzt sind. Stets sind in den Töpferwaaren Kieselerde und Thonerde die wesentlichen oder wenigstens vorherrschenden Bestandtheile. Ein Gemenge aus beiden zieht sich schon von selbst im Feuer zusammen und erlangt die nöthige Härte und Dichtigkeit; durch Hinzufügung irgend einer andern Basis aber wird die Schmelzbarkeit

vermehrt. Man kann hieraus abnehmen, daß die übrigen oben bereits bezeichneten Basen mit der Thonerde und Kieselerde leicht verglasbare Doppelsilikate in größerer oder geringerer Menge bilden. Sind diese nun in der aus einfacher kieselsaurer Thonerde bestehenden Masse vertheilt, die oft auch noch überschüssige Kiesel- oder Thonerde enthält, so tragen sie kräftig zur Vermehrung der Härte und Kohärenz des Geschirres bei.

In der Töpfermasse würde man also haben

Silikate von verschiedenen Basen	schmelzbar.
Thonerdesilikat	unschmelzbar, aber fahig im Feuer zu erhärten.
Überschüssige Kieselerde oder Thonerde . .	unschmelzbar und im Feuer beinahe unveränderlich.

Die Beziehung, in welcher diese verschiedenen Substanzen unter einander stehen, ihre Beschaffenheit, sowie der Feuersgrad, dem man sie aussetzt, sind Umstände, welche ohne Zweifel einen sehr starken Einfluß auf die Natur der Produkte üben. Wir werden diese Umstände bei Betrachtung der einzelnen Arten von Töpferwaaren am besten kennen lernen.

1474. Für ein Werk, wie das Unsrige ist, bieten die chemischen Bestandtheile der Töpferwaaren das beste Mittel zur Klassifikation dar. Die mittelst einer solchen Betrachtungsweise erhaltenen Gruppen stehen zugleich in enger Beziehung zu denjenigen, welche man erhält, wenn man die aus der Natur der in technischer Beziehung betrachteten Produkte sich ergebenden Merkmale als Eintheilungsgrund annimmt; die Klassen, welche wir auf diese Weise bilden werden, sind auch genau dieselben, welche Brongniart seit langer Zeit schon unter dem Artikel Thon im Dictionnaire des sciences naturelles aufgestellt hat.

1.) Weiches Porzellan. Kieselerde, Thonerde, Kali, Natron und Kalk.

2.) Chinesisches Porzellan. Kieselerde, Thonerde, Kali.

3.) Piemontesisches Porzellan. Kieselerde, Thonerde, Magnesia.

4.) Steinzeug. Kieselerde, Thonerde und zuweilen Baryt, Kalk oder Eisenoxyd.

5.) Feines Fayence. Kieselerde, Thonerde und zuweilen Kalk.

6.) Gemeines Fayence. Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd.

7.) Feuerfeste Backsteine und Schmelztiegel. Kieselerde, Thonerde mit Spuren von Kalk oder Eisenoxyd.

8.) Gemeine Backsteine, Söllersteine, Ziegel ꝛc. Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd und zuweilen auch Kalk.

Wir wollen nun sowie bei dem Glase der speziellen Betrachtung der einzelnen Arten eine gedrängte Übersicht der Hauptcharaktere der Töpferwaaren und der bei ihrer Fabrikation gebräuchlichen Methoden voranschicken.

1475. Urstoffe. Der Töpfer wendet ziemlich viele Urstoffe an, theils zur Bereitung der Töpfermasse, theils zur Glasur und endlich vielerlei zu den Verzierungen, welche man häufig auf der Oberfläche des Geschirres anbringt.

Zu den metallischen Verzierungen werden edle Metalle, als Gold, Platin und Silber angewendet. Die Farben werden durch Metalloxyde erzeugt, welche gefärbte, im Feuer unveränderliche Silikate bilden können. Hierher gehören die Oxyde von Kobalt, Chrom, Eisen, Kupfer, Mangan, Zink, Antimon, Uran und einige andere.

Die Glasuren sind stets Glas; theils aber wendet man Körper hierzu an, wie sie die Natur uns schon fertig darbietet, und dieses ist z. B. bei dem Feldspath der Fall, welcher für das harte Porzellan eine Glasur abgiebt; theils sind sie ähnlich dem Feldspath oder Bouteillenglas künstlich zusammengesetzt; theils werden sie endlich durch Email oder eine Art Krystallglas gebildet und sind dann die Produkte verschiedenartig zusammengesetzter Mischungen. Das Bleioxyd oder eigentlich das kieselsaure Bleioxyd spielt bei Bereitung der Glasuren eine wichtige Rolle.

Die Töpfermasse wird mittelst verschiedener Substanzen dargestellt, welche man auf zweifache Weise klassifiziren kann. Um das Geschirr leicht formen zu können, muß die

Masse biegsam und dehnbar seyn, sich mithin verlängern und biegen und unter den Händen des Arbeiters strecken lassen, ohne zu zerreißen oder zu bersten. Besitzt dagegen die Masse andrerseits zu viel fette und bindende Eigenschaften, so verdampft das darin befindliche Wasser nicht gleichförmig und das Geschirr berstet dann leicht in mehreren Richtungen, sowie man dieß an reinen Thonmassen wahrnimmt, die man der Luft aussetzt, nachdem sie befeuchtet worden sind. Man begegnet diesem Übelstand, indem man die plastische oder bindende Eigenschaft der Thone durch Zusatz eines Körpers vermindert, der diese Eigenschaft nicht besitzt. Zur Bereitung der Masse hat man also plastische und nicht plastische Substanzen nöthig.

Die plastischen zur Töpfermasse angewendeten Stoffe sind: Thon, Mergel, Magnesit, denen man Gyps, Talk und Ocher beigeben kann.

Die nicht plastischen Stoffe sind: Kiesel, Sand, Quarz, Feldspath, Kreide, gebrannte Knochen und schwefelsaurer Baryt, sowie mehrere auflösliche Salze, welche man bisweilen anwendet.

Andererseits wissen wir bereits, daß die Töpfermasse schmelzbare und unschmelzbare Stoffe enthalten kann. In dieser Beziehung können nun ebenfalls die Urstoffe klassifizirt werden, allein es leuchtet von selbst ein, daß wenn diese Substanzen mit einander gemengt werden, sie so gegen einander reagiren, daß einzelne, welche für sich unschmelzbar sind, in Folge des Zusammenseyns mit andern schmelzbar werden. Diese Betrachtungen führen uns auf den allgemeinen Ausdruck, den wir bereits weiter oben (1473) mitgetheilt haben, und der uns allein derjenige zu seyn scheint, welcher in Beziehung auf Schmelzbarkeit oder Unschmelzbarkeit der Elemente der Töpfermasse als allgemein gültig angenommen werden darf.

Wir haben unter den Urstoffen, welche in der Töpferei angewendet werden, nur Naturprodukte aufgezählt. Man könnte zwar auch wirkliche Töpferwaaren mittelst chemisch reiner Kieselerde und Thonerde, die als Hydrat aus ihren Verbindungen abgeschieden worden sind, darstellen, wenn

man sie in gehörigem Verhältniß mengte, allein dieses Gemenge hätte einen so hohen Werth, daß man es nirgends anwenden könnte, abgesehen davon, daß es auch nicht die plastischen Eigenschaften in dem Grade wie die natürlichen Thone besitzt, wovon die Ursachen uns noch ganz unbekannt sind.

1476. Fabrikation. Die Fabrikation der Töpferwaaren besteht aus mehreren Operationen, die fast immer wieder kehren. Die natürlichen Thone können selten sogleich ohne weitere Zubereitung verarbeitet werden. Nur zu den Ziegeln allein werden ungeschlämmte Thone angewendet. Für alles übrige Töpfergut muß der Thon von den fremdartigen Körpern gereinigt werden, welche gewöhnlich in ihm vorkommen; zu dem Endzweck schlämmt man ihn um die gröbern Theile und vorzüglich die überschüssige Kieselerde abzusondern. Man bereitet sodann die Masse durch zweckmäßige Mischung verschiedener Arten von Thon oder Cäment. Es wird dieselbe dann eingeweicht, zerrieben und getreten oder geknetet, um ihr Gleichförmigkeit und Geschmeidigkeit zu geben. Nach dieser Vorbereitung formt man die Stücke dann auf geeignete Weise und brennt sie endlich im Feuer.

Da die aus Thon geformten Gegenstände beim Brennen schwinden und ihr Volumen vermindern, ohne viel am Gewichte zu verlieren, so werden sie dadurch viel fester und dichter; die Dichtigkeit der Töpferwaaren ist überhaupt um so viel größer, als die Masse feiner und sie stärker gebrannt worden ist. Die fertigen Gegenstände sind auch viel härter und stärker, allein auch leichter zerbrechlich, wenn die Temperatur schnell wechselt.

Hier unterscheidet sich nun die Töpferwaare und das Glas wesentlich von einander. Nehmen wir z. B. an, das Schwinden der Thonmasse geht soweit, daß die Theilchen sich einander so nähern, daß zuletzt der flüssige Zustand eintritt, so würde man eine Masse mit völlig vereinter und undurchdringlicher Oberfläche erhalten und diese würde dann Glas heißen. Ist dagegen der glasige Zustand nur theilweise erzeugt worden und die verglasten Theilchen sind in einer Masse zerstreut, welche aus noch isolirten Theilen zusammengesetzt ist, so wäre dieß eine Töpferwaare. Dann

würde aber die Oberfläche noch runzelig seyn und die Masse selbst Flüssigkeiten durchlassen können.

Bei Töpferwaaren ist also die Masse nie so fein und hart, daß beim Gebrauche der Gefäße sie nicht schmutzig würden durch den an ihrer Oberfläche sich anhängenden Staub oder durch das Fett, das in die Poren dringt; dadurch aber eignen sich dieselben bald nicht mehr zum Gebrauch. Aus diesem Grunde giebt man ihnen einen glasigen Überzug oder eine Glasur, um sowohl die Eigenschaften der Töpferwaaren, als auch die des Glases mit einander zu vereinigen.

Steinzeug oder doppelt gebrannte Waare (biscuit) ist das Töpferzeug, welches keine Glasur erhalten hat. Da es sich von selbst versteht, daß man alles Geschirr in diesem Zustand lassen kann, so werden wir dieses in keine besondere Abtheilung stellen.

1477. Glasur. Die Glasuren, womit man die Töpferwaaren überzieht, sind Glasmassen, welche gewisse Eigenschaften in sich vereinigen müssen, deren Nothwendigkeit von selbst einleuchtet. Ist die Masse, woraus das Geschirr bereitet wird, selbst schmelzbar, so muß die Glasur noch leichter schmelzbar seyn als jene. Die Glasur muß überhaupt aber um so leichtflüssiger seyn, als die Temperatur, bei welcher man sie appliziren will, niedrig ist. Will man sich also zu Glasuren ähnlicher Mischungen bedienen, wie beim Glase beschrieben worden sind, so ist zu bemerken, daß das Bouteillenglas am schwersten und der Straß dagegen am leichtesten schmelzbar ist. Alles Geschirre, welches bei einer ziemlich niedrigen Temperatur gebrannt wird, muß deshalb mit bleihaltigen Glasuren versehen werden. Die Zusammensetzung der Glasuren kann also sehr verschieden seyn und muß sich stets nach der Beschaffenheit des Geschirres und den Hitzgraden richten, bei welchen dasselbe gebrannt wird. Da sich dieselbe gleichmäßig verbreiten muß und nicht von den Gefäßen sich abschiefern darf, so muß sie beim Brennen vollkommen flüssig werden. Um ihr aber diese Eigenschaft auch bei schwächerem Feuer zu ertheilen, fügt man oft Bleioxyd im Überschuß hinzu und dadurch wird sie dann fähig, sich leicht zu verän-

dern und kann zuweilen der Gesundheit nachtheilig werden, wenn sie durch Reiben oder Säuren abgelöst wird.

Diese Glasuren sind durchscheinend oder undurchsichtig, braun, grün oder ganz ungefärbt, je nach der Beschaffenheit der Masse, auf der man sie applizirt, oder nach der Bestimmung, welche die damit überzogenen Gefäße haben.

Bei Bereitung der Glasuren sind mehrere Bedingungen zu berücksichtigen, die aber nur selten alle zugleich erfüllt werden können, nämlich: Wohlfeilheit, Schönheit, Haltbarkeit, Unschädlichkeit und vollkommne Schmelzbarkeit bei derjenigen Temperatur, welche zum Brennen des damit zu überziehenden Geschirrs erforderlich ist.

1478. Bisher haben wir hauptsächlich die Bedingungen betrachtet, welche bei den Glasuren vorzüglich in Beziehung auf ihre Applikation zu berücksichtigen sind; wir wollen nun auch Einiges hinsichtlich ihrer Haltbarkeit bemerken. Ohne Zweifel ist die Härte der Glasur eine der wichtigsten Eigenschaften und wir wissen bereits, daß zu große Leichtflüssigkeit ein Zeichen von geringer Härte ist; in diesem Falle aber kann dieselbe das wiederhohlte Reiben mit Eisen, Stahl, und selbst mit der doppelt gebrannten Masse, worauf sie applizirt ist, durchaus nicht aushalten, ohne zerstört zu werden. Eine andere für die Haltbarkeit unerläßliche Bedindingung ist das richtige Verhältniß, welches zwischen der Ausdehnung der Glasur und der Masse Statt finden muß. Es ist klar, daß wenn diese Ausdehnung ungleich ist, beide Stoffe in eine Spannung versetzt werden, entweder während der Abkühlung nach dem Brennen, oder durch den Temperaturwechsel, welchen der Gebrauch der Gefäße oft mit sich bringt. Von beiden übereinander liegenden Schichten muß offenbar die eine, wenn die von der andern ausgeübte Spannung stark genug ist, bersten. Da aber gewöhnlich die Glasurdecke viel dünner ist als die Masse, worauf sie angebracht wird, so springt oder reißt sie gewöhnlich und dann ist die Geschirrmasse nicht mehr gegen das Eindringen der Flüssigkeiten geschüzt. Da man der Glasurdecke nicht nach Belieben regelmäßige Risse geben kann, so wird sogar diese Beschaffenheit eine gesuchte Qualität. Zuweilen erhalten wir

nämlich unter dem aus China kommenden Porzellan eine Sorte, welche man gefleckt (truité) nennt, und die Spalten in regelmäßiger Entfernung von einander zeigt. Diese Sorte wird theurer als das gewöhnliche bezahlt.

1479. Die Glasur wird gewöhnlich durch Eintauchen applizirt. Die Glasurmasse wird nämlich zuerst fein pulverisirt und mit Wasser angerührt, wodurch sie eine dünne Breikonsistenz erhält. Die Gefäße werden sodann, nachdem sie durch halbes Brennen (Verglühen) mehr Absorptionsfähigkeit erlangt haben, eingetaucht; das Wasser dringt dann in die Masse ein, und die pulverförmige Glasur bildet eine gleichförmig dicke Schicht auf der Geschirroberfläche. Wird die Töpferwaare sehr stark doppelt gebrannt, so bringt man die Glasur durch Begießen mit einem dicken Glasurbrei darauf. Diejenigen Stellen aber, welche man aus Mangel an Glasur noch überfahren muß, werden mittelst Auftragen durch einen Pinsel damit versehen.

Das bis jetzt angegebene Verfahren setzt voraus, daß eine vorher schon zubereitete Glasurmasse auf dem zu glasirenden Geschirr applizirt wird. Allein bisweilen tritt auch der Fall ein, daß man die Glasur auf Kosten der Masse selbst bildet, indem man ihr Kieselerde und Thonerde entzieht, um eine Art Bouteillenglas zu erzeugen. Dann braucht man nur diesen Stoffen etwas Kali oder Natron zuzufügen, um eine Glasmasse herzustellen. Es läßt sich dieses leicht bewerkstelligen, wenn man gegen das Ende des Brennens alle im Ofen befindlichen Stücke mit einer Kochsalzatmosphäre umgiebt. Es vereinigen sich hier dann alle Umstände zur Bildung eines Natron- und Thonerdesilikates, weil einerseits Kieselerde und Thonerde in der Masse ist und Kochsalz und Wasserdämpfe (letztere als Verbrennungsprodukt) hinzukommen. Auf diese Weise wird das Steinzeug glasirt.

Die Art wie die Glasur aufgetragen wird, die Temperatur, die man beim Einbrennen anwendet, die Natur der Masse und der Glasur selbst sind sämmtlich Ursachen, welche zu zwei sehr verschiedenen Resultaten führen können. Bald vereinigt sich die Glasur innig mit der Masse, bald aber auch bildet sie nur eine leichte Decke, welche nicht in die

Masse, die sie bedeckt, eingedrungen ist. Das Porzellan und Steinzeug gehört zur erstern Klasse, dagegen das Fayence und das englische Steingut zur zweiten. Dieser Unterschied sichert der erstern Töpferwaare eine Festigkeit und Dauer zu, welche der zweiten durchaus in diesem Grade nicht eigen ist, und worauf unseres Erachtens alle Fabrikanten, welchen an der Vervollkommnung ihrer Produkte etwas gelegen ist, ihr Hauptaugenmerk zu richten haben.

Nachdem wir die Hauptpunkte in Beziehung auf die Fabrikation der Töpferwaare aufgezählt haben, wollen wir nun die Zusammensetzung der Masse, das Formen und Brennen derselben, ihr Schwinden im Feuer, die Bereitung der Glasur, das Auftragen und Einbrennen derselben und die Unfälle, welche zuweilen im Lauf der Arbeit sich ereignen können, speziell betrachten.

Zusammensetzung der Masse. (Pâte.)

1480. Wir haben bereits gemeldet, daß die Töpfermasse zuweilen nur aus verschiedenen Thonsorten gemischt wird. Fast immer wird irgend ein Thon oder Mergel als Grundlage für die Masse genommen und ertheilt dieser dann die plastischen Eigenschaften, welche zum Behufe des schnellen und regelmäßigen Formens der Stücke unumgänglich nothwendig sind. Bisweilen aber fügt man, anstatt sich auf bloses Mischen des Thons oder Mergels in verschiedenen Proportionen zu beschränken, der Thonmasse auch andere, aller plastischen Eigenschaften ermangelnden Stoffe hinzu, welche die Natur des gebrannten Thons verändern und unter Mitwirkung der Wärme verschiedene Verbindungen bilden. Diese Stoffe werden dann in mehr oder minder fein gepulvertem Zustand zugesetzt.

Die von der Natur dargebotenen Thonarten erfordern gewöhnlich mehr Zubereitung; sie enthalten fast ohne Ausnahme Quarzsand von verschieden großem Korn und andere fremdartige Theile, welche man vorher absondern muß, wenn man feine Töpferwaaren daraus bereiten will. Seit undenklichen Zeiten erreicht man diesen Zweck durch Treten des feuchten Thons mit den Füßen. Die Ähnlichkeit dieser Ar-

beit mit dem Brodkneten deutet darauf hin, daß man auch den Thon weit wohlfeiler und sehr regelmäßig durch mechanische Vorrichtungen gerade so wird bearbeiten können, wie dieses in der letzten Zeit bei der Brodbereitung eingeführt worden ist. Auf diese Weise wird auch wirklich seit geraumer Zeit in England die Töpfermasse bearbeitet.

Wenn der Thon geknetet oder getreten werden soll, legt man ihn auf einen festen, gesteinten Boden, gießt etwas Wasser darauf und der Arbeiter tritt dann mit bloßen Füßen auf der Masse herum, indem er von dem Mittelpunkte nach der Peripherie des Haufens oder umgekehrt eine Spirale beschreibt. Sobald die Masse gehörig durchgearbeitet ist, wirft man sie auf einen Haufen zusammen und behandelt sie folgendermassen.

In England wendet man zur feinen Zertheilung des Thons einen Zylinder aus Gußeisen an, in welchem eine eiserne Welle in der Richtung der Achse eingesetzt ist. Diese Welle ist mit eisernen Messern in der Richtung einer Spirallinie versehen und wird nun, nachdem der Thon in den Zylinder gegeben worden, in Bewegung gesetzt, wodurch die Masse zerschnitten und unten aus einer Seitenöffnung herausgedrückt wird. Wiederholt man diese Operation mehreremal, so wird dasselbe Resultat wie durch das Treten erzielt.

1481. Diese Vorbereitung ist bei allen Töpferwaaren erforderlich; für die Ziegel reicht sie allein schon hin, für das feinere Töpferzeug aber ist eine vorläufige Reinigung nöthig. Diese besteht im Schlämmen des Thons, wodurch die gröbern Theile, z. B. der damit gemengte Granit und Sand, gesondert werden. Die Quarzkörner, welche viel gröber als die feinen Thontheilchen sind, setzen sich schneller zu Boden. Rührt man rohen Thon mit Wasser an, läßt die Flüssigkeit einige Augenblicke ruhig stehen und gießt sie dann ab, so fließt der noch aufgeschlämmte Thon mit dem Wasser weg, während der Sand auf dem Boden bleibt. Ein ähnliches Resultat erhält man durch Sieben der Flüssigkeit, indem der feinere Thon durch das Sieb geht und der Sand zurückgehalten wird. Man begreift leicht, daß durch wiederhohltes, längeres Dekantiren oder durch

Anwendung immer feinerer Siebe der Thon nach und nach ganz gereinigt werden kann.

Will man sehr feinen, weißen Thon zubereiten, so vereinigt man das Sieben und Schlämmen mit einander. Der Thon wird in Backsteinformen aus der Erde gestochen und getrocknet; hierauf zerkleinert man ihn und scheidet die darin befindlichen Kieselsteine und gefärbten Thonstückchen sorgfältig aus. Der ausgesuchte Thon wird dann in einen grossen Kasten oder eine Tonne gebracht. Eine senkrecht eingesetzte Welle, welche mit hölzernen Armen versehen ist, zerrührt den Thon, dem man soviel Wasser zufügt, daß es einen ganz dünnen Brei giebt. Unterhalb des Rührkastens ist ein Reservoir angebracht, in welches der aufgeschlämmte Thon hineinfließt, nachdem er vorher durch ein Sieb passirt ist, welches die gröbern Theile zurückhält, die beim Aussuchen übersehen worden sind. Das Reservoir hat 5 Centimeter vom Boden aufwärts eine Öffnung, durch welche der aufgeschlämmte Thon ganz langsam abfließt, während der schwerere, sich sogleich niedersenkende Sand auf dem Boden liegen bleibt.

Das thonhaltige Wasser läuft nun in ein zweites Reservoir, welches wieder tiefer als das erste steht, indem es abermals durch ein und zwar feineres Sieb fließt als das erste war. Im zweiten Behälter bleibt er nun einige Zeit stehen, um die letzten Sandtheilchen abzusetzen. Das Wasser, welches jetzt nur den reinsten Thon noch enthält, läuft durch ein feinstes Sieb in ein drittes und letztes Reservoir ab.

1482. Zum Mahlen der harten Stoffe, welche zur Masse kommen, bedient man sich sehr einfacher Mühlen. Eine längst gebräuchliche Vorrichtung der Art besteht aus einem starken hölzernen Trog, in welchem sich ein Bodenstein befindet; auf diesem dreht sich ein kreisrunder oder auch ovaler Läufer, welcher innen mit Furchen versehen ist. Man giebt die schon gepochten Körper in den Trog mit etwas Wasser, und mahlt dann die Masse bis sie die erforderliche Feinheit erlangt hat.

Statt dieser ältern Mühlen wendet man gegenwärtig andere an, welche auch aus einem hölzernen Troge bestehen,

auf dessen Boden ein Mühlstein befestigt ist; statt des gewöhnlichen Läufers aber sind freie, harte und schwere Läufer vertikal angebracht, welche durch Arme in Bewegung gesetzt werden, die an einer Welle befestigt sind. Die fein zu mahlenden Stoffe werden zuvor gepocht, dann in den Trog mit dem nöthigen Wasser gebracht und die Operation so lange fortgesetzt, bis die Körper fein genug sind.

Hat man verschiedene Thonsorten zur Herstellung der Masse zu mengen, so wendet man einen dem Rührkasten ähnlichen Apparat an, nur mit dem Unterschiede, daß die in der Achse angebrachten Arme sich in horizontal stehende Messer endigen, deren Zahl nach den Dimensionen der Tonne verschieden sind.

Für die ganz feine Töpferwaare würde die so zubereitete Masse noch nicht hinreichend bearbeitet seyn; man nimmt nun noch eine besondere Operation damit vor, welche darin besteht, daß man die in viereckige Stücke geformte Masse mit Kupferdraht in dünne Scheiben schneidet. Man legt hierauf diese Blätter wieder auf einander und schlägt sie tüchtig mit einer Keule. Auf diese Weise wird die Masse gleichförmiger und alle Luftblasen, welche noch darin seyn können, werden ausgetrieben.

Bei Darstellung der harten Porzellanmasse wendet man noch ein besonderes Mittel an, um das Gemenge recht innig zu machen. Sobald die Masse zubereitet ist, formt man dicke und konische Gefäße daraus, welche man an der Luft trocknen läßt. Sind diese trocken, so setzt man sie auf die Drehscheibe und verwandelt sie mittelst eines eisernen Werkzeuges in dünne Späne. Diese werden neuerdings angefeuchtet und wiederum getreten oder mit Drath geschnitten. Man erhält so eine bei Weitem bessere und inniger gemengte Masse.

Vom Formen.

1483. Das Formen der Töpfermasse geschieht auf verschiedene Weise. Bald formt man die ganz weiche Masse, indem sie auf die Drehscheibe gebracht und vom Arbeiter beliebig gestaltet wird, oder man drückt sie in Formen von

Gyps oder poröser unvollkommen gebrannter Erde; bald bearbeitet man die an der Luft etwas fest gewordene Masse gerade so wie man die Metalle formt mittelst der Drehrolle oder der Guillochirmaschiene; bald formt man aber auch die halbflüssige Masse, indem man sie in Gypsformen gießt.

Die Wahl dieser Methoden wird durch die Form der Stücke selbst bestimmt, die in vier Abtheilungen gebracht werden können, nämlich: 1.) die runden oder ovalen flachen Gegenstände wie z. B. Teller, Schüsseln rc. 2.) die runden und hohlen Stücke, als Tassen, Zuckerdosen, Theekannen, Salatschüsseln, Näpfe rc. 3.) die Stücke von verschiedener nicht runder Form, wie Salatschalen, Suppennäpfe rc. 4.) garnirte Stücke mit Schnaupen, Henkeln und andern Verzierungen.

Die Formmethode für jede dieser Klassen ist immer die nämliche, so verschieden auch die Stücke selbst seyn mögen.

Sollen Teller oder andere flache Geschirre dieser Art geformt werden, so nimmt der Arbeiter einen hinlänglich großen Klumpen, legt ihn auf eine Tafel von Gyps oder Stein und schlägt ihn platt, indem er eine dünne Platte daraus bildet. Er nimmt nun eine Gypsform, welche zur Bildung der innern Tellerseite bestimmt ist und stellt sie auf die Drehscheibe. Diese Drehscheibe ist eine runde, horizontal gestellte Gypsmasse, die auf einer senkrechten eisernen Achse befestigt ist; der Arbeiter setzt sie in rotirende Bewegung, die dann wegen ihrer Schwere lange anhält. Er legt nun die Massenplatte auf die Gypsform und drückt sie ringsum fest an, indem er den untern Theil des Tellers mit einer glatten Eisenplatte und nachher den Rand mit einem dazu bestimmten Fayenceinstrument festpreßt, welches genau die Umrisse des Tellerrandes besitzt; er schneidet die über den Rand hervorragende Masse mit einem gespannten Eisendraht ab. Diese Operationen werden mit großer Schnelligkeit verrichtet. Man läßt nun die geformten Teller etwas konsistent werden, ehe man sie von der Form abnimmt bringt sie noch einmal auf die Drehscheibe und ebnet sie auf der Unterseite möglichst vollkommen; hierauf nimmt sie der Arbeiter von der Form ab und polirt sie innen mit einem Stück Horn.

1484. Die hohlen runden Stücke werden auf andere Weise gefertigt. Die Drehscheibe des Arbeiters besteht aus einem Kranz von Gyps, der wie im vorhergehenden Fall am Ende der Achse befestigt ist; unten an der Achse ist eine hölzerne ziemlich dicke Scheibe angebracht. Der Arbeiter, der der Scheibe gegenüber sitzt, bringt mit dem rechten Fuß diese Scheibe in stark rotirende Bewegung.

Hierauf bringt er einen Klumpen der Masse auf den Kranz und giebt ihm mit den Händen ungefähr die Form, welche er bekommen soll, und macht dann das Gefäß innen mit einem hölzernen Instrumente fertig. Außen ist es nun noch unförmlich und beträchtlich dick. In diesem Zustande läßt es der Arbeiter noch fester werden, ehe er es ganz vollendet und bereitet während dieser Zeit andere Stücke auf gleiche Weise vor.

Sobald das Gefäß die nöthige Konsistenz erhalten hat, wird es wieder auf die Drehscheibe gebracht und auf der Außenseite vollendet; zu dem Endzweck setzt der Arbeiter eine solide Erdmasse eine Art Drehdocke, welche ungefähr die Form des zu bildenden Gefäßes hat, auf den Kranz. Er bringt nun das Gefäß umgestürzt auf die Drehdocke, welche dessen hohlen Raum ausfüllt und schneidet mit einem scharfen Eisen die überflüssige Thonmasse ab, um die ihm erforderliche Dicke zu geben; indem man es nun außen mit den nöthigen Verzierungen versieht, wird es fertig gemacht. Bisweilen ist die Achse der Drehscheibe horizontal statt senkrecht gestellt und der Kranz steht dann vertikal; ein Kind setzt die Scheibe mittelst eines Rades und Fußtrittes in Bewegung. Dieses Instrument heißt die englische Drehscheibe; man behauptet, dieselbe fördere mehr als die horizontale.

1485. Ganz offen durchbrochene Stücke wie z. B. Körbchen werden wie die Teller geformt, allein sie kommen noch voll aus der Form; die Stäbchen und das Gitterwerk ist bloß durch Linien angedeutet, in deren Richtung man die Stelle nachher mit der Hand ausschneidet, welche durchbrochen erscheinen sollen. Die garnirten Stücke mit Henkeln, Schnaupen ꝛc., welche sich über die gedrehte Masse erheben, werden in hohlen Gypsformen, welche aus zwei oder mehreren Thei-

len zusammengesetzt sind, geformt. Sie werden, nachdem nachdem sie aus der Form herausgenommen worden sind, sorgfältig wieder reparirt und an das Hauptstück geklebt, indem man sie noch frisch mit dünner Masse bestreicht.

Die einfachen oder einfach cannellirten Henkel vieler ordinären Geschirre werden noch auf schnellere und wohlfeilere Weise gemacht. Man preßt nämlich die Masse durch eine verschiedenartig ausgeschnittene Öffnung, aus welcher sie in Form von Schnüren oder Riemen herauskommt. Der Riemen wird dann in Stücken von erforderlicher Länge zerschnitten, und jedes Stück wird in Form eines Henkels über eine Gypsform gebogen, damit es stets dieselbe Krümmung erhält.

Die Auskehlungen und Guillochirungen der meisten gedrehten Stücke werden nicht in der Gypsform erzeugt, sondern mit der Guillochirmaschiene. Die kleinen Verzierungen, welche so fein sind, daß sie Gravirungen gleichen, werden mit großer Schnelligkeit wirklich mittelst kupferner Rädchen eingravirt, die auf ihrer Peripherie verschiedene Zeichnungen haben.

Seit mehreren Jahren bedient man sich eines Verfahrens, welches in Sèvres sehr vervollkommnet worden ist. Es besteht darin, mancherlei Gegenstände mittelst der Absorptionsfähigkeit des Gypses zu formen. Um z. B. Röhren darzustellen, macht man eine aus zwei Theilen zusammengesetzte Gypsröhre, deren Wände sehr dick sind und deren innerer Durchmesser gleich dem äußern Durchmesser der zu formenden Porzellanröhre ist, das Schwinden mit eingerechnet. Man vereinigt die beiden Theile der Form und stellt sie senkrecht; der untere Theil der Röhrenform wird nun verkorkt und die breiförmige Masse oben hineingegossen, bis die Röhre gefüllt ist. Nach wenigen Augenblicken öffnet man nun dieselbe unten und läßt den noch flüssigen Antheil der Masse herauslaufen. Vermöge der Absorptionsfähigkeit des Gypses wurde ein Theil Wasser eingesogen und indem dieses in den Gyps drang, setzte sich rings an die Wände der Gypsform eine mehr oder minder dicke Schicht von der Masse an, die bereits eine Röhre bildet. Wiederhohlt man

diese Operation, sobald die erste Schicht trocken ist, so kann man die Dicke der Röhre beliebig vermehren. Am Ende läßt man die Röhre so lange in der Form trocknen, bis sie so fest geworden, daß sie ohne zu zerbrechen herausgenommen werden kann. Man kann auf diese Weise Platten, mit erhobener oder vertiefter Arbeit verzierte Gegenstände und selbst Retorten ꝛc. formen.

Zu Schmelztiegeln wendet man Messigformen an; es ist dieses der einzige Fall, in welchem man nicht absorbirende Formen gebraucht. In allen andern Fällen sind Formen von feinem Gyps üblich, von welchen große Vorräthe vorhanden seyn müssen, damit ein Theil davon immer trocken und zum Gebrauche fertig ist. Auch hat man Formen von gebranntem Thon, die noch porös sind, damit sie absorbirende Eigenschaften besitzen, worauf ihre Anwendung allein beruht.

Vom Brennen.

1486. Sind die Thongeschirre auf die im Vorhergehenden nur im Allgemeinen angedeutete Weise geformt worden, so müssen sie, ehe sie in das Feuer kommen, an der Luft getrocknet werden. Vernachläßigte man diese Vorsichtsmaaßregel, so würden die meisten Sachen verderben. Selbst nach diesem vorläufigen Trocknen müssen sie anfangs ganz vorsichtig allmählig im Feuer erhitzt werden, damit das Wasser sich daraus nicht zu schnell verflüchtige; sobald das Stück einmal trocken ist, hat man weniger Unfälle zu befürchten, und dann darf man es schneller erhitzen. Immer muß man jedoch das Feuer nur allmählig verstärken, weil die Thonmasse ein schlechter Wärmeleiter ist.

Die Temperatur, bei welcher man die Töpferwaaren brennt, variirt sehr. Zuweilen wird sie bis zum Schmelzpunkt des Eisens gesteigert; dieß ist bei dem harten Porzellan der Fall, welches bei 140° Wedgwood gebrannt wird. In diesem Falle ist die erzeugte Waare dicht, hart und fest, allein sie ist auch beträchtlich theurer und kann nicht dem schnellen Temperaturwechsel wiederstehen, indem sie mehr die Natur des Glases angenommen hat.

Zuweilen erhitzt man dagegen die Töpferwaaren nur äußerst wenig und dieses findet z. B. Statt bei gewissen Schmelztiegeln, bei Backsteinen, Ziegeln und anderer rother Waare; man erhält hierdurch wohlfeile Produkte, die dem Wechsel der Temperatur sehr gut widerstehen können, allein sie sind porös, absorbiren leicht das Wasser, schmutzen, sind weich und werden durch Säuern und andere kräftig chemisch wirkende Stoffe angegriffen.

Die Hauptbedingungen, welche bei dem Brennen der Töpferwaare zu berücksichtigen sind, beziehen sich auf den Bau und die innere Konstruktion der Öfen; beide Bedingungen aber knüpfen sich wieder an rein ökonomische Fragen, wodurch die Anwendung der einzelnen Methoden für jeden besondern Fall bestimmt wird.

1487. Ordinäre Töpferwaare kann man der Flamme direkte aussetzen; dieß findet zum Theil bei dem gewöhnlichen Fayence Statt, noch mehr aber bei den Ziegeln, Backsteinen, Söllersteinen, Schmelztiegeln ꝛc. Da aber die Asche fast aller Brennmaterialen Stoffe enthalten, welche auf die Thonwaare einwirken und der Luftzug dieselbe nach allen Punkten des Ofens hinführt, und da außerdem die stark gebrannte Waare leicht zerspringt, wenn sie nicht gegen den starken Luftzug, während der Ofen abkühlt, geschützt wird, so muß man beim Brennen der feinen Waare anders verfahren. Man brennt sie nämlich in Kapseln, die aus einem mehr oder minder unschmelzbaren Thon bereitet werden, je nachdem es der Feuersgrad, den sie aushalten müssen, erfordert. Auf diese Weise wird das feine Fayence und Porzellan gebrannt.

Es läßt sich aus diesen Betrachtungen auch die verschiedene Form der Öfen erklären. Fabrizirt man feines Geschirr, so konstruirt man dieselben so, daß während des Brennens kein Rauch entsteht. Es müssen also die Feuerheerde den Rauch vollkommen verzehren, und deshalb läßt man die Flamme anfangs abwärts streichen. Der Ofen hat dann die Form eines Thurmes mit einem oder mehreren Stockwerken, an dessen Seite vier, sechs oder acht Schürlöcher mit abwärts streichender Flamme angebracht sind, die entwe-

der mit Holz oder mit Steinkohlen gespeist werden, je nach der Beschaffenheit des zu fabrizirenden Porzellans oder nach den obwaltenden Lokalverhältnissen.

Ginori veränderte diese Öfen, welche Wedgwood erfand, auf eine sinnreiche Weise; er brachte mehrere Stockwerke in denselben an; jedes Stockwerk wurde mit besondern Schürlöchern versehen, so daß wenn die Waare im untersten Stocke gar gebrannt ist, man das Feuer desselben ausgehen läßt und nun im zweiten anschürt; ist auch dieser fertig gebrannt, so wiederhohlt man dieselbe Operation beim dritten Stockwerk. Es ist einleuchtend, daß man durch diese Einrichtung sehr viel Brennmaterial erspart. Auch kann man in einem solchen Ofen durch ein einziges Feuer Töpferwaare brennen, welche sehr verschiedene immer schwächere Hitzgrade braucht. Brennt man z. B. Porzellan im untern Stockwerk, so kann man zugleich Fayence im zweiten Stockwerk und Ziegel nebst Söllersteinen im dritten Stockwerk brennen mit einem Aufwand an Brennstoff, der kaum größer ist als der, welcher das Garbrennen des Porzellans allein erfordert haben würde.

Kann man sich mit einem minder reinen Feuer begnügen, als zum Brennen der feinen Waare erforderlich ist, so wendet man den ältern Töpferofen an, dessen Form einem Reverberirofen gleicht. Der Ofenraum hat in demselben eine horizontale Lage und die Flamme schlägt nicht unterwärts, wie dieß bei den Porzellanöfen der Fall ist. Das gemeine Steingut, Fayence, die Söllersteine, Ziegel rc. werden auf diese Weise gebrannt.

Für Backsteine gebraucht man sehr oft gar keinen Ofen, oder konstruirt denselben nur mit ungebrannten Steinen; es ist dieß in so ferne vortheilhaft, weil dadurch die Transportkosten dieser Waaren bedeutend vermindert werden. Man wendet hier denselben Grundsatz an, welcher bei der Holzverkohlung in Meilern und beim Kalkbrennen ohne Öfen gilt und auch bei vielen Gelegenheiten jeder andern Methode vorzuziehen ist.

1488. Betrachtet man die Töpferwaare im noch unglasirten Zustand, so sind die Unfälle, welcher sie ausgesetzt ist, weder zahlreich noch mannigfaltig; sie hängen fast alle

von der Eigenschaft des Thons, sich in der Hitze zusammenzuziehen, ab. Diese Eigenschaft findet man in noch höherm Grade im Magnesit. Alle Substanzen also, welche die Grundlage zur Töpferwaare bilden, ziehen sich zusammen, jedoch die Töpfermasse selbst immer weniger als der Thon oder der Magnesit für sich allein. Es wird dieß durch den magern Körper erzeugt, welchen man immer der Masse zusetzt, und der sich weit weniger oder zuweilen gar nicht im Feuer zusammenzieht, bisweilen aber auch diese Schwindung schon im Voraus erlitten hat.

Das Schwinden der Masse ist immer noch sehr beträchtlich und die lineare Zusammenziehung variirt zwischen $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{8}$; ist die Masse gehörig zubereitet, so schwindet sie auch äußerst regelmäßig. Man kann dieß leicht zeigen, wenn man auf eine noch ungebrannte Platte einen Kreis zeichnet; ist dieser nach dem Brennen regelmäßig geblieben, so hat eine gleichmäßige Schwindung Statt gefunden; da aber die Masse zusammendrückbar ist, so ist zugleich einleuchtend, daß diese Regelmäßigkeit sich nur dann zeigt, wenn dieselbe vor dem Brennen auf allen Punkten einem gleichmäßigen Druck unterworfen worden ist. Wenn man daher auf ein Stück Masse ein Siegel drückt und man schneidet, nachdem diese getrocknet worden, die erhöhte Oberfläche so weit weg, daß das Siegel und die umgebende Fläche in einer Ebene liegt, so tritt die eingedrückte Stelle beim Brennen wieder hervor.

Es ist deshalb leicht begreiflich, daß wenn der Arbeiter, der ein Stück dreht oder über die Form legt, einen ungleichen Druck auf verschiedene Punkte der Masse gibt, unregelmäßige Stellen auf den zu sehr komprimirten Punkten entstehen. Diese Fehler bleiben auch, wenn die anfangs rohen geformten Stücke so fein und regelmäßig als möglich ausgearbeitet und gedreht werden. Es entstehen dann daraus die wellenartigen Erhöhungen und sogenannten Nahten, welche man so häufig auf der Oberfläche des gebrannten Geschirrs bemerkt. Auch einige besondere Fehler entstehen daraus an zylindrischen oder ähnlich geformten Stücken, welche auf der Drehscheibe durch den Druck der Hand des Arbeites verfertigt werden. Um diese Art von Gefäßen zu machen drückt

der Arbeiter die auf der Scheibe befindliche Masse mit dem Daumen und den übrigen Fingern zusammen, wodurch sie dünner wird; da er nun allmählig die Hand von der Basis des Gefäßes entfernt, so beschreiben die nach und nach zusammengedrückten Punkte eine Spirallinie, welche von der Rechten zur Linken geht und von der Basis sich bis an die Spitze des Gefäßes erhebt. Schwindet nun die Masse beim Brennen, so suchen die zusammengedrückten Punkte sich wieder zurückzuziehen, so daß die Schwindung nach einer Spirale Statt findet, die von der Linken zur Rechten und vom obern Theil des Gefäßes nach der Basis hinabläuft. Um dieß nachzuweisen, braucht man nur zwei Punkte in einiger Entfernung von einander in derselben Vertikallinie vor dem Brennen zu bezeichnen. Nach dem Brennen befinden sich diese Punkte nicht mehr unter einander, indem der untere sich mehr nach der rechten Seite hingezogen hat. Man muß darauf in manchen Fällen Rücksicht nehmen, z. B. wenn man Henkel an eine Tasse befestigt, so muß man sie einander schief gegenübersetzen, damit sie nach dem Schwinden einander gerade gegenüberstehen.

Es ist deshalb leicht einzusehen, daß, wenn das Geschirr durch den Arbeiter ungleich gedrückt worden ist, es nach dem Brennen theils hohle, theils erhöhte Spirallinien zeigt und demnach ein schraubenförmiges Ansehen hat. Wenn ferner die Hand des Arbeiters auf einem Punkte verweilt, statt regelmäßig ihren Weg zu beschreiben, so wird dieß beim Schwinden ebenfalls sichtbar, indem das Gefäß statt einer symmetrischen Form eine schiefe annimmt. Es ist auch leicht begreiflich, daß das Gefäß noch bei Weitem schiefer wird, oder zuletzt sogar reißt, wenn der Arbeiter während des Drehens zwei, drei oder noch mehrere Male mit der Hand stille hält.

Alle diese Übelstände zeigen sich weit häufiger und stärker am Töpfergut, was bei einer sehr hohen Temperatur gebrannt werden muß, denn dieses schwindet am stärksten. Andrerseits aber zeigen sie sich wiederum viel seltener an recht gleichförmiger Masse, welche lange an feuchten Orten aufbewahrt worden ist. Beide Resultate zeigen auch,

wie nothwendig es ist, die Masse, welche für das feinere, stärker zu brennende Geschirr bestimmt ist, recht fein zu mahlen und gleichförmig zu mengen.

Mengt man mit frischem Thon einen schon gebrannten Thon, Sand, Kohle oder irgend eine andere nicht schwindende Substanz, so treten diese Effekte in einem weit geringeren Maaße hervor, weil dadurch die Fähigkeit zu schwinden selbst vermindert wird. Man wendet dieses Mittel bereits schon an, allein es kann dieß nur innerhalb gewisser Grenzen geschehen; wollte man hierin zu weit gehen, so würde die plastische Eigenschaft der Masse zu sehr darunter leiden.

Einbrennen der Glasur.

1489. Wir haben bereits gesehen, daß die Glasuren sich hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung in vier Abtheilungen bringen lassen

1.) Glasuren, welche aus Kieselerde, Thonerde, und einem Alkali bestehen. Hierher gehört die Porzellanglasur, und die, welche man gewissem Steingut mittelst vulkanischer Lava gibt.

2.) Glasuren, welche aus Kieselerde, Thonerde, Eisen- oder Manganoxyd und Kalk oder Magnesia bestehen; diese werden bei verschiedenem Steinzeug und einigen gefärbten Fayencewaaren angewendet.

3.) Glasuren, welche aus Kieselerde, Bleioxyd und Alkali zusammengesetzt werden; man giebt sie dem weichen Porzellan, dem weißen und bisweilen auch dem gefärbten Fayence.

4.) Die aus Kieselerde, Zinnsäure, Bleioxyd und einem Alkali bestehenden Glasuren, womit man das gemeine Fayence und das gewöhnliche Töpfergeschirr glasirt. *)

---

*) Außer diesen hier aufgeführten Glasuren giebt es aber noch mehrere: z. B. die Bleiglasur auf dem gemeinen Töpfergeschirr, welches aus kieselsaurem Bleioxyd und kieselsaurer Thonerde besteht. Ferner mehrere andere, bleifreie Glasuren für das gewöhnliche Geschirr, welchen man Borax oder Borsäure zusetzt, um sie leichtflüssiger zu machen; solche Glasuren sind dann Doppelverbindungen von kieselsauern und borsauern Salzen. Bemerkenswerth ist

Man bereitet diese Glasuren auf sehr verschiedene Weise, welche wir bei jeder Art von Töpferwaare näher beschreiben wollen. Die drei ersten Glasuren sind durchscheinend, die vierte dagegen ist undurchsichtig. Sie können alle gefärbt werden, der zweiten aber kommt die Färbung wesentlich zu.

Es wurde bereits erwähnt, daß die in feines Pulver verwandelten Glasuren durch Eintauchen auf das halb gebrannte noch absorbirende Geschirre gebracht werden. Ist das Geschirr aber sehr stark gebrannt worden, so absorbirt es das Wasser nicht mehr und dann muß man ein anderes Verfahren anwenden, welches darin besteht, daß man das Geschirr mit der breiförmigen Glasur begießt. Diese Methode liefert jedoch kein gutes Resultat, da die Glasur nicht gleichförmig dick wird und bisweilen doppelt aufgetragen werden muß.

Wir wissen bereits auch, daß manches Steinzeug durch leicht schmelzbare Körper wie z. B. Pottasche, Soda und Bleioxyd glasirt wird, welche sich im heißen Ofen verflüchtigen und mit der Kieselerde und Thonerde des Geschirrs verbinden.

Das Einbrennen der Glasur geschieht bei einer entweder gleichen oder niedrigern Temperatur, als zum Brennen der Masse erforderlich ist. Der erste Fall findet bei dem harten Porzellan Statt, bisweilen auch bei dem durch Verflüchtigung glasirt werdenden Geschirr, immer aber bei dem gemeinen Töpfergut. Der Fall gilt für alle übrigen glasirten Töpferwaaren, nämlich für das weiche Porzellan, das feine Fayence und für gewisses Steinzeug, was mit Bleiglasur versehen wird; es folgt daraus, daß das harte Porzellan, das gemeine Fayence und das Steingut mit strengflüssiger Glasur bei einem Feuer und in demselben Ofen gebrannt und glasirt werden. Die Masse und die Glasur werden also zugleich gebrannt. Bei andern Töpferwaaren wendet man zwei verschiedene Feuer und zwei Öfen an; zuerst wird die Waare blos verglüht und im zweiten Feuer wird

---

auch die bleifreie gemeine Töpferglasur von Leibl, bestehend aus kieselsaurem Kali und kieselsaurem Kalk, von der weiter unten die Rede seyn wird.

A. u. E.

sie gar gebrannt und die Glasur eingeschmolzen. Der letztere Ofen wird in dem Grade weniger geheitzt als die Glasur leichtflüssiger ist.

Die Glasuren können folgende Hauptfehler haben: sie können entweder rissig seyn, Blasen haben, oder zu trocken seyn und zuweilen auch durch den Rauch gelitten haben.

Die Risse rühren von einer Verschiedenheit zwischen der Ausdehnung der Masse und der Glasur her; wenigstens sucht man diese Erscheinung gewöhnlich daraus zu erklären. Vielleicht ist dieß auch wirklich der Fall, obgleich man dieses Resultat auch auf andere Weise erklären kann.

Die Blasen, welche zuweilen in der Glasur sich zeigen, müssen von einer Gasentbindung herrühren, welche während des Schmelzens der Glasur Statt hat. Es kann dieser Fehler aber auch in der zu schweren Schmelzbarkeit derselben seine Ursache haben, wenn nämlich eine zähe Flüssigkeit entsteht, welche die adhärirenden Lufttheilchen nicht ganz entweichen läßt, oder auch wenn die auf einander wirkenden Stoffe der Masse oder der Glasur ein Gas erzeugen, welches sich zu spät entbindet und nicht mehr Zeit gehabt hat, sich gänzlich zu verflüchtigen.

Die Trockne giebt der glasirten Waare ein mattes Ansehen gleich einem Gemälde, welches die Farben verschluckt hat; es zeigt sich dieses vorzüglich, wenn die Glasurdecke zu dünn ist, oder auch, wenn die Glasur zu schwer schmelzbar ist, wodurch sie nicht recht verglasen kann; oder endlich, wenn dieselbe zu leichtflüssig ist, und dann in die Masse eindringt und von dieser grösstentheils absorbirt wird.

Zuweilen zieht sich die Glasur auch etwas ins Gelbliche und dieß schreibt man gewöhnlich dem Rauche zu. Dieser Fehler ist natürlich nur an weißen Geschirren sichtbar und zwar am meisten auf solchen, welche aus weißer Masse bestehen und eine durchscheinende Glasur haben; es kann diese Erscheinung herrühren, entweder von der Gegenwart des Eisens in der Glasur und in diesem Falle macht sie der Rauch verschwinden, oder auch von der Anwesenheit einer kohligen Materie, dann aber wird sie vom Rauch nur

noch vermehrt. Der letztere Fall findet jedoch äußerst selten statt, und gewöhnlich rührt die gelbe Farbe vom Eisen und weit weniger von der Kohle her; es ist begreiflich, daß, indem der Rauch das Eisenoxyd in Oxydul reduzirt, die Farbe dadurch zerstört wird.

Nach diesen kurz gefaßten vorangeschickten Bemerkungen wollen wir nun zur nähern Betrachtung der vorzüglichsten Töpferwaaren übergehen. Um eine ausführliche Beschreibung dieses wichtigen Industriezweiges zu liefern, würde mehr Raum erforderlich seyn, als wir dem Plane dieses Buches nach dazu verwenden können. Brongniart, der im Begriff ist ein vollständiges Werk über die ganze Töpferei zu schreiben, wird in alle technischen und selbst wissenschaftlichen Einzelheiten eingehen, deren ausführliche Darlegung uns hier unmöglich ist, die aber nichts desto weniger für den Fabrikanten von Interesse seyn müssen.

Weiches oder Fritten-Porzellan. (Porcelaine tendre.)

1490. Mit diesem Namen bezeichnet man alle Töpferwaaren, welche eine durchscheinende Masse haben und mit einer bleihaltigen Glasur versehen sind. Es ist begreiflich, daß diese Bedingungen auf sehr mannigfaltige Weise erfüllt werden konnten, und daß demnach die Varietäten des weichen Porzellans sich bis ins Unendliche vervielfältigen lassen.

In technischer Beziehung muß man zwei Hauptvarietäten unterscheiden. Das weiche Porzellan von Sèvres und das weiche englische Porzellan.

Die Masse des weichen Porzellans von Sèvres wurde aus einer glasigen Fritte bereitet, welche durch Zufügung eines weißen Mergels schwerflüssiger und undurchsichtig wird. Man stellte zuerst die Fritte her; diese wurde im Jahre 1791 in der königlichen Porzellanfabrik zu Sèvres folgendermassen zusammengesetzt:

Salpeter	192	oder	217	
Kochsalz	70	—	72	1000
Alikantsoda	35	—	37	
Römischer Alaun	33	—	37	
gebrannter Gyps	35	—	37	
Sand von Fontaineblau . .	133	—	600	

Nachdem diese Stoffe wohl gemischt worden waren, brachte man sie in einer fußhohen Schicht in den Frittofen auf ein Sandbette. Man schürte denselben ungefähr fünfzig Stunden lang und steigerte die Hitze allmählich bis zur hellen Rothgluth. Die so bereitete Fritte mußte halb geschmolzen, schwammig und sehr weiß seyn. Man sonderte die röthlichen Stellen daraus ab, wenn sich solche zeigten und brachte sie bei der nächsten Frittung oben auf das Gemenge, wodurch sie ihre Farbe gänzlich verloren, was zu beweisen scheint, daß sie bei der ersten Operation nicht stark genug geglüht worden sind. Die erhaltene Fritte wurde pulverisirt und daraus dann mit einigen Zusätzen die Masse bereitet. Diese enthielt: 6 Thl. Frittenpulver, 1 Thl. Kreide, 1 Thl. Kalkmergel von Argenteuil.

Dieses Gemenge wurde als dünner Brei fein gemahlen, und nachdem er sechs Wochen in diesem Zustand verblieb, getrocknet; sodann wurde es wieder zerstosen und durchgebeutelt. Das erhaltene Pulver wurde aufs neue mit Wasser angefeuchtet und daraus Kugeln geformt, die nun zur weitern Verarbeitung aufbewahrt wurden. Man nannte dieß die frische Masse; da man aber in einer immerwährend im Betrieb stehenden Fabrik beständig Abfälle beim Formen bekam, so wurden diese pulverisirt und wieder angewendet. Man nahm dann 2 Thl. dieser Abfälle, 1 Thl. frische Masse und rührte solche mit einer kochenden Auflösung von schwarzer Ölseife an. Dieser dünne Brei wurde auch zum Verdünnen der frischen Masse angewendet, wenn man keine Abfälle hatte, und auf beiderlei Weise erhielt man die zur Verarbeitung taugliche Masse.

Da die Masse für sich zu wenig Zähigkeit hatte, so fügte man etwas Seifenwasser oder bisweilen auch Gummischleim hinzu, um sie besser verarbeiten zu können. Dadurch erhielt

zwar die Masse einige Bildsamkeit, allein dieß reichte noch nicht hin, um die Geschirre auf der Scheibe drehen zu können; man war deshalb genöthigt, die Stücke in Gypsformen, welche aus zwei Hälften bestehen, zu modelliren und zu pressen. Man formte sie gewöhnlich doppelt so dick, als sie eigentlich werden sollten, trocknete sie und drehte sie auf der Scheibe mit eisernen Werkzeugen ab. Diese Arbeit bot viel Unbequemlichkeiten dar: die Masse war hart und folglich das Drehen und die Ausbesserungen langwierig. Außerdem erzeugte jede Ungeschicklichkeit des Drehers einen nicht mehr zu reparirenden Schaden, so daß das Gefäß untauglich war. Alle diese Übelstände verschwanden bei der Fabrikation des harten Porzellans aus einer plastischen Masse; diese wird noch weich verarbeitet, und dann lassen sich gewöhnlich alle Fehler wieder verbessern.

Zieht man außer diesen Schwierigkeiten noch die Leichtflüssigkeit des Frittenporzellans im Feuer in Betracht, so ist leicht erklärlich, warum man die Fabrikation desselben in neuerer Zeeit ganz aufgegeben hat.

Das Frittenporzellan-Geschirr wurde gar gebrannt, noch ehe man es mit Glasur versah; allein da es während des Brennens sehr erweichte, so mußte es von allen Seiten gestützt werden. Man brannte es deshalb auf irdenen Formen, welche genau die Gestalt der Geschirre z. B. der Teller, Untertassen ꝛc. hatten. Damit sich die Stücke nicht krumm zogen, stürzte man sie auf die Formen. Lange Zeit wendete man zum Unterstützen dieser Gefäße die Frittenporzellanmasse selbst an. Man verfertigte eine Art Formen doppelt so dick als die Gefäße selbst, und stürzte diese auf jene. Da beide Stücke noch roh waren, so veränderten sie sich im Feuer auf gleiche Weise; allein durch den hohen Preis der Masse wurde man endlich gezwungen den Mergel von Viroflai zu diesem Endzwecke vorzuziehen. Für kostbarere Gefäße wendete man jedoch fortwährend Formen von Porzellanmasse selbst an, die aber, nachdem sie gebrannt aus dem Ofen kamen, nicht weiter gebraucht werden konnten.

Da dieses Porzellan beim Brennen sorgfältig gestützt werden muß, so erklärt sich daraus leicht, warum es ohne

Glasur gar gebrannt wird, denn die Formen würden sonst davon schmelzen. Man stellt das Geschirr übrigens auch in Kapseln wie das harte Porzellan. Im ersten Feuer schon wird dieses Porzellan gar gebrannt. Der Ofen für Frittenporzellan war wie der gewöhnliche Fayenceofen konstruirt und hatte zwei Stockwerke: die untere Etage war für das Garbrennen und die obere für das Einbrennen der Glasur.

1491. Die Glasur für das weiche Porzellan war ein eigentliches, zu diesem Behufe besonders bereitetes Krystallglas und wurde zusammengesetzt aus:

Sand von Fontaineblau	285	1000
Kiesel von Bougival	96	
Käufliche Pottasche	128	
Sodasalz	106	
Bleiglätte	385	

Dieses Krystallglas war leichtflüssiger als das gewöhnliche; man schmelzte das Gemenge in Schmelztiegeln unten im Porzellanofen. Die hierzu tauglichsten Tiegel waren aus Quarzsand und Thon von Abondant verfertigt. Auch hessische Tiegel wendete man an, allein das Krystallglas drang durch deren Seiten und man war genöthigt zwei Tiegel in einander zu stellen. Bei andern Tiegeln fand dieser Übelstand nicht statt; jeder derselben enthielt ungefähr vier Pfund Glasmasse. Das geschmolzene Glas wurde fein pulverisirt und das Pulver mit Wasser und Weingeist zu einem dünnen Brei angerührt, womit dann das gebrannte Porzellan begossen ward. Da dieses Porzellan nicht gleich dem verglühten harten Porzellan absorbirende Eigenschaften besitzt, so läßt es sich nicht durch Eintauchen mit Glasurmasse überziehen. In die obere Ofenetage setzte man die mit Glasur überzogenen Stücke und das frisch in Kapseln gestellte Geschirr, ohne daß dieses jedoch gestützt gewesen wäre; die Hitze, welche sie darin auszuhalten hatten, reichte zwar zur Schmelzung der Glasur hin, konnte aber das gebrannte Porzellan selbst nicht erweichen. War die erste Glasurdecke nicht gleichförmig, so gab man noch einen zweiten Überzug und brachte das Geschirr zum drittenmal in den Ofen. Erst nachdem dieses Porzellan eine doppelte Glasurdecke erhalten

hatte, bekam es ein schönes Ansehen. Es hatte dieselbe einen prächtigen Fettglanz, den man am harten Porzellan niemals bemerkt. Dieser Umstand und die gegenwärtige Seltenheit des ehedem in Sèvres fabrizirten Frittenporzellans macht, daß die Liebhaber auf das alte Sèvres-Porzellan einen grossen Werth legen.

Die Fabrikation des weichen Porzellans war zugleich umständlich, schwierig und den Arbeitern schädlich wegen des Staubes, den sie beim Abdrehen einathmeten; die Masse kam theurer, obgleich die Grundstoffe dazu überall gefunden werden; es gab viel Ausschuß, weil viele Stücke bersteten, oder sich im Feuer ungeachtet der Stützen krumm zogen. Dieses Porzellan ist glasig, hat einen Stich ins Gelbe und ist weit durchscheinender als das harte Porzellan, allein es verträgt den schnellen Temperaturwechsel nicht. Für die Malerei eignet es sich besser, weil die Farben nicht so leicht dem Abschuppen unterworfen sind, dagegen hat es wegen seines Bleigehaltes wieder andere Nachtheile, indem nämlich die Farben darauf sich leicht verändern; übrigens ist auch die Glasur viel weicher als die des harten Porzellans.

1492. Zu Tournay fabrizirt man gegenwärtig noch sehr geschätztes Frittenporzellan; die Restaurateurs in Paris wenden kein anderes an. Da man die Teller ꝛc. ziemlich dick macht, so ist dieses Porzellangeschirr auch etwas schwer. Die Masse sowie die Glasur sind etwas blau. Um diesen Fehler zu verbergen, ziert man gewöhnlich die Teller mit blauen Zeichnungen. Nach Berthiers Analyse besteht die Masse aus:

Kieselerde	753	1000
Thonerde	82	
Natron	59	
Kalk	100	
Wasser	6	

Man bereitet das Porzellan von Tournay aus einem Gemenge von Thon, Kreide und Natron in Mengenverhältnissen, die ungefähr aus obiger Analyse abgenommen werden können. Die Glasur ist sehr schmelzbar und der Glasur des ehemaligen Frittenporzellans von Sèvres sehr

ähnlich. In Sèvres selbst dagegen hat man diese Fabrikation aufgegeben, weil sie gegenwärtig nicht mehr mit Vortheil wie ehemals betrieben werden kann. Anders verhält es sich mit dem von Tournay; es enthält so viel Thon, daß die Masse für sich schon so plastisch ist, daß alle die oben erwähnten Übelstände größtentheils dadurch vermieden, oder wenigstens vermindert werden. Es bleibt nur noch die einzige Schwierigkeit des Brennens übrig und diese ist in einem gut konstruirten Ofen auch nicht bedeutender als bei dem harten Porzellan. Die Engländer fabriziren noch immer viel weiches Porzellan.

Englisches Porzellan.

1493. Man verfertigt in England nach rein chemischen Grundsätzen, deren Anwendung man dem berühmten Wedgwood verdankt, vielerlei Töpferwaaren, die nur äußerst schwierig in bestimmte Klassen geordnet werden können. Da die Masse sowohl als die Glasur meist künstliche Mischungen, nicht aber einfache Naturprodukte sind, so kann man dasselbe technische Resultat durch sehr verschiedene Verbindungen erhalten. De Saint-Amans machte einige davon bekannt.

Das unter dem Namen Eisenstein-Porzellan (Iron-stone china) in England bekannte Porzellan ist eine Art Frittenporzellan. Es wird bei einer niedrigern Temperatur gebrannt, als das chinesische Porzellan; seine Glasur ist bleihaltig, kommt nicht theuer zu stehen und kann sehr leicht eingebrannt werden; sie ist zwar nie ganz weiß, allein die bläuliche Färbung desselben ist gerade nicht unangenehm.

Man verfertigt es aus folgenden Mischungen:

	Masse No. 1.	Masse No. 2.
Verwitterter Feldspath	60	42
Thon von Devon	40	42
Kiesel	0	10
Flintglas	2	8

Zur erstern Masse wendet man folgende Glasur an:

verwitterter Feldspath	30	Mennig	6
Kiesel	15	Natron	5

Dieses Gemenge wird gefrittet und 44 Thl. desselben mit 22 Thl. Flintglas und 15 Thl. Bleiweiß gemischt.

Zur zweiten Masse wird die Glasur zusammengesetzt aus:

verwittertem Feldspath . . .	36	Flintglas . .	8
Kiesel	20	Bleiweiß . .	40

In England fabrizirt man eine noch andere Art Porzellan mit gebrannten Knochen. Die Phosphorsäure spielt hier dieselbe Rolle wie die Kieselerde in dem ordinären Töpfergut.

1.) Komposition zur Masse für ordinäres Tafelservice.

Kiesel	75	Thon	70
gebrannte Knochen .	180	Kaolin	40

2.) Komposition zur Masse für Theegeschirre und Dessertservice.

Kiesel	36	Kaolin	96
gebrannte Knochen .	100	Feldspath	80

Glasur für beide Kompositionen.

Feldspath	45	Nickel	4
Kiesel	9	Man fritte diese Stoffe	
Borax	21	und füge dann hinzu	
Flintglas	20	Mennig	12

3.) Komposition zur Masse für Figuren und Zierrathen.

Sand von Lynn aus der Grafschaft Norfolk	150
gebrannte Knochen	300
Pottasche	10
Man fritte diese Stoffe und füge Kaolin hinzu	100

Glasur für diese Masse.

Feldspath	45	Nickel	4
Kiesel	12	Man fritte diese Stoffe	
Borax	15	und füge dann hinzu	
Flintglas	20	Mennig	12

Die dritte Komposition ist leichtflüssiger als die beiden ersten und dieß erfordert schon der Zweck, wozu sie verwendet wird.

Diese Porzellansorten werden sogleich gar gebrannt. Man stellt sie ohne Beobachtung besonderer Vorsichtsmaaßregeln in Kapseln auf einander. Da sie nicht so weich werden, um an einander zu kleben, so schadet ihre unmittelbare Berührung ihnen nicht. Nachdem sie gebrannt sind, versieht man sie mit Glasur und schmelzt diese im Feuer ein. Da die Glasur leichtflüssig ist, so erweicht das Geschirr dabei nicht im Geringsten und es kann deshalb, wie das Fayence blos auf die sogenannten Hahnenspornen gelegt werden. Der Garbrand erfordert kaum ein stärkeres Feuer als zum

Verglühen des harten Porzellans nöthig ist. Das Einbrennen der Glasur hat bei noch niedrigeren Hitzgraden Statt. Diese Umstände zusammengenommen machen diese Art Porzellan sehr wohlfeil.

Feldspathporzellan oder chinesisches Porzellan. (Porcelaine dure ou chinoise.)

1494. Die Masse des Feldspathporzellans besteht im Allgemeinen aus Kaolin (Porzellanerde) und quarzigem Feldspath. Beide Stoffe kommen in Saint-Yriez-la Perche nahe bei Limoges vor. Von den gewöhnlichen Fabriken wird das rohe Kaolin, welches noch mit Quarz gemengt ist, so wie es aus der Grube kommt angewendet, allein in der königlichen Porzellanmanufaktur zu Sèvres wird es zuerst geschlämmt und heißt dann dekantirte Porzellanerde. Vor der Anwendung selbst wäscht man diese in Sèvres zum zweitenmal sehr sorgfältig und scheidet dadurch noch den vierten Theil an feinem Sande daraus ab. Die so zubereitete Porzellanerde wird nun unmittelbar zur Masse selbst verwendet und macht diese plastisch, unschmelzbar und undurchsichtig; es muß nun noch eine Substanz hinzukommen, wodurch die Masse schmelzbar und folglich durchscheinend wird. Dieser zweite Gemengtheil wird gewöhnlich Fluß genannt und ist in den verschiedenen Fabriken sehr verschieden. Wird quarziger Feldspath angewendet, so glüht man ihn zuerst, um ihn spröde zu machen; er wird dann gepocht, fein gemahlen und so zubereitet dem geschlämmten Kaolin beigegeben. Hat man die Porzellanerde und das Flußmittel recht innig mit einander gemengt, so läßt man die Masse in Kästen oder Sümpfen so lange als möglich stehen, wodurch sie besser zu werden scheint. Ehe man sie aber anwendet, wird sie noch verschiedenen Operationen unterworfen, welche zum Zwecke haben, sie möglichst innig zu mengen und recht plastisch zu machen. Man bringt sie in halbkugelförmige Gypsformen, die schnell das Wasser anziehen, schneidet sie dann in kleine Stücke und läßt sie an der Luft trocknen. Hierauf wird sie pulverisirt, wieder etwas befeuchtet und auf einem gestein-

ten Boden ausgebreitet; man fügt gewöhnlich auch die Abfälle hinzu, die man beim Formen und Drehen der Masse erhält. Diese alte Masse, welche bereits mehr manipulirt worden ist, macht die frische plastischer. Ein Arbeiter tritt nun mit bloßen Füßen auf dem Haufen herum und beschreibt eine Spirale, indem er vom Zentrum nach der Peripherie und umgekehrt geht. Ist die Masse hinlänglich getreten, so formt man Klumpen von der Größe eines Kopfes daraus, die man Ballen heißt; diese werden im Keller in Kästen bis zum Gebrauche aufbewahrt.

Mehrere Porzellanmassen werden auf folgende Weise zusammen gesetzt:

	Service Masse von Sèvres.	Masse zu Bildhauerarbeit von Sèvres.	Service Masse von Paris.
Geschlämmte Porzellanerde	64	62	„
kieselhaltige Porzellanerde	„	„	80
Kreide von Bougival	6	4	„
Sand von Aumont	20	17	„
feiner Sand	10	„	„
Quarziger Feldspath	„	17	20

Die Zusammensetzung des Kaolins haben wir bereits mitgetheilt. Die Kreide von Bougival ist reiner kohlensaurer Kalk mit etwas Eisen- oder Manganoxyd. Der Sand von Aumont ist fast reine Kieselerde. Der feine Sand besteht aus 80 Kieselerde, 8,0 Thonerde, 2,5 Kali und 9,5 Wasser. Die Zusammensetzung des quarzigen Feldspathes werden wir weiter unten angegeben.

1495. Ist die Masse mit magerem Thon bereitet worden, so ist sie kurz, wodurch das Formen schwieriger wird und mehr Zeit erfordert. Die runden Schüsseln und die Teller werden in Gypsformen gedrückt; bald wird die Masse aber auch in Platten geformt, bald auf der Scheibe aufgedreht.

Im ersten Fall legt man auf eine Marmortafel eine feuchte Haut und breitet mittelst eines mit zwei Linealen versehenen Mangelholzes die Masse aus. Die erhaltene Platte drückt man sodann auf die Gypsform, indem man sie mit der Haut auf dieselbe bringt, um zu verhüten, daß sie zerreißt, im Fall die Masse zu wenig Zusammenhang haben sollte.

Dreht man das Geschirr auf der Scheibe auf, so bringt man zuerst einen Klumpen Masse auf eine runde Gyps- oder Holzscheibe, die man oben auf die Scheibe setzt. Man formt den Teller oder die Schüssel aus dem Groben, indem man sie noch ziemlich dick läßt. Hierauf wird die Platte oder das aufgedrehte Stück stark auf die Gypsform mit einem feuchten Schwamm gedrückt; man klebt dann einen Wulst von Masse mittelst eines starken Druckes mit dem Daumen daran, drückt denselben platt und formt daraus den Rand, welcher den Fuß des Tellers oder der Schüssel bilden soll. Nachdem das Stück etwas getrocknet worden, löst man es von der Form ab. Es wird hierauf wieder auf die Scheibe gesetzt und auch außen abgedreht, indem man es mit einem sehr scharfen Instrument, Dreheisen genannt, auf die gehörige Dicke reducirt. Ein tüchtiger Arbeiter fertigt täglich fünfzig Teller.

Diejenigen Stücke, welche nicht rund sind, werden ganz in Gyps geformt. Sind diese sehr groß, wie Kumpe, Salatschüsseln ꝛc., so macht man zuerst eine Platte auf der nassen Haut und drückt diese mit dem Schwamm in die Form, wie dieß bei den Tellern geschieht; mit der Hand werden diese Gefäße dann fertig gemacht. Die Auszierungen als Henkel, Schnaupen ꝛc. werden besonders geformt, und dann mit sehr dünnem Massenbrei angeklebt.

Die fertig geformten Stücke werden langsam getrocknet, damit sie keine Risse bekommen. Nach dem Trocknen kommen sie ins Feuer.

1496. Der Porzellanofen ist eine Art Thurm mit zwei oder drei Stockwerken aus feuerfesten Steinen aufgeführt. Als Brennstoff wird gespaltenes und ganz trocknes Espenholz angewendet; man legt es außen in die vier Schürlöcher (alandiers), welche sich im Innern des Ofens ausmünden; jede Etage ist durch ein mit Feuerkanälen (carneau) versehenes Gewölbe geschlossen; an der Spitze ist der Ofen mit einem durchbrochenen Dach versehen, welches in ziemlicher Entfernung vom zweiten Gewölbe sich befindet. Eine Esse ist nicht vorhanden, denn der Ofen selbst dient als solche. Seine beträchtliche Höhe und der geringe Raum,

welcher in seinem Innern bleibt, nachdem er mit Geschirr angefüllt worden, so wie die Verengerung seiner obern Öffnung erzeugen in Vereinigung mit einander einen äußerst lebhaften Zug.

Beim Brennen des Porzellans unterscheidet man zwei Zeiträume; im ersten werden die rohen nicht glasirten Stücke verglüht und dieß geschieht in der obern Ofenetage, wo die Hitze auf ungefähr 60 Grade Wedgwood steigt. Durch das Verglühen wird die Form des Geschirres kaum verändert und ebenso findet kein merkliches Schwinden Statt, allein es wird vollkommen trocken, und so fest, daß man es sehr gut handhaben und sogar ins Wasser tauchen kann, ohne daß es zerfällt. Nach Berthiers Analyse besteht das verglühte Porzellan von Sèvres aus:

Kieselerde	59,6	99,6
Thonerde	35,0	
Kali	1,8	
Kalk	2,4	
Wasser	0,8	

Man würde diese Bestandtheile auch von der weiter oben angegebenen Zusammensetzung ableiten können, allein es ist doch möglich, daß durch das Brennen die Mischung etwas verändert wird, und zwar vorzüglich beim Garbrennen wegen der hohen Temperatur, der die Masse hierbei ausgesetzt wird.

1497. Die Glasur des Feldspathporzellans ist Feldspath selbst, der für die Masse ein Flußmittel abgiebt. Man wendet ihn ganz rein an, denn in der Weißglühhitze schmilzt er zu einem farblosen fast durchsichtigen Glas. Er wird sehr fein gemahlen und im Wasser, das mit etwas Weinessig angesäuert worden, aufgeschlämmt erhalten. Brongniart behauptet, daß der Weinessig dazu diene, um die Glasurtheilchen länger in Suspension zu erhalten; denn in reinem Wasser fallen sie schneller zu Boden. Nicht unwahrscheinlich ist es, daß diese blos mechanische Eigenschaft nur von der Zähigkeit des angewandten unreinen Essigs herrührt; soviel ist übrigens gewiß, daß der Gebrauch des Weinessigs nicht etwa auf einem bloßen Vorurtheil beruht. Man zieht die

Geschirre ziemlich schnell durch diese trübe Flüssigkeit, und indem nun das Wasser sich in die Poren zieht, setzt sich die Glasur als eine dünne Schicht auf die Oberfläche und erscheint sogleich nach dem Herausziehen trocken, wenn das Gefäß nur verglüht und deshalb noch porös war. Auf die schadhaften Stellen, welche der Glasur noch ermangeln, trägt man dieselbe nachher mit dem Pinsel auf. Vom Fuße oder von denjenigen Stellen, auf welchen das Stück steht, nimmt man das adhärirende Glasurpulver wieder ab, damit es sich nicht an seine Stützpunkte hänge.

Berthier fand in dem Feldspathgestein, welches zur Glasur angewendet wird:

Kieselerde . .	73,0	=	37,88
Thonerde . .	16,2	=	7,52
Kali	8,4	=	1,42
Wasser . . .	0,6		
	98,2		

Es giebt dieß ein Atom Kalisilikat und fünf Atome vierfach kieselsaure Thonerde.

1498. Man schreitet nun zum zweiten oder Garbrennen. Es geschieht in Kapseln, welche aus sehr feuerfestem Thon verfertigt werden. Die in Sèvres gebräuchlichen werden aus fettem Thon von Abondant aus dem Forste zu Dreux gemacht. Man giebt als Cäment den dritten Theil alter gestosener Kapseln hinzu.

Da das Porzellan im Feuer erweicht, so darf man die Stücke nicht unmittelbar auf einander stellen, selbst wenn sie unglasirt sind. Jedes flache Stück erfordert eine eigene Kapsel, auf deren Boden man eine ganz ebene Platte oder eine rein abgedrehte Scheibe von Kapselmasse setzt und sie mit drei Stückchen Kitt aus Thon und vielem Sand bestehend darauf befestigt. Ist die Scheibe horizontal fest gestellt, so benetzt man sie, streut Sand darauf oder belegt sie mit feuerfestem Thon und setzt dann den Teller darauf. Der Sand verhindert, daß der Teller sich im Feuer an die Scheibe hängt, wodurch auch die durch Ausdehnung oder Zusammenziehung bewirkte Bewegung ungehindert Statt finden kann.

Man kann mehrere Stücke auf dieselbe Scheibe setzen, wenn sie einander nicht berühren; und dieß geschieht auch immer bei dem ganz kleinen Geschirre. Sobald die Kapseln gefüllt sind, setzt man sie in dem Ofen auf einander und bildet so ganze Säulen daraus, welche den Ofen ausfüllen. Man läßt immer hinlänglichen Raum dazwischen, ohne sie gerade zu weit zu setzen, so daß der Zug stark und das Feuer gleichförmig nach allen Seiten hin wirkt.

Man mauert nach dem Einsetzen die Ofenthüre durch drei Reihen Backsteine zu; aber man läßt zwei viereckige Öffnungen von ungefähr zwei Dezimeter Durchmesser offen und zwar die eine oben, und die andere unten. Man kann durch sie in die Kapseln hineinlangen und die als Proben hineingestellten Stückchen herausholen. Diese Proben sind von Porzellan, zwei Zoll hoch und einen Zoll breit. Sie sind mit einem Loche versehen und auf einem Träger von Thon zusammengestellt. Von Zeit zu Zeit zieht man oben und unten eine Probe mittelst eines eisernen Stabes, mit welchem man in die Öffnung langt. Es läßt sich daraus abnehmen, ob die Temperatur des Ofens sowohl unten als oben gleich ist und wie weit der Brand fortgeschritten ist. Das Probeloch wird durch einen gebrannten Stein wieder zugesetzt, in dessen Mitte eine irdene Röhre angebracht ist, durch welche man in das Innere des Ofens sehen und das Feuer hiernach reguliren kann. In Sèvres hat man rings um den Ofen ähnliche Röhren eingesetzt, welche mit Glasplatten verschlossen werden. Durch sie kann das Feuer während der Dauer des Brandes auf allen Punkten des Ofens beobachtet werden, ohne daß der Zug dadurch leidet.

Man feuert anfangs langsam, indem man einige Stücke ziemlich grobes Holz in die Schürlöcher wirft, und während der ersten fünfzehen Stunden schürt man auf diese Weise fort, und vermehrt das einzulegende Holz allmählig. Nach Verlauf von funfzehen Stunden ist der Ofen dunkelroth glühend. Schürt man nun auf diese Weise fort, so verhindert man die zu rasche Ausdehnung des im Ofen enthaltenen Geschirrs, wodurch viele Stücke zerspringen würden. Sobald aber der Ofen einmal rothglüht, schürt man anders;

anstatt die Scheite senkrecht in die Schürlöcher zu bringen, legt ein Arbeiter klein gespaltenes, gesundes Espenholz horizontal oben in die Öffnung und schichtet es in abgedachter Form; die in umgekehrter Richtung ziehende lebhafte und lange Flamme, dringt durch die Schürlöcher in den Ofen und zirkulirt zwischen den Kapselpfeilern. Schürt man auf diese Weise zwölf bis fünfzehen Stunden, so wird der innere Ofenraum hellrothglühend und man unterscheidet dann kaum mehr die Proben. Gegen Ende des Brandes legt jeder Ofenheitzer ohne Unterlaß gespaltenes Holz in das Schürloch; da er dieses ganz regelmäßig auf einander legen muß, und es sehr klein gespalten ist, so wird dadurch seine ganze Thätigkeit in Anspruch genommen, indem die Verbrennung äußerst rasch vor sich geht. Während dieser Zeit ist der Zug so stark, daß man die Hand ohne Unbequemlichkeit auf das Holz legen kann. Das Holz verbrennt so vollkommen, daß keine Kohle zurückbleibt; man bemerkt keinen Rauch und die Asche wird ganz von dem Luftzug mit fortgerissen. Die Hitze im Ofen zu Sèvres steigt auf 134° Wedgwood, wobei aber das weiche Eisen noch nicht schmilzt. Nachdem 15—20 Stunden der Ofen in der höchsten Hitze gestanden, und mithin 36 Stunden lang geschürt worden, ist das Porzellan gar gebrannt; um sich davon zu überzeugen, zieht man die Probe. Man läßt hierauf den Ofen während drei oder vier Tagen erkalten und nimmt dann das Geschirr heraus.

Der auf die Platten gestreute Sand adhärirt zum Theil an den Füßen der Stücke; man reibt ihn mit einem harten Stein davon ab. Das weiße Porzellan, was ohne Fehler aus dem Ofen kommt, kann nun sogleich als käufliche Waare in die Magazine gebracht werden.

1499. In England fabrizirt man aus künstlich bereiteten Gemengen und in Piemont mit Hilfe des Magnesits Porzellan, welches von dem beschriebenen in so ferne abweicht, daß das Kali in demselben durch Magnesia ersetzt wird.

Nach Berthier besteht es aus:

	Masse von Worchester.	Masse von Vieyront.
Kieselerde	77,0	60,0
Thonerde	8,6	9,0
Kalk	1,2	1,6
Magnesia	7,0	15,2
Wasser	5,6	13,6
	99,4	99,4

Steinzeug und Steingut. (Grès.)

1500. Man begreift darunter alle Töpferwaaren von fester und undurchsichtiger Masse, welche so stark gebrannt sind, daß sie nicht durch Eisen geritzt werden, wohl aber mit dem Stahl Feuer geben. Das Steinzeug, welches zuweilen härter als das Feldspathporzellan ist, unterscheidet sich von diesem durch seine Undurchsichtigkeit und durch die Farbe; übrigens läßt sich auch weißes Steinzeug darstellen.

Töpferwaaren, welche diese Eigenschaften besitzen, verfertigt man auf zweierlei Weise: erstlich aus reinem Thon, der bei einer sehr hohen Temperatur gebrannt zusammenbackt; und zweitens mittelst eines Gemenges aus verschiedenen Thonsorten und einer Basis, welche ein schmelzbares Silikat erzeugen kann und dann Geschirr aus halb verglaster Masse liefert. Hierzu eignen sich Kalk, Baryt, Eisenoxyd, Manganoxyd und mehrere andere.

Der zur erstern Steingutsorte angewendete Thon ist sehr plastisch und fein, wenig eisenhaltig und enthält ziemlich viel feinen Sand, aber keinen oder nur äußerst wenig Kalk. Wir führen hier als Beispiel den Thon von Forges-les-Eaux im Departement de l'Yonne an. Man tritt den Thon stark mit den Füßen und fügt zugleich noch etwas Sand hinzu, der mit ein Wenig Kalk eingestäubt worden.

Das Steinzeug wird bei hohen Hitzgraden gebrannt. Der Brennofen erhebt sich allmählig von der Feuerung an bis zum Hintergrund; er hat keine eigentliche Esse und der Feuerplatz ist sehr groß. Man schürt acht Tage lang ununterbrochen fort; dadurch erlangt die Waare eine große Festigkeit und wird so hart, daß sie am Stahle Funken giebt; hinsichtlich seiner Dichtigkeit kommt es dem Porzellan sehr nahe,

ist aber nicht so durchscheinend. Da die Masse sehr gleichartig ist, so zerspringt sie gerne, wenn sie über's Feuer kommt. Gewöhnlich giebt man dieser Waare keine besondere Glasur, da die Masse fein und die Temperatur beim Brennen so hoch ist, daß die Geschirre ohne dieß schon sehr dicht werden; um ihnen aber mehr Glätte auf der Oberfläche zu geben, erhalten sie doch eine Art Glasur. Man erzeugt diese oft durch blose Verglasung der Oberfläche mittelst Kali und Kalk, die in der Asche des Brennmaterials sind, oder auch mit Kochsalz, welches man in den Ofen wirft, während das Geschirr rothglüht; bisweilen glasirt man das Steinzeug auch mit pulverisirten Schlacken, denen man Kalk, Sand und Thon beigiebt. Man taucht das rohe Geschirr in Wasser und siebt dann diese Glasur darauf. Die Masse und die Glasur werden zugleich in einem Feuer gebrannt, und das Geschirr bekommt dann gewöhnlich eine kastanienbraune Farbe.

Nach Berthier besteht die Glasurmischung, welche man auf das Steinzeug von Saint-Amand und Saint-Sauveur (Nièvre) applizirt aus:

Kieselerde . .	55,8	100,0
Thonerde . .	7,0	
Eisenoxyd . .	12,4	
Manganoxyd .	3,0	
Kalk	20,3	
Magnesia . .	1,0	

Es ist demnach die Mischung einer etwas eisenhaltigen Hohofenschlacke oder eines Bouteillenglases ohne Alkaligehalt.

Das gemeine Steingut unterscheidet sich demnach von dem Porzellan durch die Anwesenheit von etwas Eisenoxyd, welches die Masse färbt, und durch den Mangel an alkalischen Stoffen. Wahrscheinlich würde man dieses Geschirr durch Zufügen von Kalk und Magnesia so durchscheinend wie das Porzellan machen können; hierbei müßte man aber vorsichtig seyn, denn eine zu starke Dosis dieser Basen könnte vielleicht die Masse leichtflüssig machen. *)

*) Das Steinzeug wird zu sehr verschiedenen Zwecken verwendet. Man hat davon Krüge für Mineralwasser, Flaschen zur Aufbewahrung der Säuren vor-

Gefärbtes Steingut oder Wedgwood-Geschirr. (Grès colorés de Wedgwood.)

1501. Unter diesem Namen begreift man Töpferwaaren von feiner gefärbter Masse, die so hart ist, daß sie am Stahl Feuer giebt; sie sind dem Porzellan hinsichtlich ihrer Mischung sehr ähnlich und unterscheiden sich nur dadurch, daß das Kali darin durch Baryt oder Strontian ersetzt wird.

Nach Saint-Amans wird dasselbe zusammengesetzt aus:

	Weiche Masse.	Harte Masse.
Quarz	15	17
Feldspath	15	30
Thon von Devon	26	15
Schwefelsaurer Baryt	47	10
— — Strontian	10	„
— — Kalk	6	23
Kaolin von Cornwallis	„	15

Diese Masse wird durch verschiedene Metalloxyde gefärbt. Ein Prozent Kobaltoxyd reicht schon hin, um das Wedgwood schön blau zu färben. Mit Antimon und Eisenoxyd erhält man Orange, das grüne Geschirr wird durch Kupferoxyd und das schwarze aus einem Gemisch von Manganoxyd und Eisenoxyd erzeugt; Nickeloxyd und Umbra aber geben braun.

Diese Massen sind sehr dehnbar, lassen sich leicht bearbeiten und in mancher Hinsicht sind sie den gewöhnlichen noch vorzuziehen. So lassen sich z. B. die Verzierungen ohne Massenschlamm nur mit etwas Gummiwasser befestigen. Im Feuer kleben sie selbst besser an als die gewöhnliche Masse mittelst Massenschlamm, welchen man zwischen die Berührungsflächen beider Stücke bringt. Man giebt diesen

---

züglich der Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure, große Woulf'sche Flaschen zum Auffangen destillirter Säuren ꝛc.; auch als Küchengeschirr, als Standgefäße in Apotheken wird das gemeine Steingut sehr häufig angewenwendet, nur darf es keinem schnellen Temperaturwechsel ausgesetzt werden. Unter dem Namen von Frankfurther Geschirr kommt aus der Umgegend von Koblenz sehr schönes blaulich weißes Steinzeug in den Handel, welches wegen seiner Festigkeit und Dauerhaftigkeit sehr beliebt ist. Vorzüglich schönes, dem Porzellan an Weiße sich näherndes Steinzeug wird neuerdings in Küps (Obermainkreis) verfertigt. A. u. E.

Waaren gewöhnlich nur ein Feuer; zuweilen emaillirt man sie auch oder giebt ihnen einen Lüster, wozu dann ein zweites Feuer erfordert wird. Das Email für die innere Fläche des schwarzen Geschirres wird zusammengesetzt aus

Mennig . . .	95
Kiesel . . .	16
Manganoxyd .	2

Den Lüster giebt man dieser Waare auf besondere Weise. Man stellt das Geschirr in Kapseln, deren Inneres man versehen hat mit einem Gemenge von

Kochsalz . . .	12	oder	64
Pottasche . .	30	—	6

Zuweilen stellt man auch mitten in die Muffel einige Stücke, welche man mit einer sehr schmelzbaren und flüchtigen Glasur ausgekleidet hat. Diese nennen die englischen Arbeiter die Refraktoren. Es leuchtet sogleich ein, daß dieses Verfahren auf die Flüchtigkeit der Pottasche und des Kochsalzes sich gründet.

Feines Fayence oder englisches Steingut mit durchsichtiger Glasur. (Faïence fine à couverte transparente.)

1502. Die Masse dieser Töpferwaare ist weiß, porös, absorbirend und undurchsichtig; die Glasur aber ist durchsichtig und enthält Bleioxyd. Die feine, weiße und leichte Masse nimmt die reinsten Formen und zartesten Verzierungen an. Ist sie gut zubereitet, so besitzt sie fast alle Eigenschaften einer guten Töpferwaare, allein die Natur derselben erlaubt sehr verschiedene Abänderungen, vorzüglich in Beziehung seiner Glasur, welches hinsichtlich der Unschädlichkeit der wesentlichste Punkt ist.

Dieses Fayence hält auch im Feuer gut; die Glasur enthält viel Bleioxyd, allein wenn sie gut zubereitet ist, so bietet sie die ihr gewöhnlich zugeschriebenen Nachtheile nicht dar. Ist aber das Bleioxyd in zu großer Menge darin, wie gewöhnlich in dem französischen Fayence, so ist dieß in mancherlei Beziehung sehr nachtheilig. Die Säuren und selbst der Weinessig kann durch mehrstündige Berührung mit

diesem Geschirre die Glasur angreifen und Bleisalze erzeugen. Mit dem Messer kann sie leicht geritzt werden und es springt ein bleihaltiger Staub ab, der sich mit den Speisen vermengt und dann sehr nachtheilig wirkt. Das geritzte, stellenweise von seiner Glasur entblößte Geschirr absorbirt alle Flüssigkeiten und ist bald mit fetten Stoffen durchdrungen, die ihm ein schmutziges, höchst widriges Ansehen ertheilen. Diese Übelstände aber werden aufgewogen durch den niedrigen Preis dieses Geschirres. Vermehrt man den Bleigehalt in der Glasur, so kann man sie bei geringerer Hitze einbrennen, und demnach viel Brennmaterial ersparen; man verzichtet deshalb lieber auf die Unschädlichkeit und auf die wirkliche Ökonomie, welche für den Käufer aus der größern Haltbarkeit des Geschirres erwachsen müßte.

Das feine Fayence wird aus weißem, plastischen Thon und aus gemahlenem Kiesel bereitet. Der Thon muß recht zäh und fein seyn, damit er leicht und schnell geformt werden kann; er darf deshalb nicht viel Sand enthalten. Von Eisenoxyd muß er frei seyn, damit er durchs Feuer nicht geröthet wird, und demnach mit einer durchsichtigen Glasur versehen werden kann. Er muß ferner schwer schmelzbar seyn, so daß er eine Temperatur von 100° Wedgwood aushalten kann, ohne seine Form zu verlieren, und ohne nach Art des Steingutes zusammenzubacken, wodurch er im Feuer zerspringen würde.

Der Thon wird in Backsteinform ausgegraben und getrocknet, hierauf zerstosen und die darin befindlichen Sandkörner und gefärbten Thontheile sorgfältig ausgelesen. Durch Schlämmen wird er ferner gereinigt und sodann der gemahlene Kiesel damit vermengt, um ihn magerer zu machen. In einigen Fabriken mengt man den Kiesel sogleich mit dem mit Wasser angerührten Thon, schlämmt ihn dann gar nicht, sondern treibt die Masse blos durch ein sehr feines Sieb.

Der dazu verwendete Kiesel ist gewöhnlich der schwarze Feuerstein aus dem Kreidegebirg, den man vorher rothglüht und im Wasser ablöscht. Dadurch wird derselbe weiß, viel spröder, und läßt sich leicht pulverisiren. Man pocht ihn zuerst und mahlt ihn dann zwischen Mühlsteinen wie solche

gewöhnlich in allen Porzellanfabriken angewendet werden. Man kann ihn auch in einer gewöhnlichen Getreidemühle fein mahlen. Das trockne Stoßen des Kiesels sollte übrigens polizeylich verboten werden, wegen des äußerst schädlichen Einflusses des Kieselstaubes auf die Gesundheit der Arbeiter, welche denselben athmen. Ist der Quarz naß aufs Feinste gemahlen worden, so muß man, um ihn schnell vom Wasser zu sondern, zu einem besondern Mittel seine Zuflucht nehmen. Man fügt zu dem dünnen Brei etwas Ätzkalk, wodurch sich das Wasser sehr leicht abgießen läßt.

Die Fayencemasse wird aus gemahlenem Quarz und geschlämmtem Thon zusammengesetzt, indem man beiläufig ein Fünftel vom erstern nimmt; man mengt beide recht innig mit einander, aber da die Masse dadurch ganz dünnflüssig wird, so muß sie wieder durch Abdampfen eingedickt werden. In England läßt man die dünne Masse in einen langen Trog laufen, der von unten geheizt wird und bringt nun die Flüssigkeit zum Kochen, wobei man beständig umrührt, damit das Quarzpulver vermöge seines größern spezif. Gewichts sich nicht absondere; diese Abdampfungsmethode aber ist kostspielig wegen des hierzu erforderlichen Brennmaterials. Um diese beträchtlichen Kosten zu vermeiden, bringt man die Masse in Formen von trocknem Gyps, welche ungefähr 25 Centimeter Durchmesser haben; der Gyps absorbirt das überflüssige Wasser der Masse, und diese erhält dann die nöthige Konsistenz; man nimmt sie nachher aus den Formen und trocknet sie in freier Luft oder an der Sonne unter Schoppen.

Nachdem die Masse die gehörige Konsistenz angenommen hat, muß sie, ehe sie geformt wird, stark getreten werden; man schlägt sie mit Kolben, breitet sie auf einer Tenne aus und tritt sie dann tüchtig. Um die Masse nun plastischer zu machen, bringt man sie in feuchte Keller und läßt sie daselbst mehrere Monate liegen; sie geht hier in eine Art Gährung über, wird schwärzlich und verbreitet einen üblen Geruch. Geschirr, welches aus fermentirter Masse verfertigt worden, ist weit weniger dem Reißen unterworfen, als das aus frischer Masse. Ist dieselbe gut zubereitet, so arbeitet sie sich

so leicht, daß ein tüchtiger Arbeiter täglich sechshundert Teller fertigen kann, wenn ihm ein Kind handlangt.

1503. Der zum Brennen des feinen Fayence's bestimmte Ofen ist sehr einfach: es ist ein Zylinder, der sich in ein Gewölbe mit gedrücktem Bogen endigt. Die in Frankreich gebräuchlichen gleichen einem Porzellanofen ohne Kugel. Das Brennmaterial wird in acht Schürlöcher gebracht und die Flamme zieht anfangs abwärts und dringt dann in den Ofen; durch kleine im obern Ofengewölbe angebrachte viereckige Löcher zieht sie hinaus.

Die ganz trocknen Geschirre werden in zylindrische, irdene Kapseln in den Ofen gestellt. Diese Kapseln müssen aus gutem Thon verfertigt seyn und wenigstens ein Drittel alte gestoßene Kapselscherben enthalten, damit sie nicht so leicht im Feuer reißen. Jede Kapsel kann mehrere Stücke aufnehmen, die man vorsichtig auf einander stellt, ohne Etwas dazwischen zu legen.

Man brennt diese Waare mit Holz oder Steinkohlen; bei Holzfeuerung zirkulirt die Flamme mitten durch die Kapseln, ohne einen besondern Kanal zu passiren; wendet man aber Steinkohle an, so läßt man den Rauch durch senkrechte Rauchfänge abziehen, welche vom Roste des Feuerplatzes ausgehen und an den innern Wänden des Ofens fortlaufen; diese Kanäle haben mehrere Seitenöffnungen. Anfangs wird langsam geschürt und damit fortgefahren bis sämmtliche Kapseln rothglühen. Man ersieht aus Proben, welche auch in Kapseln in den Ofen gesetzt werden, wie weit das Brennen des Geschirres vorgerückt ist; durch Seitenöffnungen werden diese herausgenommen. Ungefähr nach 40stündigem Schüren ist der Brand vollendet; man läßt dann den Ofen langsam erkalten und nimmt die gebrannte Waare heraus.

In diesem Zustande ist das Geschirr zwar fest, aber porös und auf der Oberfläche matt; es muß nun glasirt werden. Die Glasur ist ein Glas aus Kieselerde, Kali oder Natron und Bleioxyd zusammengesetzt. Man verändert das Mischungsverhältniß dieser Substanzen nach der Beschaffenheit der Waare, für welche sie bestimmt ist.

Das Bleioxyd, welches man anwendet, ist gewöhnlich Mennig oder Bleiüberoxydul; in der Hitze wird dieses in Oxyd verwandelt. Es wird das Glas hierdurch leichtflüssiger und erhält mehr Glanz; nimmt man aber zu viel davon, so wird die Glasur gelblich, weich und widersteht dann nicht den Säuren und dem heißen Fette; in diesem Fall kann sie schädlich werden. Wenn das Bleioxyd nur in geringerer Menge sich darin befindet, so ist die Glasur durchscheinend farblos, hart, und kann der Gesundheit nicht nachtheilig seyn. Die Glasurbestandtheile werden entweder im Brennofen selbst oder in einem besondern Ofen zu Glas geschmolzen. Dieses Glas wird nachher pulverisirt und sehr fein gemahlen. Man schlämmt dieses Pulver im Wasser auf mittelst Zusatz von etwas Thon und durch beständiges Umrühren. In diesen dünnen Glasurschlamm werden die gebrannten Stücke einen Augenblick eingetaucht; da sie ganz trocken und porös sind, so absorbiren sie das Wasser augenblicklich und es bleibt eine Decke von Glasurpulver daran hängen; die noch leeren Stellen, an welchen das Geschirr gehalten wurde, werden nachher mittelst eines Pinsels mit Glasur bedeckt. Diese Waare kommt nun in neue Kapseln, in welchen die einzelnen Stücke von einander isolirt werden müssen, um das Zusammenkleben zu verhüten. Zu dem Endzweck sind die Kapseln mit gleich weit von einander entfernten Löchern versehen, die nach drei senkrechten Linien geordnet sind; in jedes Loch steckt man einen kleinen Nagel oder eine dreieckige Pyramide von Fayence, welche in der Kapsel über die Seitenwand derselben hervorragt. Auf der scharfen Kante dieser Nägel ruhen die flachen Gegenstände, welche gebrannt werden sollen. Die drei Spitzen, welche sie berühren, sind so klein, daß sie kaum bemerkt werden; dem ungeachtet aber sind doch auf den Fayencetellern drei Punkte, ungefähr gleichweit von einander entfernt, sichtbar, an welchen die Glasur verletzt worden zu seyn scheint.

Die Kapseln sind selbst innen mit einer bleihaltigen Glasur versehen, damit die Teller und andere glasirte Gegenstände nicht einen Theil ihrer Glasur an dieselben ab-

geben können. Die Tellerkapseln nehmen ungefähr ein Duzzend Teller auf.

Der Ofen, in welchem die Glasur eingebrannt wird, ist kleiner als der eigentliche Fayenceofen, und hat nie mehr als sechs Schürlöcher; man feuert hiebei nicht so stark als beim Verglühen.

1504. Pfeifen. Die gewöhnlichen thönernen Pfeifen oder sogenannten kölnischen Pfeifen sind von derselben Masse, von der auch das feine Fayence bereitet wird; sie sind nur weniger stark gebrannt und haben gewöhnlich gar keine Glasur. Die Pfeifenerde muß demnach ein plastischer Thon seyn, der weiß und fein ist, sich leicht arbeiten läßt und sich nicht rothbrennt. Es muß dieser Thon geschlämmt und nachher tüchtig geschlagen und fein zertheilt werden; zuletzt wird er äußerst sorgfältig getreten oder durch einander geknetet. Man fügt weder Sand noch Kiesel hinzu, sondern nur gestoßene alte Pfeifen, die schon gebrannt worden sind.

Um die Pfeifen zu formen macht man einen langen dünnen Wulst aus der Masse, ungefähr von der Größe eines Pfeifenstiels; diesen durchbohrt man, nachdem sie etwas fest geworden sind mit einem Eisendraht. Das eine Ende, welches den Kopf geben soll, bildet man ganz roh mit den Händen und drückt es nebst der Röhre in eine kupferne mit Fett bestrichene Form, welche man hierauf verschließt und unter eine Presse bringt. Es wird nun der Kopf mit dem Finger und zuletzt mit einem eisernen Kegel ausgehöhlt und alle überflüssige Thonerde herausgedrückt, während die Pfeife noch immer in der Form steckt und diese unter der Presse ist. Nun wird die Pfeife aus der Form genommen, mit der Hand gerade gerichtet, und mit einem Stück Horn und zuletzt mit einem Glättstein aus Achat polirt. Die fertigen Pfeifen werden auf Brettern getrocknet.

Die Pfeifen werden fast wie das Fayence in demselben Ofen gebrannt. Man stellt sie in zylindrische Kapseln, die gut verstrichen werden; sie sind darin mit dem Kopf nach unten pyramidenförmig aneinander gereiht und lehnen sich an einen mit Rinnen versehenen hohlen Kegel (chandelier), der von unten bis in die Mitte der Kapsel sich erhebt.

Ist der Pfeifenthon etwas eisenhaltig, so werden die Pfeifen beim Brennen röthlich. Um diesen Fehler zu verbessern muß man das Eisenoxyd in Oxydul verwandeln und dieß geschieht auf folgende Weise. Sind die Pfeifen im Ofen, so verschließt man alle obere Öffnungen und raucht sie an; hierauf werden sie roth geglüht. Man wiederhohlt diese Operation während des Brennens alle Stunden und erhält so die Pfeifen sehr schön weiß.

Da die Pfeifen keine Glasur haben und wenig gebrannt sind, so hängen sie sich leicht an die Zunge oder an die Lippen und schmutzen schnell. Durch eine Art Firniß, womit sie überzogen werden, vermeidet man diesen Übelstand. Man macht ein Gemenge von Seife, weißem Wachs und arabischem Gummi mit Wasser an, schmelzt es in der Wärme und taucht die Pfeifen hinein, die man hierauf mit einem wollenen Lappen reibt; sie erhalten dadurch einen Glanz, der ihnen ein schöneres Ansehen giebt und ihren Werth steigert.

Gemeines Fayence. (Faïences communes.)

1505. Die Masse desselben ist gewöhnlich porös, roth oder gelblich und die Glasur entweder gefärbt oder undurchsichtig weiß. Sie wird häufig aus eisenhaltigem oder kalkigem Thon und eisenschüssigem Sand gemengt, der selbst manchmal etwas Thon und kalkhaltig ist. Der angewendete Thon ist bald blau, bald roth, bald grünlich und kalkig; es ist eine Art Mergel, oder in manchen Fabriken fügt man demselben erst Mergel hinzu. Es scheint, daß das Email durch seine Leichtflüssigkeit auch leichter schmelzt und deshalb eher anhaftet. Die zugesetzte Mergelmenge kann bis auf 20 Prozent steigen, ohne nachtheilig zu werden. Diese Stoffe werden nie gemahlen, sondern nur geschlämmt. In jeder Fabrik mischt man die Bestandtheile in andern Verhältnissen; im Durchschnitt nimmt man gewöhnlich drei Fünftel Thon oder Mergel und zwei Fünftel Sand.

Bisweilen treibt man die Masse durch ein Sieb, dickt sie aber nicht wie die feine Fayencemasse mittelst Feuer ein, sondern läßt sie in Gräben, welche im Boden angebracht sind,

längere Zeit stehen; die Masse setzt sich darin ab, und das Wasser läßt man durch Seitenöffnungen ablaufen.

Der Ofen, in welchem das gemeine Fayence gebrannt wird, besteht aus zwei über einander befindlichen gewölbten Etagen; die untere ist sehr niedrig, und hat auf der einen Seite eine Öffnung, die als Schürloch dient. Das Gewölbe desselben ist mit Feuerkanälen versehen. Die obere Etage ist größer und in sie werden die Fayencegeschirre durch eine Seitenthüre eingesetzt, die nach dem Füllen des Ofens zugemauert wird; auch diese zweite Etage endigt sich in ein Gewölbe, in welchem sich Zuglöcher befinden. Die rohen Stücke werden in den obern Theil des Ofens gesetzt, aber die glasirten in den untern; man stellt sie ebenfalls in Kapseln. In die untere Etage wird gar kein rohes Geschirr gestellt. Man setzt die Stücke zuweilen ganz bloß über einander auf achteckige Platten von gebranntem Thon, die sich wieder auf Pfeiler von derselben Natur stützen.

Sobald die Stücke auf diese Weise in den Ofen gestellt sind, mauert man den Ofen mit Backsteinen zu und zündet das Feuer im untern Gewölbe an; die Flamme schlägt durch die Zuglöcher, und zirkulirt zwischen dem eingesetzten Geschirr. Sobald dieses anfängt rothzuglühen, wirft man kein Holz mehr unter das Gewölbe, sondern schichtet es queer auf die Öffnung, durch welche man es hineinwarf und zwar nach Art einer Böschung. Die Hitze nimmt nun außerordentlich schnell zu und das Geschirr ist nach Verlauf von dreißig oder sechs und dreißig Stunden gar gebrannt. Man nimmt die Stücke aus dem Ofen; die roh eingesetzten sind verglüht und die glasirten können nun in den Handel geliefert werden. Die verglühte Waare wird wie gewöhnlich mit Glasur versehen; diese besteht aus weißem Email. Man bereitet sie in Fabriken durch Zusammenschmelzen von Blei und Zinn, welche Legirung nachher in einem kleinen Flammofen in Oxyd verwandelt wird. Die Mischungsverhältnisse variiren; für das ganz ordinäre Fayence nimmt man 14 Thl. Zinn auf 100 Thl. Blei; für die feinen Waaren 20—25 Zinn auf 100 Blei. Das erhaltene Oxyd schmilzt man mit einer Fritte aus weißem Sand und Sodasalz zusammen.

Diese Fritte bereitet man in der untern Etage des Fayenceofens, während die Waare gebrannt wird; auf 100 Sand nimmt man 10—12 Sodasalz. Man hat die Erfahrung gemacht, daß sie weißer wird, wenn man sie nach dem ersten Glühen mit einer Kochsalzauflösung befeuchtet und noch einmal ins Feuer bringt. Ist die Fritte fertig, so mengt man sie zu gleichen Theilen mit dem Oxyd und schmelzt Alles in der untern Etage des Fayenceofens. Man glüht das Gemenge in einer Art von Kessel, der aus den Stoffen, woraus die Fritte zusammengesetzt wird, besteht. Auf diese Weise glüht man die Wände dieser kesselartigen Vertiefung zugleich und erhält die Fritte, während der Inhalt Email liefert. Das erhaltene Email wird mit Wasser gemahlen und dann durch die gewöhnlichen Methoden auf der verglühten Waare applizirt.

Wie bereits erwähnt worden, ist das ordinäre Fayence röthlich oder gelblich, außerdem ist es aber auch grob und porös; es verträgt den schnellen Temperaturwechsel ziemlich gut, vorzüglich wenn man der Masse sehr feines Cament von derselben Art oder viel feinen Sand zusetzt.

Diese Art von Fayence ist fast immer schmelzbar in hoher Temperatur, und wenn es viel Eisen und Kalk enthält, so schmilzt es schon bei niedrigern Hitzgraden, oder bläht sich wenigstens auf. Waare von so geringer Qualität erfordert eine sehr leichtflüssige Glasur. Ist aber dieses Fayence gut bereitet, so ist es ziemlich schön, vorzüglich wenn es nicht zu dick ist. Von Säuren und Fett wird es nicht angegriffen, allein es behält das schöne Ansehen gewöhnlich nicht lange, weil die ziemlich dicke Glasurdecke bei schnellem Temperaturwechsel leicht Risse bekommt, in welche sich das Fett hineinzieht und den Speisen, die man nachher darin zubereitet, einen unangenehmen Geschmack ertheilt; zuletzt springt die Glasur ab und die rothe Masse ist nun stellenweise unbedeckt, was mit der Weiße der Stücke übel kontrastirt.

1506. Das gewöhnliche Töpfergeschirr oder das sogenannte irdene Geschirr mit brauner, gelber oder grüner Glasur ist unter allen Töpferwaaren die schlechteste; die Masse ist grob, porös und zerbrechlich und die Glasur ist selbst zu-

weilen schädlich; sie besteht fast ganz aus geschmolzenem Bleioxyd, dem zuweilen Kupferoxyd oder Manganoxyd beigemischt wird. Läßt man in also glasirten Gefäßen saure Speisen stehen, oder erhitzt man das Fett stark in denselben, so wird die Glasur angegriffen und das Blei theilt sich den Speisen mit, die natürlich dadurch sehr schädlich werden.

Es ist dieß mithin eine sehr nachtheilige Eigenschaft dieses Geschirres; die Vortheile, die es darbietet, sind seine außerordentliche Wohlfeilheit und seine Feuerbeständigkeit, vermöge welcher es einen ziemlich schnellen Temperaturwechsel, ohne zu zerspringen, aushalten kann; der erstere Vortheil entspringt aus dem geringern Verbrauch von Brennmaterial wegen der Leichtflüssigkeit der Glasur.

Die Zubereitung und Anwendung der Glasur erfordert keine besondere Sorgfalt. Man nimmt Bleiglätte oder Schwefelblei (Bleiglanz), welche eine durchsichtige schmutzig gelbe Glasur geben; zuweilen färbt man sie durch Manganoxyd oder Eisenoxyd braun; Kupferoxyd ertheilt ihr dagegen eine grüne Farbe. Man reibt die Glasurmasse sehr fein ab, rührt sie im Wasser an, worin sie suspendirt erhalten wird und taucht dann die Stücke hinein.

Die Töpfer verfahren bei dem ganz ordinären Geschirr noch einfacher aber minder zweckmäßig. Sie lassen die Waare trocknen und ehe sie noch ins Feuer kommt, taucht man sie in Wasser, welches etwas Thon enthält; der Thon haftet auf der Oberfläche des Geschirrs und jetzt wird die Glasur darauf gesiebt und eingebrannt. Das Brennen der Masse und Einbrennen der Glasur wird so durch ein Feuer bewirkt. Dieß Verfahren ist zwar sehr ökonomisch, allein die Stücke sind oft fehlerhaft. *)

*) Die Bleiglasur ist vorzüglich dann nur schädlich, wenn man verhältnismäßig zu viel Bleioxyd dazu genommen, so daß dieses nicht durch die Kieselsäure gesättigt werden kann, mithin also freies Bleioxyd in der Glasur vorhanden ist, was leicht durch die Pflanzensäuren der Speisen aufgelöst werden kann. Dieser Fall tritt jedoch nicht ein, wenn die Glasur neutrales kieselsaures Blei enthält. Gewöhnlich mengen die Töpfer Bleiglätte und Thon in dem Verhältniß wie 5 zu 3, mahlen das Gemenge sehr fein und applizieren nun das im Wasser aufgeschlämmte Pulver auf das lufttrockne Geschirr. Um dem Nachtheil, welchen die unvorsichtige Anwendung des Bleioxyds zur Glasur

1507. Rothes Töpfergeschirr. Es ist dieses gemeines Fayence ohne Glasur und verhält sich zum glasirten ordinären Fayence ungefähr, wie die Pfeifen zum feinen Fayence. Da nun die Beschaffenheit der hierzu anwendbaren Erde sehr verschieden seyn kann, so begreift man auch sehr verschiedenartige Gegenstände unter diesem Namen. Man rechnet hierzu die meisten Blumentöpfe, viele kleine Schüsseln und anderes ordinäres, unglasirtes Geschirr, auch Gefäße von feinerer Masse, und endlich die berühmten etrurischen Vasen. Diese Art Töpfergeschirr, die noch sehr unvollkommen ist, wird aus einem eisenhaltigen Thon bereitet, der durch eine erforderliche Menge Sand oder Cäment von der nämlichen Waare seiner fetten Eigenschaft beraubt worden ist. In Sèvres verfertigt man ziemlich hübsches und leichtes Geschirr aus Thon von Arcueil und Sand. Zuwei-

---

mit sich bringen kann, zu begegnen, schlug man verschiedene bleifreie Glasuren vor, die aber meist nicht so wohlfeil und nicht so leichtflüssig als die Bleiglasur sind. Als Flußmittel giebt man diesen Glasuren Kali, Natron, Kalk, Borax oder Flußspath bei und verbindet sie mit Kiesel oder Thon. Solche bleifreie Glasuren erhält man durch Zusammenschmelzen von 5 calcinirtem kohlens. Natron und 9 Sand — von 4 geschlämmtem Lehm und 2 Flußspathpulver ꝛc. Ganz neuerdings hat der Hofhafner Leibl in München eine bleifreie Glasur erfunden, deren Einführung von Seite der Regierung in Bayern dringend empfohlen ward.

Man bereitet diese Glasur auf folgende Weise: 100 Theile konzentrirte Wasserglasauflösung (1402) von der Konsistenz eines dünnen Syrups wird mit einem Quantum Kalkmilch gemengt, welches 5—6 Theile Kalk enthält, und dann unter beständigem Umrühren zur Trockne abgedampft. Man erhält so ein grobes, zerreibliches Pulver, das gemahlen und gesiebt die Hauptmasse der Glasur bildet. Die Geschirre werden nun in Wasserglasauflösung getaucht und dann jene Glasurmasse, bestehend aus Kali, Kalk und Kieselerde, darauf gesiebt. Ist die Glasurmasse eingetrocknet, so wird aufs neue Wasserglasauflösung darüber gegossen, wodurch der Überzug nach dem Trocknen so fest wird, daß er nicht mit der Hand abgerieben werden kann. Die so zubereiteten Geschirre werden nun gebrannt und bedürfen kein stärkeres Feuer als die mit gewöhnlicher Bleiglasur versehenen. Einfacher und weniger umständlich verfährt man, wenn man statt der oben bezeichneten Glasurmasse ein leichtflüssiges Glas aus 100 Quarzpulver, 80 gereinigter Pottasche, 10 Salpeter und 20 gelöschtem Kalk schmelzt, pulverisirt und mit Wasserglasauflösung aufträgt und einbrennt. Diese Glasur ist sehr haltbar und widersteht nicht nur den vegetabilischen, sondern auch den mineralischen Säuren fast eben so wie gewöhnliches Glas. A. u. E.

len schlämmt man die Erde nur oberflächlich und mahlt dann die Masse auf der Mühle. *)

Werden die Gefäße aus rothem Thon zu Blumentöpfen bestimmt, so überzieht man sie noch mit einer bleihaltigen Glasur, damit das Wasser nicht durch die poröse Masse schwitze. Auf der Außenseite sind sie unglasirt; häufig werden sie auch nach Art der hetrurischen Gefäße mit schwarzen oder weißen Malereien versehen. Die Farben werden im Feuer eingebrannt. Die hetrurischen Vasen, die hinsichtlich ihrer edlen Form und der geschmackvollen, darauf befindlichen Figuren berühmt sind, wurden auf diese Weise verfertigt.

1503. Alcarazzas. In mehreren warmen Ländern der alten Welt wendet man, um das Wasser kühl zu erhalten, poröse Gefäße an, in welchen man diese Flüssigkeit aufbewahrt; es sickert nach und nach durch die zahlreichen feinen Poren und verdampft dann schnell an der Luft. Durch die beständige Verdunstung wird die Temperatur des Wassers um vier bis fünf Grade erniedrigt, wenn die der Luft 20—24° ist. Man kennt diese Gefäße in Spanien unter dem Namen Alcarazzas. Sie werden aus grobem sehr porösem Fayence verfertigt, und unglasirt nur schwach gebrannt. Das einfach verglühte Porzellan läßt ebenso wie die Alcarazzas das Wasser durchsickern und hält es frisch ohne ihm einen widrigen Geschmack zu ertheilen. Diese Abkühlung kann bis zu fünf Grad unter die Temperatur gehen, welche das Wasser anfangs hatte.

Diese Gefäße müssen demnach aus einem guten Thon bereitet werden, dem viel Sand beigegeben wird, um ihn porös zu machen. Durch schwaches Brennen des Thons erreicht man denselben Zweck, so wie auch durch Beimischen von Kohle, die während des Brennens verzehrt wird und eine poröse Thonmasse zurückläßt.

---

*) Aus solche Weise werden auch die Zuckerformen verfertigt; der Thon muß fein und gut seyn; die Masse wird ohne Glasur stark gebrannt. A. u. E.

Schmelztiegel. (Creusets.)

1509. Schmelztiegel nennt man überhaupt solche Gefäße, in welchen man gemisse Substanzen einer hohen Temperatur aussetzen will. Es giebt auch metallne Schmelztiegel, die man zuweilen nöthig hat, hier aber soll nur von den Thonschmelztiegeln die Rede seyn; nach ihrem Gebrauche theilt man diese in verschiedene Arten ein. Berühmt und von vorzüglicher Qualität sind diejenigen Tiegel, welche Graphit in ihrer Masse haben; sie vertragen eine hohe Temperatur, ohne zu schmelzen, reißen im Feuer nicht und widerstehen der Einwirkung vieler Substanzen.

Unter den Tiegeln, welche blos aus Thon bestehen, sind die Porzellantiegel undurchdringlich, allein sie zerspringen leicht im Feuer. Andere dagegen und zwar die meisten besitzen diese Eigenschaft nicht, sind dagegen aber porös; von grober Masse und halten den Temperaturwechsel sehr gut aus.

Die porösen Tiegel lassen zwar das Wasser durch, allein dieß schadet nicht, denn gewöhnlich sind sie nicht zur Aufnahme wäßriger Flüssigkeiten bestimmt; sehr hinderlich ist es jedoch in vielen Fällen, daß solche Tiegel beinahe alle in dem feurigen Fluß befindlichen Salze durchlassen. So fließen z. B. der Salpeter und das Kochsalz durch, während dieß bei Metallen und andern Produkten, die im Feuer unschmelzbar sind, nicht der Fall ist. Die porösen Schmelztiegel eignen sich am besten für die beiden Fälle, weil sie die meiste Hitze sowie den schnellsten Temperaturwechsel vertragen, ohne zu bersten. In den Laboratorien wendet man gewöhnlich die so berühmten hessischen Tiegel an, die als Grundtypus der porösen Tiegel gelten können; es giebt deren dreieckige und runde kegelförmige. Nach Berthier enthalten sie: Kieselerde 709, Thonerde 248, Eisenoxyd 38 nebst einer Spur von Magnesia.

Man fabrizirt sie in Großalmerode in Hessen aus feuerfestem, thonerdereichem Thon, welchem man viel Quarzsand beimengt und nachher brennt. Sie sind sehr feuerbeständig und vertragen ohne zu bersten den schnellen Temperaturwechsel; allein der große Kieselerdegehalt verursacht,

daß sie von der Bleiglätte und andern leicht schmelzbaren Metalloxyden angegriffen werden. Andrerseits eignen sie sich wegen ihres groben Korns nicht sonderlich zu Operationen, wo es darauf ankommt die Produkte sorgfältig zu sammeln, wie dieß z. B. bei edlen Metallen der Fall ist. Sie sind klingend, nicht dick, ziemlich fest und halten deshalb den Transport leicht aus. Die kleinen hessischen Tiegel können rothglühend in kaltes Wasser geworfen werden, ohne zu bersten. *) Seit einigen Jahren fabrizirt Beaufaye in Paris treffliche Schmelztiegel, die Berthier ebenfalls analysirte. Sie enthalten: Kieselerde 646, Thonerde 344 und Eisenoxyd 10.

Diese Schmelztiegel werden aus Thon von Audennes bei Namür gemacht, der nur mit Cäment von derselben Masse ohne Zuthat von Sand versetzt wird. Die Tiegel sind außen mit einer dünnen Lage von rohem, reinen Thon überzogen, wodurch die Oberfläche mehr Glätte erhält. Obgleich diese Tiegelmasse sehr dicht ist, so kann sie doch leicht den schnellen Wechsel der Temperatur vertragen, und ist auch feuerbeständiger als die hessische. Da sie auch weniger Kieselerde als diese enthält, so werden die Tiegel von Beaufaye auch weniger vom geschmolzenen Bleioxyd angegriffen. In mancherlei Beziehung sind also dieselben den hessischen vorzuziehen, allein sie sind nicht so fest als diese und halten deshalb den Transport weniger aus.

Die Tiegelmasse wird gewöhnlich aus rohem und aus gebranntem Thon verfertigt, der erstere bindet und der zweite dient als Cäment. Der gebrannte feuerfeste Thon wird gröblich zerstoßen oder zwischen zwei vertikal laufenden Steinen zerdrückt und dann gesiebt. Für die großen Tiegel dürfen die Cämentkörner höchstens eine Linie und für die kleine eine halbe Linie im Durchmesser haben. Der rohe Thon wird durch Sieben und Schlämmen von den fremdartigen Körpern geschieden. Man mengt dann drei Theile gebrannten und einen Theil rohen Thon wohl durch einander, entweder auf einer Mühle oder durch Treten.

*) Neuerdings werden in Elwangen (Würtemberg) Schmelztiegel verfertigt, welche den hessischen an Güte gleich kommen sollen. A. u. E.

Der Cämentzusatz verhindert das Reißen der Tiegel während des Trocknens oder Brennens, so wie er auch gegen das Zerspringen bei Temperaturwechsel schützt. Es ist dieß überhaupt eine Eigenschaft der porösen Masse. Das Cäment kann auch durch gröblich zerstoßene Koke oder Tiegelscherben und durch gesiebten Sand ersetzt werden; zuweilen wendet man rohen und gebrannten Thon nebst Tiegelscherben zugleich an.

Das Formen der Tiegel ist sehr einfach. Man nimmt ein glatt abgedrehtes Formholz (Dorn), bestäubt es mit feinem Thonpulver und formt die Tiegel über demselben. Der flache Boden wird durch einige Schläge mit einem hölzernen Spatel gebildet. Sind die gefertigten halb trocken, so steckt man den Dorn aufs Neue hinein, schlägt sie mit dem Spatel noch fester und läßt sie dann langsam austrocknen.

Für kleine Schmelztiegel wendet man Messingformen an. Man drückt einen Klumpen Thon in die hohle Form und preßt nun mittelst eines Preßstockes den mit hervorstehenden Rändern versehenen Dorn in denselben hinein. Der Dorn bildet nun den innern, hohlen Theil des Tiegels und drückt die überflüssige Thonmasse neben heraus, indem dann der geformte Tiegel den Raum zwischen der hohlen Form und dem Dorn ausfüllt. Unten an der Form befindet sich eine bewegliche konische Scheibe, die den Boden desselben bildet; will man den geformten Tiegel herausnehmen, so drückt man nur den mobilen Boden der Form nach innen in die Höhe, so bald der Dorn herausgezogen ist. Die Tiegel, welche man in der Münze zu Paris anwendet, werden auf diese Weise gemacht; man nimmt zwei Theile gebrannten, pulverisirten und einen Theil frischen Thon von Forges dazu. Große Tiegel lassen sich nicht wohl auf diese Art formen; das in der Masse enthaltene Wasser sondert sich hier und da aus und verursacht dann Blasen. Es ist auch schwierig die Tiegel unverletzt aus der Form zu bringen, da sie sehr fest in dieselbe hineingepreßt werden. *)

*) Große Tiegel werden dennoch auf diese Weise in England zur Fabrikation des Gußstahls verfertigt. Die Formen sind den oben beschriebenen ganz

Man kann auch die Tiegel in Gypsformen nach Camerons Angabe gießen. Zu dem Endzweck macht man den Thon mit Wasser zu einem dünnen Brei an, und läßt diesen durch ein Sieb laufen. Von dem sich aus der Flüssigkeit absetzenden Thon wird das Wasser abgegossen und zu 17 Thl. des ersteren fügt man 7 Thl. Sand oder Cäment. Mit diesem Brei füllt man trockne Gypsformen und läßt denselben ¼ Stunde darin; hierauf gießt man die rückständige Flüssigkeit ab, läßt die an der Form sich abgesetzte Thonrinde trocknen und wiederhohlt dieselbe Operation noch ein oder zweimal, je nachdem man den Tiegel dicker haben will. Ist der Tiegel trocken genug, so nimmt man ihn aus der Form, und trocknet diese wieder, um sie aufs Neue gebrauchen zu können.

Um ganz große Tiegel herzustellen, formt man Thonzylinder und höhlt diese dann aus. Sind die Tiegel trocken, so brennt man sie gleich dem andern Thongeschirr im Töpferofen, ohne sie übrigens so stark zu glühen, daß sie auf der Oberfläche verglasen, weil sie dadurch leichter im Feuer reißen. Es genügt schon, wenn sie so fest sind, daß sie den Transport aushalten können, denn sie brennen sich später bei ihrem Gebrauche von selbst fester.

Die festen Tiegel können feuerbeständig und undurchdringlich seyn, sind aber dann gewöhnlich dem Zerspringen unterworfen, wenn sie erkalten. Man verfertigt sie aus sehr fein pulverisirtem feuerfesten, gebrannten Thon (Cäment) und etwas frischem Thon. Ein Gemenge von 2 Thl. feuerfestem Cäment und 1 Thl. frischem Thon von derselben Beschaffenheit giebt feste Tiegel. *) Der Thon von Saveignies bei Beauvais giebt ohne Sand oder Cäment schon allein sehr feste Tiegel, wenn man sie so stark brennt, daß sie zu verglasen anfangen.

ähnlich, nur mit dem Unterschied, daß der Dorn unten in eine Spitze sich endigt, die in eine, im Zentrum des Bodens der Form befindliche Öffnung paßt. Es wird dadurch eine zentrale Stellung des Dorns in der Form bedingt, wodurch auch die Tiegelwände gleich dick werden müssen. A. u. E.

*) Nach demselben Grundsatze werden auch die Glashafen verfertigt. (S. Anmerkung zu §. 1451.) A. u. E.

Diese Tiegel sind nicht besonders feuerfest; sie müssen sowohl beim Erhitzen als beim Abkühlen sehr vorsichtig behandelt werden, da sie bei etwas raschem Temperaturwechsel sehr leicht springen; sie lassen übrigens diejenigen Körper, welche im feurigen Flusse am Thon adhäriren, nicht so leicht durchdringen. *)

Ziegel, Söllersteine und andere gebrannte Thonwaare. (Des tuiles, des carreaux etc.)

1510. Die Ziegel und Söllersteine können aus jeder Art von Thon gemacht werden. Man hat weder eine feine Masse, noch einen feuerfesten Thon nöthig, es können also zu diesem Behufe sehr verschiedene Erden genommen werden.

Um den Thon zuzubereiten, bringt man ihn in eine hölzerne Kufe, in welcher sich eine senkrechte Achse befindet, die mit Armen versehen ist, welche in einer Spirallinie angebracht sind. Diese Arme haben Messer, die parallel der Achse stehen. Durch ein Pferd wird die Achse in Bewegung gesetzt und der Thon in Stücke zerschnitten und mit Wasser eingerührt. Aus einer Seitenöffnung läßt man die Masse sodann heraus, und tritt sie; sie wird nachher in kleineren Platten geformt und dem Former zugelangt. **) Dieser formt die Ziegel in hölzernen aus 4 Leisten zusammengesetzten Rahmen, an welchen die eine Seite ausgeschweift ist, und auf deren Boden, der Rundung gegenüber, eine Vertiefung sich befindet, die den Hacken oder die Nase des Ziegels bildet. Die Form ist innen stets größer als der Ziegel werden soll, weil der Thon beim Brennen schwindet. Mit

*) Die berühmten Graphittiegel, die sowohl ihrer Dauerhaftigkeit, als ihrer Feuerbeständigkeit wegen von allgemein anerkannter Güte sind, werden in Hafnerszell bei Passau aus einem Gemenge von feuerfestem Thon und Graphit verfertigt und von da in die entferntesten Länder versendet. A. u. E.

**) In Deutschland wird der Ziegelthon nur eingesumpft und nach längerem Weilen im Sumpfe tüchtig durch einander getreten und daraus die fremdartigen Körper, wie Wurzeln, Steine ꝛc. gesondert; im Fall er zu fett seyn sollte, so mengt man ihm Sand bei, sehr häufig aber findet man die Ziegelmasse schon in der Natur von gehöriger Beschaffenheit als Lehm. A. u. E.

dem Streichholze fährt man über die in die Form eingedrückte Masse hin, um den überflüssigen Thon zu entfernen. Die fertigen Ziegel werden nun in die Ziegelscheune auf Bretter zum Trocknen gebracht. Haben sie die nöthige Festigkeit erlangt, so nimmt sie ein Arbeiter, schlägt sie nach einander auf die Fläche und auf die Kante und stellt sie dann auf die letztere, damit sie noch besser austrocknen, und weniger Raum einnehmen.

Auf gleiche Weise verfährt man bei Verfertigung der Söllersteine; um aber die Seiten derselben recht gleich und die Kanten scharf zu machen, beschneidet man sie, nachdem sie geformt und fast ganz trocken sind, mit einer hölzernen an den Rändern mit eisernen Messern versehenen Form.

Die Ziegel und Söllersteine werden in viereckigen Öfen gebrannt, welche aber mit einem gedrückten Bogengewölbe bedeckt sind, in dem sich die Zuglöcher befinden. Die Schürlöcher sind unten an einer Seite des Ofens angebracht. Diese Öfen sind verschieden eingerichtet; gewöhnlich werden die Ziegel auf einen rostähnlichen Boden gestellt, durch welchen die Flamme eindringt. Ein Ofen, welcher sechzehen Tausend Ziegel faßt, muß 48 Stdn. lang geschürt werden, um sie gar zu brennen; zum Abkühlen des Ofens sind dann drei Tage nöthig.

Will man die Ziegel oder Söllersteine eisengrau oder schwärzlich haben, wie sie in Holland gebräuchlich sind, so raucht man sie an; zu diesem Behufe wirft man, nachdem sie bereits gar gebrannt sind und noch rothglühen in die Schürlöcher grünes, noch mit Blättern versehenes Büschelholz; man mauert dann alle Öffnungen des Feuerplatzes zu und bedeckt die Zuglöcher mit Backsteinen, auf welche man noch eine dicke Schicht feuchten Sandes wirft. Der Ofen wird erst nach zehen Tagen aufgemacht und die Ziegel dann herausgenommen.

Da die Ziegel ihrer Porosität wegen das Wasser sehr leicht einsaugen, und dann durch den Frost leicht zerstört werden, sowie auch durch die Moose, welche gerne darauf wachsen, so hat man sie gleichfalls glasirt. Man hat vorzüglich in Holland das Glasiren der Ziegel eingeführt und nimmt dazu

zwanzig Theile gemahlene Bleiglätte und drei Theile Manganüberoxyd, dem man im Wasser zerrührten Thon zufügt, um daraus einen Brei anzumachen, der so dick ist, daß eine kleine Thonkugel sich nicht in denselben einsenkt. Diese Mischung gießt man auf die eine Fläche der rohen getrockneten Ziegel und stellt solche dann so in den Ofen, daß sie einander mit der glasirten Fläche nicht berühren und die heißesten Stellen im Ofen einnehmen.

Backsteine. (Des briques.)

1511. Die Backsteine werden auf sehr verschiedene Weise benützt und es werden deshalb auch zu ihrer Bereitung verschiedenartige Erden gebraucht. Bald werden die Backsteine statt der gewöhnlichen Mauersteine zum Bauen angewendet; in diesem Falle brauchen sie nur schwach gebrannt und von großer Masse zu seyn. In vielen andern Fällen werden sie zur Konstruktion der Essen gebraucht und müssen dann von feuerfestem Thon seyn; sie werden dann auch stärker gebrannt und müssen möglichst gegen Risse verwahrt werden. Ferner werden die Backsteine oft zu feuerfesten Bauten verwendet und müssen dann nicht nur eine hohe Temperatur aushalten können, sondern müssen auch der Einwirkung kräftiger Flußmittel widerstehen.

Fast überall findet man Thon, der sich zur Anfertigung der Backsteine eignet. Im aufgeschwemmten Lande, in welchem sich keine Steine finden, kommt gerade dieser Thon sehr häufig vor. In Holland fischt man mit taschenförmigen Netzen den Schlamm heraus, der sich auf dem Grund der Yssel befindet und verwendet ihn zu Backsteinen.

Der fette plastische Thon kann nicht allein zu Backsteinen angewendet werden, weil er sich beim Trocknen und Brennen krumm zieht; übrigens braucht man auch nicht immer einen unschmelzbaren Thon hierzu. Ist der Thon zu fett, so muß er durch Zufügen von Sand magerer gemacht werden. Hat man einen nicht allzu kalkhaltigen oder zu eisenhaltigen Thon, dem man kalkfreien Sand zugiebt, so erhält man Backsteine, die ziemlich stark gebrannt werden dürfen, ohne zu schmelzen. Sie werden so hart, daß sie am Stahle Feuer geben,

sind ungemein dauerhaft und können deshalb auch allein nur zur Konstruktion von Öfen gebraucht werden, die eine große Hitze auszuhalten haben; hierher sind die burgunder Backsteine zu zählen, welche aus plastischem Thon verfertigt werden. Die gewöhnliche Dammerde oder die gemeine gelbe Mergelerde, die aus Sand, Kreide und Thon besteht, dient an vielen Orten zur Verfertigung der Backsteine; allein diese Steine sind porös, zerreiblich und von geringer Dauerhaftigkeit; sie können auch keine hohe Temperatur vertragen, ohne zu schmelzen.

Die Backsteine, welche in London zu fast allen Gebäuden angewendet werden, macht man immer am Bauplatze selbst aus der dort befindlichen Erde und fügt gesiebte Steinkohlenasche hinzu.

Ist die Erde gegraben, so läßt man sie gewöhnlich mehrere Monate lang an der Luft liegen und setzt sie der Sonne und dem Regen und selbst dem Froste aus, so daß sie tüchtig durchfriert. Vor dem Gebrauche wird sie getreten, nachdem man sie auf einem ebenen Boden gebracht und mit Wasser angefeuchtet hat. Man wiederhohlt diese Operation zwei bis dreimal und der Thon ist nun zum Formen fertig.

Die Formen sind hölzerne Rechtecke, die nur aus senkrecht stehenden Brettchen zusammengefügt sind; bisweilen sind diese so lang, daß man zwei Backsteine auf einmal darin formen kann, und dann durch eine Queerleiste getrennt. Der Former bestreut die Form mit Sand, und stellt sie auf eine Tafel, die gleichfalls mit Sand bestreut ist, damit sich der Thon nicht anhänge. In jede Form wird der weiche Thon hinein gepreßt und dann mit dem Streichholz der überflüssige abgestrichen. Sobald der Backstein fertig ist, wird er vom Lehrling mit der Form weggetragen und auf den ebenen Boden der Ziegelscheune gestellt, welcher auch mit Sand bestreut ist. Das Formen geht sehr schnell; ein tüchtiger Arbeiter kann mit Hülfe von Handlangern 9—10000 Backsteine in einem Tage formen.

Sobald die Backsteine so fest geworden, daß sie sich vom Boden wegnehmen lassen, ohne ihre Form zu verlieren, bringt man sie auf die über einander aufgestellten Bretter,

wo sie nach und nach gänzlich austrocknen. Zu schnelles Austrocknen schadet den Steinen, der Regen aber noch mehr, weshalb man beides zu vermeiden suchen muß. *) Man hält den Regen gewöhnlich durch darüber gelegte Strohmatten ab.

Der Brennofen, in welchem man die Steine mittelst Steinkohle brennen will, wird selbst aus ungebrannten Steinen aufgebaut und nur die Grundmauer desselben wird aus gebrannten Steinen aufgeführt. Er besteht aus sieben Grundschichten; auf diese Basis setzt man gewölbte, lang und parallel laufende Feuerkanäle. Alle Backsteine werde auf die hohe Kante gestellt und jede neue Schicht kreuzt die untere unter einem rechten Winkel; auf die Grundmauer des Ofens, die aus gebrannten Steinen besteht, werden rohe Backsteine gesetzt. Zwischen der sechsten und siebenten Schicht wird eine Lage Steinkohlen ausgebreitet. Man bringt nun Feuer in die Schürkanäle und zündet das Holz an. Es wird hierauf der Ofen weiter aufgebaut, indem man neue Schichten Steine darauf setzt, und zwischen je drei solcher Schichten eine Lage Steinkohle ausbreitet. Die Wände des Ofens müssen sehr regelmäßig aufgeführt werden, damit sie nicht zusammenfallen können. Außen werden die Mauern mit Lehm überkleidet. Während nun der Ofen oben ausgebaut wird, werden schon die u tern Schichten gebrannt.

Da ein solcher Ofen auf freiem Felde aufgeführt wird, so ist er schwierig während des Brandes zu behandeln, da Windstöße ihm sehr schaden können. Man schützt ihn dagegen, indem man die Feuerkanäle, in welche das Holz zum Anzünden der Kohle gebracht wird, je nach Bedürfniß öffnet und schließt.

Die im Innern befindlichen Steine sind stets mehr gebrannt als die äußern und da sie auch mehr schwinden, so sinkt der Ofen in der Mitte mehr zusammen, als außen herum; der Ofenanrichter (enfourneur) schichtet daher, um

*) Der letztere Nachtheil kann nur dann Statt haben, wenn man im Freien auf dem Felde arbeitet; dieß ist jedoch in Deutschland selten der Fall, weil man die Ziegel- und Backsteine meistens in eigens dazu erbauten Ziegelscheunen oder Hütten verfertigt. A. u. E.

ein Gleichgewicht herzustellen, anfangs schon die Mitte höher als die äußern Wände, und zwar dadurch, daß er die an der Mauer befindlichen Steine auf die breite Fläche legt und die innere auf die hohe Kante stellt. Ein solcher Ofen ist gewöhnlich aus 400000 Steinen erbaut und bedarf 20—25 Tage zum Brennen.

Brennt man die Backsteine mit Holz, so liegen die Schürlöcher tiefer, und sind gewöhnlich in den Boden niedergesenkt; es sind zwei bis drei gewölbte Kanäle. Das Gewölbe derselben ist mit 9 bis 12 Öffnungen versehen, durch welche die Flamme nach oben in den Ofen zieht. Der Ofenraum selbst bildet ein vierseitiges Prisma; die Seitenmauern desselben sind massiv aus gebrannten Steinen aufgeführt. Bisweilen sind die äußern Mauern doppelt und der Zwischenraum ist mit verschiedenen Körpern ausgefüllt. Es wird durch diese Einrichtung die Wärme besser zusammengehalten. Der innere Ofenraum wird mit rohen getrockneten Steinen ausgefüllt, welche auf die hohe Kant gestellt werden, indem man kleine Zwischenräume läßt, damit die Flamme besser durchziehen kann. Die Steine jeder Schicht kreutzen die der untern Schicht, und gewöhnlich läßt man die Steine selbst 2—3 Fuß über die Mauer des Ofens hinausragen. Anfangs schürt man sehr langsam und verstärkt das Feuer nur allmählig, bis endlich die Schürlöcher hellroth glühen. Ein solcher Brand dauert nur 3—4 Tage.

In Holland brennt man die Backsteine mit Torf. Der Brennofen ist ein gleichseitiges Viereck aus 4 starken, 2 Meter dicken Backsteinmauern aufgeführt. In einer Mauer ist eine Thüre zum Einsetzen der Steine offen gelassen. Die zwei Seitenmauern, welche links und rechts von dieser Thüre stehen, haben sechs, acht oder auch zwölf Öffnungen an der Basis, die einander gerade gegenüber angebracht sind.

Auf den Grund des Ofens werden einige Schichten gebrannter Steine auf die hohe Kante gelegt. Man läßt den Öffnungen gegenüber einen Kanal, der je zwei derselben mit einander verbindet, sich weiter oben verengert und sich zuletzt in ein Gewölbe endigt. Diese Gewölbe sind die Feuerstellen, welche den Torf aufnehmen. Sobald der Ofen ganz gefüllt ist, mauert man die Thüre zu und verschließt alle Öff-

nungen auf einer Seite. Man wirft nun grobfaßrigen friesischen Torf in die Schürlöcher, der mit langer heller Flamme brennt und weniger Asche als die übrigen Torfarten hinterläßt.

Sobald die eine Seite des Ofens, durch welche man den Torf hineinwirft, hinreichend heiß ist, so schließt man die Schürlöcher und öffnet die auf der andern Seite, in welche man nun das Brennmaterial wirft. Ein solcher Ofen ist drei bis vier Wochen im Gange und bedarf zum Abkühlen, ehe man die Steine herausnehmen kann, gleichfalls drei Wochen. *)

Die Backsteine verlieren sowohl beim Trocknen als beim Brennen bedeutend an Gewicht; der Gewichtsverlust ist aber verschieden nach der verschiedenen Qualität derselben. Man darf den Verlust durch Trocknen auf 23 Prozent und den nachher durch Brennen erlittenen noch auf 5 Prozent weiter annehmen.

Gute Backsteine sind klingend, ohne Blasenräume und ganz dicht; **) sie müssen so hart seyn, daß sie am Stahl Funken geben.

---

*) Ein holländischer Ofen, wie er hier beschrieben ist, faßt 1200000 größere und kleinere Backsteine, die sehr ungleich gebrannt werden. Die zunächst den Feuerkanälen liegenden Steine backen zu festen, ganz verglasten Klumpen zusammen, während die obersten nicht durchgebrannt und ganz weich und zerreiblich sind. Man sortirt jeden Brand in 8—10 Sorten von verschiedener Härte und Farbe, welche auch zu sehr verschiedenen Zwecken angewendet werden. Die härtesten Steine werden zum Pflastern der holländischen Landstraßen gebraucht und bilden eine vortreffliche Chaussee. Zu diesem Behufe werden sie alle auf die hohe Kante gestellt. Das Tausend solcher festen Steine, von denen 2200 auf die Quadratruthe gehen, kostet in der Nähe von Rotterdam fl. 6. holl. Courant. Die verglasten Klumpen werden bei Wasserbauten zum Ausfüllen der Wasserwehre gebraucht, die weichern Steine aber werden zum Bauen der Häuser und anderer Landbauten verwendet. A. u. E.

**) Neuerdings hat man auch zu gewissen Zwecken leichte, poröse Backsteine verfertigt. In Metz lieferte ein Fabrikant unseres Wissens zuerst dergleichen, die unbeschadet der Festigkeit doch ungemein leicht sind und deshalb sich zur Konstruktion von Gewölben ganz vorzüglich eignen. Das Verfahren wird jedoch noch geheim gehalten; wir vermuthen, daß die rohe Masse mit organischen Körpern, wie etwa mit Sägespänen ꝛc. vermischt und dann gebrannt wird.

Eine andere Art Backsteine sind die feuerfesten Charmottesteine, welche zum Bau der Öfen, z. B. der Porzellan- Fayence- Gußstahl- Öfen ꝛc.

Der Gebrauch der Backsteine ist sehr mannigfaltig; man gebraucht sie überall statt der natürlichen Steine, wo dieses Baumaterial mangelt. In London und in einem grossen Theil von England, sowie in Holland werden ungeheure Massen davon verbraucht.

---

unentbehrlich sind. Man verfertigt diese Steine aus feuerfestem Thon und Cäment von derselben gebrannten Masse, die vorher gepocht worden. Gewöhnlich sind sie ein Nebenprodukt in Porzellanfabriken, wo solche nicht nur zum eigenen Gebrauche, sondern auch zum Verkauf verfertigt werden, wie dieses in Berlin, München und anderen Porzellanmanufakturen der Fall ist. A. u. E.

Erwähnung verdienen hier auch die künstlichen Steinmassen des Hrn. Feilner in Berlin. Dieser berühmte Töpfer verfertigt seit einer Reihe von Jahren verschiedene, zu architektonischen Gliedern, Verzierungen, Basreliefs ꝛc. brauchbare Gegenstände aus wohl durchgearbeiteter Backsteinmasse. Der Thon wird mit Wasser eingerührt, durch Siebe getrieben und geschlämmt; dieser wird sodann mit dem zwei- oder dreifachen seines Gewichtes Cäment von Ofenkachelscherben gemengt und wohl durch einander gearbeitet. Man läßt ihn dann eine Zeit lang zerschnitten in feuchten Kellerräumen liegen und formt ihn in Gyps- oder gebrannten Thonformen. Gebrannt werden die geformten Stücke in liegenden Etageöfen, von 2 bis 3 übereinander angebrachten länglich-viereckigen Öfen, deren jeder seine eignen Feuerungen hat; auch in runden Öfen, welche den englischen und französischen Steingutöfen ähnlich construirt sind.

Die künstliche Steinmasse, aus welcher auch Gesimse, Vasen, Schalen, Figuren, Kandelaber nach antiken Mustern gefertigt werden, leiden nicht von der Witterung und stehen in Frost und Nässe, wie bereits mehrjährige Erfahrung in Berlin gelehrt hat. (S. Schubarth Elemente der technischen Chemie. Bd. I. S. 491.) A. u. E.

Capitel XI.

Enkaustische Malerei. — Malerei auf Porzellan, Glas, Fayence und Email. Applikation der Metalle auf verschiedene Stoffe.

1512. Es ist eine bekannte Sache, daß man auf die Töpferwaare, auf Glas, und auf Email sehr verschiedene, schöne Farben so befestigen kann, daß sie der Einwirkung sowohl der Luft als des Wassers, sowie der kräftigsten Reagentien zu widerstehen fähig sind. Man erzielt dieses Resultat mittelst verschiedener Metalloxyde, welche mit Flußmitteln versetzt werden. Diese Schmelzfarben sind daher gewöhnlich Kieselglas oder borsaures Glas, welche mit färbenden Metalloxyden verbunden werden. Letztere werden vom geschmolzenen borsauren oder kieselsauren Salz eingehüllt und bilden dann eine anscheinend homogene Farbe. Trägt man das pulverisirte Farbengemisch mit dem Pinsel auf den zu bemalenden Körper, und setzt dann das Ganze einer bedeutenden Hitze aus, so schmilzt das Glas und befestigt sich auf das bemalte Stück.

Es folgt daraus, daß die verglasbaren Farben nur auf solche Körper applizirt werden können, auf denen sie, in den Fluß gebracht, fest adhäriren; mithin müssen sie selbst schmelzbar seyn; es dürfen also keine flüchtigen, im Feuer zersetzbaren Substanzen genommen werden, und diese müssen ferner leichtflüssiger seyn als die Körper, auf welchen sie aufgetragen werden, und müssen sich im Feuer ungefähr ebenso ausdehnen, damit sie nach dem Einbrennen während des Erkaltens nicht Risse bekommen. Diese Farben müssen endlich an der Luft und im Wasser unveränderlich seyn, oder es wenigstens durch das Einbrennen erst werden.

Diese Bedingungen beschränken die Zahl der zu dieser Art von Malerei anwendbaren Stoffe bedeutend. Außerdem sind noch andere nicht minder wichtige Bedingungen vorhanden, welche gleichfalls die zu erwählenden Stoffe beschränken. Verschiedene färbende Substanzen reagiren z. B. im Feuer dergestalt auf einander, daß sie sich verändern; es ist deshalb rathsam sie entweder gar nicht oder nur höchst selten anzuwenden.

Es hängt ferner auch viel von der Natur der Masse ab, auf welcher man die Farben applizirt. Das Porzellan z. B. enthält Kali, welches auf viele Farben reagirt; beim Glas ist es derselbe Fall, und Fayence und Email wirken mittelst ihres Bleioxydes auf viele derselben, weshalb die Praxis in der letztern Beziehung eine Menge merkwürdiger Fälle aufzuweisen hat, auf die man bis jetzt noch keine sichere Theorie anwenden kann.

Die Glasmalerei hat den Zweck große Fenster zu verzieren und muß daher transparent seyn. Es müssen deshalb auch die Farben durchscheinen, was aber bei der Malerei auf Porzellan, Fayence und Email nicht nöthig ist. Im letztern Fall sucht man sogar das Gegentheil zu erzielen, damit die Farben ihre Reinheit unverändert erhalten und nicht durch den Rester des weiß durchschimmernden Grundes verlieren, auf welchem sie applizirt sind. Könnte das Licht bis auf diesen durchdringen, so würde es sowohl von der Oberfläche der Farbe als von der weißen Unterlage reflectirt und dadurch müßte das Bild undeutlich werden.

1513. Die in der enkaustischen Malerei gebräuchlichen Stoffe sind:

Für Blau . .	—	Kobaltoxyd
Für Roth . .	—	Kupferoxydul, Cassius'scher Goldpurpur, Eisenoxyd.
Für Grün . .	—	Chromoxyd, Kupferoxyd, ein Gemisch von Kobaltoxyd, antimonichter Säure und Bleioxyd.
Für Gelb . .	—	Uranoxyd, chromsaures Blei, gewisse Verbindungen von Silber, Verbindungen der antimonichten Säure und

des Bleioxydes, oder auch des basisch schwefelsauren Eisenoxydes.

Für Violett . . . — Das Manganoxydul, der Cassius'sche Goldpurpur.

Für Schwarz . — Ein Gemenge von Eisenoxyd, Mangan- und Kobaltoxyd.

Für Weiß . . — Das gewöhnliche Email.

Die Temperatur, bei welcher diese verschiedenen Farben eingebrannt werden, variirt sehr. Die meisten bedürfen nur ein Feuer, in welchem das Silber noch nicht schmilzt; andere dagegen erfordern die Hitze des Porzellanofens selbst. Es geht daraus hervor, daß auch die Flüsse sehr verschieden seyn müssen. Wir wollen nun, indem wir die einzelnen Fälle aufzählen, in das Detail dieses interessanten Zweiges der praktischen Chemie eingehen.

Malerei auf Feldspathporzellan.

1514. Die für das harte Porzellan bestimmten Farben können in zwei Abtheilungen gebracht werden. Beide werden auf das gebrannte und bereits glasirte Porzellan aufgetragen; allein die eine Gattung wird der hohen Temperatur des Porzellanofens ausgesetzt, die andere dagegen wird in der Rothglühhitze eingebrannt, bei der das Silber noch nicht schmilzt. Man unterscheidet deshalb das Einbrennen 1.) im Porzellanofenfeuer und 2.) unter der Muffel. Man brennt nämlich die Farben unter der Muffel ein, damit sie gegen die direkte Wirkung der Flamme und Asche geschützt werden. Die erstern sind nur wenige, dagegen ist die Anzahl der letzteren bedeutend.

1515. Farben für das Porzellanofenfeuer. Bis jetzt kennt man nur drei Farben, welche in dieser großen Hitze bei gleichzeitiger Einwirkung der Kieselerde und der Luft unverändert bleiben. Es ist dieses das blaue Kobaltoxyd, das grüne Chromoxyd und das durch Vermischen von Manganoxyd und Eisenoxyd erzeugte Braun. Gewöhnlich werden diese Farben zur Herstellung eines gleichfärbigen Grundes angewendet. Da sie vollkommen verglasen, so können sie tief in die Glasur des Porzel-

lans eindringen, weshalb auch die Züge, welche mit diesen Farben gemacht, Erhöhungen an den Rändern haben. Das Chromoxyd giebt jedoch sehr feine und reine Striche und läßt sich deshalb zu ganz ausgeführten und vollendeten Zeichnungen anwenden. Da die Temperatur beim Einbrennen so bedeutend ist, daß der Feldspath dabei schmelzt, so wendet man diesen auch als Flußmittel an.

Man mischt die Hauptfarben dieser Gattung folgendermassen:

Indigoblau . .	Kobaltoxyd	4 Thl.
	Feldspath	7 „

Beide Stoffe werden fein gestoßen und wenigstens viermal durch ein Haarsieb geschüttelt. Man schmelzt sie dann in einem Schmelztiegel im starken Feuer der untern Etage des Porzellanofens.

Blaßblau . . .	Kobaltoxyd	1 Thl.
	Feldspath	30 „

Es wird wie das Indigoblau zubereitet.

Brongniart hat beobachtet, daß das Kobaltblau nicht nur tief in die Glasur eindringt, sondern sich auch verflüchtigen kann. Stellt man z. B. ein weißes Gefäß in die Nähe eines blauen, so wird ersteres auf der dem blauen Stücke zugewandten Seite selbst bläulich gefärbt. Das Kobaltblau ist vielen Unfällen unterworfen. Zuweilen fließt die Farbe in ganze Tropfen zusammen, gleich einem fetten Körper auf einer feuchten Unterlage. Bisweilen wird das Blau matt und gleich Eierschalen rauh auf der Oberfläche. Zuweilen ist es auch mit Metallkörnern ꝛc. erfüllt. Da man die Ursachen dieser Erscheinungen nicht kennt, so weiß man ihnen auch nicht zu begegnen.

Grün . . . . . Das grüne Chromoxyd wird auf das gebrannte, glasirte Porzellan ganz rein aufgetragen und im Scharffeuer eingebrannt.

Das Chromgrün durchdringt die Glasur niemals. Es adhärirt also weniger als das Kobaltblau, weshalb es denn auch zuweilen sich abschiefert.

Bläulich grün .	Kobaltoxyd	3 Thl.
	Chromoxyd	1 „

Man mischt es mit $\frac{1}{10}$ Feldspath, und wendet es fein pulverisirt im ungeschmolzenen Zustand an.

Mit verschiedenen Mischungen von Eisen und Mangan erzeugt man Braun; fügt man noch Kobaltoxyd hinzu, so erhält man ein Schwarz, was im Scharffeuer steht. Das schöne Schwarz erhält man sehr schwierig.

1516. Muffelfarben. Diese werden in einer Hitze eingebrannt, welche den Schmelzpunkt des Silbers nicht erreicht. Sie werden in einer Muffel dem Feuer ausgesetzt, die man früher aus Gußeisen verfertigte, wozu man jetzt aber allgemein gebrannten Thon nimmt. Man heizt die Muffel mit Holz.

Da man bei diesem Einbrennen nur eine ziemlich niedrige Temperatur anwendet, so müssen die Farben leichtflüssig seyn, allein dieß ist gerade in vieler Hinsicht nachtheilig, da dieselben nicht so dauerhaft und glänzend werden; man ist hierin aber vorzüglich durch diejenigen Farben beschränkt, welche Cassius'schen Purpur enthalten. Diese Farbe kann, wenn sie sich nicht verändern soll, nur einen bestimmten Hitzgrad aushalten, man mußte also den übrigen solche Flußmittel beigeben, daß sie auch bei derselben Temperatur eingebrannt werden.

Die Muffelfarben durchdringen die Glasur nicht, dieß zeigt sich schon, wenn man das gemalte Porzellan mit Salpetersäure kocht, denn dann verschwindet alle Farbe und das Porzellan erscheint wieder weiß, obschon etwas matt. Es geht daraus hervor, daß die Glasur des Feldspathporzellans nur sehr wenig auf die darauf eingebrannten Farben reagirt, und da sich diese in der Glasur nicht ausbreiten, so verlieren sie auch nicht an Intensität; man sieht also schon voraus, daß wenn die Farbe an sich im Feuer nicht veränderlich ist, sie ihre ursprüngliche Nüance beibehalten muß. Der Hauptsache nach besteht also die Malerei auf hartes Porzellan in der Aufschmelzung einer schmelzbaren Farbschicht auf die Glasurdecke, welche beiden nebst dem Porzellan selbst eine möglichst gleichartige Ausdehnung besitzen sollen.

Man kann sich von der Porzellanmalerei einen ziemlich richtigen Begriff machen, wenn man annimmt, daß in den meisten Fällen der Maler mit Öl malen will, welches Öl aber erst in der Rothglühhitze flüssig wird. Das Flußmittel vertritt hier die Stelle des Öls; es hüllt die Farbe ein und befestigt sie auf die Glasur des Porzellans; es wirkt in den meisten Fällen nicht mehr als die Glasur selbst. Die Farbe ist demnach nur mechanisch mit dem Flußmittel gemengt; es darf also nur eine Farbe seyn, die sich im Feuer nicht verändert, im Flußmittel nicht auflöst und sich nicht mit ihm verbindet, wohl aber fest an ihm adhärirt; das Flußmittel andererseits muß an die Glasur adhäriren und sich hinsichtlich ihrer Ausdehnungsfähigkeit derselben möglichst nähern.

Wir müssen hier einen wichtigen Unterschied machen. Unter dem Namen Schmelzfarben begreift man gewöhnlich die Farbe und ihr Flußmittel zusammengenommen; man hält diese beiden Substanzen für fähig, sich im Flusse chemisch mit einander zu vereinigen und so eine gleichartige Verbindung zu bilden. Wir nehmen dagegen an, daß man in den meisten Fällen bei den Muffelfarben die Farbe selbst vom Flußmittel unterscheiden muß, das nur mechanisch auf jene wirkt. Das Flußmittel ist also für jede Farbe ein besonderes; da aber alle Farben sich mit einander mischen müssen, so kann man auch den Fluß nicht beliebig abändern. Gewöhnlich wendet man ein Gemenge von kieselsaurem Blei und Borax, oder was dasselbe ist: kieselsaures und borsaures Natron und Blei. Die Erfahrung hat gelehrt, daß man den Borax nicht durch Natron oder Kali ersetzen kann; d. h. man kann das gewöhnliche Krystallglas oder ein anderes Silikat von Kali oder Natron und Blei nicht gebrauchen. Es ist dieß sehr begreiflich, wenn man weiß wie leicht die alkalische Basis dieser Silikate aus ihren Verbindungen tritt, um neue dergleichen zu bilden; es ist mithin die Gegenwart der Borsäure zur Fixirung dieser Alkalien unerläßlich. Übrigens weiß man auch aus Erfahrung, daß durch das Kali oder das Natron die Farben sich gerne abschuppen.

Hat man das Flußmittel, so mengt man es in richtigem Verhältniß mit der Farbe selbst; zuweilen wendet man

dieß Gemenge ohne Weiteres an, bisweilen wird es aber auch vorher zusammengeschmolzen. Ist die Farbe im Feuer leicht veränderlich, so muß eine vorläufige Schmelzung vermieden werden; ist dagegen die Farbe von der Beschaffenheit, daß sie ihren schönen Ton erst in einer Temperatur erlangt, die höher ist als diejenige, welcher man das Porzellan aussetzt, so ist eine Schmelzung vorher durchaus nöthig.

1517. Wir lassen hier die Mischungsverhältnisse der verschiedenen, auf drei Arten sich reduzirenden Flüsse folgen:

No. 1. Bleiglas (Fondant rocaille)	Mennig	3 Thl.
	Weißer, ausgewaschener Sand von Etampes .	1 „

Man schmelzt dieses Gemenge und erhält ein gelblich grünes Glas daraus. Es ist dieses ein einfaches Bleisilikat, in welchem die Säure zwei und ein halbmal soviel Sauerstoff enthält als die Basis. Seine Mischung ist in Atomen ausgedrückt:

1 At. Bleioxyd	=	1392
2½ At. Kieselerde	=	461
1 At. Bleiglas	=	1853

No. 2. Grauer Fluß (Fondant aux gris.)	Bleiglas No. 1. . . .	3 Thl.
	Kalzinirten Borax als Pulver	1 „

Man schmelzt dieses Gemenge. Die Säuren enthalten hier dreimal mehr Sauerstoff als die Basen, und in Atomen ausgedrückt besteht dieser Fluß aus

6 At. Bleiglas No. 1	= 11118	oder	15 At. Kieselerde
1 At. Borax	= 1262		2 At. Borsäure
			6 At. Bleioxyd.
			1 At. Natron.

No. 3. Fluß für Carmin und Grün.	kalzinirter Borax	5 Thl.
	kalzinirter Flintenstein	3 „
	reiner Mennig	1 „

Das Gemenge wird geschmolzen; die Säuren desselben enthalten achtmal mehr Sauerstoff als die Basen. Diese Zusammensetzung giebt:

1 At. Bleioxyd	= 1394	oder	20 At. Kieselerde.
20 At. Kieselerde	= 3850		10 At. Borsäure.
5 At. Borax .	= 6310		5 At. Natron.
			1 At. Bleioxyd.

Zu diesen drei Flüssen kann man noch einen vierten fügen, allein er ist wesentlich von jenen verschieden.

No. 4. Fluß für metallisches Gold. Es ist dieß basisch salpetersaures Wismuth, welches durch Wasser gefällt und wohl ausgewaschen worden; man fügt zuweilen $\frac{1}{12}$ geschmolzenen Borax hinzu und mengt dann $\frac{1}{12}$ dieses Flusses mit dem Golde.

1518. Es lassen sich diese Flußmittel durch einfache stöchiometrische Formeln ausdrücken, allein diese gewähren bis jetzt noch keinen sonderlichen Nutzen. Was ihre Schmelzbarkeit betrifft, so wird diese durch ihre Nummern im Allgemeinen angedeutet; Nummer 1 ist am schwersten und Nummer 3 am leichtesten flüssig. Betrachten wir nun wie die Farben mit diesen Flüssen verbunden werden.

Farben mit den in der Porzellanmanufaktur zu Sèvres üblichen Nummern.

No. 2. Weiß. Es ist das weiße Email, wie man es im Handel erhält.

No. 3. Weiß. (Blanc gorge.) Man mengt gleiche Theile vom Bleiglas No. 1 und vom Fluß No. 3.

No. 10. Grau.	Bleiglas No. 1	12—13 Thl.
	Dunkel Königsblau . . .	1 „
	Schwarz-Email	2 „
	Jonquillengelb	4 „
	Weiß-Email No. 2. . . .	1 „

Diese Farbe wird blos fein zusammengerieben.

No. 12. Rauchgrau.	Braunstein	1 Thl.
	desgl. schwach kalzinirt .	1 „
	Fluß No. 1	3 „
	geschmolzener Borax . .	1 „

Man fügt zuweilen noch etwas Kobaltoxyd hinzu und reibt das Gemenge fein.

No. 14. Gelblich grau für braun und roth.

Gelb für Braun No. 41 B.	1	Thl.
Blau für Braun. No. 28.	1	„
Zinkoxyd . . .	2—3	„
Grauen Fluß No. 2	5	„

Man fügt zuweilen etwas Schwarz hinzu, je nach dem Ton, welchen man durch diese Mischung erhält. Das Verhältniß von Blau und Gelb variirt.

No. 15. Bläulich grau, für Mischungen.

Geschmolzenes Blau, dargestellt aus drei Theilen Fluß No. 1 und 1 Thl. Kobaltoxyd.	8	Thl.
Zinkoxyd	1	„
Eisenviolett No. 66.	1	„
Fluß No. 2	3	„

Man reibt es fein und fügt etwas Braunstein hinzu, um die Farbe etwas grauer zu machen.

No. 19. Graulich Schwarz für Mischungen

Ochergelb No. 50 A.	15	Thl.
Kobaltoxyd	1	„

Man reibt es zusammen und frittet es in einem Tiegel, bis es den gewünschten Farbenton angenommen hat. Will man es etwas schwärzer haben, so fügt man etwas Braunstein hinzu, zuweilen auch etwas mehr Kobaltoxyd.

No. 19 Dunkelschwarz.

Kobaltoxyd	2	Thl.
Kupferoxyd . . .	2	„
Manganoxyd . . .	2	„
Fluß No. 1. . . .	6	„
geschmolzener Borax	½	„
Man schmelzt u. fügt hinzu		
Kobaltoxyd	1	„
Kupferoxyd . . .	2	

Das Gemenge wird fein gerieben und nicht geschmolzen.

Blau. Man erhält die blauen Farben gewöhnlich mit kieselsaurem Kobalt. Das Kobaltoxyd muß, wenn die Farbe schön erscheinen soll, wirklich im Zustand eines Silikates vorhanden seyn. Ist die Farbe einmal erschienen, so ist sie bei allen möglichen Temperaturen unveränderlich.

No. 22. Indigoblau. Kobaltoxyd . . . . . 1 Thl.
Fluß No. 3 . . . . . 2 „

Sollte sich diese Farbe abschuppen, so giebt man ½ Thl. vom geschmolzenen Fluß No. 1 hinzu.

No. 23 A. Türkisblau. Kobaltoxyd . . . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . 3—4 „
Fluß No. 2 . . . . 6 „

Man schmelzt das Gemenge und gießt es; ist es nicht grünlich genug, so vermehrt man die Zinkdosis und den Fluß.

No. 24. Azurblau. Kobaltoxyd . . . . . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . . . 2 „
Fluß No. 2. . . . . 8 „

Man schmelzt das Gemenge

No. 24 A. Dunkel-Azurblau. Kobaltoxyd . . 1 Thl
Zinkoxyd . . . 2 „
Grauer Fluß No. 2 5 „

Die Schönheit dieser Farbe hängt von der Menge des Flusses ab. Man muß davon so wenig als möglich nehmen, ohne daß jedoch der erforderliche Glanz darunter leidet. Zuweilen nimmt man weniger als die angezeigte Dosis.

No. 26. Violettblau als Grund. Blau No. 28 . . 4 Thl.
Goldviolett No. 65 2 „

Man giebt bald mehr bald weniger Violett hinzu und reibt beide fein.

No. 27. Lavendelblau als Grund. Himmelblau No. 28 4 Thl.
Goldviolett No. 65 3 „

Zuweilen fügt man etwas Carmin hinzu, und reibt es ohne zu schmelzen.

No. 28. Himmelblau für Braun. Kobaltoxyd . . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . 2 „
Fluß No. 2 . . 12 „

Man reibt es zusammen, schmelzt und gießt es

Grün. Man erzeugt die Farbe mittelst Chromoxyd, oder mit Kupferoxyd, ja auch aus Gemischen von Chromoxyd und kieselsaurem Kobaltoxyd, wenn man einen bläulichen Ton haben will. Enthält das Grün Kupferoxyd, so muß es einer vorläufigen Schmelzung unterworfen werden, denn nur

als Silikat oder in einer Salzverbindung erscheint dieses Oxyd blau. Im Scharffeuer verschwinden die Kupfergrüne gänzlich.

No. 32. Smaragdgrün. Kupferoxyd . . . . 1 Thl.
Antimonsäure . . . 10 „
Fluß No. 1 . . . . 30 „

Das Gemenge wird gerieben und geschmolzen.

No. 34. Bläulich grün. Grünes Chromoxyd . 1 Thl.
Kobaltoxyd . . . . 2 „

Man reibt es fein und schmelzt es im Scharffeuer. Das Produkt ist ein wenig geschmolzener Klumpen, von dem man denjenigen Theil absondert, welcher mit den Tiegelwänden in Berührung war. Man stößt hierauf die Masse und fügt 3 Theile Fluß No. 3 auf einen Theil der gestoßenen Masse hinzu.

No. 35. Grasgrün. Grünes Chromoxyd . . 1 Thl.
Fluß No. 3 . . . . . 3 „

Man reibe es und schmelze das Gemenge.

No. 36, 37 und 38. Pistazien-, Oliven- und anderes Grün. Man erhält sie mit Chromoxyd, und dem Fluß No. 3, indem man Dunkel- oder Hell-Gelb No. 41 B oder 43 in verschiedenen Proportionen hinzufügt.

Gelb. Man erhält es gewöhnlich mittelst Antimonsäure und Bleioxyd. Es ist dieses das sogenannte Neapelgelb. Zuweilen giebt man etwas Zinnsäure zu, sowie auch Zinkoxyd und basisch schwefelsaures Eisenoxyd, welches man aus Eisenvitriolauflösungen erhält, die man der Luft aussetzt. Diese Farben verändern sich nicht unter der Muffel, verschwinden aber im Scharffeuer fast ganz. Durch Rauch verändern sie sich, indem das Bleioxyd sie reduzirt und ein schmutziges Grau erzeugt.

Man hat auch mit chromsaurem Blei ein Gelb erhalten, allein man hat das Gelingen nicht in seiner Gewalt. In Deutschland wendet man auch Uranoxyd an, aber in Frankreich fand man, daß dieses durchaus nicht mehr als die schon bekannten gelben Farben leistet.

No. 41. Schwefelgelb. Antimonsäure . . . . . 1 Thl.
Basisch schwefels. Eisenoxyd 8 „
Zinkoxyd . . . . . 4 „
Fluß No. 1 . . . . . 36 „

Man reibt das Gemenge und schmelzt es; sollte diese Farbe zu dunkel seyn, so nimmt man weniger Eisensalz.

No. 41. A. Fixes Gelb für feine Pinselstriche
Gelb No. 41 . . . . . 1 Thl.
Weißes Email aus dem Handel . . 2 „

Man schmelzt und gießt es aus. Ist es nicht fix genug, so fügt man etwas Sand von Etampes hinzu.

No. 41 B. Gelb. Für Braun und Grün
Antimonsäure . . . . . 2 Thl.
basisch schwefelsaures Eisen . . . . . 1 „
Fluß No. 1 . . . . . 9 „

Man schmelzt diese Farbe und fügt bisweilen etwas Neapelgelb hinzu, wenn es zu weich oder zu zart (tendre) seyn sollte.

No. 43. Dunkelgelb. Zum Mischen mit Chromgrün.
Antimonsäure . . . . . 2 Thl.
basisch schwefelsaures Eisen . . . . . 1 „
Fluß No. 1 . . . . . 10 „

Das Gemenge wird geschmolzen und ausgegossen. Man kann auch mehr Eisen nehmen und die Dosis des Flusses abändern.

No. 42. Jonquillengelb. Für Blumen.
Bleiglätte . . . . . 18 Thl.
Sand v. Etampes . . . . . 6 „
Oxydirte Legirung von gleichen Theilen
Blei und Zinn . . . . . 2 „
Sodasalz . . . . . 1 „
Antimonsäure . . . . . 1 „

Man reibe und schmelze diese Stoffe

No. 46. Wachsgelb. Bleiglätte . . . . . 18 Thl.
Sand v. Etampes . . 4 „
Antimonoxyd . . . . . 2 „
Terra von Siena . . 2 „

Man schmelzt das Gemenge und sollte die Farbe zu dunkel ausfallen, so nimmt man weniger Erde von Siena.

No. 46 A. Fixes Wachsgelb. Es ist das Gelb No. 46, welches man, ohne es zu schmelzen, mit meißem Email oder Sand von Etampes mengt, um es härter zu machen. Das Verhältniß dieser Stoffe hängt von der größern oder geringern Schmelzbarkeit des Gelbs ab.

No. 49. Nankingelb. Als Grund.

Basisch-schwefels. Eisen	1	Thl.
Zinkoxyd	2	„
Fluß No. 1	10	„

Man reibe es zusammen.

No. 49. A. Dunkel-Nankingelb.

basisch schwefelsaures Eisen	1	Thl.
Zinkoxyd	2	„
Fluß No. 2	8	„

Man reibt diese Stoffe fein, ohne sie vor dem Gebrauche zu schmelzen.

No. 50. Blaßockergelb. Basisch schwefels. Eisen . 1 Thl.
Zinkoxyd . . . . . 2 „
Fluß No. 2. . . . . 6 „

No. 50. A. Dunkelockergelb oder Braungelb.

basisch schwefelsaures Eisen	1	Thl.
Zinkoxyd	1	„
Fluß No. 2	5	„

Man reibt es fein und schmelzt nicht vorher.

No. 50. B. Braunocker-Gelb. Ockergelb No. 50 A. 10 Thl.
Terra v. Siena . 1 „

Man mische ohne zu schmelzen.

No. 51. Isabell-Gelb. Als Grund.

Gelb auf Braun No. 42 B.	20	Thl.
Blutroth No. 58	1	„

No. 52 Orangegelb als Grund. Chroms. Blei 1 Thl.
Mennig . . 3 „

Wird geschmolzen.

No. 54. Ziegelroth. Gelb No. 50 A. . . . 12 Thl.
rothes Eisenoxyd . . . 1 „

No. 58. A. Dunkel-Blutroth. basisch schwefelsaures Eisenoxyd, welches in einer Muffel geglüht worden, bis es schön dunkelroth erscheint . 1 Thl.
Fluß No. 2 . . . . . 3 „

Wird gemengt und nicht geschmolzen.

Goldfarben. Es sind dieses das Carminroth, der Purpur und das Violett, die mittelst des Cassius'schen Goldpurpurs erzeugt werden, wovon später beim Golde selbst die Rede seyn wird. Diese sehr zarten Farben sind die einzigen, welche sich im Feuer verändern. Nicht geglüht sind sie schmutzig violett, werden aber bei mäßigem Feuer sehr lebhaft und rein. In stärkerem Feuer werden diese Farben gelblich und verschwinden endlich ganz. Der Goldpurpur muß noch als feuchter Niederschlag mit viel Fluß gemengt werden. Sobald man ihn trocknen läßt, ist die Farbe verdorben. Man nimmt auf einen Theil Purpur sechs Theile Fluß. Nur allein der Cassius'sche Niederschlag giebt Purpur; mit Silberchlorid (Hornsilber), welches Geld giebt, liefert er eine Carminfarbe; mit etwas Kobalt aber erhält man Violett.

No. 59. Harter Carmin. Es ist das der Cassius'sche Goldpurpur mit Fluß No. 3 gemengt nebst Chlorsilber, welches vorher mit 10 Thl. Fluß No. 3 geschmolzen worden. Die Mengenverhältnisse sind nicht stets dieselben. Man reibt alles auf einer Spiegelglasplatte zusammen, so lange der Goldpurpur noch feucht ist.

No. 60. Reiner Purpur. Man mengt den Cassius'schen Goldniederschlag noch feucht mit dem Fluß No. 3 und zuweilen auch mit etwas Chlorsilber, welches vorher bereits mit Fluß No. 3 geschmolzen worden. Sollte der Purpur nicht leichtflüssig genug seyn, so fügt man ihm etwas Fluß hinzu, wenn er trocken ist.

No. 65. Dunkelviolett. Es ist der Cassius'sche Niederschlag, aber statt ihn mit Fluß No. 3 zu mischen, nimmt man etwas Fluß No. 1. Zuweilen fügt man auch etwas Dunkelblau No. 26 A hinzu.

Eisenfarben. Außer dem basisch schwefelsauren Eisenoxyd wendet man das Oxyd auch allein an, um rosenfarbe, rothe, violette und braune Töne zu erzeugen. Das reine

Oxyd giebt die drei ersten Nüancen, da es sehr verschiedene Farbenabänderungen annimmt, je nach der Temperatur, der man es aussetzt. Gelinde erhitzt ist es rosa oder roth und im Schmiedefeuer wird es violett. Man sucht ihm zuvor die gesuchte Farbe zu geben. Das Eisenbraun wird durch Mischung erzeugt. Diese Farben sämmtlich sind unter der Muffel unveränderlich, im Scharffeuer verschwinden sie aber gröstentheils. Im ersten Fall bleibt das Oxyd frei, und im zweiten verbindet es sich mit Kieselerde. Ist der Fluß oder die Glasur zu leichtflüssig, so findetdie selbe Wirkung Statt. No. 62. Fleischroth. Wird schwefelsaures Eisen in kleine Schmelztiegel gebracht und leicht geglüht, so erhält man das Eisenoxyd im erforderlichen Zustand; man sucht aus dem Produkte diejenigen Theile aus, welche die gewünschte Nüance haben. Jedes Fleischroth wird auf diese Weise erzeugt, und nur durch Anwendung verschiedener Hitzgrade erhält man verschiedene Nüancen. No. 62 A, 63, 64 ꝛc. werden so erzeugt. No. 66 und 66 A gewinnt man durch Glühen des schwefelsauren Eisens in der Schmiedeesse. Diese Eisenfarben werden mit dem dreifachen ihres Gewichtes Fluß No. 2 gemischt.

Braun. Man erhält sie durch Mischung des Eisenoxydes oder des basisch-schwefelsauren Eisens mit Manganoxyd, Kobaltsilikat oder Kupfersilikat. Diese Farben, welche in der Muffel vollkommen stehen, verlieren von ihrer Schönheit im Scharffeuer. Man vermeidet gerne die Anwendung des Kupferoxydes, welches wenig beständige Farben giebt. No. 68. Nelkenbraun. Die Basis dieses Brauns ist das Ockergelb, und No. 50 A. dem man entweder etwas Kobaltoxyd, oder Umbra und Terra di Siena zufügt. Durch einige Versuche wird der gewünschte Ton leicht gefunden. No. 70. Holzbraun. Es ist das Nelkenbraun, aber ohne Kobaltoxyd.

No. 70 A. Haarbraun. Ockergelb No. 50 A . 15 Thl.
Kobaltoxyd . . . . 1 „

Fein gerieben und gefrittet, bis es die gewünschte Farbe erhält.

No. 73. Leberbraun. Braunrothes Eisenoxyd wird mit dem Dreifachen seines Gewichtes Fluß No. 2 gemengt. Ist

es nicht dunkel genug, so fügt man noch ein Zehntel Terra di Siena hinzu.

No. 75. Sepienbraun. Dunkelockergelb . . 15 Thl.
Kobaltoxyd . . . 1 „

Man fügt etwas Mangan hinzu, wenn es nicht dunkel genug seyn sollte, mengt die Stoffe wohl unter einander und frittet sie, um den gewünschten Ton zu bekommen.

1519. Sind die Farben nach dieser Angabe zubereitet, so werden sie mit dem Pinsel aufgetragen, nachdem man sie mit Terpentinöl oder Lavendelöl, die durch Stehen an der Luft etwas dicker geworden, auf einer Glasplatte fein abgerieben hat. Ehe man sie gebraucht, werden sie probirt, d. h. auf Porzellanscherben gemalt und eingebrannt; erst nachdem man sich vom Gelingen überzeugt hat, werden sie zum Malen selbst angewendet.

1520. Um die Porzellangemälde einzubrennen, bedient man sich eines Muffelofens. (Taf. 35 Fig. 5, 6, 7, 8, 9.) Die Muffeln sind von Thon. Ehedem wendete man auch eiserne an, allein diese sind jetzt nicht mehr im Gebrauche. Früher hatte man in Sèvres einen sehr ökonomischen Ofen, der aber nur für eine Fabrik vorzüglich vortheilhaft ist, die beständig arbeitet. Derselbe findet sich auf der Tafel 37 Fig. 1 und 2. Wir glauben ihn allen Fabriken empfehlen zu dürfen, in welchen fortwährend eingebrannt wird.

Die gemalten Stücke werden in die Muffeln gestellt; sind diese aber noch ganz neu, so werden sie zuerst leer ausgebrannt. Im Allgemeinen muß man die Einwirkung der durch die Muffel dringenden Gase auf die Farben zu vermeiden suchen. Setzt man ein gemaltes Stück ohne Schirm zu nahe an die Muffelwände, so wird es schmutzig und die Farben scheinen gleichsam verschluckt worden zu seyn; bei kostbaren Gegenständen müssen deshalb Porzellanschirme dazwischen gestellt werden.

1521. Da die gemalten Stücke noch viel Öl enthalten, so muß man sie, nachdem die Muffel vollgesetzt ist, anfangs ganz gelinde erhitzen, um jenes zu verflüchtigen oder zu zersetzen. Man läßt die Röhren der Thüren und die Öffnung der Muffel offen. Hierdurch entsteht eine Luftströmung,

welche den Öldampf fortführt oder ihn verbrennt; später werden die Röhren der Thüren geschlossen und das Feuer verstärkt. Man feuert gewöhnlich mit Holz. Sind die Muffeln groß, so muß man ziemlich viel Geschicklichkeit besitzen, um eine gleichförmige Temperatur zu erhalten; zu diesem Behufe ist das Pyrometer von Brongniart (Tafel 37 Fig. 3) sehr nützlich. Bringt man zwei Pyrometer durch die Rohre rr in die Muffel, so kann man die Temperatur leicht reguliren. Man schließt oder öffnet die Zuglöcher cc des Ofengewölbes, so daß die Flamme hierdurch nach dem erforderlichen Punkt hingeleitet wird. Gewöhnlich schätzt man nur die zum Brennen nöthige Temperatur, nämlich durch die Farbe des Feuers und durch die Proben. Um aus der Farbe der Glut etwas bestimmen zu können, wird lange Übung erfordert, und doch bleibt hierbei immer noch viel Ungewißheit. Anders verhält es sich mit den Proben; es sind dieß kleine, an einem dicken Eisendraht befestigte Porzellanplatten, welche man durch die Rohre rr einschiebt und nach den verschiedenen Punkten der Muffel hinbringt. Man trägt auf dieselben mittelst eines Pinsels etwas Carmin und etwas Gold. Hat man den rechten Hitzgrad getroffen, so muß der Carmin schön erscheinen und das Gold fest anhaften. Da der nicht eingebrannte Carmin gelblich ist, und diesen Ton nach und nach verliert, um in reines Carminroth überzugehen, so ist sehr begreiflich, daß man beim Ziehen der Proben leicht den rechten Augenblick wahrnehmen und das Feuer dann zur rechten Zeit mäßigen kann. Was das Gold betrifft, so adhärirt dieses vor dem Einbrennen nicht; erst nach und nach befestigt es sich, wird matt und kann dann geglüht werden, ohne sich abzuschuppen. Auf jeden Fall muß man das Feuer schon dämpfen, noch ehe die Proben ganz vollkommen sind, da die Temperatur in der Muffel noch zunimmt, wenn gleich das Feuer schon abnimmt.

Ist die Muffel erkaltet, so nimmt man die gemalten Stücke heraus. Gewöhnlich muß die Porzellanmalerei zwei Feuer erhalten. Zuerst wird nur der Entwurf eingebrannt und später die Ausführung und Nachbesserung. Sollten nach dem doppelten Einbrennen noch Fehler geblieben seyn, so

müßten diese wieder verbessert und das Porzellan selbst zum dritten Mal in das Feuer kommen; dagegen würde ein viertes Feuer endlich alles verderben und man versucht es deshalb niemals. Dieser Umstand stellt sich nie bei dem Frittenporzellan dar; es hängt dieses hauptsächtlich von der Beschaffenheit der Glasur ab. Die Bleiglasuren können öfter wiederhohltes Feuer vertragen, allein das harte Porzellan und das Glas geben nur eingesogene und vertrocknete Farben, wenn sie zu lang dem Feuer ausgesetzt werden. *)

Glasmalerei.

1522. In der Glasmalerei unterscheidet man zwei von einander sehr verschiedene Verfahrungsarten. Nach der ersten färbt man das Tafelglas, schneidet daraus Scheiben und vereinigt diese mit Blei. Man erhält auf diese Weise den farbigen Grund des Gemäldes; darauf werden die Schat-

*) Der Hr. Verfasser ist noch mit Untersuchungen über die enkaustische Malerei beschäftigt und verspricht die Resultate derselben im dritten Bande nachzuliefern. Wir fügen hier einstweilen Einiges über Fayence-Malerei aus Schubarths Elementen des technischen Chemie bei.

1.) Das gemeine Fayence wird häufig gemalt, allein des billigen Preises wegen gewöhnlich nur auf eine ziemlich rohe Weise. Man trägt die Farben entweder auf die noch nicht eingebrannte Glasur und brennt dann beide zugleich ein, oder man bemalt die bereits glasirten oder emaillirten Geschirre, und brennt die Farben dann unter der Muffel ein. Kobaltoxyd oder Smalte, Eisenoxyd, Braunstein, Kupferoxyd und Antimon sind hier die gebräuchlichen Farben.

2.) Das feine Fayence oder englische Steingut wird weniger gemalt als vielmehr mit ganzen Zeichnungen bedruckt. Das Drucken geschieht sowohl unter als auch auf die Glasur. Nur wenige Farben vertragen die Hitze, welche dem Geschirr beim Einbrennen der Glasur gegeben werden muß; es sind dieß blau, (Kobalt), grün (Chrom) und schwarz (Eisen und Mangan). Man frittet zu diesem Behufe zuerst die Farben mit einem Flußmittel, pulverisirt solche und reibt sie mit Leinöl an. Mit dieser Farbe reibt man die gestochene Kupferplatte ein, und trägt die Zeichnung ganz nach Art des Kupferdrucks auf feines, ungeleimtes und angefeuchtetes Papier über. Der Abdruck wird sodann ins Wasser gelegt, herausgenommen und auf das verglühte Steingut abgedruckt. Wird das nun adhärirende Papier stark mit Wasser benetzt, so läßt es sich leicht abnehmen und die Zeichnung befindet sich dann auf dem Geschirre, welches jetzt mit Glasur überzogen gebrannt wird, nachdem man schon vor dem Auftragen der Glasur den in der Farbe haftenden Ölfirniß durch mäßiges Erhitzen verflüchtigt hat.

ten dann erst mit Schmelzfarben getragen und eingebrannt. Nach dem zweiten Verfahren malt man das weiße Glas gleich dem Porzellan mit Schmelzfarben und brennt sie dann unter der Muffel ein. Vereinigt man beide Methoden, so bietet dieß in ökonomischer Hinsicht viele Vortheile dar und gewährt den schönsten Effekt. Wir beschreiben hier nur das gemischte Verfahren, welches die beiden übrigen in sich faßt. *)

1523. In den meisten Fällen wird die Glasmalerei mit der Malerei auf hartes Porzellan verwechselt; sie unterscheidet sich aber hauptsächlich durch die Durchsichtigkeit, welche man den Farben geben muß, sowie durch ihre Intensität,

---

Will man auf die Glasur drucken, so muß diese vorher mit einer Auflösung von Terpentin in Terpentinöl überzogen werden.

Man versieht auch sehr häufig das englische Steingut mit einem metallischen Lüster, zu welchem Behufe die Glasur aber sehr reich an Bleioxyd seyn muß, um den Fluß des Überzugs zu bewirken; jene wird aus 60 Bleiglätte, 36 zersetztem Granit und 15 Quarz gefertigt. Für Platinlüster wendet man weißes Geschirr an, für Gold- und Kupferlüster aber muß der Grund dunkelfarbig seyn.

Zu Goldlüster löst man 48 Thl. Gold in Königswasser auf, setzt 4 1/2 Thl. Zinnsäure hinzu gießt eine kleine Menge von der Auflösung in 20 Thl. Schwefelbalsam, welcher mit der Hälfte seines Gewichtes Terpentinöl verdünnt worden ist. Nach gehörigem Mischen fügt man nach und nach die übrige Goldsolution unter Umrühren nebst noch 30 Thl. Terpentinöl hinzu. — Platinlüster erhält man durch Auflösen des Metalls in Königswasser, welcher Auflösung gleiche Theile Steinkohlentheeröl und Terpentinöl zugesetzt werden. Diese Masse aufgetragen giebt einen stahlgrauen Lüster. Einen silberweißen Platinlüster liefert ein aus Platinauflösung mittelst kohlensauerm Ammoniak erzeugter Niederschlag, den man aussüßt, trocknet und mit obigem Firniß vermischt; das Gemisch wird mit einer weichen Bürste aufgetragen und eingebrannt. Dieses Verfahren wiederhohlt man einigemal und reibt dann die Oberfläche mit Baumwolle, wodurch der Silberglanz sich zeigt.

Auch das Steinzeug oder das gewöhnliche Steingut wird zuweilen ganz roh bemalt, aber nur mit Kobält oder ganz feuerfesten Farben, die zugleich mit der Waare selbst eingebrannt werden. A. u. E.

*) Dihl malte auf Spiegel nach einer andern Methode, die aber später keine Nachahmer fand. Man malt nämlich auf zwei Spiegelgläser und legt solche dann zusammen, daß die beiden bemalten Flächen einander berühren. Dieses Aufeinanderlegen hat den Zweck die Wirkungen der Parallaxe zu vermeiden, welche wegen der Dicke der Spiegel sehr beträchtlich seyn würden. Nimmt man dicke Gläser, so läßt sich diesem Übelstande nicht anders begegnen, denn ein gemaltes Glas ist es immer auf seinen zwei Seiten.

welche stets größer als bei der erstern Art seyn muß; endlich ist sie auch wesentlich verschieden durch die Anwendung einiger besonderer Methoden, welche bei der Porzellanmalerei nicht anwendbar sind:

Das Blau wird auf Glas gerade wie auf Porzellan mittelst Kobalt dargestellt; Purpur, Violett und Carmin mit dem Cassius'schen Purpur; Roth und Braun rc. mit Eisenoxyd; Grün mit Kupfersilikat und bisweilen mit Chromoxyd oder auch mit einer Mischung aus Gelb und Blau; Schwarz, Grau rc. mit Mangan-, Kobalt- und Eisenoxyd; Gelb mittelst aller bei der Porzellanmalerei angegebenen Stoffe.

Es sind mithin die Farben die nämlichen und werden ebenso eingebrannt; der einzige Unterschied, der dabei zu beobachten ist, besteht darin, daß man dem Kupfergrün vor dem Chromgrün den Vorzug einräumt, weil es mehr durchsichtig als das Letztere ist. Die Glasmalerei wird hauptsächlich dadurch charakterisirt, daß der Künstler beide Glasflächen zugleich benutzen kann, und dieß geschieht auch wirklich fast immer. Die Oberfläche, welche dem Beschauenden zugekehrt ist, erhält die stärksten Schatten. Gewöhnlich trägt man auf diese Seite alle schattirten Farben auf und bringt dagegen die lichten Partien auf die entgegengesetzte Seite. Nicht selten ist man auch gezwungen auf diese Weise Farben von einander zu trennen, welche beim unmittelbaren Kontakt einander schaden, und deren Vereinigung besondere Färbungen erzeugen würden; auf solche Weise erhält man z. B. Scharlach, indem man Gelb und cassius'schen Purpur neben einander aufträgt.

Es ist begreiflich, daß man durch diese Malerei ganz dieselben Resultate erzielen kann, welche die gewöhnliche Malerei gewährt. Da man übrigens nur wenig auf einmal malen kann, so geht diese Arbeit langsam von Statten; auch ist das so gemalte Glas immer matt und düster, weil die Farben im Feuer ganz transparent werden.

1524. Das auf der Hütte gefärbte Glas ist dagegen vollkommen durchscheinend und eignet sich besonders für den Himmel, zu Draperien rc., wo große Flächen erfordert wer-

den, die äußerst billig sind. Indem also vorzugsweise nur für Hände, Köpfe rc. die eigentliche Glasmalerei angewendet wird, kann man dagegen die gefärbten Gläser zu Draperien, Verzierungen rc. gebrauchen.

Die gefärbten Gläser werden in den Glashütten in ganzen Tafeln auf die gewöhnliche Art fabrizirt, ausgenommen das Purpurglas, welches besondere Kunstgriffe erfordert.

Man färbt das Glas blau durch kieselsaures Kobalt; violett durch kieselsaures Mangan; grün durch kieselsaures Kupfer; gelb durch Rauch oder durch antimonichtsaures Blei, oder endlich durch Chlorsilber; purpur durch Kupferoxydul; schwarz durch Mischungen von Mangan- Eisen- und Kobaltoxyd. *)

---

*) Man unterscheidet unter den gefärbten Gläsern zweierlei Gattungen: 1.) durch die ganze Masse gefärbtes Glas, und 2.) Überfangglas, welches nur auf einer Seite einen dünnen gefärbten Glasüberzug hat, dessen übrige Masse aber Weißglas ist. Zu Letzterem gehört das prächtige Rubinglas, welches die Alten von außerordentlicher Schönheit herstellten, welches aber auch in der neuesten Zeit wieder eben so schön verfertigt wird. Wegen des tiefen Tons dieser Farbe kann sie nur als Überfangglas geliefert werden. Nach Engelhardt wird das Rubinglas folgendermassen verfertigt: man muß zwei Tiegel haben, einen für das weiße und den andern für das rothe Glas. Zuerst taucht der Arbeiter seine Pfeife in die rothe Masse, so daß ein Knopf sich daran anhängt, dann nimmt er über dieses Roth eine gehörige Menge weisses Glas und bläst einen Zylinder davon, der ein schönes rothes Überfangglas darstellt. Damit sich die rothe Lage gut mit der weißen Scheibe verbinde und beim Erkalten sich nicht von derselben ablöse, so muß der Glassatz des weißen Glases, wenn nicht ganz derselbe, doch dem rothen Glassatze ähnlich seyn; am besten ist es, wenn man die rothe Masse etwas leichtflüssiger macht, als die weiße. Der Glassatz für das rothe Glas darf keine oxydirenden Stoffe enthalten.

Zwischen die großen Glashäfen, welche den weißen Glassatz enthalten, wird ein kleiner Hafen für's rothe Glas gesetzt; in diesen bringt man zu dem gewöhnlichem Glassatze, wenn er Mennig enthält, auf 5 Pfd. desselben 4 Loth Kupferoxydul und 4 Loth Zinnoxydul; ist es nicht mennighaltig, so nimmt man auf 2 Pfd. Sand des Glassatzes 3 Loth Kupferoxydul und 3 Loth Zinnoxydul. Setzt man das Kupferoxydul nicht unmittelbar dem Glassatze bei, sondern bringt es erst später in denselben, wenn er anfängt lauter zu werden, so muß man eine weit geringere Dosis Kupfer nehmen.

Zu Scharlach oder Feuerroth nimmt man auf 25 Pfd. Glassatz 1/2 Pfd. Zinnoxydul und 1 1/2 Loth fein geriebenes Eisenoxydul. Sobald das Glas lauter geworden, fügt man 1 1/2 Loth Kupferoxydul zu und mischt das Ganze gut durcheinander. Man muß Blasen und Körner vermeiden und

Weiß erhält man das Glas mittelst Zinnsäure; ein opalartiges Ansehen giebt man ihm durch phosphorsauern Kalk oder bloß durch geglühte Knochen. Im letztern Falle ist das Glas anfangs durchsichtig, allein bei wiederhohltem Erhitzen wird es milchig.

Das Zinnglas, das Opalglas so wie das schwarze Glas werden nur von den Glasern angewendet. Das blaue, violette und grüne Glas erhält man ganz einfach, wenn man die Glasmasse mit 1—3 Prozent von dem färbenden Oxyd versetzt. Das gelbe und das purpurne Glas erfordern aber eine besondere Behandlung.

Man erzeugt das gelbe Glas entweder durch Antimonichtsaures Blei oder durch Kohle, indem man die Glasmasse anräuchert. Endlich stellt man noch sehr schönes gelbes Glas dar, indem man das weiße mit einem Gemenge von pulverisirtem Thon und Chlorsilber überzieht und dann unter der Muffel erhitzt. Nach dem Erkalten nimmt man das Thonpulver ab und das Glas erscheint in verschiedenen Abstufungen, je nach der Beschaffenheit des Glases selbst, sehr schön gelb. Dasjenige Glas, welches 8—10 Prozente Thonerde enthält, wird weit schöner gelb, als wenn nur 2—3 Prozent von dieser Erde darin vorhanden sind. Die thonerdehaltigen Gläser nehmen eine Farbe an, die sowohl bei durchfallendem als bei reflektirtem Lichte sehr rein bleibt. Die andern Gläser aber erscheinen nur bei durchfallendem Lichte durchsichtig, bei reflektirtem dagegen scheinen sie trübe und grün oder nur grünlich zu seyn, was besonders hervortritt, wenn sie einen schwarzen Körper zur Unterlage haben.

---

dafür sorgen, daß die weiße und rothe Masse gleichzeitig gar ist, um mit einander verarbeitet werden zu können.

Der Zusatz von Zinn- oder Eisenoxydul wirkt desoxydirend und verhindert, daß das rothfärbende Kupferoxydul sich in Oxyd verwandelt. Ein bleihaltiger Glassatz scheint das Rothe leichter zu konserviren, als jeder andere. Ist durch vollkommne Oxydation des Kupfers die rothe Farbe verschwunden, so nimmt das Glas meist eine bouteillengrüne Farbe an; der Zusatz eines desoxydirenden Körpers, wie Kohlenstaub, roher Weinstein, Ruß ꝛc. ruft aber bald die rothe Farbe wieder hervor. Schöner ist jedoch immer das Roth, welches keines spätern Zusatzes bedarf, und man muß diesen dadurch zu vermeiden suchen, daß man den rothen Glassatz verarbeitet, sobald er lauter ist. (Verhandlungen des preußischen Gewerbsvereins 1828 S. 15.) A. u. E.

Capitel XII.

Gewinnung des Salpeters; natürliche und künstliche Salpetererzeugung. — Salpeterplantagen.

1525. Man findet an vielen Orten auf der Erdoberfläche salpetersaures Kali, salpetersaure Kalkerde und Magnesia. Diese drei Verbindungen erzeugen sich wahrscheinlich in vielen Fällen, allein man gewinnt sie nur dann, wenn sie in so beträchtlicher Menge vorhanden sind, daß die Arbeitskosten dabei herauskommen.

In den Ländern der gemäßigten und kalten Zone entstehen diese drei salpetersauren Salze nur in gewissen Höhlen und in niedrigen und feuchten Wohnungen in solcher Menge, daß sich deren Gewinnung lohnt; es sind hierzu vorzüglich die Keller, Ställe, Schäfereien und feuchten Magazine ꝛc. geeignet.

Dagegen bilden sich diese Salze in den heißen Ländern, vorzüglich in Ostindien, Persien, Egypten und Spanien auf dem Boden selbst und dehnen sich zuweilen sehr weit über denselben aus. Der Salpeter scheint sich dann nur in einiger Tiefe unter der Erdoberfläche zu erzeugen, wenn diese beständig feucht bleibt. Dringt der Regen dann in die Erde, so wird der Salpeter aufgelöst und durch die Verdunstung auf der Oberfläche dringt die Auflösung vermöge der Haarröhrchen-Anziehung der Erde selbst weiter nach oben und erscheint in den obersten Erdschichten ganz fest in beträchtlicher Menge.

In beiden Fällen sind die salpetersauern Salze mit viel erdigen Stoffen vermengt; man sammelt dann diese Erdmasse, laugt sie aus und dampft nun die Salzlaugen ab, um die salpetersauern Salze zu gewinnen. Weiter unten

wollen wir sehen, wie man sich der fremdartigen Salze entledigt, und wie man alle salpetersauern Salze in salpetersaures Kali verwandelt. Wir wollen nun zuvörderst die zur Bildung dieser Salze erforderlichen Umstände näher kennen lernen.

Bildungstheorie der salpetersauern Salze.

1526. An den Orten, an welchen sich die salpetersauren Salze vorfinden, erzeugt sich Salpetersäure. Alle ältern Chemiker nahmen an, daß sich dieselbe aus dem Sauerstoffe der Luft und dem Stickstoffe der vorhandenen thierischen Substanzen mitten in Stoffen bilde, welche die Säure zu binden fähig sind. Dieser Stickstoff entbindet sich aus den faulenden Körpern und kommt mit dem Sauerstoffe in Momente seines Übergangs in Gas zusammen, wodurch alle Bedingungen zur Vereinigung beider Körper gegeben sind.

Longchamp bezweifelte jedoch diese Theorie zuerst. Verschiedene Thatsachen schienen ihm dadurch nicht genügend erklärt werden zu können und er glaubte deshalb anfangs, daß die Salpetersäure der natürlichen salpetersauern Salze von Gewitterregen herrühren möchten, welche immer diese Säure enthalten, da sie sich dann auf Kosten der Luft bildet; allein diese Annahme, welche vielleicht auf die salpeterhaltige Erde heißer Länder anwendbar seyn dürfte, kann nicht in dem gemäßigten Clima gelten. Es hat daher Longchamp eine neue Theorie aufgestellt, welche für alle Fälle paßt, und die in Beziehung auf die warmen Länder wahrscheinlich mit der vorigen vereinigt werden dürfte.

1527. Dieser Theorie gemäß soll nun die Bildung der Salpetersäure zwar noch auf Kosten der Luft Statt finden, allein auf eine Weise, die sich von der frühern Ansicht wesentlich unterscheidet. Longchamp behauptet, daß die kohlensaure Kalk- und Bittererde in fein zertheiltem und feuchtem Zustande die Luft absorbiren, sie verdichten und nach und nach in Salpetersäure oder vielmehr in salpetersauren Kalk und Magnesia umwandeln können; noch leichter aber würde das kohlensaure Kali im geeigneten Zustande eine Bildung dieser Art veranlassen können. Nach Longchamp würde sich also diese Säure ohne Mitwirkung thierischer Stoffe er-

zeugen können, welche vor ihm von den meisten Chemikern als unerläßlich angesehen worden ist.

John Davy, der die Salpeterniederlagen auf der Insel Ceylon sorgfältig untersuchte, stellte ebenfalls eine der hier vorgetragenen Ansicht ähnliche Bildungstheorie auf, und auch Proust behauptete seiner Seits, daß sich die salpetersauren Salze ohne Mitwirkung thierischer Stoffe erzeugten.

1528. Wir haben demnach zu untersuchen: 1.) ob der Stickstoff der Salpetersäure von thierischen Substanzen herrührt; 2.) oder ob dieser Stickstoff im Gegentheil aus der Luft kommt; 3.) ob die thierischen Stoffe bei der Salpeterbildung nicht nützlich, oder selbst in gewissen Fällen unentbehrlich sind, ohne daß gerade ihr Stickstoff zur Bildung der Salpetersäure erforderlich wäre.

Über gewisse Bedingungen ist man jedoch allgemein einverstanden, und diese sind:

1.) Die Anwesenheit kräftiger Basen, wie Kalk, Magnesia oder Kali. Man nimmt sogar an, daß diese Basen im fein zertheilten Zustand seyn müssen; der Kalk muß als Kreide in Pulverform oder als sehr poröser Kalkstein zugegen seyn. Ebenso verhält es sich mit der Magnesia. Die Mergelarten bieten den Kalk auch in der erforderlichen Form dar; dagegen sind die Marmorarten der Salpeterbildung ganz ungünstig.

Thouvenel nimmt an, daß die angeführten Basen nur im kohlengesäuerten Zustand sich leicht in Salpeter verwandeln. Sind sie dagegen frei von Kohlensäure, so geht dieser Prozeß nur äußerst schlecht von Statten, obschon sie diese Säure der Luft entnehmen können, was aber nur äußerst langsam Statt findet, wenn man mit großen Massen zu thun hat.

2.) Die Feuchtigkeit. Sie scheint durchaus nothwendig zu seyn, und nach beiden Theorien läßt sich dieses auch nachweisen. Übrigens dürfen die Stoffe nicht ganz mit Wasser getränkt seyn, wodurch die Absorption der Luft nur verhindert würde. Die Feuchtigkeit der Gartenerde ist ungefähr der erforderliche Grad.

3.) Temperatur. Diese spielt eine wichtige Rolle, denn man darf annehmen, daß bei 0° die Salpeterbildung fast gar nicht Statt findet, und daß wenigstens eine Temperatur von 15 bis 20° nöthig ist, wenn sie in Thätigkeit kommen soll.

4.) Das Licht. Es scheint, daß man in den Salpeterplantagen Schwedens dessen Einfluß noch bezweifelt, allein mehrere Thatsachen scheinen doch anzudeuten, daß es nicht ungünstig hierbei einwirkt. Eine unmittelbare Einwirkung des Sonnenlichts selbst dürfte nur in so ferne nachtheilig seyn, als die Feuchtigkeit dadurch zu schnell verdunsten würde.

1529. Man sieht leicht ein, daß alle diese Bedingungen gleich nothwendig oder günstig sind nach den verschiedenen Hypothesen, welche über die Salpeterbildung aufgestellt worden sind. Nimmt man also an, daß der Stickstoff der Salpetersäure von thierischen Stoffen herrührt, so muß man auch annehmen, daß sich dieselbe nur unter dem Einflusse starker Basen erzeugt; diese Basen müssen fein zertheilt seyn, denn der Sauerstoff der Säure wird wenigstens zum Theil der Luft entnommen, und dann ist es nöthig, daß er durch poröse Körper verdichtet werde. Die Feuchtigkeit ist nicht minder erforderlich, denn die trocknen thierischen Stoffe zersetzen sich nicht; diese aber müssen wirklich zerstört werden, damit der Stickstoff frei werden, oder wenigstens eine andere Verbindung eingehen kann. Auch eine höhere Temperatur ist ist zur Zersetzung der thierischen Stoffe unumgänglich nöthig, und deshalb ist keine Salpeterbildung bei 0° oder bei Temperaturgraden möglich, die sich dieser nähern.

1530. Nimmt man im Gegentheil an, daß Stickstoff und Sauerstoff aus der Luft genommen werden, so sind doch immerhin auch kräftige Basen zur Bildung der Säure erforderlich und diese müssen dann auch fein zertheilt und porös seyn, damit die verdichtete Luft auf eine größere Oberfläche wirken kann. Auch die Gegenwart von Feuchtigkeit ist nöthig, denn die Berührung zwischen einem starren Körper und einem Gase ist äußerst gering, wenn das Gas nicht in einer Flüssigkeit aufgelöst ist. Die Temperatur begünstigt hier, sowie bei allen chemischen Prozessen die Reaktion. Endlich

kann man sich selbst den Nutzen organischer Stoffe erklären, annehmend, daß durch deren freiwillige Zersetzung Wärme erzeugt wird, welche die Temperatur der Massen steigert, und daß durch die gewöhnlichen hygrometrischen Eigenschaften dieser Produkte die Verdunstung des Wassers verhindert wird. Daraus läßt sich nun erklären, warum der Salpeter sich in heißen Ländern ohne Mitwirkung organischer Stoffe zu bilden scheint, und warum dagegen in kalten Ländern die Salpeterbildung durch die Anwesenheit dieser Stoffe begünstigt wird.

1531. Aus den bis jetzt gemachten Erfahrungen läßt sich also keineswegs genau bestimmen, welche Rolle die thierischen Stoffe bei der Salpetererzeugung spielen. Wir wollen nun die Ähnlichkeit verwandter Erscheinungen darüber zu Rathe ziehen.

Thenard sah eine eigenthümliche thierische Substanz sich plötzlich in Salpetersäure verwandeln. Diese Substanz würde sich unter Umständen bilden können, welche der Salpeterbildung vorangehen, und in diesem Falle würde dann auch die Rolle der thierischen Materie und ihre Nothwendigkeit leicht begreiflich seyn. Liebig, der sich in der neuesten Zeit mit diesem Gegenstande beschäftigte, theilte mir Resultate mit, welche zu derselben Folgerung führen, und die ich später ausführlicher mitzutheilen gedenke.

Nimmt man nun anderer Seits an, daß zur Erzeugung von 100 Thl. Salpeter, die in 75 Thl. trockner oder in 3—400 Thl. feuchter thierischer Substanz enthaltene Menge Stickstoff erforderlich ist, so ist nicht wohl annehmbar, daß diese ungeheure Quantität thierischer Materie mit den sich in salpetersaure Salze verwandelnden Basen, sowohl auf der Oberfläche heißer Länder, als in den Höhlen von Ceylon oder in denen von de la Roche-Guyon ꝛc. zusammen vorkommt.

Wenn es also auch erwiesen ist, daß die thierischen Stoffe sich in Salpetersäure verwandeln, so ist es doch noch sehr zweifelhaft, ob man ihnen diese Rolle ausschließlich in allen Fällen der Salpeterbildung zuschreiben darf, oder ob sie ihnen vorzüglich nur in den angeführten Fällen zukommt.

1532. Ist es andrerseits wohl wahrscheinlich, daß der Stickstoff und der Sauerstoff der Luft sich zu Salpetersäure verbinden können? Darauf läßt sich erwiedern, daß diese Gase sich wirklich mit Hilfe des elektrischen Funkens und unter Einfluß des Wassers mit einander verbinden. Da nun starke Basen eine kräftigere Wirkung als das Wasser ausüben, so wäre es schon möglich, daß die Gegenwart solcher Basen und die Verdichtung der Gase dem Elektrizitätseffekt gleich zu achten sind. Es ist übrigens bekannt, daß die Kohle, die mit Schwefelwasserstoff angefüllt ist und mit Sauerstoff in Berührung kommt, dieses letztere Gas mit solcher Kraft verdichtet, daß selbst in der Kälte zwischen beiden Gasen eine Einwirkung Statt findet. Die Kohle erhitzt sich, es wird Wasser gebildet und der Schwefel wird frei. Ferner ist es bekannt, daß beinahe alle porösen Körper die Verbindung zwischen Sauerstoff und Wasserstoff veranlassen gleich dem Platinschwamm.

Es würde wenig Zweifel mehr obwalten hinsichtlich dieser Betrachtungsweise, die sich auf Thatsachen stützt, welche von J. Davy beobachtet worden, wenn die Versuche, die Kreide in unserm Clima in salpetersauern Kalk umzuwandeln, nicht fruchtlos gewesen wären; denn erst als diese mit thierischer Substanz gemischt war oder den Ausdünstungen faulender Thierstoffe ausgesetzt worden, zeigte sich Salpeterbildung.

1533. Obgleich es nun wahrscheinlich ist, daß die Bildung der Salpetersäure schon durch den Einfluß starker, feuchter und fein zertheilter Basen, an gewissen Orten veranlaßt wird, so scheint es auch fast gewiß zu seyn, daß dieser Prozeß im gemäßigten Clima besondern Bedingungen unterworfen ist. Es müßte wenigstens ein sehr sonderbares Zusammentreffen von Umständen vorhanden seyn, wenn alles in den an so verschiedenen Orten gemachten Beobachtungen Irrthum wäre, vorzüglich bei den künstlichen Salpeterplantagen, von denen später die Rede seyn wird; man ließ hierbei die thierischen Substanzen stets eine wichtige Rolle spielen, selbst zu einer Zeit, wo man sowohl ihre Zusammensetzung als die der Salpetersäure noch nicht kannte.

Alle diese Fragen sind sicher von der größten Wichtigkeit für die Theorie sowohl, als für die Praxis. Dieß veranlaßt mich dieselben von einem neuen Gesichtspunkte zu betrachten, der vielleicht nützlich seyn kann, wenn man neue Versuche in dieser Hinsicht anstellen würde.

1534. Man bemerkt, daß in den meisten Fällen, in welchen sich Salpeter ohne sichtbare Mitwirkung thierischer Materien bildet, viel salpetersaures Kali erzeugt wird. Es war also in den salpeterhaltigen Stoffen verhältnißmäßig genug Kali vorhanden; dagegen enthalten gewöhnlich die Salpeterstoffe der kältern Länder wenig Kalisalpeter und mehr Kalk- und Magnesiasalpeter. Es ist mithin das Kali nur in geringer Menge in diesen Stoffen zugegen. Wäre es daher nicht möglich, daß hier das kohlensaure Ammoniak, der beständige Begleiter der Zersetzung thierischer Stoffe, die Rolle des Kalis oder vielmehr des kohlensauern Kalis übernommen hätte? Man würde sich dann leicht die Nothwendigkeit thierischer Substanzen erklären können, wenn Kali mangelt, und würde dann nach dieser Ansicht behaupten dürfen, daß die Erzeugung der Salpetersäure allenthalben durch die Vereinigung der Luftbestandtheile unter dem Einflusse verschiedener, aber stets kräftiger Basen bedingt würde.

Verhielte sich's wirklich so, so würde man in den salpeterhaltigen Stoffen stets auch Ammoniaksalze finden müssen, wenn nicht Ätzkalk in denselben vorhanden war. Bis jetzt aber wurde die Anwesenheit dieser Salze noch nicht angedeutet, und dieß ist einer der Hauptgründe, welche die Meinung derjenigen Chemiker unterstützt, welche glauben, daß die thierischen Stoffe selbst in Salpetersäure übergingen.

1535. Aus dieser Betrachtung aber geht hervor, daß die Salpeterbildung je nach Umständen unter dem Einflusse verschiedener Ursachen steht, und daß unsere bisherige Kenntniß davon verschiedene Hypothesen zuläßt, welche vielleicht sämmtlich gleichweit von der Wahrheit entfernt sind.

Man erstaunt vielleicht darüber und nicht mit Unrecht, daß, nachdem man frühe schon angefangen hat sich mit dieser Frage zu beschäftigen, bis auf die neueste Zeit noch so viel Ungewißheit darüber herrscht; allein wir werden

auch aus dem Folgenden ersehen, daß Versuche über diesen Gegenstand so lange dauern, daß nur eine mehrjährige Arbeit zu entscheidenden Resultaten führen könnte; und daraus erklärt sich denn auch, warum so wenig Personen Lust und Muth zu solchen wissenschaftlichen Unternehmungen haben.

Natürliche Salpetergruben. (Nitrières naturelles.)

1536. Man versteht darunter eigentlich Stellen in der Erde, welche Ablagerungen von Salpeter enthalten, der sich schon vor der letzten Erdrevolution gebildet hat. Hierher scheint das salpetersaure Natron in Amerika allein zu gehören, obgleich zur bestimmten Entscheidung hierüber noch weitere Nachrichten fehlen.

Man nennt deshalb natürliche Salpetergruben diejenigen Orte, an welchen sich zufällig alle zur Salpeterbildung erforderlichen Umstände vereinigt finden, und wo sich demzufolge beständig und täglich ohne menschliches Zuthun salpetersaure Salze bilden. An diesen Salpetergruben bieten sich uns einige Erscheinungen dar, deren Betrachtung in Beziehung auf das Verständniß künstlicher Salpeteranlagen nützlich seyn dürfte.

1537. Salpetergruben von Zeylon. Nach John Davy, der sie genau untersuchte, giebt es daselbst zwei und zwanzig. Es sind natürliche Höhlen, die nach und nach durch die Gewinnung des Salpeters bedeutend vergrößert wurden. Die Wände bestehen aus Kalkfelsen, der zugleich Talk und Feldspath enthält. Es ist bekannt, daß gewisse Feldspatharten sich an der Luft zersetzen, und daß sich dann Kali daraus abscheidet; dieses scheint auch hier der Fall zu seyn. Es sind demnach drei kräftige Basen in fein zertheiltem Zustand zugegen, die in einem heißen Klima beständig in Berührung mit der Luft sind. J. Davy glaubt nun, daß unter solchen Umständen der Stickstoff und der Sauerstoff der Luft Salpetersäure bilden in Folge einer besondern Wirkung, die noch nicht näher gekannt ist.

1538. Für unerläßlich hält er die gleichzeitige Anwesenheit des Kalkes oder der Magnesia und des Kalis. Er fand nirgends salpetersaures Kali ohne Kalk- oder Magnesiasalpeter

und nirgends erdige salpetersaure Salze ohne Kalisalpeter. Die Feuchtigkeit ist durchaus nothwenig, denn überall, wo die Wände trocken sind, findet man keine salpetersauern Verbindungen; endlich befördert etwas thierische Materie die Salpeterbildung, allein diese scheint nicht gerade absolut nothwendig zu seyn, wenigstens nach John Davy's Meinung, welche jedoch auf keine entscheidende Thatsache sich stützt.

Er bemerkt übrigens zur Unterstützung dieser Ansicht, daß in der Höhle von Memoora, welche jetzt ausgebaut ist, keine Fledermauserkremente sich finden, welchen man gewöhnlich die Salpeterbildung an diesen Orten zuschreibt. Diese Höhle, deren Form halbkreisrund ist, hat 100′ Breite, 80 Fuß Höhe und 200′ Tiefe. Sie befindet sich in einem 300′ hohen Berg, der mit Wald bewachsen ist. Der Hintergrund ist eng und dunkel, der Boden ist felsig und erhebt sich schnell beim Eingange. Seit fünfzig Jahren arbeitet man ununterbrochen 6 Monate lang bei trockener Jahreszeit darin fort. Als Davy sie besuchte, waren sechzehen Arbeiter darin, von denen jeder jährlich einen halben Zentner Salpeter in die Magazine der Regierung abliefert. Da dieses wahrscheinlich eine Abgabe ist, so muß die Erzeugung wenigstens funfzehen bis zwanzigmal größer seyn; sie würde dann ungefähr 120 bis 160 Zentner das Jahr ausmachen. Obgleich Davy keine thierische Materie auf den Boden der Höhle fand, so läßt sich doch hinsichtlich der großen Oberfläche ihrer Wände und der geringen Mächtigkeit des Daches annehmen, daß die thierische oder stickstoffhaltige Materie durch Infiltration des Wassers von oben hereingedrungen seyn kann.

1539. Aus der Analyse der salpeterhaltigen Felsmasse dieser Höhle ergab sich folgender Gehalt:

salpetersaures Kali	2,4
dergl. Magnesia	0,7
schwefelsaure dergl.	0,2
Wasser	9,4
Kohlensaurer Kalk	26,5
Erdige, in schwacher Salpetersäure unlösliche Substanz	60,8
	100,0

Man findet in diesem Fels kohlensauern Kalk, Feldspath, Quarz, Glimmer und Talk als Bestandtheile.

1540. Die Ausbeutung der salpeterhaltigen Theile ist sehr einfach. Man haut mittelst kleiner Hacken Stücke von der Oberfläche los und zerschlägt solche zu gröblichem Pulver. Dieses wird mit einer gleichen Menge Holzasche gemengt und mit kaltem Wasser ausgelaugt; man dampft dann die erhaltene Lauge in gebrannten Thongefäßen ab, läßt sie erkalten und krystallisiren. Die erhaltenen Salpeterkrystalle werden von der Mutterlauge gesondert und in den Handel geliefert.

In der Höhle von Boulatwellegodé, einer der bedeutendsten in Ceylon, fand zwar Davy eine unzählige Menge von Fledermäusen, allein aus dem Vorhergesagten scheint doch hervorzugehen, daß ihre Gegenwart zur Salpeterbildung nicht unmittelbar nöthig ist.

Die Salpetergruben von Ceylon, sowie alle natürlichen Salpetergruben lassen noch viel Zweifel über die Theorie der Salpeterbildung, denn wegen Mangel an ganz genauen, bis ins kleinste Detail gehenden Nachrichten läßt sich diese Frage noch nicht genügend lösen.

1541. Salpetergruben von la Roche-Guyon, Mousseau ꝛc. Es sind dieses Höhlen in Kreidefelsen, welche am Ufer der Seine liegen. Ihre Mündungen liegen gegen Mittag; sie dienen als Keller, Ställe und selbst als Wohnungen, vorzüglich an ihrer offnen Seite oder wenigstens nur in einer geringen Tiefe geht die Salpeterbildung vor sich. Man sammelt jährlich zu wiederhohlten Malen, und die salpeterhaltigen Stoffe werden dann zur Gewinnung des Salpeters auf gewöhnliche Weise behandelt.

1542. Salpetergruben in Indien, Egypten und Spanien. Wie bereits oben erwähnt wurde, der Boden dieser drei Länder bildet an gewissen Orten auf eine äußerst merkwürdige Weise Salpeter, die um so mehr Aufmerksamkeit verdient, weil die sich vorfindende Menge Kalisalpeter im Allgemeinen nicht unbedeutend ist.

Die Gewinnung ist äußerst einfach, denn sobald man salpeterhaltige Erde findet, wird sie von der Oberfläche des Bodens einige Zoll tief abgehoben, mit Wasser eingerührt, dieses davon abgegossen, und diese Auslaugung, so lange

wiederhohlt, als es nöthig ist. Die Lauge wird dann in Gräben geleitet und an der Sonne der freiwilligen Verdunstung überlassen. Zuletzt bringt man sie noch in Kessel, worin sie völlig bis zur nöthigen Konzentration abgedampft werden. Hierauf läßt man sie krystallisiren und erhält so den rohen Salpeter. In der Mutterlauge bleibt salpetersaurer Kalk. Kann man sich Asche oder andere Stoffe verschaffen, welche zur Umwandlung desselben in Kalisalpeter sich eignen, so ist dieß äußerst vortheilhaft, wie nachstehende Analyse zeigt. John Davy fand in der Salpetererde von Bengalen im Distrikte Tirhoot:

8,3	salpetersaures Kali
3,7	salpetersauren Kalk
0,8	schwefelsauren Kalk
0,2	Kochsalz
35,0	kohlensauren Kalk mit Spuren von Magnesia
40,0	erdige, in Wasser und Salpetersäure unauflösliche Substanz
12,0	Wasser mit Spuren von organischer Materie
100,0	

1543. Hier ist die Menge von Kalksalpeter, wenn gleich viel geringer als in Europa, doch immer noch ziemlich bedeutend. Noch ist man über die Erscheinungen, welche dort die Salpeterbildung begleiten, nicht näher unterrichtet.

Man wird ohne Zweifel auch die neue Welt in dieser Beziehung bald genauer untersuchen, und alles deutet darauf hin, daß man daselbst einst reiche Ausbeute machen wird.

Künstliche Salpeteranlagen oder Salpeterplantagen.

1544. So nennt man Anlagen, in welchen man Gemenge zu produziren sucht, welche sich zur Salpeterbildung eignen und in denen man übrigens alle Bedingungen, welche diesen chemischen Prozeß begünstigen, zu realisiren bemüht ist.

Die Vortheile dieser Salpeterplantagen, welche man häufig im nördlichen Europa anwendet, wurden seit einigen Jahren in Frankreich bei weitem übertrieben dargestellt. Man kennt übrigens jetzt ihren wahren Werth besser, und alle diejenigen, welche diesen Gegenstand näher untersucht

haben, sind überzeugt, daß es vortheilhafter ist, die hierzu erforderliche Arbeit, das Land und den Dünger auf den Ackerbau zu verwenden.

1545. Man unterscheidet bei den künstlichen Salpeterplantagen zweierlei Haupteinrichtungen: die bedeckten Anlagen, die in Schweden gebräuchlich sind und die Salpetermauern, welche man in Preußen vorzieht. In beiden Fällen hat man stets große Erdmassen auszulaugen. Gewöhnlich darf man ein Produkt von vier Unzen auf den Kubickfuß annehmen, wenn die Plantage gut ist, und man muß dann 8000 Kubickfuß Erde auslangen, um 1000 Kilogr. Salpeter zu erhalten. Zu diesem Behufe sind dann wenigstens 24000 Kubickfuß Erde zur Anlage nöthig, denn die Salpeterbildung erfordert ungefähr drei Jahre Zeit und man laugt dann jedes Jahr ein Drittel von der im Betrieb stehenden Masse aus.

Wir lassen hier eine nähere Beschreibung des üblichen Verfahrens folgen.

Geschichtete Salpeteranlagen.

1546. Schwedische Salpeterhütten. Nach Berzelius baut man in Schweden kleine hölzerne Hütten, deren Boden entweder ebenfalls aus Holz oder aus fest geschlagenem Thon sind, und schichtet nun darauf ein Gemenge von lockerer Erde, vegetabilische und animalische Abgänge, die man mit Asche, Kalk oder Mergel versetzt; zuweilen legt man auch Reißig dazwischen, um den Haufen recht porös zu halten. Von Zeit zu Zeit wird der Haufen mit Rindsharn übergossen. Im Sommer sticht man die Masse einmal die Woche und im Winter alle 2—3 Wochen einmal um und sucht sie überhaupt stets locker zu erhalten, daß die Luft hineindringen kann. Nach 2—3 Jahren ist der Salpeter gebildet, was man durch Auslaugen einer kleinen Menge Erde findet. Man schichtet gewöhnlich die Salpeterhaufen nicht höher als 2 ½—3 Fuß. Die Hütte ist mit Läden versehen, welche zugemacht werden, um das Eindringen der Sonnenstrahlen zu verhindern.

1547. Salpeterplantage zu Longpont. Sie ist in einem alten Steinbruche errichtet, woraus man ehedem die Steine zum Erbauen der Kirche der ehemaligen Abtei Longpont nahm. Auf den Grund des Steinbruches, wo die Luft leicht zirkulirt, schichtet man Erde und Dünger abwechselnd 4 Zoll mächtig über einander und bedeckt den Haufen zuletzt mit einer Erdschicht. Darauf leitet man dann nur das aus Ställen abfließende Wasser, ohne den Haufen besonders zu begießen, denn der Steinbruch ist außerdem feucht genug. Nach zwei Jahren ist der Haufen in Düngererde verwandelt; man bringt ihn dann näher an den Eingang des Steinbruches und läßt ihn noch zwei Jahre liegen, während welcher Zeit man ihn von Zeit zu Zeit umsticht. Der Dünger von 25 Thieren, nämlich von Eseln, Maulthieren und Kühen liefert 5—600 Kilogr. Salpeter.

1548. Salpeterplantagen zu Appenzell. In diesem Kanton, sowie in mehreren andern Gegenden der Schweiz liegen die Ställe an Bergabhängen, so daß bloß der Eingang zu ebener Erde ist; der gegenüber liegende Theil des Gebäudes ist einige Fuß höher als der Boden und ruht auf Pfählen; es ist auf diese Weise der gedielte Boden des Stalles vom Erdboden isolirt und eine Luftschicht dazwischen. Unter dem Gebäude wird eine Grube gegraben, die ebenso groß als dieses und ungefähr 2—3 Fuß tief ist. Diese Grube füllt man mit sandiger Erde, welche etwas fest getreten wird. Da diese sehr porös ist, so absorbirt sie den Harn der Thiere, den sie darauf lassen. Nach zwei bis drei Jahren wird die Erde herausgenommen und behufs der Gewinnung des Salpeters ausgelaugt. Man behauptet gewöhnlich, daß die einmal benützte Erde zur Salpeterbildung weit geeigneter ist, und daß sie dann alle Jahre ausgelaugt werden kann. Ist der Ertrag gut, so kann er sich bei einem Stall auf 500 Kilogr. belaufen. Die Lage der Ställe ist wichtig; am günstigsten ist die gegen Norden.

1549. Salpeteranlagen in Schäfereien. Thouvenel führte diese zuerst ein und das Comité für Schießpulver in Frankreich rieth auch zu deren Ausführung,

weil sie sich am besten mit den landwirthschaftlichen Arbeiten in Frankreich verträgt.

In den Salpeterplantagen Thouvenels ist wie bei denen von Longpont die Arbeit in zwei Zeitabschnitte getheilt. Der erste begreift die zur Umbildung der organischen Stoffe in Düngererde nöthige Zeit in sich. Man nennt dieß die Vorbereitung der Erde. Der zweite, welcher die eigentliche Salpeterbildung zum Zweck hat, ist die Zeit der Bearbeitung der Erden.

1550. Die Vorbereitung der Erde ist einfach und besteht nur in einem einjährigen Liegen in den Schäfereien oder den Ställen. Man sticht oder gräbt den guten Grund einen Fuß tief um und läßt die Schafe vier Monate lang in dem Schafstall, wo man sie immer mit Streu hinreichend versorgt. Nach Verlauf dieser Zeit bringt man den Dünger weg, gräbt die alte Erde um und bringt wieder frische, etwas feuchte Erde darauf, die 8—9 Zoll hoch gelegt wird. Nach vier Monaten wiederhohlt man diese Operation und am Ende des Jahres ist die Vorbereitung der Erde beendigt.

Die weitere Bearbeitung geschieht unter Schoppen, die man mit einer Art Mauer aus Erde umgiebt, welche zur Salpeterbildung geeignet ist. Die zu bearbeitende Erde selbst wird in drei Fuß hohen Schichten unter die Schoppen gebracht, und jeden Monat mit eisernen, dreizakigen Hacken durch einander gearbeitet, alle zwei Monate aber bis auf den Grund umgegraben. Alle 14 Tage begießt man sie mit Mistjauche, in welcher man Schaf- oder Pferdekoth eingerührt hat. Ehe man die Jauche anwendet, läßt man sie vorher 2—3 Wochen lang gähren. Fährt man mit dieser Bearbeitung zwei Jahre lang fort, so erhält man eine zum Auslaugen geeignete Erde.

1551. Bei allen diesen Operationen muß man sorgfältig vermeiden, thierische Materie gegen das Ende der Arbeit hinzuzufügen, denn da sie sich in diesem Falle nicht mehr zersetzen könnte, so werden die Laugen sie zum Theil auflösen und dadurch die Krystallisation der verschiedenen Salze sehr erschweren. Außerdem würden diese sehr gefärbt seyn,

was später bei der Raffinirung sich als ein bedeutender Übelstand kund giebt.

Mauerartige Salpeteranlagen.

1552. Bei allen den beschriebenen Einrichtungen breitet man die zur Salpeterbildung bestimmten Stoffe in dünnen Schichten auf den Boden aus, um die Luft gehörig damit in Kontakt zu bringen. In Preußen hatte man das nämliche Resultat durch ein Verfahren erhalten, durch welches Raum erspart wird, und das zugleich den Vortheil darbietet, die salpeterbildungsfähige Substanz auf zwei Seiten in Berührung mit der Luft zu bringen, und folglich sie dicker anlegen zu können.

Wollte man dieses Verfahren praktisch ausführen, so dürfte dies vielleicht auf folgende Weise mit Vortheil geschehen.

1553. Zuerst würde man die Erde vorbereiten müssen, oder sie in Düngererde umwandeln. Hierauf müßte man mit der vorbereiteten Erde parallele Mauern von 6 bis 7 Fuß Höhe und 3 bis 4 Fuß Dicke bilden. Die eine Seite würde eben seyn, während die andere stufenförmig wie Rinnen geformt wäre, um das Regenwasser zurückzuhalten. Jede Mauer müßte mit einem Strohdach versehen werden, um sie auch gegen zu starken Regen zu schützen. Im Boden würden ferner Sammelgruben angelegt seyn müssen, damit das Regenwasser sich daselbst ansammeln könnte, um zum nöthigen Begießen vorräthig zu seyn. Man würde auch die zur Salpeterbildung nöthigen Stoffe mit Reißig schichten, damit sie lockerer werden und zugleich fester zusammenhalten.

In diesen Anlagen ist die Verdampfung sehr schnell, allein man kann sie etwas mäßigen, wenn man mehrere Mauern in geringer Entfernung von einander aufrichtet. Übrigens ist auch die durch Aufgießen verursachte Arbeit nicht verloren; man darf nur immer die stufenförmige Seite begießen und die Mauern so stellen, daß der gewöhnlich wehende Wind auf die entgegengesetzte Seite trifft. Der gebildete Salpeter wird so aufgelöst, kommt nach der ebenen Seite und die Auflösung dampft hier ab. Das Regenwasser,

welches von den Mauern herabfließt, und welches man in den Sammelgruben auffängt, wird zum Begießen verwendet und deshalb kommt auch der darin enthaltene Salpeter oder die thierischen Stoffe nach und nach wieder auf jene zurück.

1554. Sobald die Salpeterbildung etwas vorgerückt ist, kratzt man die ebene Seite der Mauer bis zu einer gewissen Tiefe ab, und laugt die erhaltene Masse dann wie gewöhnlich aus, um die salpetersauern Salze daraus abzuscheiden. Nachdem der bei der Auslaugung bleibende Rückstand mit frischer vorbereiteter Erde gemengt und mit Mistjauche eingerührt worden, wird er auf die stufenförmige Seite der Mauer gebracht, um dieser ihre ursprüngliche Dicke wieder zu geben. Wird die Arbeit auf solche Weise fortgesetzt, so rücken diese Mauern von einer Seite nach der andern immer vorwärts, indem sie stets ihre ursprüngliche Form und ihren Parallelismus beibehalten und gleichweit von einander entfernt bleiben. Man kommt so nicht in den Fall neue Mauern errichten zu müssen, was immer nachtheilig ist, da es außer allen Zweifel zu seyn scheint, daß die Salpeterbildung sobald sie einmal längere Zeit im Gange ist, weit besser vorwärts schreitet, als wenn sie erst beginnt.

Durch die hier beschriebene Methode wird man ohne Zweifel allen Bedingungen genügen, welche die künstlichen Salpeteranlagen zu erheischen scheinen.

1555. Wenn wir gleich hier die Mittel anzugeben bemüht waren, welche zu einer zweckmäßigen Behandlung der Salpeteranlagen erforderlich sind und zugleich eine gute Ausbeute versichern, so rathen wir dennoch nicht zur Errichtung solcher Anlagen. Wir wünschen im Gegentheil, daß die Entdeckung eines ökonomischen Mittels zur Erzeugung der Salpetersäure uns dieses umständlichen und langwierigen Verfahrens entheben möchte.

Gewinnung des salpetersauern Kali's.

1556. Jede salpeterhaltige Substanz wird folgendermassen behandelt:

1.) Sie wird ausgelaugt, um die salpetersauern Salze

von den unlöslichen Stoffen zu scheiden, welche damit gemengt sind.

2.) die Laugen werden mit einem Kalisalz zusammengebracht, um die erdigen salpetersauern Salze in Kalisalpeter zu verwandeln.

3.) Muß man die Laugen abdampfen, um den Salpeter krystallisirt zu erhalten.

4.) Ist eine Läuterung oder Raffinirung des rohen Salpeters nöthig, um die ihn begleitenden fremdartigen Salze abzuscheiden.

Wir wollen die einzelnen Operationen nun näher beleuchten.

1557. Auslaugung der salpeterhaltigen Stoffe. Seit langer Zeit wendet man bei dieser Operation ein merkwürdiges, in jeder Hinsicht musterhaftes Verfahren an, welches in allen Fällen befolgt werden sollte, wo es sich darum handelt, lösliche Stoffe von einer unlöslichen Substanz zu scheiden. Die Vorzüge dieses Verfahrens sind in der von dem Comité consultatif des Poudres et Salpêtres (Paris 1820) herausgegebenen Anweisung so klar auseinander gesetzt, daß es unmöglich ist noch eine wichtige Verbesserung zu der hieraus anzuführenden Stelle zuzufügen.

Nehmen wir an, man habe 200 Kubickdecimeter salpeterhaltige Stoffe, welche vier Prozente oder 8 Kilogr. Salpeter enthalten, in eine mit einem Stichhahn versehene Kufe gebracht und dazu 100 Liter Wasser gegeben, welche Quantität hinreicht, um die Masse bis auf ihre Oberfläche mit dieser Flüssigkeit zu tränken. Nach zwölfstündigem Kontakte läßt man durch die Öffnung die Lauge abfließen, welche die Hälfte der angewendeten Wassermenge beträgt; die andere Hälfte wird von der Erde durch die Haarröhrchenanziehung zurückgehalten. War die Masse gehörig vom Wasser durchdrungen, so ist der Salpeter gänzlich aufgelöst worden. Die Hälfte desselben ist dann in der abgelaufenen Lauge und die andere Hälfte bleibt noch in der nassen im Bottich befindlichen Erde zurück. Man gießt nun auf diese wieder so viel Wasser als Lauge abgelaufen ist, und öffnet nach Verlauf von zwei

bis drei Stunden aufs Neue den Hahn. Es fließen jetzt auch 50 Kilogr. Wasser ab, welche die Hälfte des in dem Bottich zurückgebliebenen Salpeters oder den vierten Theil der ursprünglichen Menge enthalten. Eine dritte Auslaugung schafft endlich $\frac{1}{8}$ und eine vierte $\frac{1}{16}$ Salpeter aus der Erde weg. Begnügt man sich mit vier Auslaugungen, so hat man folgendes Resultat:

	angewendetes Wasser.	erhaltene Flüssigkeit.
1te Auslaugung	100 Liter . . .	50 Liter enthaltend 4 Kilogr. Salpeter
2te — —	50 — . . .	50 — — — 2 — — —
3te — —	50 — . . .	50 — — — 1 — — —
4te — —	50 — . . .	50 — — — 0,5 — — —
	Rückstand 50 Liter + 0,5 Kilogr. Salpeter.	200 Liter — — 7,5 Kilogr. Salpeter.

Der Verlust beträgt hier also nicht mehr als 0,5 auf 8 Kilogr. oder $\frac{1}{16}$ und ein solches Resultat könnte nie durch eine einzige Auslaugung erzielt werden, selbst wenn man sechzehenmal mehr Wasser anwenden würde, als die Erde selbst zurückgehalten könnte, nämlich 800 Liter; man würde 750 Liter Flüssigkeit statt 200 abzudampfen haben. Durch diese Auslaugungsmethode erspart man bedeutend an Brennmaterial und zwar so, daß sich der Aufwand bei diesem Verfahren verglichen mit dem des Ältern wie 10:35 verhält. Der Gewinn läßt sich aber noch weiter vermehren, wenn man die bei der ersten und zweiten Auslaugung erhaltenen 100 Liter auf eine neue Menge Erde gießt, die ebenfalls 8 Kilogr. Salpeter enthält, und davon nach einiger Zeit wieder 50 Liter ablaufen läßt. Da nun die in dem Bottich enthaltene Menge Salpeter gleich ist 8 + 4 + 2 oder 14 Kilogr., so muß die Hälfte davon, nämlich 7 Kilogr. sich in der abgelaufenen Flüssigkeit vorfinden. Durch dieses einfache und wohlfeile Verfahren hat man also nur 50 Liter Wasser abzudampfen, um 7 Kilogr. Salpeter zu erhalten, während man dagegen ehemals auf 7,5 Kilogr, 200 Liter zu verdampfen hatte, und die nöthige Menge Brennmaterial wird dadurch noch weiter um drei Viertheile reduzirt.

Aus dem Vorhergehenden läßt sich nun leicht der bei einer solchen Auslaugung zu befolgende Gang abnehmen. Man nimmt dazu drei oder vier Bottiche, je nachdem man

die Masse drei oder viermal auslaugen will. Die Stärke oder der Gehalt der Laugen wird mittelst eines besondern Aräometers gemessen, an welchem jeder Grad einem in den Auflösungen enthaltenen Prozente Salpeter entspricht.

Auslaugung von drei Bottichen, von welchen jeder 8 Kilogr. Salpeter enthält			
Nummern der Auslaugung.	Bottich A.	Bottich B.	Bottich C.
1te Auslaugung mit 100 Liter Wasser giebt	50 Liter zu 8° }	— 50 Liter zu 14°	
2te dergl. mit 50 Liter	50 — zu 4° }		— 50 Liter zu $14\frac{1}{4}$°
3te dergl. mit 50 Liter	50 — zu 2°	— 50 — zu 8° }	— 50 — zu $8\frac{1}{4}$°
4te dergl. mit 50 Liter	50 — zu 1°	— 50 — zu $4\frac{1}{2}$° }	— 50 — zu $4\frac{1}{16}$°
		— 50 — zu $2\frac{1}{4}$°	— 50 — zu $2\frac{5}{16}$°
		— 50 — zu $1\frac{1}{8}$°	50 — zu $1\frac{7}{16}$°

Was in dem Bottich A vorgeht, ist bereits bekannt. Der Bottich B wird anfangs mit den zwei ersten Laugen des Bottichs A ausgelaugt. Jene haben nach ihrer Vereinigung mit einander 6° und steigen, indem sie auf den Bottich B gegossen werden auf 14°, in welchem Zustand die davon abgezogenen 50 Liter siedewürdig sind. Es bleiben nun noch 50 Liter Lauge von 14° in der Erde, zu welchen man wieder 50 Liter von 2° gießt, die von der dritten Auslaugung des Bottichs A herrühren; man erhält also davon 50 Liter Lauge zu 8°. Gießt man zuletzt die von A erhaltenen Liter von 1° auf B, so giebt dieß eine Salpeterlauge von 4½°, wovon man auch 50 Liter abzieht. Nun aber hat man keine schwache Lauge mehr, weil der Bottich A als gänzlich ausgelaugt zu betrachten ist, wenn die abgezogene Flüssigkeit nur 1° hat. Um nun beim Bottich B dasselbe Resultat zu erhalten, hat man noch zwei auf einander folgende Auslaugungen nöthig.

Was endlich in dem Bottich C vorgeht, bedarf keiner weitern Erklärung.

1558. Nach diesen vorläufigen Bemerkungen wollen wir die gewöhnliche Salpetergewinnung betrachten. Die zum Auslaugen bestimmten Massen müssen zertheilt werden, damit das Wasser leicht in sie eindringen und alle auflöslichen Stoffe daraus aufnehmen kann. Man zerschlägt zu diesem Behufe den salpeterhaltigen Mauerschutt auf einer gepflasterten Tenne mittelst einem, mit großen Nägeln versehenen Schlägel; man wirft die Masse hierauf durch einen Durchschlag, um die groben Theile von den feinen zu sondern. Da der Mauerschutt aus Massen von verschiedener Härte besteht, so muß man diese mühsame und kostspielige Zerkleinerungsmethode anwenden, denn außerdem würde man besser und schneller mittelst einer Mühle zu demselben Resultat gelangen.

Sind die salpeterhaltigen Massen zerkleinert und durchgesiebt, so laugt man sie aus; man bringt sie in Fäßer, welche auf einem 10—12 Centimeter über den Boden erhöhten Holzgestell stehen. Aus den Fäßern läuft die Flüssigkeit durch einen Seiher in einen hölzernen, in den Boden einge-

senkten Kanal, der sie in ein gemeinschaftliches Reservoir führt. Die Fässer sind am obern Ende ganz offen und unten mit einem Loch von 16—18 Millimeter im Durchmesser versehen, in welchen man den Seiher anbringt; dieser kann nach Belieben durch einen hölzernen Zapfen verschlossen werden. Vor den Seiher wird gewöhnlich etwas Stroh gelegt, damit die Erdmassen ihn nicht verstopfen. Zuweilen versieht man die Fässer mit einem doppelten Boden, der durchlöchert und vom untersten Boden 4 Centimeter entfernt ist. Zwischen beide Böden legt man langes Stroh, durch welches das Wasser sodann leicht abfließt.

1559. Die so vorbereiteten Fässer werden mit salpeterhaltigem Schutt oder Erde gefüllt; man drückt die Oberfläche der Masse etwas fest und erhöht sie an dem Rande des Fasses, um sie in der Mitte etwas hohl zu haben. Zuweilen legt man auch etwas Stroh herum; beides geschieht, damit das aufgegossene Wasser nicht zu leicht an den Wänden hinabläuft, und so langsamer und vollkommner die Erdmasse selbst durchdringt. Sind die Fässer also gefüllt, so gießt man soviel Wasser darauf, daß solches 8—10 Millimeter hoch auf der Erde steht. Anfangs muß man die Öffnung unten einige Zeit lang verschlossen halten, indem sonst das Wasser sich leicht einige Löcher durch die Erde wühlen könnte, und auf solche Weise dann ablaufen würde, ohne alle Theile auszulaugen. Wenn man statt der Erde alten Mauerschutt anwendet, der nicht gehörig zerkleinert worden, so können auch bisweilen Stücke darin bleiben, die nur oberflächlich ausgelaugt werden. Hat das Wasser so lange darauf gestanden, daß es alle auflöslichen Theile aufgenommen haben kann, so läßt man die Flüssigkeit ablaufen, indem man die Zapfen zieht.

Die Salpeterfabrikanten wenden zum Auslaugen der Masse eine sehr verschiedene Anzahl von Fässern, je nach der Ausdehnung ihres Etablissements an; 36 reichen für eine Anlage hin, in welcher man jährlich 12—15 Tausand Kilogramme Salpeter fabriziren will. Die Laugefässer werden in drei Reihen, jede zu drei Fässern auf ein etwas erhöhtes Balkengerüste gestellt. Unter jeder Reihe und zwar

längs derselben läuft eine hölzerne Rinne, welche die aus den 12 Fässern abfließende Salpeterrohlauge aufnimmt und nach dem am Ende der Reihe befindlichen Behälter führt. Oberhalb jeder Reihe wird gleichfalls eine Rinne von Holz angebracht, welche mit so viel Löchern versehen ist, als Fässer vorhanden sind, woraus dann das Wasser durch Seiher auf diese herab sich ergießt.

1560. Ist alles gehörig vorgerichtet und die Fässer mit salpeterhaltigen Massen gefüllt, so läßt man Wasser darauf laufen, und zwar dem Volum nach ungefähr die Hälfte von der Erde; sind also 100 Kubickdecimeter Erde im Faß, so sind dazu 50 Liter Wasser nöthig.

Man läßt das erste Wasser 9—10 Stunden stehen und zieht nach Verlauf dieser Zeit den Zapfen, damit es in die Rinne laufen kann. Da nun die Erde jedes Fasses ungefähr die Hälfte des darauf gelaufenen Wassers noch zurückhält, so erhält man von jeder Tonne nur 25 Liter. Nimmt man an, die erhaltene Rohlauge habe 10°, so ist die zurückgebliebene von derselben Stärke; durch neues Aufgießen von Wasser wird diese nach und nach ausgezogen. Man gießt bei der zweiten Auslaugung die Hälfte der zuerst angewendeten Wassermenge darauf und fährt nun so fort mit dieser Operation, bis die abfließenden Laugen nur noch ½° haben. Die später erhaltenen schwächern Laugen werden zum Auslaugen frisch gefüllter Fässer gebraucht, und nur die ersten, welche 10—12 Grad haben, dampft man ab. Durch das Aufgießen der abgelaufenen Laugen auf neue Fässer wird eine bestimmte Ordnung und ein regelmäßiger Betrieb bei dieser Arbeit hergestellt.

In einer im Betrieb stehenden Salpeterhütte enthält die erste Faßreihe frische Erde, die zweite einmal ausgelaugte und dritte zweimal ausgelaugte Erde. Gewöhnlich begnügt man sich mit dreimaligem Auslaugen; allein es hängt dieß immer von dem Gehalt der Lauge selbst ab. Würde nämlich die dritte Lauge noch ziemlich reichhaltig seyn, so müßte man eine vierte Auslaugung vornehmen.

Die Laugen, welche von der dritten Faßreihe ablaufen, d. h. von Erde, die bereits zweimal ausgelaugt worden,

nennt man Waschwasser (eaux de lavage). Man bringt diese auf die zweite Faßreihe, oder auf die nur einmal ausgelaugte Erde; sie laufen hiervon als Schwachlaugen (petites eaux) ab, und geben endlich, nachdem sie auf die erste Reihe gegossen worden, die starke Lauge (eaux fortes). Während Letztere abfließt, leert man die dritte Reihe Fässer aus, füllt sie mit frischer Erde, und giebt die starke Lauge darauf, die noch Salpeter aufnimmt und nun die siedewürdige Lauge giebt.

Man würde viel Zeit verlieren, wenn man jedesmal, um die Lauge auf eine Reihe Fässer zu bringen, warten wollte, bis die vorhergehende Reihe zu fließen aufgehört hat. Man gießt sie fortwährend auf, sobald sich davon im Sammelbehälter etwas vorfindet, und auf solche Weise sind die drei Reihen fast zu gleicher Zeit ausgelaugt. Man bringt die Lauge von einer Reihe zur andern mittelst Schöpfeimern oder durch eine kleine bewegliche Pumpe, die man in die Behälter nach einander setzt, um die Flüssigkeit in die obere mit Seihern versehene Rinne zu pumpen. Es ist begreiflich, daß durch diese Auslaugungsmethode die Bottiche der ersten Reihe, später die zweite und endlich die dritte Reihe bilden, und daß man so mit drei Reihen dasselbe leisten kann, wozu außerdem vier erforderlich wären.

1561. Es giebt eine andere noch viel einfachere, bequemere und vortheilhaftere Art des Auslaugens; sie besteht darin, daß man statt der Fässer Kästen von Eichenholz anwendet, welche eine lange Trichterform haben. Diese Kästen sind 4 Meter lang, 1 Meter hoch, 2 Meter oben und 13 Decimeter unten breit. Längs der einen von den zwei grossen Seiten, so wie an der Bodenfläche sind sie mit Löchern (aaa Fig. 1 Taf. 18) versehen, welche 1 ½ Decimeter von einander entfernt sind. In sie können hölzerne Rohre k (Fig. 2) eingesetzt werden, die man nach Belieben öffnen kann, um die Lauge abfließen zu lassen. Der Boden bildet eine schiefe Ebene bb (Fig. 2), welche sich einen halben Decimeter gegen die nicht durchbohrte Seite erhebt, gegen die durchlöcherte Wand aber sich neigt. Man legt über die Löcher ein Brett cc, welches schief auf der Vorderseite und dem Boden auf-

liegt; dieses ungefähr 3 Decimeter breite Brett ist seiner ganzen Länge nach mit kleinen Löchern versehen. Man bedeckt es mit einem Weidengeflecht, damit die Löcher nicht durch die Erde verstopft werden können, und die Auslaugung ungestört vor sich gehen kann. Diese Kästen müssen stark von gutem Eichenholz verfertigt seyn und wenigstens eine Dicke von 5 Centimeter haben; an den zusammengefügten Stellen werden die Seiten noch durch starke Leisten ddd rc. (Fig. 1 und 3) verstärkt, von denen 10 auf den zwei längern und 4 auf den kürzern Seiten angebracht sind. Die Ecken werden durch mehrere eiserne Bänder eee rc. (Fig. 1) noch stärker befestigt. Damit die beiden längern Seiten sich nicht durch den Druck der Erdmassen auswärts biegen, werden sie durch zwei eiserne mit Schrauben versehene Bolzen ff (Fig. 2 und 3) zusammengehalten, welche einen Dezimeter vom obern Rand entfernt durch dieselben gehen und beide fest an die Querstangen drücken.

Um jeden Verlust an Lauge zu verhindern, welche vielleicht durch einige Fugen rinnen könnte, stellt man die Kästen auf einen gedielten Boden gg (Fig. 2), der sich in eine hölzerne Rinne endigt, die in die Erde eingesetzt ist und mit der Bodenfläche in einer Ebene liegt. Diese Rinne führt die abträufelnde Lauge nach Behältern, die ungefähr 4 Hektoliter faßen.

1562. Zwei solcher Kästen reichen für die größte Salpeterhütte hin, weil sie ungefähr 60 Tonnen von der hier üblichen Größe fassen. Um diese sehr einfache Auslaugemethode noch leichter und vortheilhafter zu machen, wendet man eine Pumpe an, um die Kästen mittelst Rinnen, die über denselben aufgehangen sind, zu begießen; es sind diese in gewisser Entfernung von einander mit Löchern versehen, wodurch das aufgepumpte Wasser herabfließen kann. Außerdem hat man noch eine kleine mobile Pumpe, welche in die Behälter eingesetzt wird, um die Laugen von einem Kasten in den andern zu bringen.

Diese Kästen nehmen weniger Raum ein, erfordern viel weniger Reparatur und sind weit leichter zu füllen und auszuleeren als die Fässer. Um die in den Salpeterhütten

gewöhnlich aufgestellten drei Reihen Fässer zu ersetzen, wären eigentlich auch drei Kästen nothwendig, allein es genügen schon zwei derselben.

1563. Beim Beginnen des Auslaugens gießt man soviel Wasser darauf, daß dasselbe, nachdem es die ganze Masse durchdrungen hat, noch ungefähr 1 Dezimeter hoch darüber steht. Das erste Wasser läßt man 24 Stunden auf der Erde stehen, indem die Abzugslöcher verschlossen bleiben. Nach Verlauf dieser Zeit läßt man es in die Behälter ablaufen. Sobald es nicht mehr fließt, steckt man den Zapfen wieder hinein und gießt aufs Neue Wasser auf, welches man so oft wiederhohlt, bis die ablaufende Lauge nur noch einen halben Grad zeigt.

Ist die von der ersten Auslaugung erhaltene Lauge schwächer als 10°, so gießt man sie auf den zweiten Kasten, dessen Abzugslöcher verschlossen seyn müssen, und behandelt diesen sowie den ersten. Dieser aber wird nach vollständigem Auslaugen aufs Neue mit Erde gefüllt, worauf dann die schwachen Laugen des zweiten Kastens gegossen werden; ist auch dieser ausgelaugt, so verfährt man wie bei dem ersten.

1564. Sättigung der Laugen. Die erhaltene Lauge enthält außer Salpeter alle übrigen in der Erde vorhandenen auflöslichen Salze und außerdem noch organische Substanzen. Noch kennt man die Natur und die Eigenschaften dieser organischen Stoffe nicht genau, die selbst je nach Umständen wieder verschieden seyn können. Die Salze sind entweder salpetersaure oder salzsaure (Chloride) und nach der Lokalität in sehr wandelbaren Mengen-Verhältnissen vorhanden. Die aus den Laugen des pariser Gypsschuttes dargestellten Salze enthalten:

Salpetersaures Kali und Chlorkalium .	10
salpetersauren Kalk und Magnesia . . .	70
Chlornatrium	15
Chlorcalcium und Magnesium	5
	100

Dieses oder ein ähnliches Salzgemenge muß man nun so behandeln, daß alle salpetersauren Salze in salpetersaures Kali verwandelt werden; man wendet zu diesem Behufe käuf-

liche Pottasche, schwefelsaures Kali, Chlorkalium oder ganz einfach nur Asche an.

1565. Man löst die Pottasche in der doppelten Gewichtsmenge Wasser auf, vermischt diese Auflösung mit der siedewürdigen Salpeterlauge und rührt die Flüssigkeit wohl um. Es setzt sich sogleich kohlensaurer Kalk und Magnesia ab und es bleibt nur salpetersaures Kali, Chlorkalium und Kochsalz noch aufgelöst. Sobald der Niederschlag sich ganz gesetzt hat, gießt man die Salzlauge ab und dampft sie ein.

1566. Wendet man schwefelsaures Kali an, so füllt man ungefähr drei Viertel einer tiefen Kufe mit Siedelauge von 20°, die man entweder durch Abdampfen oder durch Vermischen mit Mutterlauge so stark erhalten hat, und gießt den fünften Theil einer Auflösung des schwefelsauren Salzes von 20° hinzu. Das Gemenge wird umgerührt und setzt nach und nach ganz langsam einen Niederschlag ab, der zugleich viel färbende Theile mit niederreißt, wodurch die Salzlauge ziemlich entfärbt wird. Man nimmt mehr oder weniger schwefelsaures Kali je nach der Beschaffenheit der Salpeterrohlauge, immer aber muß man soviel davon nehmen, daß die Kalksalze vollkommen zersetzt werden. Dieses Verfahren ist minder bequem als das vorhergehende, indem die Reaktion erst in der Wärme Statt hat, und die Kesselwände sich deshalb mit Gyps bedecken. Das schwefelsaure Kali schafft jedoch die Magnesiasalze nicht weg; um dieß aber zu bewerkstelligen, darf man der Lauge nur etwas Kalkmilch im Überschuß zufügen und dann die Masse gut umrühren. Die Magnesia setzt sich nach einiger Zeit ab, indem der Kalk an ihre Stelle in die Verbindungen getreten ist. Es ist demnach einleuchtend, daß durch das Hinzufügen einer gehörigen Menge schwefelsauren Kali's alle Kalksalze zersetzt werden, und dann bleibt in der Lauge nur salpetersaures Kali, Chlorkalium, Kochsalz und etwas schwefelsaurer Kalk.

1567. Will man die siedewürdige Lauge mit Asche behandeln, so nimmt man einen Bottich, ähnlich dem, der zum Auslaugen der Erde angewendet wird; man bedeckt den Boden mit Stroh und legt ein Stück grobe, ganz dünne Packleinwand darauf. Die Asche wird vorher gesiebt, um

die Kohlen davon zu sondern und dann gleichmäßig angefeuchtet, so daß sie sich mit der Hand ballen läßt, ohne gerade zu fest zusammenzuhalten. Man bringt nun davon eine 16 Centimeter dicke Lage auf das Leinentuch und drückt diese etwas fest mit einem unten flachen Stössel. Man bringt neue Aschenschichten darauf, die ebenfalls ziemlich fest geschlagen werden, und fährt damit fort, bis endlich der Bottich halb voll ist; die Oberfläche wird dann mit einer Kelle glatt gestrichen, die man gewöhnlich auch gebraucht, um die Asche bei jedesmaligem Aufgießen von Wasser etwas aufzuscharren. Man muß auf den Aschenbottich ein Körbchen mit Stroh setzen, damit das aufzugießende Wasser die Asche nicht aufwühle.

Man gießt alle siedewürdige Lauge auf den Aschenbottich und zwar so, daß 15 Maaß Lauge auf 1 Maaß Asche kommen. Die ausgelaugte Asche wird dann mit frisch auszulaugender Erde gemengt, um das darin noch zurückgebliebene Salpeterwasser wieder zu gewinnen.

Während die Salpeterlauge nun durch die Asche dringt, erleidet sie dieselbe Zersetzung, wie bei der Behandlung mit Pottasche, und läuft noch ziemlich klar ab. Auch das in der Asche befindliche schwefelsaure Kali wird auf diese Weise mit dem kohlensauern Salz zugleich benützt.

1568. Auch das Chlorkalium läßt sich zur Zersetzung der Kalksalze anwenden. Zu diesem Behufe schafft man zuerst die Magnesiasalze mittelst Kalkmilch fort. Hierauf fügt man zu der dekantirten Flüssigkeit die nöthige Quantität eines Gemenges von gleichen Atomen Chlorkalium und Glaubersalz, nämlich 93 vom Erstern und 89 vom Letztern. Hierdurch wird der Kalk als Gyps niedergeschlagen; außerdem aber wirkt noch während des Abdampfens das Gemenge in Folge der Wechselwirkung beider darin enthaltenen Salze, gerade wie ein Gemenge von Kochsalz und schwefelsaurem Kali thun würde.

Man kann also durch Zufügung einer gehörigen Menge von schwefelsaurem Natron das in den Salpeterrohlaugen enthaltene Chlorkalium gänzlich in Kochsalz verwandeln und die entsprechende Menge Kali benützen.

1569. Erster Sud. Hat man so viel gesättigte Rohlauge, um einen Sud vornehmen zu können, so füllt man einen eingemauerten kupfernen Kessel (Fig. 4, 5, 6) damit an, und bringt die Flüssigkeit zum Sieden. In dem Maaße als das Wasser verdampft, fügt man neue Lauge hinzu; gießt man aber zu viel auf einmal hinein, so wird durch die Abkühlung das Sieden unterbrochen und dadurch die Arbeit verzögert. Dieser Übelstand wird vermieden, indem man den Bottich, in welchem die Sättigung vorgenommen und der Niederschlag erzeugt wird, über den Kessel stellt. Aus dem Bottich, der mit drei über einander befindlichen Abzugsröhren versehen ist, kann man die Lauge langsam zufließen lassen.

Man ersetzt durch dieses Mittel in kleinen Hütten die Abdampfpfanne, welche man in großen Etablissementen anwendet, und der Fig. 5 und 6 dargestellt ist. Diese Pfanne h wird durch den heißen Rauch erwärmt, welcher von dem Feuerraum des Kessels abzieht. Sie enthält ungefähr die Hälfte der Flüssigkeitsmasse, welche dieser faßt, und kann mittelst einer Röhre in diesen abgelassen werden.

Sobald die Lauge im Siedekessel zu kochen anfängt, so bildet sich auf deren Oberfläche viel weißer Schaum, der von thierischen und vegetabilischen Materien herrührt. Dieser Schaum wird abgeschöpft und auf den frischen auszulaugenden Gypsschutt gegossen; sobald der erste Schaum abgenommen worden, bildet sich wieder neuer und sofort bis die Verdampfung beendigt ist. Man wirft ihn auch wohl in einen über dem Kessel stehenden Kasten und läßt ihn vorher abtropfen. Da der letzte Schaum reicher an Salpeter ist als der erste, so wäscht man ihn vorher mit Wasser, ehe man ihn auf die Erde wirft. Die Flüssigkeit trübt sich schnell und die mittelst eines Überschusses von Kohlensäure aufgelöste kohlensaure Kalk- und Bittererde, fällt in dem Maaße zu Boden als die Kohlensäure sich verflüchtigt. Wenn diese Erden sich auf den Boden des Kessels absetzten, so würden sie sich so fest anlegen, daß sie nur äußerst schwierig und nicht ohne den Kessel zu beschädigen, wieder losgebrochen werden könnten. Da sie übrigens auch der Krystallisation

hinderlich seyn und die Reinheit des Salpeters beeinträchtigen würden, so ist es wichtig diesen Übelstand zu vermeiden. Man stellt deshalb mitten in die Flüssigkeit 6 Centimeter vom Boden des Kessels ein weites flaches Gefäß, in welches die Erden gröstentheils niederfallen, vermöge der durch das Sieden der Flüssigkeit bewirkten Bewegung, welche von dem Umfang des Kessels ausgeht und nach dem Mittelpunkt zugeht. Jenes Gefäß ist an einer Kette aufgehangen, welche auf einer Rolle niedergelassen werden kann. Es wird von Zeit zu Zeit, wenn man es voll glaubt, empor gezogen und in einen Kasten geleert, der über dem Kessel sich befindet und mit einem Loche versehen ist, damit die Lauge wieder abtropfen kann.

Man muß das Sieden immer möglichst gleichförmig zu erhalten suchen, damit es vorzüglich gegen das Ende nicht zu rasch vor sich gehe, wodurch die Flüssigkeit leicht übersteigen kann.

1570. Die Siedelauge enthält immer mehr oder weniger Kochsalz, je nach der Beschaffenheit der ausgelaugten Erde. Da dieses Salz nicht gleich dem Salpeter in heißem Wasser viel auflöslicher ist als im kalten, so krystallisirt es schon während des Abdampfens. Man zieht dann das flache Gefäß heraus; das Salz krystallisirt auf dem Boden des Kessels, von wo man es mit dem Schaumlöffel herausnimmt und in einen aus Weiden geflochtenen Korb wirft, der über dem Kessel angebracht ist, damit jenes abtropfen kann.

Sobald die Krystallisation beginnt, ist es rathsam, etwas langsamer zu feuern; es wird zwar die Operation etwas verzögert, allein es ergiebt sich daraus ein regelmäßigeres Resultat; die Salze krystallisiren freier und beobachten hierbei mehr das Gesetz ihrer Auflöslichkeit. Sobald das Kochsalz in Menge krystallisirt, so hat die Flüssigkeit bald die gehörige Konzentration erreicht; um dieses auszumitteln, läßt man von der heißen Lauge einige Tropfen auf einen kalten glatten Körper fallen; ist der gehörige Konzentrationsgrad vorhanden, so erstarren diese Tropfen.

1571. Nach 15—18 Stunden hat sich das Kochsalz, sowie die übrigen fremdartigen Körper, welche durch die Be-

wegung des Siedens in der Flüssigkeit aufgeschlämmt erhalten wurden, an den Seitenwänden und auf dem Boden abgesetzt. Man schöpft sodann die Lauge aus dem Kessel, indem man vorsichtig alle Berührung mit den abgesetzten, salzigen und erdigen Theilen vermeidet. In kleinen Hütten wird die abgeschöpfte Flüssigkeit in kupferne Pfannen gebracht und so lange abgekühlt, bis sie die Temperatur der äußern Luft angenommen haben, wodurch die Krystallisation bewirkt wird. Je nach der Temperatur der Luft krystallisirt die Lauge schneller oder langsamer; im Winter reichen 3—4 Tage dazu hin, im Sommer aber ist längere Zeit dazu erforderlich, und man erhält auch in dieser Jahrszeit weniger krystallisirten Salpeter, weil die Mutterlauge mehr aufgelöst zurückhält. Ist die Krystallisation beendigt, so gießt man die Flüssigkeit ab und neigt die Kessel oder Pfannen etwas um, damit die Krystalle abtropfen können.

In großen Salpeterhütten wird die Krystallisation weit schneller und leichter bewerkstelligt; man dekantirt den ganzen Sud in ein großes kupfernes Becken mit flachem Boden, welches später näher beschrieben werden soll; in diesem Gefäße wird die Flüssigkeit nach der bei der Raffinirung üblichen Methode zum Krystallisiren gebracht.

1572. Enthalten die Mutterlaugen entweder noch salpetersaure Erdsalze oder überschüssiges Alkali, so können sie weiter benützt werden: man vereinigt sie dann mit der Siedelauge. Erhält man durch öftere Wiederhohlung dieser Operationen zu stark gefärbte Mutterlaugen, so ist es besser sie wieder auf den auszulaugenden Mauerschutt zu gießen. Sind noch erdige Substanzen im Salpeter vorhanden, so schafft man diese durch Abwaschen weg; auch der beim Abschäumen erhaltene Salpeter wird auf diese Weise weiter gereinigt.

Der am Kochsalz noch hängende Salpeter wird folgendermassen wieder gewonnen: man füllt einen Kessel bis auf ein Drittel seiner Höhe mit Wasser, erhitzt dieses bis zum Kochen und sättigt es dann mit reinem Kochsalz.

In diese Auflösung hängt man hierauf einen mit dem abzuwaschenden Salz gefüllten Korb. Die Flüssigkeit, welche

bereits mit Kochsalz gesättigt ist, nimmt nur noch den Salpeter auf, der am Salze hängt. Nachdem der Salzkorb eine Zeit lang in der Flüssigkeit gehangen, zieht man ihn heraus und läßt ihn abtropfen; diese Operation wird dann mit einer neuen Menge Salz wiederhohlt u. s. w. Das vom Salpeter befreite Salz wird an die Eishändler, Laboranten und Landleute verkauft. Wegen eines möglichen Kupfergehaltes darf man es nicht zu häuslichen Zwecken anwenden. Das Waschwasser, welches nun Kochsalz und Salpeter enthält, wird nachher zu den Siedelaugen gegeben.

Der Salpeter läßt sich auch auf andere Weise vom Kochsalz entfernen. Man fügt zu dem Salze den vierten Theil seines Gewichtes Wasser und erhitzt dann bis auf 40—50° C. Man rührt wohl um, nimmt dann den Rückstand heraus und läßt ihn wohl abtropfen. Das Wasser löst fast allen Salpeter auf und sättigt sich zugleich mit Kochsalz, von dem es aber nur den zehnten Theil der angewandten Menge aufnimmt; man fügt es nachher zu der Siedelauge.

Das rohe Kochsalz enthält von 5 bis 20 Prozent Salpeter, es lohnt sich also wohl die Mühe, es auf eine oder die andere Weise zu behandeln. Außerdem enthält es noch Chlorkalium; will man auch dieses benützen, so muß man dem salpeterhaltigen Wasser noch schwefelsaures Natron zufügen. *)

Läuterung oder Raffinirung des Salpeters.

1573. Das rohe krystallisirte salpetersaure Kali enthält ungefähr 25 Prozente fremdartige Substanzen, die man davon entfernen muß. Die diese Sonderung bezweckende Operation nennt man das Läutern oder Raffiniren des Salpeters.

Das Läutern gründet sich darauf, daß der Salpeter in heißem Wasser viel auflöslicher ist, als die Chloride des Natriums und Kaliums, wodurch er gewöhnlich verunreinigt ist.

---

*) Bei Anlegung von Salpeterplantagen machen wir auf folgende sehr empfehlenswerthe Schrift aufmerksam: „Faßliche Anleitung zu der Erzeugung und Gewinnung des Salpeters von A. F. Gehlen. Nürnberg 1815. A. u. E.

Es giebt mehrere Läuterungsarten; nach der ältesten wird der Salpeter zweimal nach einander aufgelöst und jedesmal wieder krystallisirt, wodurch er möglichst rein dargestellt wird.

Zweiter Sud. Man bringt in einen Kessel sechs Theile Wasser und dreißig Theile Salpeter, den man nach und nach hineinschüttet; die Auflösung wird einige Zeit im Kochen erhalten, wodurch der Extractivstoff und die erdigen Stoffe einen Schaum bilden, der abgenommen wird. Fängt der Schaum an in geringerer Menge erzeugt zu werden, so giebt man etwas Leim hinzu. Zu diesem Behufe löst man in einem kupfernen Kessel etwas Leim in Wasser auf. Man schüttet die Auflösung nach und nach in den großen Kessel und rührt wohl um; dieser Leim reißt alle leichten, in der Flüssigkeit schwimmenden Körper mit sich auf die Oberfläche, wodurch eine große Masse Schaum entsteht, der sogleich abgenommen wird. Wenn sich der Schaum allmählig vermindert, gießt man etwas kaltes Wasser in den Kessel, rührt aufs Neue tüchtig und schäumt wieder ab; hierauf giebt man zum zweiten, dritten und viertenmal kaltes Wasser in den Kessel, bringt die Flüssigkeit wieder zum Sieden und dämpft dann sogleich das Feuer. Hat man die Salpeterauflösung einige Stunden ruhig stehen gelassen, so gießt man sie in kupferne Becken und bedeckt diese mit Brettern, damit sie langsamer abkühle. Diese Becken werden dann wie bei der Krystallisation des rohen Salpeters schief auf Kästen gestellt, damit die Mutterlauge abtropfen kann.

1574. Dritter Sud. Nach der ersten Läuterung erhält man den Salpeter in festen Kuchen; in diesem Zustande ist er schon viel reiner, allein da er noch aus Laugen krystallisirte, welche viel Chloride enthalten, so ist auch er selbst damit noch verunreinigt. Um diese nun gänzlich wegzuschaffen, löst man ihn wieder auf und nimmt dazu 1 Thl. Wasser auf 3 Thl. Salpeter; die Auflösung wird dann wie die vorige mit Leim behandelt, abgeschäumt, und endlich wieder krystallisirt.

Der aufs Neue erhaltene krystallisirte Salpeter wird zum Abtropfen auf eine Bretterbühne gebracht. Auf dieser

Bühne sind mit Blei ausgeschlagene Traufrinnen angebracht, längs welcher man die Salpeterkuchen aufstellt. Die Rinnen endigen in eine größere, welche mit einem Sammelbehälter in Verbindung steht. Der zum Trocknen bestimmte Ort muß sehr luftig seyn, um diese Operation zu beschleunigen, denn es sind immerhin einige Monate nöthig, bis der Salpeter vollkommen trocken ist.

Die Produkte der Läuterung sind: der Schaum, der erdige Niederschlag und die gereinigte Lauge, welche krystallisirt und den Salpeter vom zweiten und dritten Sude giebt.

Der Schaum vom zweiten Sud wird wie der vom ersten behandelt; dagegen ist der von der dritten Läuterung viel reiner als die Übrigen und enthält mehr Salpeter. Man löst diesen in etwas Wasser auf und läßt ihn durch ein feines Sieb laufen; die Flüssigkeit liefert dann ziemlich schönen Salpeter, und die rückständige Lauge wird zu dem ersten Schaum gegeben. Die erdigen Niederschläge, welche man bei der Läuterung erhält, werden zu den bei der ersten Operation erhaltenen gefügt und wie diese behandelt. Die Mutterlaugen der zweiten und dritten Läuterung werden gleich der ersten benützt.

1575. Dieß ist die alte Läuterungsmethode, welcher man jetzt aber die nachfolgende vorzieht:

Der zur Läuterung bestimmte Kessel wird am Vorabend des Tages, an welchem die Arbeit vorgenommen werden soll, mit 600 Kilogr. Wasser und 1200 Kilogr. rohen Salpeter angefüllt. Man macht dann unter den Kessel Feuer, damit während der Nacht der Salpeter sich auflösen kann. Am andern Morgen verstärkt man das Feuer und fügt noch mehr Salpeter hinzu, bis endlich die Menge desselben 3000 Kilogr. beträgt. Während der ganzen Zeit rührt man beständig und nimmt den sich bildenden Schaum ab. Hat der Salpeter einige Zeitlang gekocht und sich vollständig aufgelöst, so nimmt man das auf dem Boden befindliche nicht aufgelöste Kochsalz heraus. Man gießt dann von Zeit zu Zeit kaltes Wasser in die Auflösung, damit jenes Salz, was durch die Wärme der Flüssigkeit aufgelöst bleiben konnte, noch ge-

fällt werde. Sobald kein neuer Salzniederschlag sich mehr zeigt, so gießt man in den Kessel 1 Kilogr. aufgelösten flandrischen Leim, rührt wohl um und schäumt dann ab, während man immer Wasser bis zu dem Belaufe von 400 Kilogr. von der ersten Gabe angerechnet hinzugießt, so daß man zuletzt 1000 Kilogr. Wasser im Kessel hat.

Schäumt die Flüssigkeit nicht mehr und hat sie sich geklärt, so ist die Arbeit beendigt; man zieht das Feuer unter dem Kessel hervor, und läßt nur soviel noch darunter, als nöthig ist, um die Temperatur bis zum folgenden Tage auf 88° C zu erhalten; in diesem Zustande muß sie dann 67—68° auf dem Aräometer zeigen.

Um diese Flüssigkeit aus dem Kessel zu nehmen, bedient man sich der Schöpfeimer und verfährt dabei mit möglichster Vorsicht, um die Auflösung nicht zu trüben; die letzten Portionen werden deshalb auch zurückgelassen. Die ausgeschöpfte Salpeterauflösung wird in die Krystallisirkästen (Taf. 18. Fig. 7. und 8.) getragen, welche man stets in die Nähe des Siedekessels stellt. Sobald der größte Theil der Auflösung in dem Kasten ist, rührt man beständig mit Krücken, um sie in Bewegung zu erhalten und dadurch die Abkühlung zu beschleunigen. Sowie der Salpeter zu krystallisiren anfängt, zieht man ihn auf den Rand des Kastens herauf, wo er angehäuft wird, um schnell abtropfen zu können. Sobald die obersten Schichten eines Haufens weiß zu werden anfangen, nimmt man sie mit einer Kelle ab und bringt sie in den Waschkasten. Während man nun den Salpeter, welcher in dem Maaße als er fein nadelförmig krystallisirt zu Boden fällt, beständig herauszieht, fährt man zugleich mit dem Umrühren der Flüssigkeit fort, damit keine größern Krystalle sich bilden können. Ist die Temperatur allmählig so weit gesunken, daß sie die der umgebenden Luft höchstens um 4—5° übertrifft, was ungefähr nach 6—7° Stunden der Fall ist, so hat man allen krystallisirbaren Salpeter erhalten. In Folge der doppelten Neigung des Krystallisirkastens hat sich nun alle Mutterlauge an dem einen Ende angesammelt, wo sie leicht mit Schöpfkellen herausgenommen werden kann.

Diese Mutterlauge beträgt kaum 5—600 Kilogr. und hat ungefähr 45—48° auf dem Aräometer.

1576. Der aus dem Krystallisirkasten herausgezogene Salpeter wird in die Waschkästen gethan (Fig. 10 und 11) und so aufgehäuft, daß er 14—16 Centimeter über den obern Rand derselben hervorragt, um das später beim Waschen erfolgende Zusammensinken des Haufens einigermassen wieder auszugleichen. Man begießt nun den Salpeter, nachdem man die in dem Boden des Kastens befindlichen Löcher durch Zapfen verschlossen hat, abwechselnd mit reinem mit Salpeter gesättigtem Wasser, und fährt so lange damit fort, bis die ablaufende Flüssigkeit die Aräometergrade einer bei der herrschenden Temperatur gesättigten Salpeterauflösung zeigt. Erst dann kann man versichert seyn, daß alle Chloride aufgelöst worden, und daß das Waschwasser nur noch Salpeter aufnehmen könnte, wenn man es länger damit in Berührung ließe.

Die jedesmal aufgegossene Flüssigkeit läßt man ungefähr zwei bis drei Stunden über dem Salpeter stehen, und dann durch die Öffnungen abfließen, wozu abermals eine Stunde erforderlich ist, damit alles vollständig abtropfe.

Die vom ersten Aufguß herrührende Flüssigkeit, sowie ein Theil der zweiten wird, weil sie am meisten fremdartige Stoffe enthält, bei Seite gestellt und am Ende der ganzen Arbeit mit der Mutterlauge abgedampft. Der Rest enthält fast bloß Salpeter und wird zum Waschen neuer Quantitäten von Salpeter gebraucht. Die beim Waschen anzuwendende Wassermenge darf nie mehr als 36 Gießbecher zu 2 Liter betragen. Gewöhnlich wiederhohlt man das Begießen dreimal, das erste und zweitemal braucht man je 15 Becher und das letztemal nur 6. Da die vom letzten Begießen erhaltene Flüssigkeit zu zwei Drittheilen der zweiten gefügt und damit neuer Salpeter begossen wird, so folgt daraus, daß, indem bei der ganzen Läuterung nur einmal mit reinem Wasser begossen wird, dieses immer eine mit Salpeter gesättigte Lauge giebt, welche zum ersten Begießen eines neuen Salpeterquantums genommen wird. Wenn nun zum vollständigen Waschen eines Kastens nicht weniger als 36 Gieß-

becher voll Flüssigkeit genommen werden können, so folgt daraus, daß diese aus 15 Bechern mit Salpeter gesättigtem und aus 21 Bechern reinem Wasser bestehen.

Nachdem der Salpeter 5—6 Tage in den Waschkästen gestanden hat, bringt man ihn auf den Trockenraum. Dieser wird durch den vom naheliegenden Kessel fortgehenden Rauch geheitzt. Man rührt beständig den Salpeter mit starken hölzernen Schaufeln, um zu vermeiden, daß er auf dem Grund der Trockenpfanne sich anlege und zusammenballe; auch wird durch das Umrühren die Wärme gleichmäßiger durch die ganze Masse verbreitet. Erst nach Verlauf von vier Stunden kann der Salpeter trocken seyn, was man leicht daran erkennt, wenn er sich nicht mehr an die Schaufeln hängt, und in die Hand gedrückt nicht in Klumpen zerfällt; er ist dann vollkommen weiß und pulverig. In diesem Zustand läßt man ihn durch Messingdraht-Siebe laufen, um die Ballen zu zertheilen und die zufällig hineingefallenen Körper davon zu sondern. Nachdem er nun ganz fertig geworden, so wird er in Säcke oder Fässer verpackt. Die Trockenpfanne kann man leicht zweimal füllen und 7—800 Kilogr. darin trocknen. Man erhält als Produkt einer Läuterung von 3000 Kilogr. im Durchschnitt 1750 bis 1800 Kilogr. sehr reinen Salpeter, der ganz besonders zur Pulverfabrikation bestimmt ist.

1577. Um den übrigen Salpeter wieder zu gewinnen, behandelt man die Mutterlauge besonders. Es würde dieses aber nicht nöthig seyn, wenn der Salpeter schon von erdigen Salzen gänzlich gereinigt wäre; finden sich diese noch darin vor, so krystallisiren sie selbst nicht und widersetzen sich auch der Krystallisation des Salpeters. Durch die weitere Behandlung der Mutterlaugen sucht man die erdigen Salze zu zersetzen, welche man eigentlich schon vor der Läuterung hätte zersetzen können. Zu diesem Behufe füllt man einen der zum Läutern bestimmten Kessel mit Mutterlauge, zu welcher man die vom ersten Begießen des krystallisirten Salpeters erhaltene Auflösung fügt. Man macht Feuer unter denselben und sobald die Masse ins Kochen kommt, giebt man immer neue Mutterlauge hinzu, bis zu dem Belauf von

von 70 Aufgüssen (bardées) (jeden zu 100 Kilogr.) mit Inbegriff der ersten Füllung des Kessels; diese 70 Aufgüsse bestehen aus 60 Mutterlauge und 10 Waschwasser vom ersten Begießen. Man richtet es gewöhnlich so ein, daß die neu hinzuzugebende Lauge entweder aus einer Abdampfpfanne oder aus einem oberhalb angebrachten Bottich nach und nach in den Kessel fließen kann; es wird dieselbe dann vorläufig so erwärmt, daß sie während des Zufließens die Temperatur der Auflösung im Kessel nicht so herabstimmen kann, daß das Sieden unterbrochen würde. Man schäumt die Flüssigkeit beständig ab und hohlt das sich absetzende Kochsalz vom Boden herauf, während immer neue Auflösung zufließt; diese Arbeit kann dann vier bis fünf Tage dauern. Sobald die Flüssigkeit auf zwei Drittel ihres anfänglichen Volums abgedampft ist, so giebt man eine Auflösung von 1 Kilogr. Leim in 15 Kilogr. heißem Wasser hinzu und rührt um. Es wird mit dem Abschäumen fortgefahren und das Kochsalz herausgenommen, welches man mit etwas warmem Wasser abspült und dieses wiederum in den Kessel gießt. Sobald die Flüssigkeit durch den Leim geklärt ist, so giebt man einen Aufguß (100 Kilogr.) kaltes Wasser hinzu und nimmt abermals sorgfältig alles niedergeschlagene Kochsalz heraus. Man gießt jetzt eine mit Wasser verdünnte Pottaschenauflösung hinein, welche die Zersetzung der Erdsalze bewirkt, ihre Basen niederschlägt und das Kochen unterbricht. Nachdem das Gemenge wohl umgerührt und das Feuer zum Theil gedämpft worden, läßt man die Flüssigkeit 12 Stunden lang ruhen. Während dieser Zeit setzt sich der erdige Niederschlag vollkommen auf dem Boden des Kessels ab. Man gießt die Flüssigkeit in den Krystallisirkasten, und zwar so vorsichtig als möglich, um sie nicht zu trüben; sie wird nun ebenso behandelt wie die Flüssigkeit von der ersten Läuterung. Man nimmt höchstens 6—7 Aufgüsse Mutterlauge davon ab und erhält zuletzt den Salpeter, nachdem er gehörig abgespült worden, vollkommen rein.

Die bei dieser Arbeit erhaltene Mutterlauge wird auf die nämliche Weise weiter behandelt. Der Schaum und das Kochsalz wird wie gewöhnlich abgespült.

Salpeterprobe.

1578. Der Rohsalpeter vom ersten Sud enthält viel Chloride, allein wenn er zerrieben und dann mit kaltem Wasser abgewaschen worden, so bleiben nicht mehr als 12—15 Prozent darin. Von diesem Gehalte müssen ihn die Salpetersieder in Frankreich an die der Läuterungsanstalt vorstehende Administration abliefern. Um hier nun den Gehalt des Salpeters genau zu finden, muß er folgender Probe unterworfen werden.

Man giebt in einen Glasbecher, welcher vier Hektogramme des zu prüfenden Salpeters enthält, einen halben Liter mit reinem Salpeter gesättigtes Wasser; das Gemenge wird ¼ Stunde lang beständig mit einem Glasstabe umgerührt und dann einen Augenblick ruhig stehen gelassen. Wenn sich das Salz abgesetzt hat, dekantirt man die Auflösung auf ein Filter.

Man gießt auf die Probe ein neues Quantum Wasser genau halb so groß als das zuerst angewendete; die Masse wird wieder ¼ Stunde lang umgerührt und auf das Filter gebracht, worauf man bereits die erste Auflösung gegossen hat. Der Becher wird rein ausgespült und mit einem Löffel alle Salpetertheilchen herausgenommen.

Es muß hier als ein wesentlicher Umstand bemerkt werden, daß nach sorgfältig angestellten Versuchen die 7 ½ Deciliter der mit Salpeter gesättigten Flüssigkeit, welche zum Abwaschen der Probe angewendet werden und zusammen 88 Dekagramme wiegen, nur ungefähr 264 Gramme Kochsalz auflösen können, was für 400 Gramme der Probe ein Verhältniß von 0,66 geben würde; in diesem Falle würde dann aber, wenn das Salz in größerer Menge vorhanden wäre, der Überschuß nicht mehr aufgelöst werden, sondern im Rückstand verbleiben, der für Kalisalpeter angesehen wird.

Um diesen Nachtheil zu umgehen, ist es dann unerläßlich, jedesmal, wenn die Probe mehr als 240 Gramme oder 0,60 verliert, den Rückstand zum dritten Mal abzuspülen mit ½ Liter gesättigter Salpeterauflösung, welches Quantum dann

in jedem Falle hinreicht, um den übrigen Rückstand, sollte er auch ganz aus Kochsalz bestehen, aufzulösen.

Ist das Filter abgetropft, so nimmt man es vorsichtig aus dem Trichter, damit es nicht zerreiße und kein Salpeter verloren gehe. Es wird nun auf einem zweifachen Bogen grauem Fließpapier ausgebreitet, welches auf einem flachen Holzdeckel liegt, der mit Filterabschnitten belegt ist, worunter man absorbirende Stoffe wie Kreide, Kalk, Asche ꝛc. gelegt hat. Man breitet mit einem Löffel so gleichmäßig als möglich den Salpeter auf dem entfalteten Filter aus und läßt dann den Holzdeckel auf dem Tische des Laboratoriums 24 Stunden stehen, während welcher Zeit der größte Theil der am Salpeter adhärirenden Flüssigkeit absorbirt wird. Ist dieses geschehen, so läßt er sich leicht vom Filter abnehmen.

Man wendet hierzu einen Löffel, und um die letzten Antheile vom Papier zu entfernen, ein spatelförmiges Messer an. Der Salpeter wird in den Becher gethan, in welchem die Probe abgespült worden und dann auf einem Sandbade bei gelindem Feuer getrocknet, bis endlich das Salz weder am Glase noch an dem Stäbchen, womit es umgerührt wird, adhärirt.

Endlich bestimmt man das Gewicht des getrockneten Salpeters sehr genau und die Differenz zwischen diesem Resultat und den 400 Grm. rohen, zum Versuche angewendeten Salpeter giebt, indem man noch 2 Prozent von der probirten Quantität oder 8 Grm. zu derselben rechnet, die eigentliche Menge fremdartiger Stoffe, welche in der Probe sowohl als in der ganzen Lieferung, von der sie genommen war, enthalten ist.

Diese Addition von 2 Prozent zu dem Unterschied soll einem leicht sich einschleichenden Irrthum begegnen. Nämlich das mit Salpeter gesättigte Wasser löst nicht nur keinen Salpeter mehr auf, sondern läßt sogar, während es Kochsalz aufnimmt, etwas davon fallen. Die Menge Salpeter, welche sich nun aus der Auflösung abgesetzt hat, muß also von dem rückständigen reinen Salpeter abgezogen werden,

und nach sorgfältig angestellten Versuchen schätzt man sie auf zwei Prozent. *)

*) In Schweden bedient man sich einer einfachern und schnellern Methode, um den von den Grundeigenthümern an die Krone abzuliefernden Salpeter zu probiren, die jedoch ein minder scharfes Resultat als die französische Probe giebt. Man schmelzt nämlich den rohen Salpeter in einer Gießkelle über Kohlen und gießt ihn, sobald er fließt, in kleine Blechkästen, so daß das erstarrte Stück wenigstens einen Zoll dick ist. Ist der Salpeter rein, so ist er nun im Bruche strahlig und zwar gewöhnlich grobstrahlig. Eine Beimengung von 1 1/4 Prozent Kochsalz macht diesen schon weniger grobstrahlig; ein Zusatz von 2 1/2 Prozent bildet in der Mitte des geschmolzenen Salpeters einen Streifen, der nicht strahlig ist und sind gar 3 1/3 Prozent vorhanden, so zeigt derselbe nur noch an den Kanten einen strahligen Bruch. Dieses Probiren, welches vom Oberdirektor Schwartz in Stockholm erfunden worden, geht so schnell, daß man bei einem gleichzeitigen Gebrauche von drei Gießkellen bequem 30 Proben in einer Stunde machen kann. (S. Berzelius Lehrbuch der Chemie Bd. 2. S. 465.) A. u. E.

Capitel XIII.

Schießpulver. — Eigenschaften, Bereitung und Anwendung desselben.

1579. Jeder kennt dieses merkwürdige Gemenge, welches seit Jahrhunderten schon über das Schicksal der Völker entscheidet. Allein auch die Fortschritte der Zivilisation begünstigt es und bietet sowohl dem Bergmann als dem Ingenieur ein treffliches Mittel dar, um die Hindernisse, welche ihm die Erdrinde entgegenstellt, schnell zu beseitigen. Zuweilen wird es auch in den Händen des Kunstfeuerwerkers das leuchtende Symbol öffentlicher Feste. Welche Anwendung aber auch immer davon gemacht werden mag, so behält das Pulver doch stets seine wesentlichen Eigenschaften. Als mechanisches Agens steht es in Beziehung auf seine Kraft dem Dampf zur Seite und übertrifft denselben noch an vielseitiger Brauchbarkeit und durch die Leichtigkeit, mit welcher es sich zu den verschiedenartigen praktischen Zwecken anwenden läßt.

Die Erfindung des Pulvers bildet eine der wichtigsten Epochen in der Geschichte des Menschengeschlechts. Dieses Gemenge, welches in chemischer Hinsicht nicht gerade ein besonderes Interesse darbietet, verdient jedoch hier eine ausführlichere Betrachtung, sowohl hinsichtlich seiner technischen Anwendung, als auch wegen der politischen Interessen, die sich gegenwärtig daran knüpfen. Wir wollen nun seine Zusammensetzung, Eigenschaften, Bereitung und verschiedene Anwendung näher kennen lernen.

1580. Das Schiespulver ist ein Gemenge von Salpeter, Schwefel und Kohle in verschiedenen Verhältnissen. Sehr viele und sorgfältige Versuche wurden zu verschiedenen Zeiten angestellt, um die zweckmäßigste Mischung zu erfor-

schen, allein merkwürdiger Weise ist man stets wieder auf die ältesten Vorschriften zurückgekommen; es beweist dieß, daß schon in der ersten Zeit der Entdeckung desselben sehr gute Versuche angestellt worden seyn müssen.

Es ist bekannt, daß das Pulver erst in dem Augenblick, wo es sich entzündet, seine Wirkung äußert, und die Natur seiner Mischung zeigt an, daß die sich entwickelnde Kraft von der plötzlichen Verwandlung in Gas herrührt. Die entstehenden Gase können nur Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Stickstoff oder Stickstofforyd seyn. Aus diesen vorläufigen Bemerkungen ergeben sich die Bedingungen, welche bei den zur Pulverbereitung nöthigen Stoffen erforderlich sind.

Wahl und Zubereitung der Urstoffe.

1581. Salpeter und Schwefel. Beide Stoffe müssen möglichst rein seyn. Wir haben im Vorhergehenden gezeigt, wie der Salpeter geläutert wird, und haben bereits oben erwähnt, wie man durch Destillation einen höchst reinen Schwefel gewinnt. Den destillirten Schwefel in festen Massen wendet man in Frankreich an, weil er sehr billig zu stehen kommt und doch ebenso rein ist als die gewaschenen Schwefelblumen. Rohe Schwefelblumen dürfte man wegen des Gehaltes an schweflichter Säure und Schwefelsäure nicht nehmen, weil diese Stoffe der Qualität des Pulvers Eintrag thun würden.

1582. Kohle. Die zur Pulverbereitung nöthige Kohle muß sorgfältig ausgewählt werden; es kommt dabei vorzüglich die Art des Holzes, als auch die Verkohlungsmethode in Betracht. In Frankreich zieht man die Faulbaum- Pappel- Erlen- Linden- und Weiden-Kohle vor; gewiß kann aber auch die Kohle von der Haselstaude, vom Spindelbaum und Hartriegel angewendet werden. In Spanien zieht man die Hanfkohle vor.

Jede Art von Kohlen eignet sich jedoch nicht zur Fabrikation des Pulvers. Proust gab ein sehr einfaches Mittel an, um sie auf ihre Anwendbarkeit zu prüfen. Er mengte 12 Grm. Kohle und 72 Grm. Salpeter; dieses Gemenge wurde wurde hierauf fein gerieben und in eine kleine kupferne

Röhre von 2 ½ Zoll Länge und 3 Linien im Durchmesser geschüttet und zusammengedrückt. Oben auf dieses Gemenge schüttet man etwas Jagdpulver und befestigt einige Linien unterhalb des obern Randes der Röhre eine Korkscheibe, welche jene auf einem mit Wasser gefällten Gefäße schwimmend erhält.

Vermöge dieser Vorrichtungen hat man allen Bedingungen Genüge geleistet, welche das Verbrennen des Gemenges möglich machen können. Offenbar ist nun diejenige Kohle, welche am schnellsten verbrennen wird, die beste und es muß dagegen jene verworfen werden, welche zum Verbrennen die längste Zeit erfordert.

1583 Hier folgen einige von Proust angegebene Thatsachen.

Gemenge von 72 Gran Salpeter und 12 Gran Kohle.	Dauer der Verbrennung nach Sekunden.	Gewicht des Rückstandes.
Kohle von Hanfstengeln	10	12 Gran.
— — Goldwurzstengeln	10	12 —
— — Weinreben	12	20 —
— — Kichernstengeln	13	21 —
— — Fichten	17	30 —
— — Faulbaum	20	41 —
— — Spindelholz	21	27 —
— — der Haselstaude	23	30 —
— — spanische Pfefferstengeln	25	36 —
— — Maisstengeln	25	38 —
— — Kastanienbaum	26	36 —
— — Nußbaum	29	33 —
— — Maiskörnern	55	43 —
— — der Steinkohle (Koke)	50	45 —
— — Zucker	70	48 —

Folgende Kohlen verbrennen gar nicht in der Röhre: Kohle von Stärke, Roggen, Reis, Galläpfeln, Quajak, Heidekraut, Indigo, Kleber, Gallerte, Eiweiß, Blut und Leder; folglich jede thierische Kohle, so wie die einiger Pflanzensubstanzen.

Diejenige Kohle, welche sich demnach zur Bereitung des Pulvers vorzüglich eignet, ist die vom Faulbeerbaum nebst der Kohle von allen oberhalb desselben aufgeführten Holzarten. Neben der Reihe, welche die Dauer der Ver-

brennung anzeigt, ist zugleich eine zweite, welche das Gewicht des Rückstandes angiebt, der in der Röhre bleibt. Es ergiebt sich daraus, daß der Rückstand um so geringer ist, als die Verbrennung schneller Statt findet; ein verständiger Beobachter, dem vielleicht nicht jederzeit ein Sekundenpendel zu Gebote steht, darf deshalb nur bei Proben dieser Art den Rückstand vorzüglich beachten.

1584. Das zu verkohlende Holz muß immer im Saft geschnitten werden, und ist nicht zu gebrauchen, wenn es bereits abgestorben ist. Man zieht gewöhnlich die 5—6 jährigen Äste vor und schält solche, weil es eine bekannte Sache ist, daß das alte Holz und die Rinde verhältnißmäßig mehr Asche giebt, und daß dadurch also die Kohlendosis vermindert wird. Man könnte zwar die Aschenmenge in Rechnung nehmen, allein ihre Anwesenheit schadet wieder in anderer Hinsicht, weshalb man am Besten thut, sich an die in dieser Beziehung gemachte Erfahrung zu halten.

Die zu verkohlenden Äste müssen ungefähr 2 Centimeter dick seyn; die dickern werden gespalten. Man bindet das zubereitete Holz in Bündel von 2 Meter Länge und 3 Decimeter im Durchmesser, welche dann ungefähr 15 Kilogr. wägen.

Die Verkohlung kann nicht in Meilern vorgenommen werden, weil die Erde, womit man diese bedeckt, sich leicht mit der Kohle vermengen und dadurch große Nachtheile herbeiführen könnte. Man verkohlt deshalb in Gruben, Öfen oder durch Destillation.

1585. Verkohlung in Gruben. Soll die Operation gelingen, so dürfen die Gruben nicht zu groß seyn. Um 1000 Kilogr. Kohle zu erhalten, (ein schon ziemlich großes Quantum) ist eine Grube von 3 Meter Breite, 3 Meter Länge und 12 Dezimeter Tiefe erforderlich. Die vier Wände und der Boden sind aus Backsteinen möglichst gut konstruirt. Der Boden ist flach, die Seitenwände abgedacht und die Steine auf die hohe Kante gestellt. Rings um die Grube herum wird der Boden fest geschlagen und auf zwei einander gegenüber liegenden Seiten sauber gekehrt.

Die beiden übrigen Seiten sind mit etwas fettem Sand bedeckt, der jedoch mit der Kelle leicht bearbeitet werden kann.

Nachdem diese Vorbereitungen gemacht worden, legt man eine starke Stange der Quere nach in die Grube; auf diese stützt man die erste Reihe Holzbündel, welche verbrannt werden sollen, und zwar so, daß unten in der Grube ein leerer Raum bleibt. Die erste Reihe wird nun mit andern bedeckt, so daß ein regelmäßiger Haufen gebildet wird, welcher ungefähr einen Meter hoch über die Grube hervorsteht. Es werden beiläufig zweihundert Bündel auf einander gehäuft, und zwar so, daß der Haufen oben nicht breiter ist, als die Grube, und stets in Verbindung mit dem leeren Raum bleibe, welchen man auf dem Boden der Grube gelassen hat. Es wird nun in jenen ein Strohbündel nebst Holzspähnen gesteckt und angezündet. Man verstopft die Öffnung, welche man oben zu diesem Zwecke gelassen hatte, sogleich mit einigen Bündeln und bald zeigt sich dann die Flamme auf allen Seiten.

Man läßt nun das Feuer brennen bis die Stange endlich, nachdem sie selbst angebrannt ist, zerbricht und die Bündel, welche sie stützte, zusammensinken macht. Die Kohle würde nun zum Theil verbrennen, wenn man nicht das Feuer durch frisches Holz unterhielte. Man giebt also nach und nach ungefähr so viel neue Bündel hinzu als man anfangs angewendet hatte. Da aber der regelmäßig aufgeführte Haufen zerstört ist, so muß man die Verbrennung überall, wo sie aus Mangel an Luft aufhören will, wieder zu befördern suchen. Zu diesem Behufe hebt man die Masse von Zeit zu Zeit durch Hacken überall, wo es nöthig ist, empor.

1586. Sobald sich bei der Verbrennung keine Flamme mehr zeigt, so sieht man die Verkohlung als geendigt an, wenn nämlich schon so viel Holz zugegeben worden, daß die Grube ganz angefüllt ist. Die Oberfläche wird nun schnell geebnet und mit angefeuchteten Wollendecken bedeckt. Auf diese wird nun zubereitete Erde geworfen und mit den Füssen festgetreten, so daß kein leerer Raum mehr zwischen der Kohle und der Decke bleibt. Diese Arbeit muß schnell vollbracht werden, und so vorsichtig, daß die Decke nirgends

zerreißt, wodurch dann leicht die Flamme durchdringen könnte. Man tritt die Erde nach und nach überall fest, bis kein Rauch mehr durchdringt, vorzüglich aber an denjenigen Punkten, wo er anfangs am stärksten hervorbricht.

Die Grube kann erst nach drei oder vier Tagen geleert werden; wollte man dieß früher thun, so könnte die Kohle sich wieder entzünden. Man nimmt dann die Erde und die Decke sorgfältig ab und zieht die Kohle heraus, von der man übrigens die nicht vollkommen verkohlten Theile absondert.

Die Kohlenausbeute ist sehr verschieden; 400 Bündel zu 15 Kilogr., welche zusammen 6000 Kilogr. Holz ausmachen, sollen 950—1000 Kilogr. Kohle geben, oder 16—17 Prozent.

Dieses Verfahren gleicht dem von Lachabeaussière (566) und es würde sehr verbessert werden, wenn man von diesem die Blechhaube zum Ersticken des Feuers entlehnte; und wenn man ferner die Grube kreisrund anlegen würde, wodurch sie um ein Drittel oder die Hälfte weniger Raum einnähme.

1587. Verkohlung in Öfen. Dieses, obgleich minder vortheilhafte Verfahren gleicht dem bereits früher (638) bei der Darstellung der Koke beschriebenen. Der Ofen hat zwei Eingänge; der Heerd aus Backsteinen ist flach und das Gewölbe zylindrisch. Man öffnet die zwei Thüren, wirft 10 Holzbündel auf den Heerd und zündet sie an. Sobald das Feuer hell brennt, schließt man die Thüre, durch welche man das Feuer angezündet hat, läßt aber die andere offen, um den Rauch einen Ausgang zu verschaffen. Man schürt das Holz von Zeit zu Zeit zusammen und schiebt die verkohlten Partien nach dem Grunde zu. Nähert sich die Verkohlung ihrem Ende, so schließt man die zweite Thüre. Nach einer Viertelstunde zieht man hierauf die Kohlen aus dem Ofen und wirft sie in Blechbehälter, um sie zu ersticken; erst nach einigen Tagen nimmt man sie von da wieder heraus.

Wollte man dieses Verfahren verbessern, wobei man immer viel Abgang hat, so müßte man die Einrichtung wie beim Kokeofen treffen und auch die Verkohlung so leiten.

1588. Destillirte Kohle. Diese Art von Kohle wurde zuerst in England mit Erfolg zur Pulverfabrikation angewendet; auch in Frankreich versuchte man später dieselbe zu bereiten, allein aus Mangel an genügenden Berichten darüber, destillirte man sie wahrscheinlich zu stark, und die erhaltenen Kohlen waren dann weder schlechter noch besser als die auf gewöhnliche Weise dargestellten.

Die Destillation bietet vorzüglich den Vortheil dar, daß das Holz theils bis zu einem beliebigen Grad, theils durch die ganze Masse gleichförmig verkohlt werden kann; man ist deshalb im Stande, die Verkohlung nur so weit zu treiben, daß man die Kohle im Zustand eines Brandes erhält, wenn es erforderlich seyn sollte. So weit wurde gerade das Holz in England zu diesem Zwecke verkohlt und gegenwärtig wird auch in Frankreich die Pulverkohle durch Destillation so zubereitet. Die Kohle, welche in Gruben und Öfen bereitet wird, ist schwarz, während dagegen die destillirte braun von Farbe ist, gleich dem Ulmin. Es ist diese Kohle außerdem leicht, zerreiblich, färbt sehr ab und löst sich fast ganz in kaustischem Kali auf.

Für die kleineren Waffen geben diese braunen Kohlen wahrscheinlich, weil sie sich weit leichter entzünden, ein viel vorzüglicheres Pulver. Man bereitet sie durch Destillation des Holzes in gußeisernen Zylindern. Diese Zylinder sind denen sehr ähnlich, in welchen die Steinkohlen behufs der Leuchtgasbereitung destillirt werden. Ihre Form ist aber wirklich zylindrisch statt ellyptisch oder prismatisch; sie sind 5′ lang und haben 2′ im Durchmesser.

Die offne Seite, durch welche man den Zylinder füllt und ausleert, wird während der Verkohlung durch einen Blechschieber verschlossen. An der andern Seite befinden sich vier Öffnungen, von welchen drei zur Beobachtung des Ganges der Operation dienen, indem man von Zeit zu Zeit Holzstäbchen herauszieht. Durch die vierte Öffnung entfernen die gasförmigen Produkte sich; und gehen in einen gemeinschaftlichen Kanal, der in den Schornstein ausmündet.

Man unterhält in diesem Apparate stets eine ziemlich niedrige Temperatur, und zwar so, daß sie kaum die Roth-

glühhitze erreicht. Die Dauer der Verkohlung hat einen wesentlichen Einfluß auf die Beschaffenheit der Produkte. Wird die Verkohlung in sechs Stunden vollendet, so erhält man eine fast schwarze Kohle und das Produkt variirt zwischen 28 und 33 Prozente für 100 Thl. trocknes Holz. Braucht man dagegen zwölf Stunden zur ganzen Operation, so ist die Kohle gelblich braun und das Produkt beläuft sich auf 38—40 Prozent von 100 Thl. trocknem Holze. In diesem letztern Falle verdient das Produkt gar nicht mehr den Namen Kohle, sondern besteht nur aus Bränden.

Diese Verkohlungsmethode erfordert sehr viel Brennmaterial; um 100 Thl. Holz zu destilliren, braucht man 132 Torf. Würde man die sich verflüchtigenden Gase verbrennen, so könnte man etwas Brennstoff ersparen.

Noch mehr Brennmaterial braucht man, wenn man das Holz in einen Blechzylinder legt und diesen wieder in den Zylinder von Gußeisen schiebt. Dadurch vermeidet man den Transport in die Dämpfer von Blech; man zieht nämlich nur nach geendigter Verkohlung den Blechzylinder heraus, verschließt seine Öffnungen und erstickt so die Kohlen.

Durch diese Einrichtung aber wird die Wärme noch schwieriger mitgetheilt, und man braucht deshalb zur Destillation von 100 Holz, 232 Torf oder Holz.

Die Verkohlung ist übrigens nicht schwierig zu leiten. Man füllt die Zylinder und schürt anfangs sehr langsam. Die entweichenden Dämpfe werden von Zeit zu Zeit hinsichtlich ihrer Farbe untersucht; sind sie gelb und die gezogenen Proben gelbbraun, zerbrechlich und auf dem Bruche glänzend, als wenn sie mit dem Polirstein gerieben worden wären, so ist die Operation bald beendigt. Man läßt nun das Feuer ausgehen, denn die Verkohlung wird jetzt durch die Hitze der Retorte und der Ofenwände vollendet. Die Kohlen werden sodann herausgezogen und in die Dämpfer gebracht, wo man sie erkalten läßt.

1589. Kohle von Hanfacheln. Diese Kohle, welche in Spanien ausschließlich angewendet wird, empfahl Proust zuerst, weil sie unter allen Kohlen sich zur Pulverfabrikation am Besten eignen soll; allein es scheint nicht,

daß sie diejenige, welche jetzt in Frankreich zubereitet wird, an Güte übertrifft. In Spanien scheint sie vorzüglich deshalb vorgezogen zu werden, weil in jenem Lande das Holz gewöhnlich selten ist.

Die Hanfachelkohle wird folgendermassen zubereitet; man gräbt in einen kalkigen Boden eine Grube von 13—14′ Länge, 8′ Breite und 2′ Tiefe; der Grund wird sorgfältig rein gekehrt und dann 3—4′ dicke Lage Hanfacheln darauf gelegt; man zündet diese auf verschiedenen Punkten an und sobald die Flamme hell auflodert, erstickt man sie, indem man neue Hanfacheln darauf wirft. Die Flamme bahnt sich bald neue Ausgänge, wird aber sogleich wieder durch Hanfacheln erstickt. Man fährt auf diese Weise fort bis die Grube mit Gluht erfüllt ist. Sobald nun die Masse hinlänglich verkohlt ist, begießt sie ein Arbeiter auf der Oberfläche, während ein anderer sie mit einer Gabel etwas lüftet, damit das Wasser überall eindringen kann. Die so gelöschte Kohle wird dann herausgezogen und eine zweite Verkohlung angefangen.

In jeder Grube kann man täglich 4—5 Zentner Kohle erzeugen; 100 Hanfacheln geben 14—17 Prozent Kohle. Früher erzeugte man diese Kohle auch in großen irdenen Töpfen, welche man bis an den obern Rand eingrub, und dieselben Vorsichtsmaaßregeln beobachtete, wie bei der Verkohlung in Gruben. In dem Dorfe Toboso verfertigte man ehemals zu diesem Behufe ungeheure Töpfe von 100—200 Zentner.

Diese Kohle ist ungemein leicht, sehr zerreiblich, glänzend und scheint aus dünnen Glimmerschuppen zusammengesetzt zu seyn, welche bei dem geringsten Drucke auseinander fallen; sie ist besonders durch die Fähigkeit, sich sehr leicht in Pulver verwandeln zu lassen, empfehlenswerth.

1590. Die auf gewöhnliche Weise zubereitete Kohle muß langstänglich, trocken und klingend seyn; sie muß einen glatten Bruch haben, worauf die Holztextur noch sichtbar ist. Die Oberfläche muß glatt seyn, ohne zu glänzen.

Die kleine Kohlenmasse muß besonders gethan werden zu den schlechtern Pulversorten; sie absorbirt mehr Feuchtigkeit als die größern Stücke, welche deshalb zu Kriegs- und Jagdpulver verwendet wird.

Zuweilen löscht man die Kohlen mit Wasser, statt sie zu ersticken, allein diese Methode hat einen doppelten Nachtheil, weshalb man sie ganz verworfen hat. Die Kohle enthält nämlich noch 20—25 Prozente Wasser, womit ein Käufer leicht betrogen werden kann. Nimmt man aber auf den Wassergehalt Rücksicht, so scheint diese Kohle dennoch kein so gutes Pulver zu geben, wenn sie nicht sogleich angewendet wird; denn sobald sie einige Zeit in dem Magazin liegen bleibt, so wird sie auf eine Weise verändert, welche auf die Stärke des Pulvers einen sehr nachtheiligen Einfluß äußert.

Ehe man zur Pulverbereitung selbst schreitet, muß man die Kohle sorgfältig von allen erdigen und kieseligen Theilen reinigen, welche beim Zerstampfen leicht Funken erzeugen und dadurch das Pulver entzünden könnten.

Zusammensetzung des Pulvers.

1591 Zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten war die Mischung der Bestandtheile nicht immer gleich; die älteste bekannte Mischung bestand aus:

Salpeter	0,750
Schwefel	0,125
Kohle	0,125

Später suchte man öfter dieses Verhältniß der Bestand- zu verändern, allein man war immer gezwungen wieder darauf zurück zu kommen; es verhält sich hier die Salpetermenge zu dem Schwefel und der Kohle wie 6:1:1.

Man nahm nach und nach folgende Mischungen:

Pulver von Basel	0,76 Salpeter	0,10 Schwefel	0,14 Kohle;
— — Grenelle	0,76 — —	0,12 — —	0,12 —
— — Guyton	0,76 — —	0,09 — —	0,15 —
— — demselben	0,7732 —	0,914 — —	0,1344
— — Riffault	0,775 — —	0,075 — —	0,150 —
— — Bouchet	0,77 — —	0,095 — —	0,145 —

Die erstere Mischung soll, wie man behauptet, die beste für Kriegspulver seyn; allein trotz der vorzüglichern Qualität, welche dieses Pulver im frisch bereiteten Zustand besitzt, so war man doch genöthigt nach der ältern Vorschrift zu arbeiten, wenn das Pulver öftere, lange Transporte aushalten mußte.

Folgende Mischung wird in Frankreich angewendet

	Kriegspulver.	Jagdpulver.	Sprengpulver.	Pulver für den Handel.
Salpeter	75,0	78	65	62
Schwefel	12,5	10	20	20
Kohle	12,5	12	15	18

1592. Diese letzteren Mischungsverhältnisse, welche durch die Erfahrung mehrerer Jahrhunderte erprobt, bisweilen aber auch verworfen und doch wieder in Folge der mit großer Sorgfalt angestellten Versuche angenommen worden, verdienen näher betrachtet zu werden, da sie als ein Beispiel gelten, wie mit Hilfe der Chemie oft die verwickeltsten Fragen der Praxis gelöst werden können. Wollen wir zuerst den theoretischen Weg einschlagen.

Betrachtet man die, die Detonation des Pulvers begleitenden Erscheinungen mit einiger Aufmerksamkeit, so überzeugt man sich bald, daß sich nur Verbindungen in bestimmten Verhältnissen bilden können. Folglich müssen wir, obgleich das Pulver nur ein mechanisches Gemenge ist, doch ein einfaches Mischungsverhältniß zwischen dessen Bestandtheilen annehmen. Es ist dieses eine der merkwürdigsten Anwendungen der Theorie von den chemischen Proportionen, allein es ist nur ein besonderer Fall einer allgemeinen Regel. Klar ist es, daß wenn das Gleichgewicht der Theilchen in irgend einer Mischung gestört ist, so wird die neue Vereinigung derselben nur in bestimmten Proportionen Statt finden; will man daher eine vollständige Reaktion bezwecken, so müssen auch die einzelnen Bestandtheile in stöchiometrischem Verhältniß zusammengebracht werden. Dieser Fall tritt bei der Detonation des Pulvers ein, allein da man dieß gewöhnlich nicht auf diese Weise betrachtet, so wollen wir darüber einige ausführlichere Bemerkungen beifügen.

1593. Betrachten wir zuerst die beiden hinsichtlich ihrer Mischung am weitesten von einander abstehenden Pulversorten. Das Geschützpulver scheint so zusammengesetzt zu seyn, daß wenn der Sauerstoff im Salpeter blos Kohlensäure bildet und das Kalium mit dem Schwefel zu Schwefelkalium sich vereinigt, so werden alle Stoffe verwendet. In diesem Falle müßte es dann zusammengesetzt seyn aus:

1 Atom Salpeter
1 — Schwefel
6 — Kohlenstoff;

und dann würde es durch eine vollständige Reaktion geben

1 At. Schwefelkalium
2 — Stickstoff
6 — Kohlensäure.

Die folgende Vergleichung zeigt, in wie weit diese Annahme gegründet ist.

	Angewendete Mischung.	Berechnete Mischung.
Salpeter	75	75
Schwefel	12,5	11,9
Kohle	12,5	13,1

Der Unterschied scheint hier unbedeutend zu seyn, und er verschwindet beinahe gänzlich, wenn man den Wasserstoffgehalt der Kohle berücksichtiget.

1594. Das Sprengpulver scheint dagegen so zusammengesetzt zu seyn, daß die Kohle sich halb in Kohlensäure, halb in Kohlenoxydgas verwandelt, während das Kalium Doppeltschwefelkalium bildet. Es muß demnach enthalten:

1 At. Salpeter.
2 — Schwefel
9 — Kohlenstoff;

in welchem Falle es bei seiner vollständigen Zersetzung geben würde:

1 At. Doppelt-Schwefelkalium
2 — Stickstoff
2 — Kohlensäure
6 — Kohlenoxydgas

Vergleichen wir nun ebenfalls die berechneten Resultate mit der wirklich angewendeten Mischung:

	Angewendete Mischung.	Berechnete Mischung.
Salpeter	65	63,3
Schwefel	20	20,0
Kohle	15	16,7

Der Unterschied ist hier nicht bedeutend.

1595. Das Jagdpulver ist auf eine minder einfache Weise gemischt. Es enthält einen kleinen Überschuß an Sauerstoff, welchen einerseits die Kohle nicht gänzlich in Kohlensäure verwandeln kann, während andrerseits auch der Schwefel nicht hinreicht, um mit dem Kalium Schwefelkalium zu

bilden. Es geht daraus hervor, daß ein Rückstand von kohlensaurem Kali bleiben muß. Das Jagdpulver läßt sich darstellen als ein Gemenge von

4 At. Salpeter
3 — Schwefel
23 — Kohlenstoff;

bei einer vollständigen Reaktion würde daraus entstehen:

3 At. Schwefelkalium
1 — kohlensaures Kali
8 — Stickstoff
21 — Kohlensäure

Berechnet man die Zusammensetzung des Jagdpulvers hiernach, so erhält man folgende Resultate:

	Angewendete Mischung.	Berechnete Mischung.
Salpeter	78	77,7
Schwefel	10	9,3
Kohle	12	13,2

Es bietet sich hier dieselbe Bemerkung wie weiter oben dar. Die durch Rechnung erhaltene Kohlenmenge ist stets größer als die angewendete, und dieses erklärt sich durch die Anwesenheit des Wasserstoffs in allen Kohlen. Bedenkt man, daß das Wasserstoffatom sechsmal leichter als das Kohlenstoffatom ist, so sieht man leicht ein, daß die Sache sich wirklich so verhalten muß.

1596. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß das Sprengpulver, als das wohlfeilste von allen, dasjenige ist, welches am meisten Gas erzeugt. Andrerseits aber geht dieser Vortheil durch die geringere Wärmeentbindung, welche dabei Statt findet, wieder verloren. Wahrscheinlich macht der in dieser Pulversorte befindliche Schwefelüberschuß es zum Gebrauch für Metallwaffen untauglich; zur Anwendung in Bergwerken ꝛc., zum Sprengen vereinigt es jedoch alle wünschenswerthen Bedingungen.

Das Kriegspulver hat dagegen keinen Schwefelüberschuß, der nachtheilig auf die Waffen wirken könnte. Wenn jedoch bei diesem das Gemenge nicht sehr innig wäre, so könnten sich doch hier und da Schwefelverbindungen auf Kosten des das Pulver einschießenden Metalls bilden. Man läßt deshalb wahrscheinlich im Geschützpulver etwas Salpe-

terüberschuß. Übrigens kommt hier auch noch die Menge einer jeden Pulversorte in Betracht, welche unter den obwaltenden Umständen angewendet wird.

1597. Wir wollen jetzt die Pulvermischung auf experimentellem Wege näher untersuchen.

Es ist einleuchtend, daß die weiter oben zur Prüfung der Kohle angegebene Methode auch zur nähern Untersuchung der Mischung anwendbar ist; Proust wandte dieselbe auch mit gutem Erfolg an. Nachfolgende Resultate erhielt er in Betreff der Kohle:

Gemenge.	Dauer der Verbrennung in Secunden ausgedrückt.	Der Rückstand wog.
mit 1/8 Hanfkohle	30	40
„ 1/7 „	25	32
„ 1/6 „	10	12
„ 1/5 „	9	10
„ 1/4 „	7	10
„ 1/3 „	7	10
„ 1/2 „	40	„

Alle Kohlensorten geben dieselben Resultate oder wenigstens solche, die diesen proportional sind. Wir lassen hier ein zweites Beispiel folgen:

Gemenge.	Dauer der Verbrennung in Secunden.
mit 1/8 Fichtenkohle	32
1/7 „	20
1/6 „	17
1/5 „	10
1/4 „	10
1/3 „	9

Diese Verpuffungen lassen einen meist aus kohlensaurem Salz zusammengesetzten Rückstand, allein sehr bemerkenswerth ist es, daß die vier letzten zugleich auch untersalpetrichtsaures Salz und Kohle enthielten. Das erste davon enthielt außer diesem Salz auch noch eine bedeutende Menge unzersetzten Salpeter.

Es ergiebt sich daraus, daß die Kohlendosis unter einem Sechstel zu gering, darüber aber zu stark ist. Die Erfahrung bestätigt das berechnete Resultat und zeigt, daß zur gänzlichen Zersetzung des Salpeters ein Sechstel Kohle erforderlich ist.

1598. Wir wollen nun die verschiedenen Mischungen von Salpeter und Kohle sowohl in Beziehung auf die Quantität, als auch hinsichtlich der Natur des Gases betrachten. Proust stellte auch darüber Versuche an.

Erzeugtes Gas in Kubickzollen.	Probirte Gemenge					
	60 Gran Salpeter 8,5 Gran Kohle.	60 Gran Salpeter 10 Gran Kohle.	60 Gran Salpeter 12 Gran Kohle.	60 Gran Salpeter 15 Gran Kohle.	60 Gran Salpeter 20 Gran Kohle.	60 Gran Salpeter 30 Gran Kohle.
Stickstoffoxyd . . .	11	14	14	14	12	12
Stickstoff	17,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5
Kohlensäure	34	38	34	30	30	30
Kohlenoxyd u. Halbkohlenwasserstoff	0,0	0,0	4	8	20	20
Summe	62,5	76,5	76,5	76,5	86,5	86,5

Die erste Mischung hat offenbar zu viel Kohle, weil sie weniger Stickstoff und Kohlensäure als die zweite liefert. Letztere ist die beste von allen, denn in den übrigen ist auch die Menge der erzeugten Kohlensäure geringer, obgleich die gesammte Gasmenge größer ist. Dieser letzte Umstand wirkt nicht so günstig als man glauben könnte, denn die erzeugten Gase rühren von der Einwirkung her, welche der Kohlenüberschuß auf das hygrometrische Wasser des Gemenges, oder der Kohlensäure selbst übt, wodurch eine unvollkommne Verbrennung und in Folge dessen eine minder hohe Temperatur Statt findet.

Durch Experimente wurde auch dargethan, daß der Salpeter mit einem Sechstel Kohle am meisten Gas erzeugt, indem er die höchste Temperatur entwickelt, welche aus der Verbrennung der Kohle durch seinen Sauerstoff resultiren kann.

1599. Wir wollen nun sehen, welchen Einfluß der Schwefel bei diesem chemischen Prozesse übt, in welcher Dosis er genommen werden muß, und wie diese abzuändern ist, wenn die Kohlenmenge variirt. Proust, der sich mit Lösung dieser Frage beschäftigte, hat die in folgender Tafel enthaltenen Angaben geliefert

Mischungen, welche mit Hanfkohle gemacht wurden.

Bemerkungen.	Salpeter.	Hanf-Kohle.	Schwefel.	Dauer der Verbrennung nach Sekunden.	Erzeugtes Gas in Kubikzollen.
In diesen drei Reihen sind die Gase zu gering angenommen. Die Luft, welche in der Glocke enthalten war, worin die Gase aufgefangen wurden, gab ihren Sauerstoff ab, indem das Stickstofoxyd sich in salpetrichte Säure verwandelte; man darf deshalb jedem Resultat noch 15 Kubickzoll beifügen.	60 Gran	15 Gran	0	9	62
	desgl.	desgl.	4	7	76
	desgl.	desgl.	6	6,5	76
	desgl.	desgl.	8	6	76
	desgl.	desgl.	10	6	80
	desgl.	desgl.	12	7	84
	desgl.	desgl.	14	7	84
	desgl.	desgl.	16	8	82
	60 Gran	12 Gran	0	10	62
	desgl.	desgl.	4	7	66
	desgl.	desgl.	6	6,5	72
	desgl.	desgl.	8	6	76
	desgl.	desgl.	10	6	80
	desgl.	desgl.	12	6,5	82
	desgl.	desgl.	14	7	82
	desgl.	desgl.	16	7	82
	desgl.	desgl.	18	8	80
Der Rückstand der drei ersten Mischungen, welchen Schwefel beigegeben worden, enthält schwefelichtsaures und untersalpetrichtsaures Kali. Von den übrigen erhält man nur einfaches oder mehrfaches Schwefelkalium.	60 Gran	10 Gran	0	25	62
	desgl.	desgl.	2	11	00
	desgl.	desgl.	4	8	68
	desgl.	desgl.	6	6,5	70
	desgl.	desgl.	8	6	76
	desgl.	desgl.	10	6	76
	desgl.	desgl.	12	6,5	80
	desgl.	desgl.	14	7	82
	desgl.	desgl.	16	8	82
	desgl.	desgl.	18	8	82

Man ersieht aus dieser Tafel, daß ein Fünftel Schwefel zu wenig, und ein Siebentel zu viel ist; es ist deshalb ein Sechstel zur vollständigen Zersetzung des Salpeters nöthig, und dann wird weder Schwefel frei, noch bildet sich ein Polysulphurid.

Hinsichtlich der Dauer der Verbrennung scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, daß die unter sich ziemlich verschiedenen Kohlen alle durch die Vermischung mit Schwefel in deiser Beziehung sich gleich verhalten; Proust überzeugte sich davon durch direkte Versuche.

Derselbe Fall findet auch Statt bei verschiedenen Mischungen mit derselben Kohle. Beträgt die Schwefeldosis ein Sechstel oder ein Siebentel, so verhalten sich die Gemische ziemlich gleich. In folgender Tafel, welche zugleich das wirkliche Gasprodukt angiebt, wird man diese Behauptung bestätigt finden.

Mischung.	Dauer der Verbrennung in Secunden.	Erzeugtes Gas.
Salpeter 60 Gran Kohle 15 Gran	9	76
desgl. desgl. desgl. Schwefel 10 Gr.	6	91
Salpeter 60 Gran Kohle 12 Gran	10	76
desgl. desgl. desgl. Schwefel 10 Gr.	6	91
Salpeter 60 Gran Kohle 10 Gran	25	76
desgl. desgl. desgl. Schwefel 10 Gr.	5	91
Salpeter 60 Gran Kohle 8 4/7 Gran	30	62
desgl. desgl. desgl. Schwefel 10 Gr.	7	88

In Beziehung auf die Dauer der Verbrennung kann man die Mischung mit einem Sechstel Schwefel als die zweckmäßigste betrachten.

1601. Es ist nun die Menge des erzeugten Gases zu berücksichtigen. Um hiervon ein leicht zu übersehendes Resultat zu bekommen, wollen wir diese auf ein und dieselbe Quantität Pulver beziehen. In folgender Tafel ist dieses geschehen.

Salpeter	70	73,2	75	76,2
Schwefel	12	12,2	12,5	12,8
Kohle	18	14,6	12,5	11,0
Pulver	100	100,0	100	100,0
Erzeugtes Gas in Kubikzollen	107	100	113	112

Das Maximum an Gas würde demnach das Kriegspulver, oder die alte Mischung von sechs, eins und eins geben.

1602. Die Erfahrung und die Berechnung zeigen also übereinstimmend mit einander, daß sechs Theile Salpeter, ein Theil Schwefel und ein Theil Kohle ein Gemenge geben, dessen Gemengtheile aufs vollständigste gegen einander reagiren, die höchste Temperatur dabei erzeugen und die größte Menge Gas in der kürzesten Zeit liefern. Diese vereinigten Umstände rechtfertigen den Vorzug, welchen man seit langer Zeit diesem Gemenge gab und lassen auch vermuthen, daß man dieses Mischungsverhältniß so bald nicht abändern wird.

Wiederhohlt müssen wir aber bemerken, daß die Beschaffenheit der Waffen, der Preis des Gemenges und das gewöhnliche Gewicht der Ladung auf diese Mischung einen solchen Einfluß üben können, daß es vielleicht sehr vortheilhaft seyn würde, sie etwas abzuändern, wie dieses z. B. schon bei dem Sprengpulver der Fall gewesen ist.

Aber auch die Feinheit des Korns, seine Form und Härte, die Beschaffenheit der Oberfläche und die Zeit, welche zum Stampfen verwendet wird, können die Qualität des Pulvers auf eine äußerst merkwürdige Weise verändern. Wir haben also bisher blos die Mischung berücksichtigt und somit diese schwierig zu lösende Frage nur von einer Seite beleuchtet; um dieselbe aber auch in anderer Beziehung gehörig würdigen zu können, müssen wir vorerst die verschiedenen Fabrikationsmethoden näher kennen lernen; zum Schlusse werden wir dann die Eigenschaften und Benützung des Pulvers anführen.

Bereitung des Pulvers.

1603. Da die Fabrikation des Pulvers sich auf einige äußerst leichte Operationen gründet, so ist begreiflich, daß sie auf verschiedene Weise sich ausführen läßt. Der Hauptsache nach beruht die Bereitung des Pulvers in Folgendem: man pulverisirt den Schwefel, die Kohle und den Salpeter, mengt diese drei Stoffe wohl unter einander und bildet daraus

mit Wasser eine zusammmenhängende Masse, welche nachher in gleichgroße Körner zertheilt, getrocknet und geglättet wird.

Man unterscheidet viererlei Verfahrungsarten, welche man zur Erreichung dieses Zweckes anwendet, nämlich die alte Methode mit Stampfwerken, das während der Revolution eingeführte Verfahren, die Bereitung mit Mühlsteinen und das Verfahren von Bern oder Champy. Die hier aufgezählten vier Methoden, mehr oder minder modificirt, scheinen alle bisher befolgten Verfahrungsarten in sich zu fassen.

1604. Methode mit Stampfwerken. Solange die Fabrikation des Pulvers in Frankreich betrieben wird, wendet man diese Methode an. Der Schwefel wird pulverisirt und dann durchgebeutelt. Der Salpeter wird schon bei der Läuterung, so fein als nöthig ist, hergestellt und die Kohle wird in Stücken zugegeben, weil sie äußerst leicht sich pulverisiren läßt.

Sind diese Stoffe abgewogen, so giebt man sie in kleine Kübel. In einen dergleichen bringt man 7 ½ Kilogr. Salpeter und oben darauf 1 ¼ Kilogr. Schwefel. Die Kohle wird in besondere Kübel gethan, und zwar in jeden 1 ¼ Kilogr. Wir nehmen an, es soll Kriegspulver bereitet werden. Man füllt die Kübel und trägt sie nach der Stampfmühle.

In der Mühle befinden sich in einem Troge von Eichenholz eine Reihe von Stampflöchern. Jedes Loch hat einen Pochstempel, welcher durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt wird. In diesen Stampflöchern wird nun die Masse zerstoßen und stark zusammengepreßt; man nennt diese Operationen des Zertheilens, Mengens und der festen Vereinigung zusammen das Stampfen (battage). Sollen diese Operationen gelingen, so müssen die Stampflöcher so geformt seyn, daß die Stoffe regelmäßig bewegt und somit die ganze Masse nach und nach mit den Pochstempeln in Berührung kommen. Die Stempel waren ehedem zylindrisch beschuhet, jetzt aber birnförmig, weil man fand, daß diese Form geeigneter ist, um die Masse längs den Seitenwänden des Loches heraufzutreiben, so daß sie wieder zurückfallen kann. Die Pochstempel finden dann bei jedem Niederfallen eine

neue Schicht Pulvermasse, welche verhindert, daß sie den hölzernen Boden des Troges berühren, was nachtheilig werden kann, weil bei öfterer Wiederhohlung eine gefährliche Erhitzung dadurch erzeugt werden kann. *)

1605. Man schüttet in jeden Trog einen Kübel mit Kohle, begießt diese mit 1 Kilogr. Wasser und rührt dieselbe ein paarmal mit einem krummen Stabe (touilloir) um, damit sie durch und durch befeuchtet werde. Hierauf setzt man das Wasserrad in Bewegung, so daß es den Pochstempel 40mal in einer Minute hebt; das Stampfen dauert dann 20 Minuten oder höchstens ½ Stunde; da die Kohle während dieser Zeit ein ganz feiner Brei wird, so werden dann die Stempel festgestellt. Man kehrt sodann alle Kohle mittelst einer Roßhaarbürste zusammen in den Trog, und giebt den Salpeter und den Schwefel darauf. Diese drei Körper werden nun mit der Hand wohl durch einander gemengt und in jeden Trog ½ Kilogr. Wasser gegossen, was auf die ganze Masse von 10 Kilogr. 1½ Kilogr. ausmacht. Man stampft nun aufs Neue, nachdem die Seitenwände des Stampftroges gereinigt worden sind. Nachdem das Stampfen eine halbe Stunde gedauert hat, thut man die Masse aus einem Troge in den andern, um alles vollkommner zu mengen. Solche Umleerungen werden 12 in jeder Stunde vorgenommen; nach der letzten stampft man noch zwei Stunden lang ununterbrochen fort, um die Masse dicker zu machen.

Während der Umleerungen muß die Masse immer wieder mit Wasser begossen werden; man erkennt leicht, wenn

*) Die Stempel bestehen aus einem 20 Kilogr schweren Stück Holz (Fig. 1 und 2 Taf. 19). c, Spalte zur Aufnahme der Hebelatte. e, Schließe, welche die Hebelatte befestigt. h, Nagel, welcher ihn auch festhält, i Loch, für einen Nagel, der bestimmt ist, den Stempel zu halten, wenn er herausgenommen wird. a Untertheil des Stempels, welches mit Bronze b beschuhet wird; es ist keilförmig gespalten, damit der Bronzschuh fest in das Holz einge wängt werde.

Die Bronze besteht aus 100 Kupfer und 22 Zinn. Jeder Schuh wiegt 20 Kilogr., mithin ist ein Stempel 40 Kilogr. schwer.

Fig. 3 und 4. Stampflöcher in einem eichenen Grubenstock. Man garnirt ihren Boden mit einer Schribe von hartem Holz, welche hineingetrieben wird.

Fig. 5. Genaue Seitenansicht des Stampfloches und des Stempelschuhes.

dies nöthig ist, allein wie oft und wie stark diese Begießungen vorgenommen werden, läßt sich nicht bestimmen, denn es richtet sich hauptsächlich nach der Temperatur.

Nach vierzehenstündigem Stampfen ist die Masse sowohl für Geschützpulver als für feines Pulver hinreichend gemengt. Sprengpulver braucht nur halb so lange gestampft zu werden.

1606. Wenn die Masse aus den Trögen genommen wird, thut man sie in Kübel und schafft sie darin nach der Körnkammer. Man läßt sie darin eine Zeitlang lang stehen und trocknen, damit sie die zum Körnen erforderliche Konsistenz erhält. Nach ein oder zwei Tagen ist sie zum Körnen tauglich geworden und wird nun in einen Trog geworfen. Zum Körnen hat man eine Holzschaufel, kleine Rührspaten und verschiedene Siebe nöthig.

Die Siebe haben verschiedene Namen je nach ihrer Größe und dem Zweck, wozu sie gebraucht werden. Die erste Art (guillaume) dient zum Zerbröckeln der gestampften Masse; es wird ein hölzerner Läufer auf jene gelegt und das Sieb nebst dieser durch Schütteln bewegt. Mit dem zweiten Sieb (grenoir) ertheilt man dem Korn die erforderliche Größe; das dritte (égalisoir) aber dient dazu, um die gleich großen Körner von den übrigen zu sondern.

Die feinen Roßhaarsiebe werden zur Absonderung des Staubes von den Körnern gebraucht.

Die erste und zweite Art von Sieben haben einen innern Durchmesser von 60 Centimetern. Sie sind kreisrund und bestehen aus einer mit Löchern versehenen Pergamenthaut, welche zwischen zwei hölzernen Kreisen eingespannt ist.

Das Pergament kann aus Schweins- oder Kalbhäuten verfertigt seyn. Die Löcher werden durch Maschienen hineingeschlagen und haben verschiedene Dimensionen als:

		Millimeter.
No. 1	erste Siebart (Guillaume)	10
„ 2 „	„ halbfein (demi guillaume) . .	5
„ 3 „	„ fein (guillaume de fine) . . .	4
„ 4	zweite Siebart für Sprengpulver (grenoir en mine)	4
„ 5 „	„ für Geschützpulver (grenoir en guerre)	2,5
„ 6 „	„ fein (grenoir en fine)	1
„ 7 „	„ superfein (grenoir en superfine) .	0,5

Der Läufer ist eine linsenförmige Scheibe von Quajacholz, Vogelbeer- oder frischem Eichenholz. Derselbe muß 21 Centimeter im Durchmesser haben, in der Mitte 55 Millimeter und gegen die Peripherie zu 45 Millimeter dick seyn.

1607. Da alle Pulversorten auf dieselbe Weise gekörnt werden, so beschreiben wir hier nur das Körnen des Geschützpulvers. Die Werkstätte, in der dies Geschäft vorgenommen wird, ist ringsherum mit Trögen versehen. Die Plätze der einzelnen Arbeiter sind zwei Meter lang und durch Bretterwände von einander geschieden. Der Körntrog ist ein hölzerner Kasten, der oben offen und mit einer hölzernen viereckigen Queerleiste versehen ist, auf welcher der Arbeiter das Sieb hin und her gleiten läßt.

Um das Geschützpulver zu körnen, nimmt der Arbeiter etwas von der Masse, thut es in das Sieb No. 1, und schiebt es dann auf der Leiste schüttelnd hin und her, wodurch das feine Korn durch das Sieb in den Trog fällt. Um die zurückgebliebene Masse zu zerkleinern, bringt er dann die Scheibe in das Sieb und bewegt dasselbe so, daß der Läufer rings an der Siebwand, sich selbst drehend, herumläuft. Die zerbröckelte Masse fällt dann als kleines Korn in den Trog.

Diese erste Arbeit bezweckt das Zerkleinern der Masse. Man nimmt hierauf die zweite Art von Sieben und siebt das in den Trog Gefallene, wozu zuweilen noch der Läufer angewendet wird, um die zu groß gebliebenen Körner noch kleiner zu machen. Das Körnen wird dadurch beendigt.

Da nun der Staub mit Körnern durch das Sieb gegangen ist, so müssen beide von einander geschieden werden; dazu wendet man die feinsten Siebe (égalisoirs) an. Der Staub fällt durch, während das Korn darin bleibt. Die zurückgebliebenen Körner werden nun in größere und kleinere durch neues Sieben gesondert.

Das Korn, was nun die gehörige Größe hat, kommt in die Trockenstube; der Staub aber kommt wieder in die Mühle, um mit neuer Masse zusammengestampft zu werden. Gewöhnlich erhält man eben so viel Staub und grobe Körner, als Körner von gehöriger Größe.

In Deutschland wendet man zum Körnen Tröge mit drei Sieben (Taf. 19 Fig. 6, 7, 8) an. Diese drei Siebe werden auf einem beweglichen Rahmen gestellt, der mittelst zwei Stricken i, i und einer Stange h befestigt ist. Der Arbeiter setzt diese Vorrichtung in Bewegung mittelst eines Griffes k. In jedes Sieb kommen zwei Läufer. Die drei Seiten des Troges a, a, m sind gleich hoch, dagegen ist die Seite n, an der sich der Arbeiter befindet, niedriger..

1608. Das Geschütz- und Spreng-Pulver wird nach dem Trocknen blos ausgestäubt; das Jagdpulver hingegen wird zuletzt noch geglättet.

Um das Pulver zu glätten, stellt man es eine Stunde lang an die Sonne, indem es auf großen Tafeln in dünnen Lagen ausgebreitet wird. Es trocknet daselbst etwas. Man bringt es hierauf in eine 16 Dezimeter lange Tonne, welche 12 Dezimeter im Durchmesser hat. Mittelst einer durch die Tonne gehenden Achse läßt sich dieselbe umdrehen. Man vermehrt die Reibung des Pulvers durch vier viereckige Stäbe, welche 6 Centimeter dick sind und im Boden der Tonne parallel mit der Achse befestigt sind. Diese Stäbe stehen schief gegen die Kanten der Achse und sind 12 Centimeter von ihr entfernt. Durch zwei Öffnungen, welche man beliebig öffnen und verschließen kann, wird das zu glättende Pulver in die Tonne geschüttet und nach dem Glätten wieder herausgenommen.

In jede Tonne werden 100 Kilogr. Pulver gethan. Man dreht diese Fässer langsam, wodurch die Pulverkörner sich an einander abschleifen. Die Masse erwärmt sich ziemlich und erreicht eine Temperatur von 50—60° C. Durch ein 8—10stündiges Umdrehen erhält das Pulver einen matten Glanz, den man am liebsten hat. Setzt man das Drehen noch länger fort, so wird das Pulver noch glänzender, aber es ist dann minder entzündlich. Während des Glättens sondert es sich vom Staube, der sich an den Faßwänden anhängt und sich zuletzt in ganzen Krusten ablöst. Ist das Glätten beendigt, so öffnet man die Löcher des Fasses und dreht fortwährend. Das Pulver fällt in eine darunter gestellte Kiste. Durch das Glätten wird die poröse Beschaf-

fenheit des Pulvers vermindert und es hält sich dann länger; auch seine Dichtigkeit wird dadurch vermehrt.

Cagniard-Latour schlug vor das Pulver in einem kupfernen Zylinder zu glätten, der in ein Bad mit kochendem Wasser eintaucht. Nach Verlauf einer halben Stunde soll in diesem Falle das Glätten beendigt werden können. Noch hat man dieses Verfahren nicht angewendet.

1609. Mag man das Pulver glätten oder nicht, so muß es doch immer getrocknet werden. Man kann dieß entweder an der Sonne oder in Trockenstuben thun. Im ersten Fall steht das zum Trocknen bestimmte Gebäude gegen Mittag.

Will man es an freier Luft trocknen, so muß man stilles Wetter abwarten. Sobald die Sonne über dem Horizont und der Thau und die Feuchtigkeit verschwunden ist, so breitet man das Pulver auf Tafeln aus, welche mit Leinentüchern belegt sind. Die Pulverlage darf nicht dicker als 2—3 Millimeter seyn.

Nachdem das Pulver eine Stunde ruhig gelegen hat so erneuert man die Oberfläche, indem man es mit einer Krücke umrührt. Man wiederhohlt dieses Umrühren von Stunde zu Stunde, bis es sechsmal geschehen ist; hierauf vereinigt man das Pulver mitten auf dem Tuche in einen einzigen Haufen, und breitet es wieder aufs Neue mit der Krücke aus.

Trocknet man das Pulver am Feuer, so kann man dasselbe in jeder Jahreszeit und unter jedem Himmelsstrich fabriziren, und es stets vollkommen trocknen. Man trocknet dasselbe in diesem Falle in einer Trockenstube, in die man die erwärmte Luft mittelst eines Blasebalgs hineinleitet; das Pulver befindet sich dann in einem kastenförmigen Behälter in verschieden abgesonderten Schichten über einander, über welche die warme Luft wegstreichen kann. Diese dünnen Schichten werden auf Leinentuch ausgebreitet. Die Röhrenleitung, welche die warme Luft von dem Heitzraum in die Trockenstube führt, ist mit einer Klappe versehen, die geschlossen wird, sobald man den Ventilator stellt, um entweder neues Pulver hineinzubringen, oder das vorhandene

umzurühren. Es muß diese Vorsicht beobachtet werden, damit kein Pulverstaub in den Trockenofen zurückgeführt werden kann, wodurch leicht Unfälle entstehen könnten.

Während des Trocknens wird etwas Staub erzeugt, den man, ehe das Pulver eingepackt wird, absondert. Das Einpacken geschieht für das Kriegspulver anders als für das Jagdpulver. Ersteres wird ganz offen in die dazu bestimmten Fässer geschüttet, dagegen letzteres wird zuerst in Säcke gethan, womit die Fässer ausgeschlagen sind; ist der Sack voll, so wird er zusammengebunden und das Faß dann mit dem Deckel verschlossen.

Der erhaltene Staub und Abfall wird wiederum unter einander gemengt, etwas befeuchtet und in der Mühle gestampft; man macht dann Pulver daraus.

Revolutions-Verfahren. Dieses wurde durch die außerordentliche Bedürfnisse der französischen Revolution geschaffen, aber später nicht weiter befolgt. Wir beschreiben es deshalb nur ganz kurz.

Man pulverisirt zuerst den Salpeter, den Schwefel und die Kohle, indem man diese Stoffe in Fässern mit Bronzekugeln herumdreht. Der Salpeter wird besonders, der Schwefel und die Kohle aber zusammen pulverisirt. Das feine, in gehörigem Verhältniß mit einander gemengte Pulwird aufs Neue in Fässer gebracht und darin mittelst Zinnkugeln innig gemengt, indem die Fässer lange genug um ihre Achse bewegt werden.

Ist das Gemenge fertig, so nimmt man eine viereckige kupferne Platte, worauf man feuchtes Leinentuch legt. Auf das Leinentuch wird ein hölzerner Rahmen gebracht, und dieser dann mit dem Gemenge gefüllt. Man nimmt den Rahmen weg und bedeckt die Masse mit neuem befeuchtetem Leinentuch. Darauf wird eine andre Platte gelegt und wieder neues Leinen und so fort. Hat man auf diese Weise eine Säule aufgeschichtet, so wird dieselbe durch eine hydraulische Presse zusammengepreßt. Die einzelnen Schichten der Masse, welche 9 Millimeter dick sind, werden auf zwei Millimeter reduzirt. Das Wasser der Leinewand verbreitet sich durch die Capillaranziehung und benetzt die Pulverku-

chen sehr gleichförmig. Diese Kuchen werden hierauf etwas getrocknet und auf gewöhnliche Weise gekörnt.

1611. Verfahren mittelst Mühlsteinen. Dieses wird hauptsächlich nur bei der Bereitung des Jagdpulvers angewendet. Das Produkt ist von ganz vorzüglicher Qualität, was theils von der Art des Verfahrens, theils von der Beschaffenheit der Stoffe herrührt. In Bouchet wendet man diese Methode zur Bereitung des Pulvers an, wozu man destillirte Kohle nimmt. Die Mischung dieses Pulvers ist:

Salpeter	70 oder	77
Schwefel	10	9,5
destillirte Kohle . . .	14	13,5
	104	100,0

Folgende Tabelle stellt die mannigfaltigen Manipulationen und deren Dauer dar, welche bei diesem Pulver angewendet werden, in der Voraussetzung, daß ein Quantum von 100 Kilogr. in Arbeit genommen wird.

	Dauer.
1.) Gleichzeitige Pulverisirung der Kohle in Tonnen mittelst Bronzekugeln	12 Stden.
2.) Pulverisirung des vorigen Gemenges in Fässern mit Zinnkugeln und mit zwei Prozent Wasser	12 —
3.) Behandlung des Gemenges unter dem Mühlstein mit Hinzufügung von 4 Prozent Wasser	2 —
4.) das Körnen	4 —
5.) Zerreibung in den Fässern mittelst Zinnkugeln . . .	6 —
6.) Zubereitung unter dem Mühlstein mit 4 Prozent Wasser	2 —
7.) Körnen	4 —
8.) Behandlung unter dem Walzwerk	2 —
9.) Körnen	4 —
10.) Glätten	48—60 —
11.) Trocknen an der Luft	12 —
oder in der Trockenstube	4 —

1612. Die vorläufige Pulverisirung der Stoffe in mit Metallkugeln versehenen Tonnen ist eine der Operationen, welche während der französischen Revolution eingeführt wurden. Diese Kugeln sind entweder von Bronze oder von Zinn und nur 9 Millimeter dick. Sie kommen mit der Pulvermasse in Fässer, welche mit einer Achse versehen sind, um sie in rotirende Bewegung versetzen zu können. In den

Fässern selbst werden in gleicher Entfernung von einander sechs Leisten an die Seitenwände derselben befestigt, welche von einem Boden zum andern reichen. Die Kugeln, welche auf diese Leisten fallen, springen in die Höhe und zerreiben so das Pulver. Diese Leisten erheben sich 3 bis 4 Centimeter über die Seitenwände. Die Fässer sind 1 Meter lang, haben 6 Dezimeter im Durchmesser und erhalten 75 Kilogr. Masse und 90 Kilogr. Kugeln durch eine Öffnung an der Tonne, durch welche man auch das feine Pulver wieder herausnehmen kann.

Bei der Pulverisirung des Schwefels und der Kohle läuft man keine Gefahr und hierzu kann man sich der Kugeln von Bronze bedienen; behufs der Mengung der drei Stoffe aber zieht man die Zinnkugeln vor und giebt etwas Wasser hinzu. Auf diese Art verhütet man Unfälle, welche durch den Stoß der Kugeln gegen einander oder gegen ein in dem Gemenge möglicher Weise vorhandenes Sandkorn entstehen könnten.

1613. Die Mühlsteine, welche zum Zusammenpressen der Masse bestimmt sind, müssen sehr schwer seyn; einer wiegt 3000 bis 6000 Kilogr.; sie werden aus einer Art Kalkstein gehauen, derunter dem Namen Stinkkalk bekannt ist. Jetzt macht man sie aus Gußeisen und in diesem Fall ist ihr Rand mit Messing eingefaßt. Diese senkrecht stehenden Mühlsteine drehen sich in einer Rinne herum, in welche das aus den Fässern kommende Gemenge gethan wird. An die Achse des Steins befestigt man einen Trichter, dessen enge Röhre mit Löchern versehen ist, durch welche das zum Befeuchten des Pulvers nöthige Wasser läuft, das sich über die Masse gleichförmig verbreitet. Wird der Pulverbrei über den Rand der Rinne heraus gedrückt, so bringt man ihn mittelst eines Rührscheites wieder unter die Mühlsteine.

1614. Das Körnen geschieht mittelst einer sehr einfachen und sinnreichen Vorrichtung. Diese besteht aus acht Sieben, mittelst welcher das Pulver zugleich durch die Scheibe zerdrückt, durchgesiebt und in verschieden große Körner gesondert wird; zugleich wird auch der Staub abgeschieden. Die groben Körner kommen zum zweitenmal unter die Scheibe

und der Staub, so wie das feine Korn fallen zuletzt beide in besondere Behälter. Der ganze Apparat wird durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt, und man hat hierbei nur für die Füllung der Siebe und Ausleerung der Behälter zu sorgen. Um den Gang dieser Vorrichtung richtig zu schildern, wollen wir nur ein Sieb betrachten. Das erste ist ein Grobsieb mit der Scheibe.

Dieses Grobsieb ist an der obern Seite durch Pergament verschlossen, und dieses Pergament steht mittelst eines Schlauches von weichem Leder mit einem Trichter in Verbindung, welcher die zu körnende Masse aufnimmt. Aus diesem Trichter fällt das Pulver, welches gekörnt werden soll, vermöge der Erschütterung, die der Schlauch durch das damit kommunizirende Sieb erleidet. Unter dem Grobsieb befindet sich ein Kornsieb. Beide Siebe sind in einander eingefügt. Das zerbröckelte Pulver fällt in das Kornsieb, welches den Staub durchfallen läßt und die gröbern Körner zurückhält. Um dieses noch kleiner zu machen, bringt man es wieder in das Grobsieb. Zu diesem Endzweck befindet sich auf dem Boden des Grobsiebes nahe an der Peripherie ein Loch. Dieses Loch ist mit einer kupfernen Klappe oder Zunge versehen, welche schief gegen das Leder des Kornsiebes gerichtet ist. Diese Zunge steht gerade nach der entgegengesetzten Richtung, in welcher die Stoffe durch die rotirende Bewegung herumgeschleudert werden. Es werden aus diesem Grunde, die durch die Zentrifugalkraft nach dem Umkreis getriebenen gröbern Stücke gegen die Klappe geworfen, kommen dadurch wieder in das Grobsieb hinauf und werden dann der Wirkung der Scheibe aufs Neue ausgesetzt. Sind die Körner von erforderlicher Größe in das dritte Sieb gefallen, so sondert dieses den Staub davon ab, der in ein Sieb gelangt, dessen Pergamentboden in der Mitte einen Leder-Schlauch hat. Durch diesen Schlauch fällt der Staub in einen mit einer Schieblade versehenen Kasten: ist jene voll, so zieht man sie heraus und entleert sie. Um die im dritten Siebe zurückgebliebenen guten Körner zu erhalten, benutzt man die Zentrifugalbewegung; sie bleiben anfangs so lange darin bis der Staub sich gänzlich davon ge-

sondert hat. Der obere Theil der Siebwände ist mit einem Loche versehen; dieses hat eine kupferne kurze Klappe, die der Richtung der Rotationsbewegung entgegensteht. Die gegen die Peripherie geschleuderten Körner werden durch diese Klappe aufgehalten und fallen in das Loch, aus welchem sie durch einen Schlauch in einen Kasten gelangen.

Man erhält so auf einmal und durch ein Verfahren, welches wenig Handarbeit erfordert, den Staub und das gute Korn rein von einander gesondert. Die etwas schwachen Siebe leisten mehr als die elastischen.

Acht gleiche Siebe befinden sich alle auf einem kreisrunden horizontal liegenden Rahmen vereinigt, der durch eine Welle in Bewegung gesetzt wird. Es ist begreiflich, daß eine gerade Welle den Apparat nur in rotirende Bewegung versetzen könnte, welche ohne Wirkung seyn würde. Es ist dieselbe aus diesem Grunde U förmig gekrümmt an dem Punkte, wo der Rahmen befestigt ist. Auf dem mittleren Arm des U liegt der Rahmen fest an, so daß vermöge der Statt findenden Reibung dieser Arm den Rahmen bewegt, ohne ihn jedoch rotiren zu machen, welches nutzlos wäre, und sogar unmöglich seyn würde, weil der Trichter und die beiden Kästen für das Pulver und den Staub fest gemacht sind.

1615. Das Walzwerk hat die Bestimmung das Pulver dichter zu machen. Es besteht aus drei Zylindern. Der obere sehr schwere Zylinder ist von Gußeisen und mit Kupfer beschlagen. Der mittlere Zylinder ist von Holz und der untere ebenfalls von Kupfer. Ein Leinentuch ohne Ende umfaßt die zwei obern und ein anderes den untern Zylinder. Das durch einen Trichter laufende Pulver kommt zwischen die beiden Tücher, wird stark zusammengepreßt und bildet einen Kuchen. Ragt dieser Kuchen etwas weit über die Zylinder heraus, so bricht er vermöge seines eigenen Gewichtes ab und fällt in einen Kasten.

Das Glätten geschieht auf die gewöhnliche Weise; die übrigen Operationen werden so vorgenommen, wie es die oben beigefügte Tafel angiebt.

1616. Rundes Pulver. Das Verfahren rundes Pulver zu machen, wurde seit langer Zeit in Bern angewendet. Champy änderte dasselbe einigermassen ab und man bereitet jetzt zu Bouchet das Sprengpulver auf diese Weise. Wir zählen hier die Operationen und ihre Dauer bei 100 Kilogr. Pulver auf.

	Dauer.
1.) Pulverisirung des Schwefels und der Kohle	4 Stden.
2.) Mengung des Schwefels mit Kohle und Salpeter . .	4 —
3.) Körnen	1/2 —
4.) Absonderung der Körner	1/2 —
5.) Glätten	2 —
6.) Trocknen durch Feuer	4 —
An der Luft	12 —

Die erste und zweite Operation werden in Tonnen vorgenommen, wie bei dem Verfahren mit Mühlsteinen. Das Körnen geschieht auf eine besondere Weise. Man nimmt hierzu eine Trommel von ungefähr 1 Meter im Durchmesser und von 3—4 Dezimeter Breite. Es geht eine Achse durch die Trommel, um sie in rotirende Bewegung versetzen zu können. An der Peripherie ist diese mit einer Öffnung versehen, die man nach Belieben verschließen und durch welche man die Masse hineinbringen und herausnehmen kann; an einer Seite befindet sich ein kreisrundes Loch, in welchem die Achse befestigt ist. Dieses Loch nimmt noch eine fest stehende Röhre auf, die parallel mit der Achse läuft und mit einer Reihe von kleinen Löchern versehen ist, wodurch man das Pulver mit Wasser begießen kann; diese wird in Bewegung gesetzt und das Wasser als ein feiner Regen hineingegossen; jedes hineinfallende Tröpfchen bildet den Mittelpunkt eines kleinen Korns, welches unaufhörlich im feuchten Staub sich herumbewegt, und so sichabrundet und durch konzentrische Lagen vergrößert gleich einem Schneeball. Würde diese Operation lange fortgesetzt, so könnte man sehr große Körner bilden, allein man hört damit auf, wenn sie den erforderlichen Durchmesser erlangt haben; die erzeugten Körner sind vollkommen kugelförmig, allein nicht durchgängig von gleichem Volum. Durch die geeigneten Siebe sondert man die feineren Körner nebst dem Staube, von den gröbern und ganz groben Körnern. Die zu groben Körner

cher das sich entbindene Gas aufgefangen werden konnte. Sollen diese Resultate die eigentliche Kraft des Pulvers ausdrücken, so muß man zugleich die Erhöhung der Temperatur in Anschlag bringen, welche während der Detonation Statt hat. In dieser Beziehung aber läßt sich nichts Bestimmtes annehmen; doch steigt die Temperatur der Gase wenigstens auf 1000—1200 Grade und kann selbst noch darüber hinaus gehen.

1619. Das Pulver kann hinsichtlich seiner Güte aus mancherlei Gründen sehr verschieden seyn; diese Ursachen aber muß man so viel als der Stand der Wissenschaft erlaubt, genau kennen lernen. Es ist leicht den Schwefel und den Salpeter von stets gleicher Beschaffenheit zu erhalten, allein dieß gilt nicht von der Kohle; diese variirt dergestalt, daß man sie fast allein als die Ursache der großen Verschiedenheit in der Qualität des Pulvers betrachten kann.

Harte und stark geglühte Kohle giebt sehr schwer entzündliches Pulver; dagegen liefert eine leichte, wenig kalzinirte und wasserstoffhaltige Kohle ein leicht entzündliches Pulver. Die für gewisse Pulversorten am meisten sich eignende Kohle ist die, welche man erhält, wenn man das Holz gerade so stark glüht, daß es sich pulverisiren läßt.

Die Dichtigkeit des Pulvers ist ferner ein anderer wichtiger Grund, der eine Verschiedenheit in der Qualität desselben erzeugt. Die dichten Sorten entzünden sich weniger leicht; dagegen sind die leichten und porösen Sorten sehr leicht entzündlich.

Auch die Feuchtigkeit des Pulvers hat Einfluß auf dessen Qualität, denn sie macht es nicht nur minder entzündlich, sondern bewirkt auch die Krystallisation des Salpeters und kann eine Entmischung des Gemenges herbei führen. Feuchtes Pulver, welches man wieder trocknet, muß auch an Güte verlieren, wenn es vorher durch den Einfluß des Wassers gelitten hat.

1620. Für die Gewehre ist dasjenige Pulver das beste, welches sich gänzlich entzündet, noch ehe die Kugel aus dem Geschütz gefahren ist, nicht aber dasjenige, welches sich am schnellsten entzündet, wie man ehedem glaubte. Diese

Wahrheit, welche die Grundlage aller über die Fabrikation des Pulvers angestellten Untersuchungen geworden ist, wurde durch die vielfältigen Versuche, welche seit einigen Jahren von der Pulveradministration in Frankreich angestellt worden, vollkommen bestätigt. Man unterscheidet unter dem Namen zertrümmerndes Pulver (poudres brisantes) gewisse Pulverqualitäten, deren Wirkung auf die Kugel sehr schwach, dagegen sehr kräftig auf die Waffe selbst ist. Alle Pulversorten, welche sich sehr schnell entzünden, gehören hierher. Sie nähern sich demnach gewissen Knallpulvern, wie z. B. dem Knall-Silber, Knallquecksilber und Knallgold, welche, in die Gewehre gebracht, diese wohl zertrümmern, aber die Kugeln nicht hinaus schleudern.

Man kann zertrümmerndes Pulver mit leicht entzündlicher Kohle bereiten, wenn man demselben eine geringe Dichtigkeit giebt. Auch wenn man das Korn sehr fein macht, so erhält man diese Pulversorte ebenfalls; endlich aber auch durch lange fortgesetztes Pulverisiren der Masse, so daß dieselbe aufs Innigste vermengt wird. Diese Pulversorten sind übrigens zuweilen sehr schlecht, denn wenn man Gewehre damit ladet, welche ihnen widerstehen können, so tragen sie doch nicht weit.

Am weitesten trägt das Pulver, welches sich nur so schnell entzündet, daß es im Gewehre noch ganz abbrennt, allein zugleich so langsam, daß die Verbrennung nur in dem Maaße vor sich geht als die Kugel vorwärts getrieben wird. Dieses Pulver greift zugleich die Gewehre am Wenigsten an.

Es muß dem zu Folge ein gewisses Verhältniß zwischen dem Zustand der Kohle, der Dichtigkeit des Pulvers und der Größe des Korns Statt finden. Muß man sich in Beziehung auf zwei dieser Elemente innerhalb gewisser Grenzen halten, so kann man das dritte auf geeignete Weise abändern. Man nimmt dann z. B. nur eine leichte Kohle zu dichtem grobkörnigem Pulver und eine harte Kohle zu feinem und porösem Pulver, wenn dieses übrigens zu demselben Zwecke bestimmt ist. Die Beschaffenheit der Gewehre bedingt auch die Qualität des Pulvers. In Flinten entzünden sich grobe Körner nur unvollkommen. Feine Körner bewirken leicht

ein Zerreißen der Kanonen. Das Jagdpulver muß deshalb fein und das Geschützpulver grob seyn. Das Sprengpulver darf ein noch gröberes Korn haben. Diese Bedingungen dürfen nicht vernachläßigt werden.

Prüfung des Pulvers.

1621. Bei dem Probiren des Pulvers muß man sämmtliche, weiter oben betrachtete Umstände berücksichtigen. Man muß vorerst das Pulver hinsichtlich seiner Mischung untersuchen, dann die Beschaffenheit der Kohle, die Dichtigkeit, die Feinheit und Form des Korns, die Feinheit der Theilchen und endlich seine Tragkraft bestimmen. Der letzte Versuch ist der wichtigste von Allen, allein man erhält dadurch doch nicht die gewünschte Genauigkeit, denn Pulversorten, welche sich sonst ziemlich verschieden verhalten, geben bei diesem Versuch kein sehr verschiedenes Resultat.

Die Mischung des Pulvers findet man durch eine einfache Analyse. Man wägt das Pulver, laugt es aus und dampft die Lauge zur Trockne ab; der Rückstand ist der Salpeter. Die auf dem Filter verbleibende Masse ist Schwefel und Kohle; diese werden getrocknet und mit Kupferoxyd behandelt wie bei der Analyse organischer Körper geschieht. Man fängt die Kohlensäure auf und bestimmt daraus die Kohlenmenge. Wird der schwefelhaltige Kohlenrückstand des Pulvers rothgeglüht, so findet man aus dem sich ergebenden Gewichtsverlust den Schwefelgehalt.

Die Beschaffenheit der Kohle ist nicht leicht zu erkennen; doch giebt die Farbe des Pulvers in dieser Beziehung schon einen Wink. Wohl ausgeglühte, nur wenig Wasserstoff enthaltende Kohlen sind schwarz; schwach geglühte, ziemlich wasserstoffhaltige Kohlen aber sind rothbraun oder braun. Da Letztere zum Theil noch aus Humussäure bestehen, und diese in kochendem Ätzkali sich auflöst, so benützt man diese Eigenschaft. Ist das Gewicht der Kohle bereits auf die oben besagte Weise bestimmt worden, so behandelt man das Gemenge von Schwefel und Kohle in kochender Ätzkalilauge. Der Schwefel und die Humussäure lösen sich darin auf und die

Kohle bleibt als Rückstand; man bringt sie auf's Filter, süßt sie aus und trocknet sie bei 100°.

Da man nun die reine Kohle quantitativ bestimmt hat, so darf man sie nur von der durch die Behandlung mit Kupferoxyd gefundenen Gesammtmenge der Kohle abziehen, um den Kohlengehalt der Humussäure zu bestimmen. Multiplizirt man diesen im Verhältniß von 57 zu 100, so erhält man den Humussäuregehalt. Diese drei Behandlungen reichen hin, um die im Pulver enthaltene Menge von Salpeter, Kohle und Humussäure zu bestimmen; der Verlust ist Schwefel.

Die Dichtigkeit findet man auf gewöhnliche Weise, indem man nämlich ein Fläschchen mit Wasser und Pulver nach einander füllt und wägt. Die Feinheit des Korns bestimmt man durch Siebe, welche mit Löchern von genau bestimmter Größe versehen sind; die Form aber läßt sich leicht erkennen.

Die Feinheit der Theilchen läßt sich nicht sehr genau bestimmen; hierzu würde das Mikroscop sehr gut angewendet werden können. Annäherungsweise läßt sich dieß dadurch erreichen, daß man das Pulver mit einer gewissen Menge Wassers anrührt und die Zeit bestimmt, welche erforderlich ist bis der Schwefel und die Kohle sich absetzen. Hat man vorher schon Versuche mit Pulver angestellt, dessen Feinheit bekannt ist, und kennt man also die Zeit, welche die unauflöslichen Körper zum Absetzen erfordern, so lassen sich andere Pulversorten sehr leicht darnach klassifiziren.

1622. Um die Tragkraft des Pulvers zu bestimmen, wendet man verschiedene Apparate an, von denen wir hier nur Regnier's Pulverprobe und den Probemörser anführen.

Regnier's Pulverprobe wird vorzüglich zur Prüfung des Jagdpulvers gebraucht. Sie besteht aus (Fig. 9 Taf. 19) zwei gefederten Armen b und c. Der Arm c hat in a einen kleinen Raum für das Pulver mit einer Vertiefung für das Zündkraut. Es ist außerdem auch ein Gradbogen f angebracht, der in einem Falz am Arm b verschiebbar ist. Dieses Instrument ist ferner mit einem Draht g, h, i ver-

sehen, welcher in ein Loth am Arm b sich schieben kann. Es ist dieser Draht mit einem kleinen Läufer von Leder versehen, der sich an demselben hin und her schieben läßt. Der Arm b hat einen Bogen d, der sich in e hackenförmig rückwärts krümmt und auf dem Pulverbehälter befestigt wird.

Um das Pulver zu probiren, füllt man den leeren Raum, der ungefähr ein Gramm faßt und schüttet das Zündkraut auf. Der Läufer wird nun nach i, geschoben und das Pulver angezündet; so bald die Detonation erfolgt, trennt sich nun der Lauf vom Hacken, indem jeder seinen Bogen, woran er befestigt ist, mitnimmt. Diese Wirkung ist in b′ e′ angedeutet. Der lederne Läufer ist nun um eine gewisse Anzahl Grade verschoben, die man am Bogen messen kann.

Das gewöhnliche Jagdpulver zeigt an diesem Instrumente 12°; das feinste aber 14°. Jeder Grad drückt die Wirkung eines Kilogramms aus, welches zur Wiederannäherung der beiden Arme angewendet werden muß.

Der Probemörser wird zur Prüfung des Geschützpulvers vorzugsweise angewendet. Er besteht (Fig. 10 Taf. 19) aus einem unter einem Winkel von 45° geneigten Mörser, dessen Pulverkammer dd 65 Millimeter tief ist und 50 Millimeter im Durchmesser hat. Die Bohrung des Mörsers hat 191 Millimeter im Durchmesser und ist 239 Millimeter tief. Das Zündloch muß 4 Millimeter weit seyn. Die Ladung wiegt 92 Grammen; das Gewicht der kupfernen Kugel ist 293 Hektogrammen. Durch die Explosion muß diese 225 Meter weit geschleudert werden, wenn das Pulver von gehöriger Beschaffenheit ist. Sehr gutes Pulver trägt 250 ja selbst 260 Meter weit. Leider aber kommen bei dem Probemörser mehrere Nebenumstände in Betracht, die oft hindernd auftreten und nicht genau bestimmt werden können, weshalb auch dieses Instrument nur ein der Wahrheit sich annähernd es Resultat giebt.

Capitel XIV.

Bereitung des Chlorkalks.

1623. Bringt man Kalkhydrat und Chlor bei gewöhnlicher Temperatur mit einander in Berührung, so bildet sich Chlorkalk oder ein Gemenge von chlorichtsaurem Kalk und Chlorcalcium. Ist das Kalkhydrat mit Wasser eingerührt, so geht die Bereitung sehr leicht, allein das Produkt ist dann nicht transportabel. Will man dagegen festen Chlorkalk bereiten, so steigt während der Operation die Temperatur und dadurch wird ein beträchtlicher Verlust verursacht. Man muß deshalb die Apparate so einrichten, daß das Kalkhydrat stets in niedriger Temperatur erhalten werden kann, daß dieses dem Chlor immer eine neue Oberfläche darbietet, und daß endlich kein Druck Statt findet.

Tennant in Glasgow wendet einen Apparat an, der aus einem Kessel b (Taf. 26 Fig. 1 und 2), aus welchem das Chlor entbunden wird, und aus einem gemauerten Kasten i (Fig. 1 und 2) besteht, in welchem die Verbindung des Gases mit dem Kalk vor sich geht. Der Kessel b ist von Blei; man bringt den Braunstein und das Kochsalz durch die Öffnung c in denselben und gießt die Schwefelsäure durch die krumme Röhre k darauf. Die wechselseitige Berührung dieser Substanzen wird beständig durch einen Rührstock von Gußeisen erneuert; der Rückstand fließt durchs Abzugsrohr q weg. Um diesen Kessel mit Dampf zu heitzen, setzt man ihn in einen zweiten gußeisernen Kessel a, der die Dämpfe durch die Röhre h erhält. Das Chlor wird aus dem Kessel b durch das Rohr e in den Kasten i geleitet; dieser Kasten hat vier Abtheilungen, um das aus vier Bleikesseln kommende Chlorgas aufzunehmen; der Boden desselben ist mit einer drei bis vier Zoll hohen Lage von pulverigem Kalkhydrat

bedeckt, der von Zeit zu Zeit mit dem Rührstäben l umgerührt wird; ist die Operation beendigt, so wird der Chlorkalk durch die Thürchen k herausgenommen.

Der hier beschriebene Apparat ist so groß, daß in einem Bleikessel bis zwei hundert Pfunde Braunstein auf einmal gebracht werden können.

In einigen Fabriken wird eine ande Vorrichtung vorgezogen. Man bringt das Kalkhydrat in konische Steingutgefäße. Durch die unten an der Seite angebrachte Öffnung läßt man das Chlorgas hineingehen; hat sich der Kalk mit Chlor gesättigt, so stürzt man das Gefäß um und sondert das feste, gute Produkt von dem noch darauf befindlichen noch pulverigen, nicht gänzlich mit Chlor gesättigtem Kalk. Seit Kurzem macht man in Dieuze einen ganz vorzüglichen Chlorkalk, allein das dort übliche Verfahren ist nicht bekannt. Wir halten es für nothwendig, daß die Fabrikanten die Natur des Kalkes besser studiren und versuchen, ob nicht der magnesiahaltige sich besser als der gewöhnliche Kalk dazu eigne. Diese magnesiahaltigen Kalksteine kommen häufig vor und sollten sie wirklich Vortheile darbieten, so könnte man sich dieselben leicht verschaffen. *)

Der trockne Chlorkalk enthält gewöhnlich einen so bedeutenden Überschuß an Kalk, daß man ihn mehrmals mit kleinen Mengen Wassers behandeln muß, wenn man ziemlich konzentrirte Auflösungen erhalten will; dem ungeachtet aber sind diese Auflösungen doch viel schwächer als der auf nassem Wege bereitete Chlorkalk. Die konzentrirtesten Auflösungen des trocknen Chlorkalks haben 6 Grade auf dem Beaumé'schen Aräometer und entfärben 50 Volume Indigoauflösung, während der auf nassem Wege bereitete Chlorkalk 8—9 Grade hat und 80 Volume derselben Auflösung entfärbt.

---

*) Auch in Deutschland finden sich diese Kalksteine, die gewöhnlich unter dem Namen Dolomite bekannt sind, sehr häufig und zwar vorzüglich im jüngern Flötzgebirge (in der Jurakalkformation); besonders reich daran ist Baiern und Würtemberg. Die Gegend um Muggendorf und Eichstätt hat den schönsten Dolomit aufzuweisen, der ganz krystallinisch und weiß, gewiß wenig oder gar keine Eisentheile enthält. A. u. E.

1624. In Mühlhausen wird sehr viel flüssiger Chlorkalk bereitet; man füllt zu dem Endzweck ein Gemenge von Salzsäure und Braunstein in Glasballons a (Taf. 26 Fig. 4 und 5), welche im Sandbad erwärmt werden. Das Chlor wird durch Glasröhren in einen zylindrischen steinernen Trog geleitet, welcher Kalkmilch enthält. Der die Sandbäder heitzende Ofen b ist von Gußeisen und hat Scheidewände von Backsteinen, so daß jeder Ballon ein besonderes Feuer hat; der Rauch der verschiedenen Feuer zieht durch b in das Rohr q. Der Trog c ist von festem Sandstein; sein Deckel d ist von Holz und mit Harzkitt überzogen; da er in die in den Stein eingehauenen Falze eingesetzt wird, so schließt er fest an den Trog. Das Drehkreutz e dient zum beständigen Umrühren der Flüssigkeit; die Rührschaufeln sind an der Achse desselben Fig. 6 und 7 schraubenförmig befestigt und dürfen beim Herumdrehen nicht weiter als 2 Zoll von den innern Wänden des Troges abstehen. Die Kalkmilch wird durch den Trichter f hineingegossen; das Produkt aber wird durch h abgezogen.

Jeder Druck muß in den Gefäßen vermieden werden und deshalb macht man den Trog, welcher die flüssige Kalkmilch aufnimmt, sehr weit und nicht tief; man führt dann die Röhre, aus welcher das Gas strömt, nicht in die Flüssigkeit selbst hinein, sondern leitet das Gas blos auf die Oberfläche der Kalkmilch.

1625. Der Chlorkalk, wenn er als ein Chloridoxyd betrachtet wird, ist folgendermassen zusammengesetzt.

	Flüssiger Chlorkalk.	Trockner Chlorkalk.
Kalk	51	60
Wasser	17	20
Chlor	32	20
	100	100

Es sind in dem flüssigen Chlorkalk 1 At. Kalk, 2 At. Wasser und 1 At. Chlor und im trocknen Produkt 2 At. Kalk, 4 At. Wasser und 1 At. Chlor mit einander vereinigt. Bei der Bereitung des trocknen Chlorkalks muß das Kalkhydrat wenigstens dieses Quantum Wasser enthalten, und weit

besser ist es, wenn davon ein paar Prozente zuviel als zu wenig vorhanden sind.

Da der Herr Verfasser dieses Kapitel etwas zu kurz abhandelt, so mögen einige ergänzende Zusätze diesen Band beschließen.

Nach Chevallier (S. L'art de préparer les chlorures pag. 35) bereitet man den Chlorkalk in französischen chemischen Fabriken auf folgende Weise. Man baut eine 12 Quadratfuß breite und 6 Fuß hohe Kammer, deren Wände aus Sand- oder Backsteinen konstruirt und durch ein Cament aus gleichen Theilen Pech und gebrannten Gyps verkittet werden. In Ermanglung der Steine kann man auch eine hölzerne Kammer errichten, diese innen mit Latten beschlagen und die Zwischenräume mit einem Mörtel verschmieren, der aus Gyps, etwas Schwefelsäure, Leim, Wasser und Kälberhaaren bereitet worden. Die Kammer muß mit einer Thüre versehen seyn, welche sich nach außen öffnet und ganz dicht schließt vermittelst rings an den Rändern herumgehender Wulste. An zwei Seiten der Kammer befinden sich einander gegenüber kleine Fenster; diese können nach außen zu geöffnet werden und fallen durch angehängte Gewichte gleich einer Klappe von selbst zu. Durch diese Fenster kann man den Gang der Operationen beobachten aus der Farbe der in der Kammer enthaltenen Dämpfe. Im Innern ist die Kammer sowohl an den Wänden als in der Mitte mit Brettern versehen, welche auf einem Gestelle sich befinden, beweglich und 10—12 Zoll von einander entfernt sind. Der gelöschte und zerfallene Kalk wird in zolldicken Schichten darauf ausgebreitet. Ist alles gehörig vorbereitet, so verschließt man die Thüre und Fenster und verschmiert die Fugen desselben mit einem thonigen Kitt. Man läßt nun das Chlorgas hineinströmen, so lange als der Kalk noch davon aufnimmt, was an der Farbe der in der Kammer befindlichen Dämpfe zu ersehen ist. Aus Erfahrung kennt man bereits, wie viel Chlor man auf ein bestimmtes Quantum Kalk nöthig hat; man rechnet gewöhnlich auf 100 Thl. Kalkhydrat das aus 100 Thl. Kochsalz sich entbindende Chlor und erhält daraus ungefähr 150 Thl. trocknen Chlorkalk. Man hat vorzüglich während der Operation dafür zu sorgen, daß die Temperatur in der Kammer nicht zu sehr steige. Oben auf der Decke der Kammer wird eine hydraulische Klappe angebracht, die aus einem Bleikästchen besteht, dessen Ränder in eine mit Wasser gefüllte Rinne eintauchen. Eine Seite der Kammer wird mit einer Sicherheitsröhre versehen, welche in Kalkmilch taucht, um das am Ende der Operation sich entbindende überschüssige Chlor aufzunehmen; dieses Produkt kann nachher zum Bleichen verwendet werden.

Die Absorption des Chlors durch den Kalk kann sehr befördert werden, wenn man das ausgebreitete Pulver von Zeit zu Zeit vorsichtig umrührt, oder auch indem man anfangs nur die Hälfte der mit Kalkhydrat belasteten Bretter in die Kammer bringt; ist der Kalk ziemlich mit Chlor gesättigt, was aus den dunkeln, grün-gelben Dämpfen zu erkennen ist, so läßt man diese vollends absorbiren, ohne neues Chlor weiter zuzuleiten, öffnet dann die Thüre und schiebt die zweite Hälfte der mit frischem Kalkhydrat gefüllten Bretter hinein. Ist der auf den ersten Brettern befindliche Chlor-

kalk fertig, so nimmt man ihn heraus und ersetzt ihn durch neue mit Kalkhydrat gefüllte Bretter, und so fort. Hat man in großen Fabriken zwei solche Kammern, so läßt sich mit bedeutendem Vortheil arbeiten, indem man die Chlorentwicklung nie zu unterbrechen braucht und das Gas dann abwechselnd nach Bedarf in die eine oder andere Kammer leiten kann. Man nimmt in diesem Falle zum Wechseln der Bretter den Augenblick wahr, wo das Gas in der Kammer vollständig absorbirt worden. Bereitet man den Chlorkalk in kleineren Massen, so wendet man zur Aufnahme der Kalkes entweder steinerne oder bleierne Gefäße an, füllt sie mit Kalkhydrat und steckt das Gasentbindungsrohr mittelst eines durchbohrten Korkes in ein größeres Glasrohr, z. B. in den Hals eines abgesprengten Kolbens, der mitten in den Kalk gestellt wird; dadurch wird das Chlor genöthigt sich gleichförmig zu verbreiten und durchdringt den Kalk nach allen Richtungen. Statt dessen setzt man auch auf den Boden ein umgestürztes, durchlöchertes Schüsselchen von Steinzeug, in welches die Röhre eingesteckt wird. Der Raum unter der Schüssel ist leer und nimmt das Chlor auf, welches sich durch die Löcher in den darauf liegenden Kalk verbreitet. Je kälter die Gefäße gehalten werden, desto mehr nimmt der Kalk Chlor auf.

Herrn Dumas Vermuthung §. 1623, daß magnesiahaltiger Kalk sich besser zur Chlorkalkbereitung eignen möchte als der reine Kalk, theilen wir mit ihm und zwar aus folgenden Gründen:

1.) hat die Magnesia ein kleineres Atomgewicht als der Kalk und wird also bei gleichem absoluten Gewicht mehr Chlor aufnehmen, und

2.) weil vermuthlich der magnesiahaltige Kalk wegen des geringern elektropositiven Werthes der Magnesia sich minder stark als der reine Kalk erhitzen wird, und sonach auch hierdurch die Chlorabsorption begünstigt wird.

Der magnesiahaltige Kalkstein wird bereits in Süddeutschland an mehreren Orten in Kalköfen gebrannt, sodann gleich dem gewöhnlichen Kalk gelöscht und zu Mörtel angewendet; Fabrikanten könnten also damit sehr leicht Versuche im Großen anstellen.

Um das Chlorgas von dem so häufig anhängenden salzsauren Gas zu reinigen, leitet man es zuerst durch eine mit etwas Wasser gefüllte Sicherheitsflasche.

Nach Döbereiner muß man, um den ganzen Chlorgehalt des angewendeten Kochsalzes auf nassem Wege zu gewinnen nicht wie bisher auf 1 At. Chlornatrium 2 At. Schwefelsäure, sondern 4 At. Schwefelsäure nehmen (S. Schweigger-Seidels neues Jahrbuch der Chemie und Physik, Bd. 3. S. 480.)

Der fertige Chlorkalk wird im Kleinen in Krüge oder Gläser und im Großen in mit Papier ausgeklebte Fässer verpackt. Er darf weder der Luft noch dem Licht ausgesetzt und an kühlen Orten aufbewahrt werden, weil er sonst allmählig seine bleichende Eigenschaft verliert. Über die Prüfung des Chlorkalks soll später das Nöthige gesagt werden.

Der trockne Chlorkalk ist weiß, pulverig und riecht nach chloriger Säure, nicht aber nach Chlor. Er zieht an der Luft Kohlensäure an und wird feucht, wobei sich allmählig Chlor entbindet. Im Wasser löst er sich zum Theil auf und läßt zuletzt Kalkhydrat zurück. Werden Säuren damit

in solcher Menge zusammengebracht, daß sie den Kalk sättigen können, so entbindet sich schnell alles an den Kalk gebundene Gas; kommen aber nur kleine Mengen Säuren mit ihm in Berührung, so bildet sich ein Doppelchlorkalk mit weit stärkerer Bleichkraft als der einfache.

Der flüssige Chlorkalk kommt der Hauptsache nach in seinen Eigenschaften und Wirkungen mit dem trocknen ganz überein und ist nur reicher an Chlor als dieser. Er kann nicht aufbewahrt werden, indem er sich selbst in verschlossenen Gefäßen zersetzt und Sauerstoff entbindet; es muß derselbe bald nach der Bereitung verbraucht werden und eignet sich deshalb auch nicht zum Handelsartikel.

Chlorkalkauflösungen erhitzt und längere Zeit im Kochen erhalten, entwickeln sehr viel Sauerstoffgas, indem der Chlorkalk ganz zerstört wird und sich in Chlorcalcium verwandelt. Chlorkalkauflösungen mit Baumwollenzeug erhitzt entwickeln viel Kohlensäure und das Zeug wird stark angegriffen.

Über die Natur des Chlorkalks sind die Ansichten der Chemiker getheilt. Man betrachtet ihn entweder als eine lockere Verbindung von Chlor mit Kalkerde und sucht diese Ansicht vorzüglich dadurch zu beweisen, daß er durch Kohlensäure gänzlich zersetzt wird, indem sich das Chlor daraus abscheidet; oder man hält ihn für eine Verbindung von chlorichter Säure mit Kalkerde. Berzelius, der letztere Ansicht zuerst aufstellte, sucht dieselbe vorzüglich aus der Analogie mit dem unter gleichen Umständen sich bildenden chlorichtsauren Kali zu beweisen. Das Nähere über diese beiden Theorien, von denen die erstere Dingler (der Sohn) neuerdings, gestützt auf viele eigene Versuche, vertheidigte, findet sich nebst andern interessanten Abhandlungen von Morin und Schwartz über den Chlorkalk in Erdmanns Journal für tech. und ökon. Chemie Bd. 2, S. 312.

Anwendung. Der Chlorkalk wird nicht nur überall da angewendet, wo das Chlor gebraucht wird, sondern leistet in sehr vielen Fällen noch weit bessere Dienste, indem er vorzüglich beim Bleichen nicht so leicht als dieses nachtheilig wirken kann.

Chlorichtsaures Kali. (Javelle'sche Lauge.)

Berthollet bereitete diese Verbindung zuerst und wandte sie sehr vortheilhaft zum Bleichen an. Man löst in 25 Liter Wasser 2 Kilogrammen gute Pottasche auf und leitet Chlorgas hinein, welches vorher durch eine mit etwas Wasser versehene Sicherheitsflasche gegangen, um die anhängende Salzsäure zu absorbiren. Um diese Pottaschenauflösung mit der nöthigen Menge Chlor zu sättigen, nehme man 192 Gramme Braunstein, 1 Pfd. Kochsalz und 384 Gramme Schwefelsäure, die mit einer gleichen Menge Wassers verdünnt worden. Im Allgemeinen eignet sich eine Pottaschenauflösung von 14—15° nach Baumés Aräometer zur Bereitung dieser Bleichflüssigkeit und es hat dieselbe die nöthige Chlormenge aufgenommen, wenn sie Lakmuspapier bleicht, ohne es vorher höher blau zu färben. Das flüssige Produkt wird in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt; es ist bald wasserhell, bald rosenfarb. Letztere Farbe rührt von etwas Mangangehalt her, dem man ihn bisweilen zur Erzeugung dieser Farbe absichtlich zusetzt; man nimmt nämlich etwas vom Rückstande aus dem Chlorentbindungsgefäß, bringt einen Überschuß von Javelle'scher Lauge hinzu und läßt das Gemisch an der Luft stehen

bis es sich dunkel violett gefärbt hat. Man filtrirt nun die Flüssigkeit und bewahrt sie in Flaschen auf. Will man die Bleichflüssigkeit rosenroth färben, so giebt man mehr oder weniger von dieser manganhaltigen Flüssigkeit dazu, je nachdem man sie heller oder dunkler gefärbt haben will.

Die Auflösung des chlorichtsauren Kali's riecht nach chloriger Säure und bleicht die Pflanzenfarben, indem es Sauerstoff abgiebt und Chlorkalium bildet. Man wendet es, seitdem der wohlfeilere Chlorkalk in den Handel gebracht wurde, nicht mehr im Großen zum Bleichen an, sondern nur um Obstflecken ꝛc. aus der Wäsche zu entfernen.

Chlorichtsaures Natron.

Diese Verbindung wird nach Payen noch auf andere Weise dargestellt als §. 1087. angegeben worden. Man stößt 1 Pfd. besten trocknen Chlorkalk von 98° nach Gay-Lussac und fügt nach und nach 12 Pfd. Wasser hinzu; das Gemisch läßt man 3 Stunden lang stehen und sich klären, indem man das Gefäß verschlossen hält; hierauf gießt man die klare Flüssigkeit ab und giebt den Rückstand auf ein Filter, welches wiederhohlt mit höchstens 2 Pfd. Wasser ausgesüßt wird. Zu der erhaltenen Chlorkalkauflösung gießt man 2 Pfd. krystallisirtes in 4 Pfd. Wasser aufgelöstes kohlensaures Natron unter beständigem Umrühren. Es setzt sich Gyps ab, und die darüber stehende klare Flüssigkeit wird abgegossen und in hermetisch verschlossenen Gefäßen aufbewahrt. Der Rückstand wird ausgesüßt und die Waschwasser können zur Auflösung einer neuen Menge Chlorkalks gebraucht werden. Man erhält bei Anwendung obiger Mengen gewöhnlich 10 Liter flüssiges Chlornatron. Das chlorichtsaure Natron ist in seinen Eigenschaften und Wirkungen nicht wesentlich von dem chlorichtsauren Kali verschieden; auch seine Anwendung ist dieselbe, nur wird es bei medizinischem Gebrauche den übrigen chlorichtsauern Salzen vorgezogen.

Chlorichtsaure Magnesia. (Chlormagnesia.)

Man bereitet sie wie den Chlorkalk, indem man Magnesia mit Wasser anrührt und Chlorgas hineinleitet. Sie zerstört die Pflanzenfarben gleich den übrigen chlorichtsauren Salzen und soll nach H. Davy beim Zeugdruck ein vortheilhafteres Resultat geben als das Kalksalz, indem es keinen erdigen Niederschlag auf die Zeuge fallen läßt.

Ausführliches über den Chlorkalk und die übrigen chlorichtsauren Salze findet man in dem sehr empfehlenswerthen Werke: „Stratingh über die Bereitung, die Verbindungen und die Anwendung des Chlors, aus dem Holländischen von Dr. Kaiser. Ilmenau 1829.“ A. u. E.

Ende des zweiten Bandes.

I.

Vergleichung der Skalen der am meisten gebräuchlichen Thermometer.

Celsius.	Reaumür.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumür.	Fahrenheit.
+ 100	+ 80	+ 212	+ 67	+ 53.6	+ 152,6
99	79,2	210,2	66	52,8	150,8
98	78,4	208,4	65	52	149
97	77,6	206,6	64	51,2	147,2
96	76,8	204,8	63	50,4	145,4
95	76	203	62	49,6	143,6
94	75,2	201,2	61	48,8	141,8
93	74,4	199,4	60	48	140
92	73,6	197,6	59	47,2	138,2
91	72,8	195,8	58	46,4	136,4
90	72	194	57	45,6	134,6
89	71,2	192,2	56	44,8	132,8
88	70,4	190,4	55	44	131
87	69,6	188,6	54	43 2	129,2
86	68,8	186,8	53	42,4	127,4
85	68	185	52	41,6	125,6
84	67,2	183,2	51	40,8	123,8
83	66,4	181,4	50	40	122
82	65,6	179,6	49	39,2	120,2
81	64,8	177,8	48	38,4	118,4
80	64	176	47	37,6	116,6
79	63,2	174,2	46	36,8	114,8
78	62,4	172,4	45	36	113
77	61,6	170,6	44	35,2	111,2
76	60,8	168,8	43	34,4	109,4
75	60	167	42	33,6	107,6
74	59,2	165,2	41	32,8	105,8
73	58,4	163,4	40	32	104
72	57,6	161,6	39	31,2	102,2
71	56,8	159,8	38	30,4	100,4
70	56	158	37	29,6	98,6
69	55,2	156,2	36	28,8	96,8
68	54,4	154,4	35	28	95

Celsius.	Reaumür.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumür.	Fahrenheit.
+ 34	+ 27,2	+ 93,2	— 4	— 3,2	+ 24,8
33	26,4	91,4	5	4	23
32	25,6	89,6	6	4,8	21,2
31	24,8	87,8	7	5,6	19,4
30	24	86	8	6,4	17,6
29	23,2	84,2	9	7,2	15,8
28	22,4	82,8	10	8	14
27	21,6	80,6	11	8,8	12,2
26	20,8	78,8	12	9,6	10,4
25	20	77	13	10,4	8,6
24	19,2	75,2	14	11,2	6,8
23	18,4	73,4	15	12	5
22	17,6	71,6	16	12,8	3,2
21	16,8	69,8	17	13,6	1,4
20	16	68	18	14,4	0,4
19	15,2	66,2	19	15,2	— 2,2
18	14,4	64,4	20	16	4
17	13,6	62,6	21	16,8	5,8
16	12,8	60,8	22	17,6	7,6
15	12	59	23	18,4	9,4
14	11,2	57,2	24	19,2	11,2
13	10,4	55,4	25	20	13
12	9,6	53,6	26	20,8	14,8
11	8,8	51,8	27	21,6	16,6
10	8	50	28	22,4	18,4
9	7,2	48,2	29	23,2	20,2
8	6,4	46,4	30	24	22
7	5,6	44,6	31	24,8	23,8
6	4,8	42,8	32	25,6	25,6
5	4	41	33	26,4	27,4
4	3,2	39,2	34	27,2	29,2
3	2,4	37,4	35	28	31
2	1,6	35,6	36	28,8	32,8
1	0,8	33,8	37	29,6	34,6
0	0	32	38	30,4	36,4
— 1	— 0,8	30,2	39	31,2	38,2
2	1,6	28,4	40	32	40
3	2,4	26,6			

II.

Vergleichung der Grade der bekanntesten, gleichtheiligen Aräometer mit dem denselben entsprechenden spezifischen Gewichte *).

Aräometergrade.	Entsprechendes spezifisches Gewicht für			
	Baumé's Aräometer			Bentely und Beck's Aräometergrade.
	nach Frankoeur bei 10° Reaum.	nach Gerstner.	nach von Jaquin und Hus.	
62	0,	—	0,7251	—
61	0,7411	—	0,7314	—
60	0,7449	—	0,7354	—
59	0,7487	—	0,7394	—
58	0,7526	—	0,7435	—
57	0,7565	—	0,7476	—
56	0,7604	—	0,7518	—
55	0,7643	—	0,7560	—
54	0,7684	—	0,7603	—
53	0,7725	—	0,7646	—
52	0,7766	—	0,7689	—
51	0,7807	—	0,7733	—
50	0,7849	0,760	0,7777	—
49	0,7892	0,763	0,7821	—
48	0,7935	0,767	0,7866	—
47	0,7978	0,771	0,7911	—
46	0,8022	0,774	0,7956	—
45	0,8066	0,778	0,8001	—
44	0,8111	0,782	0,8047	—
43	0,8156	0,786	0,8043	—
42	0,8202	0,790	0,8139	—
41	0,8249	0,794	0,8186	—
40	0,8295	0,798	0,8233	0,8095
39	0,8343	0,802	0,8281	0,8138
38	0,8391	0,806	0,8329	0,8173
37	0,8439	0,810	0,8378	0,8212
36	0,8488	0,814	0,8428	0,8252
35	0,8538	0,819	0,8479	0,8292
34	0,8588	0,823	0,8531	0,8333
33	0,8639	0,827	0,8584	0,8374
32	0,8690	0,832	0,8638	0,8415
31	0,8742	0,836	0,8693	0,8457
30	0,8795	0,840	0,8748	0,8500
29	0,8848	0,845	0,8804	0,8552
28	0,8902	0,849	0,8860	0,8585
27	0,8957	0,854	0,8917	0,8629
26	0,9012	0,859	0,8974	0,8673
25	0,9068	0,863	0,9032	0,8717

*) S. Meißner's Aräometrie.

Aräometergrade.	Entsprechendes spezifisches Gewicht für			
	Baumé's Aräometer			Bentely und Beck's Aräometergrade.
	nach Frankoeur bei 100 Reaum.	nach Gerstner.	nach von Jaquin und Huß.	
24	0,9125	0,868	0,9091	0,8762
23	0,9183	0,873	0,9151	0,8808
22	0,9241	0,878	0,9212	0,8854
21	0,9300	0,883	0,9274	0,8900
20	0,9359	0,888	0,9336	0,8947
19	0,9420	0,893	0,9399	0,8994
18	0,9480	0,898	0,9462	0,9042
17	0,9542	0,903	0,9526	0,9090
16	0,9605	0,908	0,9591	0,9139
15	0,9669	0,913	0,9651	0,9189
14	0,9733	0,919	0,9724	0,9239
13	0,9799	0,924	0,9792	0,9289
12	0,9865	0,929	0,9861	0,9340
11	0,9932	0,935	0,9930	0,9392
10	1,0000	0,940	1,0000	0,9444
9	—	0,946	—	0,9497
8	—	0,952	—	0,9550
7	—	0,957	—	0,9604
6	—	0,963	—	0,9659
5	—	0,969	—	0,9714
4	—	0,975	—	0,9770
3	—	0,981	—	0,9826
2	—	0,987	—	0,9886
1	—	0,994	—	0,9941
0	1,0000	1,000	1,0000	1,0000
1	1,0066	1,006	1,0070	1,0059
2	1,0133	1,013	1,0141	1,0119
3	1,0201	1,019	1,0213	1,0181
4	1,0270	1,026	1,0286	1,0241
5	1,0340	1,033	1,0360	1,0303
6	1,0411	1,039	1,0435	1,0366
7	1,0483	1,046	1,0511	1,0429
8	1,0556	1,053	1,0588	1,0494
9	1,0630	1,060	1,0666	1,0559
10	1,0704	1,068	1,0745	1,0625
11	1,0780	1,075	1,0825	1,0692
12	1,0857	1,082	1,0906	1,0759
13	1,0935	1,090	1,0988	1,0828
14	1,1014	1,097	1,1071	1,0897
15	1,1095	1,105	1,1155	1,0968
16	1,1176	1,113	1,1240	1,1039
17	1,1259	1,121	1,1326	1,1111
18	1,1343	1,129	1,1414	1,1184
19	1,1428	1,137	1,1504	1,1258
20	1,1515	1,145	1,1596	1,1333
21	1,1603	1,153	1,1690	1,1409
22	1,1692	1,162	1,1785	1,1486
23	1,1783	1,170	1,1882	1,1565
24	1,1895	1,179	1,1981	1,1644
25	1,1968	1,187	1,2082	1,1724
26	1,2063	1,197	1,2184	1,1806
27	1,2160	1,206	1,2288	1,1888
28	1,2258	1,215	1,2394	1,1972

Aräometergrade.	Entsprechendes spezifisches Gewicht für			
	Baumé's Aräometer			Bentely und Beck's Aräometergrade.
	nach Frankoeur bei 10° Reaum.	nach Gerstner.	nach von Jaquin und Huß.	
29	1,2358	1,225	1,2502	1,2057
30	1,2459	1,234	1,2612	1,2143
31	1,2562	1,244	1,2724	1,2230
32	1,2667	1,254	1,2838	1,2319
33	1,2773	1,264	1,2954	1,2409
34	1,2881	1,274	1,3071	1,2500
35	1,2992	1,285	1,3190	1,2593
36	1,3103	1,295	1,3311	1,2687
37	1,3217	1,306	1,3434	1,2782
38	1,3333	1,317	1,3559	1,2879
39	1,3451	1,328	1,3686	1,2977
40	1,3571	1,339	1,3815	1,3077
41	1,3694	1,350	1,3947	1,3178
42	1,3818	1,362	1,4082	1,3281
43	1,3945	1,374	1,4219	1,3386
44	1,4074	1,386	1,4359	1,3492
45	1,4206	1,398	1,4501	1,3600
46	1,4339	1,411	1,4645	1,3710
47	1,4476	1,424	1,4792	1,3821
48	1,4615	1,437	1,4942	1,3934
49	1,4758	1,450	1,5096	1,4050
50	1,4902	1,463	1,5253	1,4167
51	1,4951	1,477	1,5413	1,4286
52	1,5200	1,491	1,5576	1,4407
53	1,5353	1,505	1,5742	1,4530
54	1,5510	1,519	1,5912	1,4655
55	1,5671	1,534	1,6086	1,4783
56	1,5833	1,549	1,6264	1,4912
57	1,6000	1,564	1,6406	1,5044
58	1,6170	1,580	1,6632	1,5179
59	1,6344	1,596	1,6823	1,5315
60	1,6522	1,612	1,7019	1,5454
61	1,6705	1,629	1,7220	1,5596
62	1,6889	1,646	1,7427	1,5741
63	1,7070	1,664	1,7640	1,5888
64	1,7273	1,681	1,7858	1,6038
65	1,7471	1,699	1,8082	1,6190
66	1,7674	1,717	1,8312	1,6346
67	1,7882	1,736	1,8548	1,6505
68	1,8095	1,755	1,8790	1,6667
69	1,8313	1,775	1,9038	1,6832
70	1,8537	1,795	1,9291	1,7000
71	1,8765	1,816	1,9548	1,7172
72	1,9000	1,837	1,9809	1,7347
73	1,9241	1,859	2,0073	1,7526
74	1,9487	1,881	2,0340	1,7708
75	1,9740	1,903	2,0610	1,7894
76	2,0000	1,926	—	1,8085
77	—	1,950	—	1,8280
78	—	1,975	—	1,8478
79	—	2,000	—	1,8681
80	—	2,025	—	1,8889

III. Tafel,

darstellend den Kochsalzgehalt in wässrigen Auflösungen von verschiedener Dichtigkeit nach Langsdorf.

Dichtigkeit der Kochsalzauflösung bei + 12° R.	Prozente des darin enthaltenen Salzes.	Absolutes Gewicht von 1 Kubikfuß rheinländ. der Auflösung nach dem kölnischen Markgewicht.	Salzgehalt in 1 Kubikfuß nach dem kölnischen Markgewicht.
1,000	0	68,000	0,000
1,006	1	68,444	0,684
1,013	2	68,896	1,377
1,019	3	69,351	2,080
1,026	4	69,807	2,792
1,033	5	70,266	3,513
1,040	6	70,727	4,243
1,046	7	71,190	4,983
1,053	8	71,655	5,732
1,060	9	72,123	6,419
1,067	10	72,592	7,259
1,074	11	73,064	8,037
1,081	12	73,538	8,824
1,088	13	74,014	9,621
1,095	14	74,493	10,429
1,102	15	74,973	11,245
1,109	16	75,456	12,072
1,116	17	75,940	12,908
1,123	18	76,427	13,756
1,131	19	76,917	14,614
1,138	20	77,408	15,481
1,145	21	77,901	16,359
1,152	22	78,397	17,247
1,160	23	78,895	18,145
1,167	24	79,395	19,054
1,174	25	79,897	19,974
1,182	26	80,401	20,904

IV.

Tafel zur Untersuchung des Salpeters auf den Gehalt an reinem salpetersauren Kali nach der Temperatur, bei welcher seine wässrige Auflösung zu krystallisiren beginnt *). (S. Meißner's Handbuch der allgemeinen und technischen Chemie. Bd. 3. S. 552.)

Wenn eine Auflösung des gewöhnlichen Salpeters bei nachstehenden Graden des Reaum. Thermometers zu krystallisiren anfängt,	so enthält sie gegen 100 Gewichtstheile Wasser, nachstehende Gewichtstheile reines salpetersaures Kali,	und mithin in 100 Theilen des untersuchten Salpeters an reinem salpetersaurem Kali nachstehende Gewichtstheile.
+ 8	22,27	55,7
8 1/4	22,53	56,3
8 1/2	22,80	57
8 3/4	23,08	57,7
9	23,36	58,4
9 1/4	23,64	59,1
9 1/2	23,92	59,8
9 3/4	24,21	60,5
10	24,51	61,3
10 1/4	24,81	62

*) Diese Prüfungsmethode wurde vom Artillerie-Hauptmann Huß in Wien als vorzüglich bequem und brauchbar empfohlen. Sie beruht darauf, daß eine Auflösung von unreinem Salpeter in heißem Wasser, beim Erkalten um so eher krystallisirt, je weniger sie mit fremden Salzen verunreinigt ist. Herr Huß löst zu dem Ende 40 Thl. des zu prüfenden ganz trocknen Salpeters in 100 Thl. reinen Wassers durch Erwärmung auf und bringt in die Auflösung ein sehr empfindliches Thermometer. Man rührt nun dieselbe beständig um, und beobachtet den Augenblick, in welchen der Salpeter zu krystallisiren anfängt; zugleich bemerkt man am Thermometer die Temperatur, welche die Salzlösung in diesem Momente hat. In der obigen von Herrn Huß entworfenen Tafel läßt sich hiernach der Salpetergehalt in der der Prüfung unterworfenen Salpetermenge erkennen. Sollte irgend eine Probe bei + 8° R. nicht krystallisiren wollen, so ist der Salpeter sehr unrein; man untersucht ihn dann, indem man demselben mit gleichen Theilen reinen Salpeters mengt und dann aufs Neue derselben Prüfung unterwirft. A. u. E.

Wenn eine Auflösung des gewöhnlichen Salpeters bei nachstehenden Graden des Reaum. Thermometers zu krystallisiren anfängt,	so enthält sie gegen 100 Gewichtstheile Wasser, nachstehende Gewichtstheile reines salpetersaures Kali,	und mithin in 100 Theilen des untersuchten Salpeters an reinem salpetersaurem Kali nachstehende Gewichtstheile.
+ 10 1/2	25,12	62,8
10 3/4	25,41	63,5
11	25,71	64,3
11 1/4	26,02	65
11 1/2	26,32	65,8
11 3/4	26,64	66,6
12	26,96	67,4
12 1/4	27,28	68,2
12 1/2	27,61	69
12 3/4	27,94	69,8
13	28,27	70,7
13 1/4	28,61	71,5
13 1/2	28,95	72,4
13 3/4	29,30	73,2
14	29,65	74,1
14 1/4	30,00	75
14 1/2	30,36	75,9
14 3/4	30,72	76,8
15	31,09	77,7
15 1/4	31,46	78,6
15 1/2	31,83	79,6
15 3/4	32,21	80,5
16	32,59	81,5
16 1/4	32,97	82,4
16 1/2	33,36	83,4
16 3/4	33,75	84,4
17	34,15	85,4
17 1/4	34,55	86,4
17 1/2	34,96	87,4
17 3/4	35,38	88,4
18	35,81	89,5
18 1/4	36,25	90,6
18 1/2	36,70	91,7
18 3/4	37,15	92,9
19	37,61	94
19 1/4	38,08	95,2
19 1/2	38,55	96,4
19 3/4	39,03	97,6
20	39,51	98,8
20 1/4	40	100

Erklärung der Kupfertafeln des zweiten Bandes.

Siebenzehnte Tafel.

Apparate zur Darstellung des Kaliums. Fig. 1, 2 u. 3.
Apparat von Gay-Lussac und Thenard. S. Thl. II. S. 458.
Fig. 4, 5, 6, 7 u. 8. Apparat von Brunner, wie er im Collège de France aufgestellt ist; er ist Thl. II. S. 459 ausführlich beschrieben. In dem Deckel u des Rezipienten ist noch eine Glasröhre anzubringen, damit das Gas sich entbinden kann. Die Röhre r muß mit Kohlen umgeben werden, damit sie sich nicht verstopfe; es muß deshalb die Ofenwand rings um den Flintenlauf herum ausgehöhlt seyn, damit die Kohle Platz findet.

Achtzehnte Tafel.

Fabrikation des Salpeters. Fig. 1, 2 u. 3. Kasten zum Auslaugen der Salpetererde. Fig. 4, 5 u. 6. Kessel zum Abdampfen der Lauge. Fig. 7 u. 8. Krystallisirkasten zum Läutern des Salpeters. Fig. 9, 10 u. 11. Kasten, in welchem der Salpeter am Ende der Läuterung ausgewaschen wird. (S. 796 u. ff.)

Neunzehnte Tafel.

Bereitung des Schießpulvers. Fig. 1 u. 2. Pochstempel. Fig. 3, 4 u. 5. Stampflöcher. Fig. 6, 7 u. 8. Siebe. Fig. 9. Pulverprobe von Régnier. Fig. 10. Probemörser. (S. 826 u. ff.)

Zwanzigste Tafel.

Salzteiche. S. 479.

Ein und zwanzigste Tafel.

Gradirhäuser.

Fig. 1. Queerdurchschnitt der Gradirhäuser zu Bex in der Schweiz.
— 2. Längendurchschnitt derselben Gradirgebäude.
— 3 u. 4. Rinnen, welche mit Einschnitten versehen sind, woraus die Soole auf die Dornen läuft.
Fig. 5. Queerdurchschnitt eines Gradirhauses mit einer einzigen Dornenwand. a Zimmerung. b oberes Dach. c unteres Dach. d Dornenbündel. e Kanal, aus welchem die Soole durch die Seiteneinschnitte in die Hauptrinnen fließt. f Rinnen, aus welchen sich die Soole auf die Dornen ergießt. g Gang, welcher längs des Gradirhauses unten zwischen den Dornen durchgeht, um der Luft einen Durchzug zu gestatten. p Bretterboden, auf welchem die Soole von den Dornen herabfließt, um sich in die Reservoire zu begeben. r Reservoir. s Grundpfähle, welche das Gebäude tragen.
— 6. Längendurchschnitt desselben Gebäudes.
— 7. Einrichtung der Rinnen, aus welchen die Soole bald auf die eine, bald auf die andere Seite fließt. Man bewirkt das Ausfließen, indem man die Einschnitte der mittleren Rinne, welche die Soole von den Pumpen erhält, beliebig öffnet. Es geschieht dieß durch ein längs der Seiten der Rinne befestigtes, verschiebbares Brett, welches ebenfalls mit Einschnitten versehen ist; treffen die Einschnitte der Rinne und des Brettes zusammen, so fließt die Soole, im entgegengesetzten Falle hört das Fließen auf. Um das Brett zu bewegen, bedient man sich eines Hebels i, der im Ringe y spielt. Man gebraucht zu diesem Zwecke auch Fig. 8, eine Achse uu, welche mittelst eiserner Bänder an das Brett befestigt ist; mit Hülfe der Hebelarme yy, die durch die Stricke nn bewegt werden können, kann das Brett hin und her geschoben werden.

Diese beiden von einander verschiedenen Vorrichtungen sind in Fig. 5 und 6 an ihrer Stelle zu sehen.

Fig. 11. Durchschnitt eines Gradirhauses mit drei Dornenwänden. a Zimmerung, b Dach, c Öffnung im Dache, um den Luftzug zu befördern. g, h h Hebelarme und die dazu gehörigen Stricke zum Verschieben der Einschnittbretter. e Hauptrinne, l obere Dornenwand. Sie steht auf einem geneigten Bretterboden, von welchem die herabträufelnde Soole auf die zwei untern Dornenwände herabfließt; zwischen diesen ist der Länge nach ein Gang k gelassen, wodurch zwischen beiden ein leerer Raum entsteht.
— 10. Seitenansicht desselben Gradirhauses.

Fig. 9. Tafel eines Tafelgradirhauses.
— 12 Einrichtung eines Tafelgradirhauses; die Soole fließt von einer Tafel auf die andere durch die Löcher n und gelangt zuletzt in den Behälter b.

Diese Tafelgradirhäuser wurden von Baader erfunden, aber nicht eingeführt. Man verliert bei Anwendung derselben weniger Soole, allein die Verdunstung geht weit langsamer als bei der Dornengradirung.

Zwei und zwanzigste Tafel.

Salzpfannen nach Cleiß Angabe. Fig. 1. Grundriß der Pfanne; es sind deren sechs, wovon fünf besondere Heitzräume haben. Die sechste ist die Wärmpfanne, welche durch den von den fünf übrigen abziehenden Rauch geheitzt wird. Es wird auf folgende Weise in diesen Salinen gearbeitet.

Die Salzsoole läuft zuerst in die Wärmpfanne, wo sie nur erwärmt wird, ohne zu sieden; sie scheidet daselbst einige, mechanisch darin aufgeschlämmte Substanzen ab und fließt dann in die Gradirpfanne. Auf dieser wurden die Blechtafeln angedeutet, woraus sie zusammengesetzt ist. Da die Gradirpfanne etwas niedriger als die Wärmpfanne liegt, so fließt die Soole leicht aus dieser in jene. Ist die Soole in der Gradirpfanne hinreichend konzentrirt, so läßt man sie in die beiden niedriger liegenden Störpfannen laufen. Hier siedet man dieselbe, bis sie anfängt Salz abzusetzen und läßt sie dann in die beiden Soggepfannen laufen. Diese Arbeit geht langsam von Statten, indem die Soole nur nahe dem Siedepunkt erhalten werden muß, ohne wirklich zu kochen. Sobald das Salz zu krystallisiren beginnt, wird es herausgezogen und auf den Tropfkasten gebracht, wo die anhängende Soole ablaufen und wieder in die Pfanne fließen kann.

Fig. 2. Zusammenfügung der Blechtafeln, woraus die Pfannen konstruirt werden; die Ränder sind aufgebogen und durch Nietnägel zusammengezogen, welche durch eine Schraubenmutter gehen, welche auf eisernen Pfeilern ruht, die die Pfanne stützen.
— 3. Durchschnitt nach der Linie AB. Fig. 4. Durchschnitt nach der Linie CD. Diese Durchschnitte gewähren zwar eine allgemeine Ansicht von der Einrichtung der Apparate, allein im Detail sind sie nicht ganz genau. Die Heitzräume e sind zu weit angegeben; man kann die Größe derselben jedoch bei gegebenen Dimensionen der Pfannen leicht berechnen. Aus dieser Darstellung der Figuren ersieht man, daß die Flamme, welche unter der Pfanne weggestrichen ist, in Kanälen um dieselbe zirkulirt und zuletzt unter die Wärmepfanne gelangt. Alle Pfannen

haben ein gemeinschaftliches Dach, welches die Dämpfe in den Schornstein führt.

Der heiße Luftstrom, welcher unter der Wärmepfanne weggezogen ist, kann noch unter eisernen Platten fortgeleitet werden, auf welchen man das Salz trocknet.

Die folgenden Tafeln zeigen die Details, welche auf dieser Tafel noch fehlen. Es scheint, daß bei der hier nur allgemein angedeuteten Einrichtung am meisten Brennstoff gespart werden kann.

Noch wurden einige Geräthschaften und Werkzeuge abgebildet, welche in den Salinen gebraucht werden. Die Schaufel dient zum Abnehmen des Schaumes und der Salzkruste, die sich während des Siedens auf der Oberfläche der Flüssigkeit bilden. Mit der Soggekrücke wird das auf dem Boden liegende Salz zusammengehäuft. Man zieht es dann mit der zweiten Krücke heraus und bringt es auf den Tropfkasten. Diese Krücke ist durchlöchert, damit die Salzlauge schneller abfließen kann. Hängt das Salz zu fest am Boden der Pfannen, so wendet man das Kratzeisen an.

Um das Salz von dem Tropfkasten, der dicht an der Pfanne sich befindet auf entferntere Kästen zu bringen, nimmt man die trogförmige Schaufel von Eisenblech. Zuletzt wird es von da in Körben nach dem Magazin getragen.

Auf dieser Tafel befindet sich auch die in Deutschland übliche Salzspindel. Es ist dieß ein kupferner Kegel, der an seiner Spitze belastet und mit Graden versehen ist, die man nach Mischungen bestimmt, welche aus Salz und reinem Wasser in verschiedenen Verhältnißen bereitet werden. Der Stand der Spindel im reinen Wasser wird mit Null und der in gesättigter Salzauflösung mit dem höchsten Grad bezeichnet. Die zwischenliegenden Grade werden nach Mischungen in bekannten Verhältnissen bestimmt. Die Grade bezeichnen die Prozente Salz, welche in der Auflösung enthalten sind. Gewöhnlich hat man zweierlei Spindeln, die eine für heiße, und die andere für kalte Salzsoolen.

Drei und zwanzigste Tafel.

Pfannen der Saline Hall in Tyrol nach Marcel de Serres. Der Maaßstab ist für Fig. 1 u. 2, die übrigen sind auf die Hälfte reduzirt. Fig. 6. Grundriß nach der Linie A B. Fig. 5. Grundriß nach der Linie C D. Fig. 7. Grundriß nach der Linie E F. Fig. 4. Grundriß nach der Linie G H. Fig. 3. Aufriß der Gebäude auf der Schornsteinseite. Fig. 1. Durchschnitt des Gebäudes nach der Queere. Fig. 2. Durchschnitt des Gebäudes nach der Länge.

a Kammer, die sich unter dem Heitzraum befindet. b Kanal, welcher dem Heitzraum Luft zuführt. f Aschenfall. h Stütze aus Stein.

worauf der Rost ruht. g Rost. y Kanäle, welche den Rauch unter die Wärmepfannen und dann unter die Trockenkästen des ersten Stocks führen. Von da geht derselbe durch punktirte Rohre unter die Trockenkästen k. In dem Aufriß sind die Rohre punktirt zu sehen, welche den Rauch endlich in den Schornstein r leiten.

Die Pfanne n, in welcher man sogget, wird nur allein geheizt, und zwar mit Steinkohlen. Sie ist mit einem Bretterdach q bedeckt, welches durch die Schieber t t geschlossen werden kann. Man öffnet diese um das Salz herauszuhohlen, welches man zwischen beide zum Abtropfen bringt. Von da wird es auf die geneigte Ebene u geschafft, wo es gänzlich abtropft, bevor es in die Trockenkästen kommt.

Anfangs wird die Soole durch den Rauch in den Pfannen o erwärmt, welche von der vorigen durch eine Wand 6 getrennt sind; sie fließt durch die Hähne p. Der Abzug des Rauches in s s ist durch Pfeile angedeutet. Nachdem der heiße Rauch durch die Scheidewand gegangen, gelangt er unter die Platte der obern Trockenräume; er steigt dann wiederum durch die Kanäle l herab und geht nach 8, 8 unter die Platten der untern Trockenkästen, von wo aus er endlich nach dem gemeinschaftlichen Schornstein geht.

Die Soole gelangt aus den beiden Wärmepfannen o in die Soggepfanne n und die Mutterlauge läßt man in den Behälter e laufen, von wo man sie wieder durch die Pumpe 1, 2 herausschafft.

Von der geneigten Ebene x bringt man das Salz auf die folgende Fläche u und von hier wird es dann auf die ersten Trockenkästen geschafft. Durch Holztrichter m m läßt man von da das Salz auf die untern Trockenkästen k fallen; die Richtung in welcher das Salz hinabfällt, ist durch die punktirte Linie in Fig. 1. angegeben.

Die in g erzeugte heiße Luft streicht unter der Pfanne n weg, geht dann, sich theilend, unter die beiden Pfannen o, zirkulirt unter diesen und gelangt von da unter die obern Trockenkästen und endlich unter die untern; nachdem sie diesen langen Weg zurückgelegt hat, geht sie zuletzt in den Schornstein, wo sie mit den Dämpfen zusammenkommt, welche vom Dache q dahin geführt werden.

Das Soggen geht vermöge der niedrigen Temperatur, welche die Soole in den Pfannen o annimmt, schlecht; sie kann darin nicht sieden und deshalb ist die Verdampfung viel zu langsam.

In dieser doppelten Beziehung ist die auf der folgenden Tafel angegebene Einrichtung viel zweckmäßiger.

Vier und zwanzigste Tafel.

Pfannen der Salinen von Rosenheim in Bayern nach Marcel de Serres.

Fig. 1. Grundriß des Gebäudes zu ebener Erde. a Kammern, welche sich unter den Pfannen befinden. b Aschenfall der Soggepfanne. c Zugkanal, der die Luft unter den Aschenfall der Störpfanne führt. d Aschenfall der Störpfanne.

— 2. Grundriß in der Höhe der Heitzräume. e Rost der Störpfanne. f Rost der Soggepfanne. g geneigte Fläche der Feuerheerde. h Mauern, welche die Soggepfanne unterstützen und welche die Flamme um diese zu zirkuliren nöthigen. i Pfeiler von Gußeisen oder Schlacken, worauf die Pfannen ruhen. kk Mauern, welche die Feuerheerde umgeben und zwischen welchen man einen leeren Raum läßt, um die Abkühlung zu verhindern. l Verbindungsgang, der auch als Magazin gebraucht wird. m großes Magazin. nn Thüren der Feuerheerde. oo Quergänge, welche zur Kommunikation dienen.

— 3. Grundriß in der Höhe der Pfannen oder im ersten Stock des Gebäudes. p Störpfanne. q Soggepfanne. y schiefe Fläche, auf welche das Salz geworfen wird, was aus der Pfanne kommt. rr Tropfkasten, in welchen das Salz kommt, damit die anhängende Mutterlauge abtropfen kann. ss Rauchkanäle, welche den Trockenkasten heitzen. uuu kleine Rinne, welche die Soole, die von dem im Trockenkasten befindlichen Salze abläuft, wieder in die Pfannen zurückleitet. z Durchgang, der zum Trockenkasten führt. v Schornstein der Pfanne p. In x ist der Wendepunkt der Flamme, welche über die Soole hinstreicht.

— 4. Durchschnitt des Gebäudes in der Mitte, der Länge nach genommen. Die Buchstaben bezeichnen das Nämliche, wie in den vorhergehenden Figuren. 1, Leerer Raum zwischen dem Schornstein und der Soggepfanne. 3, die über dieser Pfanne befindliche Decke. 5, Öffnung, durch welche der unter den Trockenkästen hervorkommende Rauch in den Schornstein abzieht. 6, 6, Schieber, welche man öffnet, um das Salz heraus zu nehmen, nachdem es etwas abgetropft ist. 7, Zugänge zum Aschenfall beider Pfannen. 2, Schornstein der Störpfanne. 4, gemeinschaftlicher Schornstein. 8, Gebälke, welches die Hacken 9, hält, an welchen das über der Störpfanne befindliche Dach befestigt ist. Dieses ist aus zusammengenieteten Blechtafeln konstruirt.

— 5. Querdurchschnitt des Gebäudes und der Soggepfanne. 11, Thüren, welche beide Pfannen mit einander in Verbindung setzen. 12, Kanäle, welche den Rauch unter die Platten des Trockenkastens leiten.

In dieser Saline ist p die Störpfanne; die zum Soggen fertige Soole läuft in die Pfanne q. Das in der Soggepfanne niederfallende Salz

wird auf die geneigte Fläche y herausgezogen; von hier schafft man es höher nach r hinauf und zuletzt nach dem Trockenkasten. Das Wärmen, Stören und Soggen der Soole wird immer gleichzeitig vorgenommen.

Auf dieser Tafel sind die Grundrisse nach einem halb so großen Maasstab als die Durchschnitte gezeichnet. Fig. 3. ist 12 Toisen breit.

Fünf und zwanzigste Tafel.

Fig. 5 u. 6. Gypsofen. (S. S. 530.)

— 1, 2, 3 u. 4. Pottaschenofen. Um die Pottasche zu kalziniren, baut man den Ofen sehr zweckmäßig, wie folgt:

An dem dazu bestimmten Platze legt man einen, einige Dezimeter tiefen Grund, der auf der Vorderseite 37 Dezimeter lang und 26 breit ist; a b c d Fig. 4. Man führt nun von der Bodenfläche eine 2 Dezimeter hohe massive Ebene von Stein auf. Die vier Seiten derselben werden aus behauenen Steinen konstruirt.

In dieser Höhe fangen auf der Vorderseite und in einem Abstand von 7 Dezimeter an beiden Ecken die Öffnungen des Aschenfalls an (Fig. 1). Dieser Aschenfall muß aus Backsteinen gemauert werden; sie werden 4 Dezimeter hoch, und bei einer Tiefe von 23 Dezimeter erhalten sie a a Fig. 2. eine Neigung von 4 Dezimetern. Die beiden Seiten werden allmählig einander so genähert, daß sie hinten nur 2 Dezimeter weit von einander entfernt stehen.

Ist das Gemäuer nun 6 Dezimeter hoch, so mauert man wieder 4 Dezimeter höher, versieht die Öffnung des Aschenfalls oberhalb mit einer eben so dicken und nur 1 Meter langen Wand; es entsteht dadurch für den Aschenfall eine 13 Dezimeter lange Öffnung a b Fig. 1 u. 2. Der leere Raum wird durch eine 6 Centimeter dicke Eisenstange c in zwei Hälften getheilt. In senkrechter Richtung von jeder innern Seite des Aschenfalls wird eine Scheidewand d d (Fig. 3 u. 4.) zwei Dezimeter hoch und 1 Dezimeter breit aufgeführt und zwar von Backsteinen, die man der Breite nach auf die hohe Kante stellt. Beide Scheidewände schließen den innern Raum des Ofens ein. Man erhöht den innern Heerd 1 Dezimeter, nämlich um einen Backstein, so daß die Scheidewand sich nur noch einen Dezimeter über denselben erhebt; der Ofenheerd bildet dann ein Parallelogram von 2 Meter Länge und 13 Dezimeter Breite; er nimmt seinen Anfang beim Aschenheerd, oder bei 3 Dezimeter der vorderen Ofenseite; die vier Winkel werden in d Fig. 3. abgerundet. Von den innern Seitenwänden des Aschenfalls aufwärts sprengt man ein Bogengewölbe e e Fig. 5, welches den innern Ofenraum in einer Höhe von 3 Dezimeter bedeckt. Der Raum, welcher zu beiden Seiten durch das Gewölbe und die Seitenwände

des innern Ofenraums eingeschlossen wird, sind die Feuerheerde d e. Der Boden dieser Heerde, welche so wie der innere Ofenraum 2 Meter lang sind, ist von Backsteinen oder gewöhnlichen Mauersteinen a b Fig. 4.; die Länge desselben beträgt 1 Meter, wenn die Länge des Eingangs dazu gerechnet wird. Die übrigen 13 Dezimeter sind leer und der Queere nach mit einer als Rost dienenden Eisenstange versehen.

Zur Vollendung des Ofens müssen noch die vier 9 Dezimeter hohen Seiten aufgeführt werden; in der Vorderseite bringt man drei Thüren b b c (Fig. 1.) an, von denen zwei den Boden der Heizräume zur Schwelle haben und die dritte befindet sich in der Mitte vor dem innern Ofenraum.

Die Heerdthürchen b b sind auf beiden Seiten 3 Dezimeter groß und die Thür vor dem Ofenraum c ist 5 Dezimeter breit und 2 Dezimeter hoch. Dieser Eingang zum Ofenraum ist auf der Vorderseite rückwärts und auf den Seiten mit zwei Eisenbändern g g Fig. 4. versehen, die 2 Centimeter dick und 8 Centimeter breit sind. Diese Eisenstäbe werden an beiden Enden eingemauert. Der obere Theil der fünf Mündungen des Ofens wird durch ein Gewölbe von Backsteinen gebildet, und die darauf liegende Decke ist ein Gemenge von Schutt und Thon, welches durch einen Überwurf von Thon und Sand geebnet wird, bis zur Höhe der vier Seitenmauern.

Wird der Ofen geheizt, so erlangt er schon nach 4 Stunden die nöthige Temperatur und man kann nun die rohe Pottasche hineinwerfen; in den gewöhnlichen Ofen kann die Kalzination erst 12 — 15 Stunden nachdem das Feuer angezündet worden, beginnen.

Man erhält in diesem Ofen regelmäßig 600 Kilogramme Pottasche mit 1 Stère Holz. Die Hitze des Ofens steigt nach 2—3 Tagen so bedeutend, daß man abwechselnd nur den einen Heerd schüren darf, indem man einen Büschel Holz erst dann auf die eine Seite bringen darf, wenn auf der andern das brennende Holz aufhört mit Flamme zu brennen.

Jede Kalzination dauert, wenn der Ofen recht ausgeheizt ist, 2 1/4 Stunden, das Eintragen und Herausnehmen mit inbegriffen, und giebt 160 Kilogramme Pottasche.

Fig. 7 u. 8. Apparat zur Bereitung des doppeltkohlensauren Natrons nach Berzelius. (S. 345.)

Sechs und zwanzigste Tafel.

Fig. 1, 2 u. 3. Apparat zur Bereitung des trocknen Chlorkalks.
— 4, 5, 6 u. 7. Apparat zur Bereitung des flüssigen Chlorkalks.

Sieben und zwanzigste Tafel.

Kalköfen. Fig. 1. gewöhnlicher Kalkofen.

Fig. 2 u. 3. Kalkofen, in welchem mit Torf gebrannt wird.

— 4. Rumford'scher Kalkofen, in welchem ununterbrochen gebrannt werden kann.

— 5, 6 u. 7. Kalkofen zu Rüdersdorf bei Berlin, in welchem gleichfalls beständig gebrannt wird; man wendet dort Holz und und Torf an.

— 8 u. 9. Belgischer Kalkofen, in welchem mit Steinkohlen gefeuert wird.

— 10 u. 11. Kalkofen zu Lille mit Steinkohlenfeuerung.

— 12. Ein Sodaofen im Längenprofil; a die Roststäbe, b die Rostbalken, c Aschenfall, d Zugöffnung, e Heitzthür, f Feuerbrücke, g Thür zum Einsetzen der Materialien, h Heerd, i eiserne Platte auf der das Gewölbe ruht, k Fuchs, l Schornstein, m Schieber zum Reguliren des Zuges; er läuft in einer steinernen oder eisernen Zarge, n Thür zum Umrühren der Soda, o Rolle, worauf die zum Umrühren der schmelzenden Stoffe erforderliche Krücke aufgelegt wird, p Platten zum Zusammenhalten des Mauerwerks, q Anker durch dieselben, von außen gegen die Platten p versplintet.

Die drei angegebenen Maasstäbe gehören zu den Kalköfen.

Acht und zwanzigste Tafel.

Tafelglasofen mit Steinkohlenfeuerung nach Dartigues.

Fig. 1. Aufriß. Fig. 2. Grundriß in der Höhe des Rostes. Fig. 3. Durchschnitt in AB. Fig. 4. Grundriß nach der Linie AB Fig. 3. Fig. 5. Durchschnitt in DE. Fig. 6. Durchschnitt in GH. Fig. 7. Durchschnitt nach der Linie F. Fig. 8. Aufriß des ganzen Ofens, an welchem die Arbeitslöcher von außen zu sehen sind.

Dieser Ofen ist auf 8 Häfen eingerichtet. Man kann darin in 24 Stunden 30—35 Zentner Glasmasse schmelzen und verarbeiten, und braucht dazu 36 Zentner Steinkohle. Diese darf nicht zu stark zusammenbacken und im Feuer nicht dekrepitiren.

Fig. 3. zeigt die Haupteinrichtung dieses Ofens. C Rost des Heerdes. EE Heitzthüren. D Aschenfall. II Glashäfen. Gewölbe, welche sich unter dem Vorofen befinden. NN Kanäle, durch welche der Rauch in den Vorofen geht. Diese Kanäle sind besser in Fig. 4 PP zu sehen, wo zugleich die Einrichtung der vier Vorröfen und ihrer Mündungen ssss dargestellt ist, aus welchen der Rauch abzieht.

Neun und zwanzigste Tafel.

Fig. 1, 2 und 3. Tafelglasofen mit Holzfeuerung nach Dartigues.

Fig. 1. Aufriß des Ofens; Fig. 2. Grundriß in der Höhe der Häfen Fig. 3. Durchschnitt durch einen der Häfen; diese sind oval, wodurch Raum im Ofen gewonnen wird. Vor jedem Arbeitsloch befindet sich ein Gestell, worauf die Arbeiter stehen. Zur Rechten des Meistergesellen befindet sich ein Trog mit Wasser und eine eiserne Gabel. Der Glasbläser legt seine Pfeife auf diese Gabel und kühlt sie durch das Wasser ab, sobald es erforderlich ist. Auf dem Boden oder unterhalb des Wasserkastens steht ein Block von Eichenholz, in welchem mehrere halbbirnförmige Löcher ausgehöhlt sind.

Zur Fabrikation von 100 Pfd. Glas sind 200 Pfd. Holz erforderlich, so wie es aus dem Walde kommt. Man macht in einem Monat 30—34 Schmelzungen.

Fig. 4. Glashafen nach einem größern Maasstabe.

— 5. Formblock desgleichen.

— 6, 7, 8, 9, 10 u. 11. Glasstreckofen.

— 10. ist der Grundriß des Ofens in der Ebene des Schürloches. Fig. 11 zeigt den Grundriß des Streck- und Kühlofens in der Ebene der Ofensohle. Fig. 8. Durchschnitt in CD. Fig. 9. Ein Durchschnitt in AB. Fig. 7. Ein Aufriß nach der Seite der Zugröhrenmündung. Fig. 6. ein anderer Aufriß von der Seite der Thür des Kühlofens. Um das Feuer zu schüren, wirft man das Holz in beide Öffnungen des Schürlochs. Will man strecken, so läßt man nur eine kleine Öffnung an der Seite des Streckofens, in welche man von Zeit zu Zeit ein Scheit Holz hineinsteckt. Die Flamme verbreitet sich vom Schürloch in die beiden Öfen durch die beiden Öffnungen eeeeee.

— 11. Diese Figur stellt in EE das Zugrohr dar, durch welche die Glaszylinder hineingeschoben werden. In F ist das Lagerblatt, auf welchen man streckt. Diese Arbeit geschieht durch eine Thür c Fig. 8; man schiebt die Glastafeln in den Kühlofen, in welchen sie durch die Thüre L gerade gerichtet werden, in dem man sie auf die in I befindlichen Eisenstäbe bringt.

— 12. Pfeife zum Glasblasen.

— A B C D E F G H I L M, Formen einer geblasenen Glastafel, welche sie nach und nach bei ihrer Verfertigung erhält.

Dreißigste Tafel.

Fig. 1 u. 2. Ofen zu Mondglas. S. Tafel 32.

— 3. Tafelglasofen nach Dartigues. Aufriß des Arbeitsofens.

Fig. 4. Grundriß desselben Ofens in der Ebene, in welcher die Häfen stehen. Der Hauptsache nach ist dieser Ofen den vorigen ähnlich.
— 5. Durchschnitt nach AB des Streckofens.
— 6. Grundriß desselben in der Fläche des Streckplatzes. EE Kanal, um die Zylinder hineinzuschieben. F Platte des Streckofens. I Platz des Streckers. H Öffnung, durch welche die Glastafeln in den Kühlofen nach G gebracht werden. CC, Thür, durch welche man die Glastafeln von F nach G schiebt. L, Eisenstäbe, auf welchen das zu kühlende Glas ruht.
A B C D E F G H I J Formen des Tafelglases.
Hinsichtlich der Formen des Mondglases s. Tafel 32.

Ein und dreißigste Tafel.

Glasofen zu Gußspiegeln. Fig. 1. Aufriß des Ofens von der Seite der Arbeitslöcher.
Fig. 2. Aufriß des Tiegellochs.
— 3. Durchschnitt nach der Linie AB.
— 4. Grundriß nach der Horizontalfläche des Feuerheerdes.
— 5. Grundriß nach der Horizontalfläche der Voröfen.
— 6. Durchschnitt nach der Linie CD.
— 7. Detailzeichnung des Verschlusses des Tiegellochs.
— 8 u. 9. Stücke, welche die Arbeitslöcher verschließen.

Fig. 5 zeigt die Haupteinrichtung dieses Ofens. A ist der Feuerheerd, den man mit Holz durch die im Vorofen angebrachten Löcher (Fig. 7) versieht. C ist die Bank, worauf die Häfen gestellt werden. B schiefe Fläche, welche die Bank mit dem Heerd verbindet. DD Schmelzhäfen. EE Gießhäfen, in welchen die Glasmasse zum Gießen fertig wird. FFF Arbeitslöcher. LL Voröfen, in welchen die Schmelz- und Gießhäfen gebrannt werden. PP Schmelzhäfen. SS Gießhäfen, welche gebrannt werden. HH Kanäle, durch welche die Flamme in die Voröfen dringt. In den leeren Voröfen wird die Glasmasse gefrittet.

Die Öffnung A (Fig. 2) oder das Tiegelloch dient zum Einsetzen der Häfen. Sie wird bis auf ein viereckiges Loch geschlossen, welches Fig. 7 zu sehen ist und das zugleich als Schürloch dient, um das Holz auf den Heerd zu werfen. Der Vorofen wird oben durch Backsteine und unten durch die Stücke a, b, cc, dd verschlossen, deren Einrichtung im Aufriß und Grundriß angedeutet ist.

Die Arbeitslöcher werden durch Ziegel verschlossen (Fig. 8 u. 9), die mit kleinen Löchern versehen sind, um sie durch eiserne Gabeln beim Wegnehmen oder Vorsetzen packen zu können.

Zwei und dreißigste Tafel.

Deutscher Bouteillenglasofen nach Dartigues, der mit Holz gefeuert wird.

Fig. 3. Grundriß in der Horizontalebene der Bänke.
— 4. Grundriß in der Horizontalebene der Vorröfen.
— 1. Durchschnitt nach der Linie AB.
— 2. Durchschnitt nach der Linie CD.

In der Figur 4 sind GN die Frittöfen; MMMM dienen entweder zum Fritten, Kühlen oder Brennen der Häfen.

Mondglasofen mit Holzfeuerung nach Dartigues.

Fig. 5. Durchschnitt nach der Linie AB.
— 6. Grundriß in der Höhe der Arbeitslöcher.

Dieser Ofen dient zur Verfertigung der Bouteillen, des Mondglases, so wie des gewöhnlichen weißen Hohlglases.

Die Häfen abc und ihre Arbeitslöcher ccc sind für gemeines Hohlglas eingerichtet.

Die Häfen def und die zwei Arbeitslöcher D, E sind für Mondglas, nämlich D zum Anfangen und E zum Vollenden der Glasscheibe.

Der Zwischenraum e ist zur Vorbereitung der Masse bestimmt. Die Figuren 1 und 2 der Tafel 30 beziehen sich auch auf diesen Ofen. Fig. 1 ist ein Durchschnitt in AB und Fig. 2 stellt zwei Grundrisse dar. Im obern Theil der Figur ist der Grundriß in der Horizontalfläche der Vorröfen genommen; im untern Theil ist der Grundriß in der Ebene von EE (Fig. 1) genommen.

A′B′C′D′E′F′G′H′I′ der Tafel 30 zeigen die Form des Mondglases. Die geblasene Kugel E′ wird nach F′ abgeplattet und nach G′ abgeschnitten und dann mit der flachen Seite an die Pfeife befestigt. Man vergrößert die Öffnung und breitet das Stück zur Scheibe aus. Man kann auch auf andere Weise verfahren, wie dies im Texte bereits angedeutet worden.

Drei und dreißigste Tafel.

Krystallglasofen mit Holzfeuerung. Fig. 1. Aufriß seiner Länge nach. Fig. 2. Grundrisse in der Bodenfläche und in der Horizontalebene des Schürloches. Fig. 3. Grundriß in der Horizontalebene der Bänke und 20 Centimeter über den Häfen. Fig. 4. Durchschnitt in AB und DC der Fig. 2. Fig. 5. Durchschnitt in EF der Fig. 3. Fig. 6. Durchschnitt in GH der Fig. 3.

x Loch, durch welches die glühenden Kohlen in den Aschenfall gelangen.
y Aschenfall.
z Vertiefung von zwei Zoll am Boden des Ofens, um die Schlacken der verglasten Asche zurückzuhalten, welche man nach der Schmelzung durch das Loch x herauszieht.

r Thüre, durch welche man die sich anhäufende Asche herausräumt.

sss ꝛc. Öffnungen, durch welche man die Häfen einsetzt und wieder herauszieht, wenn sie durch neue ersetzt werden sollen.

c, c, d Bänke aus feuerfesten massiven Backsteinen, worauf die Häfen gestellt werden.

h h h h Häfen, wie solche auf den Bänken stehen.

u, u Löcher, durch welche die Flamme streicht, um die Kammern zu heitzen, in welchen das Krystallglas gekühlt wird.

g g Thüren, welche zu den Kammern des Kühlofens führen.

f f Gänge, in welchen das Krystallglas gekühlt wird; sie sind mit Eisenbänken versehen, auf welchen man die Krystallglasstücke hineinschiebt.

d d sehr starke Eisenstäbe, welche die Ofenmauern zusammenhalten.

v v v Arbeitslöcher; mehrere sind rund und sind für die Arbeiter bestimmt; die ellyptischen gehören für den Glasbläser. Unter den Arbeitslöchern sind Löcher, in welchen die Bläser ihre Pfeifen wärmen.

pp Kanal, welcher in großen Öfen der Flamme mitten im Ofen Luft zuführt. Man bringt diese Kanäle nur in solchen Öfen an, welche mehr als 8 oder 12 Häfen fassen.

qq Fig. 5 und 6. Öffnung, durch welche man das gespaltene und getrocknete Holz hineinschiebt.

Die Mauer eines Krystallofens besteht aus 5 Theilen.

m 1 aus gewöhnlichen Mauersteinen oder aus Backsteinen und Luftmörtel.

m 2 aus gewöhnlichen Backsteinen, welche durch einen Mörtel verbunden werden, der aus frischem und gebrannten Thon bereitet wird.

m 3 aus feuerfesten Backsteinen.

m 4 Backsteine halb aus Sand und halb aus feuerfesten Thon.

m 5 Decke aus Abfallen von Backsteinen, damit der Ofen oben die Wärme besser zusammenhält.

Vier und dreißigste Tafel.

Krystallglasofen mit Steinkohlenfeuerung nach Dartigues.

Fig. 1. Aufriß. Fig. 2. Ansicht der Vorderseite des Schürloches. Fig. 3. Durchschnitt nach der Linie LL. Fig. 4. Durchschnitt nach der Linie KK. Fig. 5. Grundriß in der Horizontalebene der Bänke.

In Fig. 5 sieht man den Rost C, auf welchen die Steinkohle zu liegen kommt. DD sind die Bänke, welche mit dem Roste durch eine Abdachung verbunden sind. EE bedeckte Schmelzhafen, welche in Fig. 6 genauer angegeben sind. FF Arbeitslöcher. GG Schornsteine.

In Figur 3 sind MM die Kühlkammern.

Fünf und dreißigste Tafel.

Feldspathporzellanofen. Fig. 1. Aufriß des Ofens. Fig 2. halber Durchschnitt. Fig. 4. Grundriß in der Horizontalebene des Bodens zur Rechten, und Grundriß in der Horizontalebene des ersten

Gewölbes zur Linken. Fig. 3. Grundriß des zweiten Gewölbes rechts und Ansicht des Ofens links nach der Vogelperspektive. Der untere Stock dient zum Hartbrennen, der folgende zum Verglühen des Porzellans. In den obern Stock setzt man nichts. rr Treppen, welche nach dem untern Stock führen, in welchen man durch die Thüre p eingeht; diese wird, nachdem der Ofen mit Geschirr gefüllt ist, durch Backsteine zugesetzt. qq Thüre des zweiten Stockes, in welchem verglüht wird. cc Zuglöcher für die Flamme, die in beiden Gewölben angebracht sind. aaaa Heitzräume. tt Backsteinmauern, welche die Flamme theilen. Fig. 9. Durchschnitt einer Kapsel für Teller von Feldspathporzellan. a Teller, cc Kapsel, r Unterlage für den Teller.

Fig. 10 pfeilerförmig zusammengestellte Kapseln. cc zusammengefügte Kapseln, welche mit einem feuerfesten Kitt in den Fugen eee verstrichen sind. Die zersprungenen Kapseln werden mit Bindfaden ff zusammengebunden, welche sie während des Einsetzens zusammenhalten. Diese beiden Figuren sind auf ein Sechstel ihrer natürlichen Größe reduzirt.

Ofen zu feinem Fayence oder Steingut. Fig. 6. Aufriß. Fig. 5. Durchschnitt. Fig. 7. Grundriß in der Bodenfläche. Fig. 8. Grundriß in der Horizontalebene des Gewölbes und Ansicht der Feuerheerde nach dem Vogelperspektive.

Dieser Ofen hat nur eine einzige Etage; übrigens aber gleicht er dem vorigen.

Sechs und dreißigste Tafel.

Steinzeugofen von Saint-Amans, Saveignies rc. Fig. 1, 2, 3. Dieser Ofen ist sehr einfach gebaut: das Gewölbe ist selbst aus Töpfen konstruirt. Der Eingang hat zwei Öffnungen; die eine ist zum Einbringen des Brennmaterials bestimmt, welches gewöhnlich in Holzbüscheln besteht; die andere gehört zum Herausnehmen der Asche. Die Steinzeuggefäße werden pfeilerförmig ohne Kapseln der ganzen Ofenlänge nach eingesetzt. Der Ofen ist jedoch durch eine Wand in zwei Theile getheilt (Fig. 2). Dießeits der Wand wird das Geschirr hart gebrannt, jenseits dagegen verglüht. Es ist kein Schornstein vorhanden; der Ofen endigt sich nur in eine Öffnung, aus welcher der Rauch fortzieht.

Englischer Steinzeugofen nach Saint-Amans. Fig. 4 und die folgenden.

Fig. 4. Ansicht und Durchschnitt des Ofens und seines innern Raumes. Fig. 5. p Ofenthüre, isolirt dargestellt; sie ist so gerade als möglich. Fig. 6. Grundriß, welcher etwas über der Bodenfläche an der Spitze der Feuerheerde aufgenommen ist. Fig. 8. Grundriß eines Schürheerdes. Fig. 9 u. 10. Aufriß desselben. Fig. 11 u. 12. Queerdurchschnitt des Schürheerdes. Fig. 7. Längendurchschnitt des Schürheerdes.

Fig. 4. g Ofen. p, dessen Thüre mit Eisenstangen verwahrt. h, i, k, Öffnungen, aus welchen die Flamme herauszieht. c, c, c, Schürlocher. a deren Heerde. h Eingang zum Schürheerd. d Öffnung, durch welche man in den Ofen blicken und die Temperatur desselben beurtheilen kann. e Senkrechter Schornstein des Feuerheerdes. f horizontaler Schornstein, welcher einen Theil der Flamme nach dem Mittelpunkt des Ofens führt. b, b Bögen, welche den Ofen stützen, wenn die Feuerheerde ausgebessert werden.

— 6. stellt die horizontalen Schornsteine dar, welche sich verengen und zuletzt in ein einziges Zuglock u vereinigen, welches in der Decke des Ofens angebracht ist.

Sieben und dreißigste Tafel.

Fig. 2. Grundriß. Fig. 1. Längendurchschnitt des Ofens, der zum Brennen des gemalten Porzellans bestimmt ist und bis zum Jahre 1802 in der königlichen Porzellanmanufactur zu Sèvres angewendet wurde. Er eignet sich zu Feldspath- und Frittenporzellan.

A A′ Erste Kammer, in welche man die mit Porzellan gefüllten Kapseln setzt, um sie anzuwärmen.

B B′ Zweite Kammer, welche durch den Heerd F geheizt wird; man schiebt die Kapseln hinein, wenn sie eine Zeit lang in der Kammer A gestanden sind.

C Dritte Kammer, wohin Wechselsweise die Kapseln aus B und B′ geschoben werden.

D Vierte Kammer, wohin die Kapseln ebenfalls abwechselnd von B und B′ geschoben werden.

Sämmtliche Kammern werden durch den Feuerheerd F geheizt.

E Kammer, welche von den übrigen durch den Schieber T 2 getrennt und mit Nro. 4 bezeichnet ist; man schiebt die Kapsel, welche in D war, hinein; sie wird durch den Feuerheerd F besonders geheizt.

G Mittlere Kammer oder Scharffeuer, auch Hölle genannt. Die Kapsel und das darin befindliche Porzellan bleiben so lange darin, als es erforderlich ist.

Man beurtheilt den nöthigen Hitzgrad sowohl hinsichtlich der Kapsel Nro. 4, als auch der in der Kammer G befindlichen nach dem Grad des Roth- oder Weißglühens der Stücke; es läßt sich dieß durch die Öffnungen V und V′ sehen, welche mit einem viereckigen auf der linken Seite der Kapsel befindlichen Loche korrespondiren.

Die Hölle wird durch den Hauptheerd F′ geheizt und ist durch die Schieber T 3 u. T 4 von Nro. 4 oder der Kammer H abgesondert.

Sobald man das Feuer für stark genug erachtet, so zieht man die Kapsel in die Kammer H, die durch den Heerd F″ schwach geheizt wor-

den; dadurch kann sie allmählig abkühlen, so daß sie nach einiger Zeit ohne Gefahr aus dem Ofen genommen werden kann.

T^1 T^2 etc. Schieber von gebranntem Thon mit Eisen beschlagen, welche man aufzieht oder herabläßt mittelst eisernen Hebeln, die an der Decke der Ofenhalle befestigt sind.

ff′ kleine Heerde, mittelst welcher man eine niedrige Temperatur in den vordern Kammern BCD und in den hintern IKL unterhält; die Kapseln sind länglich viereckig aus gebranntem Thon; sie können 18—20 Teller von Frittenporzellan und 50—60 Teller von Feldspathporzellan aufnehmen; sie stehen auf eisernen Schlitten, deren Deichseln am Ende aufwärts gebogen sind.

Man schiebt die Kapsel in der Richtung der Schlittendeichsel mit einem Hebeeisen oder einem langen Eisenstab von A nach B durch die Öffnung T′; hierauf von B nach C und nach D, allein seitwärts mit kleineren Eisenstäben, welche man durch die Öffnungen uu einschiebt; hierauf von D nach E und G durch die Öffnung P, die gleichfalls durch einen Schieber mittelst eines kürzern oder längern Hackens geschlossen wird.

Sobald man das stärkste Feuer gegeben hat, so zieht man die Kapsel mittelst Hacken aus G zurück und läßt sie so allmählig durch die Kammern HIKLM wieder den Rückweg machen.

Die fünf Feuerheerde ff′ und FF′F″ produziren die Hitze, welche mittelst der Rohre O, die sich anfangs in die Kammern und nachher in die Decke des Ofens ausmünden, auf die erforderliche Weise allenthalben verbreitet.

t^2 t^3 t^4 t^5 sind Falze, in welchen die Schieber hin und her gleiten, durch welche die Kammern E G und H verschlossen werden.

Pyrometer von Brongniart. Fig. 3. Grundriß. Fig. 5. Durchschnitt der Pyrometerstange.

Dieser Apparat besteht aus einem Träger von verglühtem Porzellan, welcher einen halb zylindrischen Falz hat, in welchem ein Silberzylinder ab gelegt wird. An diesen stößt unmittelbar ein anderer Zylinder ad von verglühtem Porzellan. Dieses Stück stützt sich auf ein anderes von Kupfer, welches die Bewegung durch einen gezähnten Bogen fortpflanzt, der in die Basis des Zeigers x eingreift. In dem Maaße als die Silberstange sich ausdehnt, drückt sie den Porzellanzylinder zurück, der nun die Zwischenstücke und endlich den Zeiger x in Bewegung setzt. Die Bewegungen dieses letztern sind an dem Gradbogen c sehr deutlich sichtbar. Eine kleine Feder r erleichtert das Zurückgehen der Nadel, wenn eine Erkältung eintritt, ohne daß übrigens dadurch der Gang des Zeigers bei steigender Temperatur gehindert würde.

Man gebraucht dieses Pyrometer, indem man zwei Drittel des Porzellanträgers in die Muffel steckt und das graduirte Stück außen läßt.

Dieses Instrument zeigt jedoch die Temperatur nicht genau an, sondern ist nur als Pyroscop nützlich.

Fig. 4. Ofen zum Einbrennen der Vergoldung auf Gläser von Bastenaire Daudenart. Die Glasvergoldung kann ohne Zweifel auch in gewöhnlichen Muffeln eingebrannt werden. Bastenaire, der diese Kunst ausübte, bediente sich eines Ofens, wie ihn diese Figur darstellt. b Muffel von Eisenblech. c, d deren Deckel. Im Durchschnitt sieht man die Muffel auf Eisenstangen ruhend und mit brennenden Kohlen umgeben. ccc sind die Öffnungen, welche die zum Brennen nöthige Luft zuführen. a sind kleine Proben, welche an einem Stabe befestigt sind und durch die Seite der Muffel eingebracht werden. Sie dienen zur Regulirung des Feuers. Die Gläser werden auf Blechplatten gestellt, welche man gewöhnlich mit Thon beschlägt.

Es läßt sich denken, daß oben im Ofen das Feuer viel stärker als unten seyn muß, und man kann diesen nachtheiligen Umstand auch kaum vermeiden. Wir glauben deshalb, daß dieses Einbrennen weit sicherer in einem gewöhnlichen Muffelofen (Tafel 38) geschehen kann.

Acht und dreißigste Tafel.

Muffelofen zum Einbrennen der Malerei auf Porzellan. Fig. 5. Aufriß und Queerdurchschnitt des Ofens und der darin befindlichen gußeisernen Muffel. Fig. 6. Längendurchschnitt des Ofens ohne Muffel. Fig. 7. Grundriß des Ofens in der Horizontalebene des Gewölbes über dem Heitzraume, worauf die Muffel ruht. Fig. 8 u. 9. Die Muffel besonders dargestellt; sie ist aus gebranntem Thon. u Thüre des Aschenfalls. e Aschenfall. p Thür des Heitzraumes. f Feuerheerd. yyy etc. Bogen des Gewölbes, worauf die Muffel ruht. ccc etc. Zuglöcher, durch welche die heiße Luft abzieht. m Muffel; n deren oberes Rohr; rr Röhren der Thür, welche die Muffel schließt. In kleinen Muffeln wird nur eine einzige angebracht. p Muffelthür.

Muffelofen zum Einbrennen der Malerei auf Glas. Fig. 1. Durchschnitt und Aufriß des Ofens mit seiner Muffel. Fig. 3. Längendurchschnitt. Fig. 2 u. 4. Die Muffel von gebranntem Thon. Dieselben Buchstaben bezeichnen die nämlichen Gegenstände wie in dem vorigen Ofen; es sind hier nur noch die Stützen i, i, i zu sehen, welche in der Muffel die Eisenstangen halten, die in Röhren von verglühtem Porzellan gesteckt sind. Diese Stangen unterstützen die Platten von verglühtem Porzellan, worauf man die gemalten Glasplatten setzt, welche eingebrannt werden sollen.