

# QUALITATIVEN CHEMISCHEN ANALISE

VON

DR. FRIEDRICH HINTERBERGER,

PROFESSOR DER CHEMIE AN DER K. K. OBER-REALSCHULE AM SCHOTTENFELDE  
IN WIEN etc.

UND

EDMUND SCHREINZER,

PROFESSOR DER CHEMIE AN DER K. K. OBER-REALSCHULE  
IN LINZ etc.

ZWEITE VERBESSERTE UND VERMEHRTE AUFLAGE.

---

WIEN 1856.

WILHELM BRAUMÜLLER,  
K. K. HOFBUCHHÄNDLER.



KURZE ANLEITUNG  
ZUR  
QUALITATIVEN UND QUANTITATIVEN  
CHEMISCHEN ANALISE

VON

DR. FRIEDRICH HINTERBERGER,

PROFESSOR DER CHEMIE AN DER K. K. OBER-REALSCHULE AM SCHOTTENFELDE  
IN WIEN etc.

UND

EDMUND SCHREINZER,

PROFESSOR DER CHEMIE AN DER K. K. OBER-REALSCHULE  
IN LINZ etc.

ERSTE ABTHEILUNG.

QUALITATIVE ANALISE.

ZWEITE VERBESSERTE UND VERMEHRTE AUFLAGE.



WIEN 1856.  
WILHELM BRAUMÜLLER,  
K. K. HOFBUCHHÄNDLER.

Bayrische  
Staatsbibliothek  
München

Dem Herrn Herrn

**F R A N Z H A U K E ,**

Direktor der k. k. Ober-Realschule am Schottenfelde in Wien,

emeritierten ord. öffentl. Professor der Waarenkunde und Handelsgeographie am k. k. polytechnischen Institute, Mitglied der k. k. Prüfungs-Kommission für Bewerber um höhere Bedienstungen bei den k. k. Zollämtern, und im Körper der Finanzwache im Amtsbereiche der k. k. Finanz-Landes-Direktionen in Wien, Brünn, Ofen, Hermannstadt und Temeswar etc. etc.

gewidmet

*von den Verfassern.*



# Einleitung.

---

Die analytische Chemie oder chemische Analyse beantwortet im Allgemeinen folgende zwei Fragen:

1. Welche Bestandtheile enthält eine zu untersuchende Substanz?
2. Wie viel von diesen Bestandtheilen ist in der zu untersuchenden Substanz enthalten?

Die erste dieser Fragen berücksichtigt die Art oder Qualität der Bestandtheile und findet in der qualitativen Analyse ihre Beantwortung. Die zweite Frage nimmt auf die Menge oder Quantität der Bestandtheile Rücksicht, und wird in der quantitativen Analyse beantwortet.

Zur Ausführung von qualitativen chemischen Analysen gebraucht man verschiedene Reagenzien, Apparate und Geräthschaften, welche vor der eigentlichen qualitativen Analyse besprochen werden sollen.

## Reagenzien.

Man nennt jene Körper Reagenzien, durch welche man die Gegenwart anderer Körper entdecken kann. Die bei der Einwirkung von Reagenzien auf andere Körper sinnlich wahrnehmbaren Veränderungen nennt man Reaktionen.

Als Reagenzien dienen Säuren, Basen und Salze, seltener einfache und indifferente Stoffe.

Die Reagenzien werden entweder in fester Form, oder in Form von wässerigen Lösungen, oder in beiden Formen angewendet. Feste Reagenzien benützt man am häufigsten beim Aufschließen von in Säuren unlöslichen Substanzen und bei den Untersuchungen mit dem Löthrohre.

Es folgt nun ein alphabetisches Verzeichnis jener Reagenzien, welche zur qualitativen Analyse nothwendig sind. In diesem Verzeichnisse ist zugleich die Zubereitung der Reagenzien für den Gebrauch, namentlich die Bereitung der wässerigen Lösungen derselben angegeben.

Alkohol von 0.8336 spez. Gew.

Ammoniak von 0.96 spez. Gew.

Barytwasser. Eine Lösung von 1 Th. des kristallisierten Barythyrates in 20 Th. Wasser.

**Bernsteinsaures Ammoniak.**

**Chlorammonium.** Eine Lösung von 1 Th. Chlorammonium in 8 Th. Wasser.

**Chlorsaures Kali.**

**Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure)** von 1·12 spez. Gew.

**Cyankalium.**

**Destilliertes Wasser.**

**Einfach-Chlorquecksilber.** Quecksilberchlorid. Eine Lösung von 1 Th. in 16 Th. Wasser.

**Ferridcyankalium.** Als Lösung von 1 Th. des krist. Salzes in 10 Th. Wasser.

**Ferrocyankalium.** Eine Lösung von 1 Th. in 12 Th. Wasser.

**Fluorcalcium.** (Flussspath.)

**Kalilauge** vom spez. Gew. 1·33.

**Kalk und Kalkwasser.**

**Kieselfluorwasserstoffsäure.**

**Königswasser.**

**Kohle.** (Holzkohle.)

**Kohlensaures Ammoniak.** Man gebraucht eine gesättigte Lösung des anderthalbfach-kohlensauren Ammoniaks und eine Lösung von anderthalbfach-kohlensaurem Ammoniak in 4 Th. Wasser, dem noch 1 Th. Ammoniak zugesetzt wurde.

**Kohlensaures Natron.** (Soda.) Wird in fester Form und als Lösung von 1 Th. des krist. Salzes in 5 Th. Wasser angewendet.

**Kohlensaures Natronkali.** Ein Gemenge von 13 Th. kohlen-sauren Kali's mit 10 Th. entwässerten kohlen-sauren Natron's.

**Kupferblech.**

**Kupferoxyd.**

**Lackmuspapier.** Blaues und rothes Lackmuspapier.

**Molybdänsaures Ammoniak.** Eine Lösung von Molybdänsäure im Ammoniak.

**Natronlauge** von 1·10 spez. Gew.

**Neutrales essichsaures Bleioxyd.** Eine Lösung von 1 Th. in 10 Th. Wasser.

**Oxalsaures Ammoniak.** Eine Lösung von 1 Th. in 24 Th. Wasser.

**Phosphorsaures Natron.** Eine Lösung von 1 Th. in 10 Th. Wasser.

**Phosphorsaures Natron-Ammoniumoxyd.** (Phosphorsalz.)

**Salpetersäure** von spez. Gew. 1·2.

**Salpetersaurer Baryt.** Eine Lösung von 1 Th. in 8 Th. Wasser.



Salpetersaures Kobaltoxydul. (Kobaltsoluzion.) Eine Lösung von 1 Th. in 3 Th. Wasser.

Salpetersaures Natron. (Natronsalpeter.)

Salpetersaures Silberoxyd. Eine Lösung von 1 Th. in 20 Th. Wasser.

Schwefelammonium. Um dieses Reagens zu bereiten, leitet man durch wässeriges Ammoniak so lange Schwefelwasserstoffgas, bis es in einer Lösung von schwefelsaurer Magnesia keinen Niederschlag mehr gibt. Es wird beim Aufbewahren und eben so beim Digerieren mit Schwefel gelb, und enthält dann den für manche Reaktionen nothwendigen Ueberschuss von Schwefel.

Schwefelcyankalium. Eine Lösung von 1 Th. in 10 Th. Wasser.

Schwefeleisen.

Schwefelsäure von spez. Gew. 1·845.

Schwefelsaures Eisenoxydul. Eisenvitriol.

Schwefelsaurer Kalk. (Gipslösung.) Eine Lösung von frischgefälltem schwefelsaurem Kalk in kaltem Wasser.

Schwefelsaures Kali. Eine Lösung von 1 Th. in 12 Th. Wasser.

Schwefelsaures Kupferoxyd.

Schwefelwasserstoffwasser.

Silberblech.

Stärkekleister.

Weinsteinsäure. Diese Säure wird als Pulver aufbewahrt, und es wird vor dem Gebrauche eine kleine Menge in wenig Wasser gelöst.

Wismuthoxydhydrat.

Zinnfolie.

Zweifach-borsaures Natron. Borax.

Zweifach-Chlorplatin. Platinchlorid. Eine Lösung von 1 Th. in 10 Th. Wasser.

Zweifach-schwefelsaures Kali.

#### **Apparate, Geräthschaften und Operationen.**

Die Apparate und Geräthschaften, welche man zur Ausführung von qualitativen Analysen gebraucht, sind in Kürze folgende:

Eine Spritzflasche.

Eine Eprouvettenstellige mit 12 — 24 Eprouvetten.

Eine Filtrierstellige.

Eine gläserne Spirituslampe oder statt derselben eine Handgaslampe.

Eine Berzeliuslampe oder eine Pohl'sche Gaslampe.

Ein Löthrohr.

Trichter von Glas von verschiedener Größe.

Mehrere Bechergläser.

Einige Kölbchen.

Glasstäbe.

Glasröhren.

Uhrgläser.

Glasplatten.

Porzellanschälchen.

Porzellantiegel.

Reibschale von Porzellan oder Glas.

Eine Achatreibschale.

Ein Stahlmörser.

Eine Kornzange.

Eine Pincette von Stahl oder Messing.

Platindrat.

Platintiegel mit einem Deckel, der die Form eines flachen Schälchens hat.

Schwefelwasserstoffapparat (mit einer Waschflasche versehen).

Ein Dreieck von Eisendrat.

Ein Löffelchen von Horn.

Filtrierpapier.

Eine Scheere.

Korke.

Runde Korkfeilen mit Heften.

Flache Korkfeilen.

Röhren von vulkanisiertem Kautschuk.

Die eben angeführten Apparate und Geräthschaften dienen zum Ausführen der bei qualitativen Analysen am häufigsten vorkommenden Operationen. Diese Operationen sind: Pulvern, Lösen, Auflösen, Filtrieren, Abgießen (Dekantieren), Präzipitieren, Auswaschen der Niederschläge, Digerieren, Erhitzen, Abdampfen, Glühen, Schmelzen, Verpuffen, Aufschließen, Sublimieren, Neutralisieren, Oxydieren, Reduzieren u. s. w.

Diese Operationen werden zum Theile als bekannt vorausgesetzt, zum Theile aber bei der eigentlichen Analyse näher beschrieben.

Wir setzen ferner auch voraus, dass das Verhalten der Körper gegen Reagenzien und überhaupt die reine Chemie bekannt sei, und beginnen nun gleich damit, den sistematischen Gang bei qualitativen Untersuchungen zu beschreiben.

## Sistematischer Gang bei qualitativen Untersuchungen.

Bei der qualitativen Untersuchung der Körper ist vor Allem ein bestimmter *sistematischer* Gang nöthig, welcher lehrt, wie die verschiedenen Reagenzien angewendet werden sollen, um nicht nur die Abwesenheit nicht vorhandener Körper schnell zu ermitteln, sondern auch die wirklich vorhandenen schnell und sicher zu erkennen.

Die Methode der Untersuchung kann wohl gewissen Modifikationen unterliegen, bleibt sich aber in dem Punkte immer gleich, dass die vorhandenen oder vorauszusetzenden Stoffe erst in gewisse Gruppen gebracht, und die in verschiedene Gruppen gehörenden Körper alsdann weiter unterschieden, und zuletzt einzeln erkannt werden. Es können nur hinsichtlich der Reihenfolge und der Auswahl der anzuwendenden Reagenzien Verschiedenheiten eintreten.

Es sind die Vortheile einer guten Methode die, dass sie allen Fällen angepasst, möglichst sicher und einfach, durch Erfahrung erprobt und bewährt sei. Sie ist verschieden bei Untersuchung von ganz einfachen Verbindungen und Verbindungen zusammengesetzterer Art, oder Verbindungen, die aus den meisten chemischen Körpern bestehen.

Indem der angehende Analytiker natürlich mit der Untersuchung der einfachsten Verbindungen seine Arbeiten beginnt, schreitet er nach und nach zu immer höher zusammengesetzten und schließlich zu solchen Verbindungen vor, die die meisten Körper enthalten; es wird daher die Methode der Untersuchung von Verbindungen, die nur aus einer Basis und einer Säure, oder aus einem Metalle und einem Metalloide zusammengesetzt sind, zuerst hier erörtert und dann die Methode der Untersuchung zusammengesetzterer Substanzen abgehandelt werden.

Die nachfolgende Erklärung der Untersuchungsmethoden beschränkt sich nur auf jene Körper, die am häufigsten in Verbindungen vorkommen, auf Körper, die dem Chemiker gewöhnlich begegnen, mit Hingeweglassung solcher, die als chemische Raritäten von geringerem Belange sind, und abgesehen von letzterem die Methode der Untersuchung sehr kompliziert und dem Anfänger äußerst schwierig machen.

Die Substanzen können entweder in fester Form oder in einer Flüssigkeit gelöst zur Untersuchung dargeboten werden. In beiden Fällen beachtet man die Farbe und den Geruch derselben.

Ist die Verbindung fest, so nimmt man auch darauf Rücksicht, ob sie kristallinisch oder amorph, spröde, dehnbar oder weich ist.

Aus diesen Beobachtungen lassen sich schon manche Schlüsse ziehen, wie folgende Beispiele zeigen:

Hat der zu untersuchende feste Körper eine weiße Farbe oder ist er farblos, so wird man denselben in der Regel nicht auf Kupferoxyd, Chromoxyd, Eisenoxyd, Kobaltoxydul, Nickeloxydul u. s. w. zu prüfen haben, denn es sind die Kupferoxydsalze blau oder grün, die Chromoxydsalze grün oder violett, die Eisenoxydsalze gelb oder rothbraun, die Kobaltoxydulsalze johannisbeerenroth, violett oder blau, die Nickeloxydulsalze grün. Ist die zu untersuchende Substanz eine farblose Flüssigkeit, so ist die Untersuchung auf die oben genannten Basen überflüssig, da die Lösungen der Verbindungen derselben auf jeden Fall blau, grün, gelb, braunroth u. s. w. gefärbt sind.

Der Gehalt einer Substanz an Ammoniak und mancher freien Säure lässt sich häufig schon durch den Geruch erkennen.

Die Kristallform ist ferner bei einigen Substanzen so auffallend, dass man durch dieselbe dahin geführt wird, auf die Abwesenheit gewisser Verbindungen und auf die wahrscheinliche Gegenwart dieser oder jener Verbindung schließen zu können.

Ist die zu untersuchende Substanz eine Flüssigkeit, so verdampft man eine Probe derselben in einem Porzellanschälchen bis zur Trockene, und beobachtet die äußeren Eigenschaften des gebliebenen Rückstandes. Man prüft ferner die Flüssigkeit mit blauem und rothem Lackmuspapier, ob sie sauer, alkalisch oder neutral reagiere. Wird blaues Lackmuspapier geröthet, reagiert also die Flüssigkeit sauer, so ist in derselben eine freie Säure, oder ein saures Salz, oder ein im Wasser lösliches Salz des Oxydes eines schweren Metalles enthalten. Reagiert die Flüssigkeit alkalisch, wird also geröthetes Lackmuspapier darin blau, so zeigt dieses die Gegenwart eines freien Alkalis oder einer alkalischen Erde, oder eines kohlen-sauren Alkalis, oder einer alkalischen Schwefelverbindung u. s. w. an.

Wenn der zu untersuchende feste Körper pulverförmig oder klein kristallisiert ist, so kann man denselben gleich zur Untersuchung benützen. Wird derselbe aber in größeren Kristallen oder in unregelmäßigen größeren Stücken zur Untersuchung dargeboten, so muß derselbe zuerst gepulvert werden. Das Pulvern geschieht gewöhnlich in einer Reibschale von Porzellan oder Glas und nur bei sehr harten Körpern im Stahlmörser und in der Achatreibschale.

Bevor man die eigentliche Untersuchung beginnt, theilt man sich das Pulver des festen Körpers oder die zu untersuchende Flüssigkeit in zwei Hälften, und benützt die eine Hälfte zur Prüfung auf die Basen oder die Metalle, die zweite Hälfte zur Prüfung auf die Säuren oder nicht metallischen Körper (Metalloide).

Die Auffindung der Basen oder Metalle in einer Substanz gründet sich auf das Verhalten des Schwefelwasserstoffes zu den verschiedenen Basen. Diese Basen mit Einrechnung der Chromsäure und der Säuren des Arsens zerfallen in folgende drei Abtheilungen:

#### Erste Abtheilung.

Metalloxyde, welche durch Schwefelwasserstoff aus sauren Lösungen gefällt werden:

Bleioxyd	Antimonoxyd
Silberoxyd	Zinnoxyd
Quecksilberoxydul	Arsenige Säure
Wismuthoxyd	Arsensäure
Kupferoxyd	Zinnoxydul
Quecksilberoxyd	Goldoxyd
Cadmiumoxyd	Platinoxyd
Eisenoxyd	
Chromsäure.	

#### Zweite Abtheilung.

Metalloxyde, welche durch Schwefelwasserstoff nicht aus sauren Lösungen, wohl aber aus alkalischen Lösungen gefällt werden.

Kobaltoxydul	Alaunerde
Nickeloxydul	Zinkoxyd
Eisenoxydul	Manganoxydul
Chromoxyd.	

#### Dritte Abtheilung.

Metalloxyde, welche weder aus saurer noch aus alkalischer Lösung durch Schwefelwasserstoff gefällt werden.

Baryt	Magnesia
Strontian	Kali
Kalk	Natron
	Ammoniumoxyd.

Wir wollen die erste und dritte Abtheilung für den Gang der Untersuchung einer Substanz auf die vorhandenen Basen oder Metalle jede noch in zwei Gruppen sondern, so dass wir folgende fünf Gruppen erhalten:

*Erste Gruppe.*

Metalloxyde, welche aus sauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff gefällt werden.

Die Niederschläge sind im Schwefelammonium unlöslich.

Bleioxyd	Cadmiumoxyd
Silberoxyd	Eisenoxyd
Quecksilberoxydul	Chromsäure
Kupferoxyd	
Wismuthoxyd	
Quecksilberoxyd	

*Zweite Gruppe.*

Metalloxyde, welche aus sauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff gefällt werden.

Die Niederschläge sind im Schwefelammonium löslich.

Antimonoxyd	Zinnoxidul
Zinnoxidul	Goldoxyd
Arsenige Säure	Platinoxyd
Arsensäure.	

*Dritte Gruppe.*

Metalloxyde, welche aus sauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff nicht gefällt werden.

Die Metalloxyde dieser Gruppe werden aber aus neutraler Lösung durch Schwefelammonium gefällt.

Kobaltoxydul	Zinkoxyd
Nickeloxydul	Manganoxydul
Eisenoxydul (Eisenoxyd)	(Baryt, Strontian, Kalk und Magnesia, wenn sie an Phosphorsäure gebunden sind.)
Chromoxyd	
Alaunerde	

*Vierte Gruppe.*

Metalloxyde, welche weder durch Schwefelwasserstoff noch durch Schwefelammonium gefällt werden.

Die Metalloxyde werden aber durch kohlenensaures Ammoniak bei Gegenwart von Chlorammonium und Ammoniak gefällt.

Baryt  
Strontian  
Kalk.

### Fünfte Gruppe.

Metalloxyde, welche weder durch Schwefelwasserstoff noch durch Schwefelammonium, noch auch durch kohlen-saures Ammoniak bei Gegenwart von Chlorammonium und Ammoniak gefällt werden.

Magnesia  
Kali  
Natron  
Ammoniumoxyd.

---

Die Prüfung auf die in einer Substanz enthaltenen Säuren oder Metalloide lässt sich im Allgemeinen auf folgende drei Gruppen zurückführen:

*Erste Gruppe.* Säuren, welche durch salpetersauren Baryt aus neutralen Lösungen gefällt werden.

Schwefelsäure	Arsenige Säure
Phosphorsäure	Arsensäure
Borsäure	Chromsäure
Kohlensäure	Kieselsäure.

*Zweite Gruppe.* Säuren oder Metalloide, welche nicht durch salpetersauren Baryt, wohl aber durch salpetersaures Silberoxyd gefällt werden.

Chlorwasserstoffsäure — Chlor  
Jodwasserstoffsäure — Jod  
Schwefelwasserstoffsäure — Schwefel.

*Dritte Gruppe.* Säuren, welche weder durch salpetersauren Baryt, noch durch salpetersaures Silberoxyd gefällt werden. Von diesen Säuren ist in diese Analyse nur aufgenommen die

Salpetersäure.

Von den eben angeführten Säuren und Metalloiden werden die arsenige Säure, Arsensäure, Chromsäure, Kieselsäure, Kohlensäure, Schwefelwasserstoffsäure und der Schwefel schon bei der Untersuchung einer Substanz auf die vorhandenen Basen gefunden, so dass bei der eigentlichen Untersuchung auf die Säuren meistens nur auf die übrig bleibenden sechs Säuren oder Metalloide Rücksicht genommen wird.

Wir wollen zuerst angeben, wie man Substanzen untersucht, welche nur aus einer Basis und einer Säure oder aus einem Metalle und einem Metalloide bestehen und dann auseinandersetzen, auf welche Weise man Substanzen prüft, in welchen sämtliche häufiger vorkommende Basen und Säuren oder Metalle und Metalloide vorausgesetzt werden. Nach

diesen sollen insbesondere abgehandelt werden: die Untersuchung von Silikaten, Chromeisenstein, Aluminaten und anderen in Säuren für sich nicht löslichen Verbindungen, von Metallen und Metalllegierungen. Den Schluss sollen endlich die Untersuchungen der Substanzen mit dem Löthrohre bilden.

### **Untersuchung von Substanzen, welche aus einer Basis und einer Säure, oder aus einem Metalle und einem Metalloide bestehen.**

Die Substanzen, welche aus einer Basis und einer Säure, oder aus einem Metalle und einem Metalloide bestehen, sind entweder im Wasser löslich oder im Wasser unlöslich. Die im Wasser unlöslichen Substanzen lösen sich in Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure oder im Königswasser auf, oder sie sind auch in diesen Säuren unlöslich.

Da die Methode der Untersuchung je nach der Löslichkeit oder Unlöslichkeit der Substanzen im Wasser oder in Säuren Modifikationen erleidet, so sollen hier der Reihe nach besonders abgehandelt werden:

- I. Die Untersuchung von Substanzen, welche im Wasser löslich sind.
- II. Die Untersuchung von Substanzen, welche im Wasser unlöslich sind, sich aber in Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure oder im Königswasser auflösen.
- III. Die Untersuchung von Substanzen, welche sich weder im Wasser noch in Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure oder im Königswasser auflösen.

#### **I. Untersuchung von Substanzen, welche im Wasser löslich sind.**

Zu den Substanzen, welche im Wasser mehr oder weniger leicht löslich sind, gehören beinahe alle Chlormetalle, salpetersauren und schwefelsauren Salze, die Alkalien, die Verbindungen der Alkalien mit Phosphorsäure, Borsäure, Kohlensäure, Chromsäure, arseniger Säure und Arsensäure, die Verbindungen des Schwefels mit den Alkalimetallen und Erdalkalimetallen, die Verbindungen von Jod mit den Alkalimetallen und einigen anderen Metallen, wie: Eisen, Mangan, Zink u. s. w.

##### **A. Auffindung der Basis oder des Metalles**

(des elektropositiven Bestandtheiles).

Man bringt einen Theil der zu einem feinen Pulver zerriebenen Substanz in eine Eprouvete, setzt dazu destillirtes Wasser und schüt-



telt. Erfolgt nach einigem Schütteln keine vollständige Lösung, so erhitzt man die Flüssigkeit über der Spirituslampe bis zum Kochen.

Ist die erhaltene Lösung milchig trübe, so muß man bei der Prüfung auf die Basen, vorzugsweise auf Zinnoxydul, Antimonoxyd und Wismuthoxyd Rücksicht nehmen.

Scheidet sich aus der Lösung ein gelbliches Pulver ab, so ist die vorhandene Basis wahrscheinlich Quecksilberoxydul oder Quecksilberoxyd.

Man gibt nun eine kleine Menge der wässerigen Lösung in eine andere Eprouvette, und setzt zu derselben einige Tropfen Chlorwasserstoffsäure.

Entsteht auf Zusatz von Chlorwasserstoffsäure ein weißer Niederschlag, so versetzt man eine neue Probe der Flüssigkeit mit einigen Tropfen Salpetersäure.

Wenn beim Ansäuern der wässerigen Lösung mit Chlorwasserstoffsäure ein weißer Niederschlag entsteht, und sich hiebei kein Schwefelwasserstoffgas entwickelt, so ist die vorhandene Basis Silberoxyd, Quecksilberoxydul, Bleioxyd oder Antimonoxyd. Ist die Entstehung des weißen Niederschlages unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas erfolgt, so deutet dieses auf die Gegenwart einer Verbindung hin, welche aus Schwefel und einem Alkali- oder Erdalkalimetalle besteht.

Entwickelt sich auf Zusatz von Chlorwasserstoffsäure ein Gas, welches geruchlos ist, so hat man Grund auf die Gegenwart eines kohlen-sauren Alkali's zu schließen.

I. Die mit Chlorwasserstoffsäure oder Salpetersäure angesäuerte Flüssigkeit versetzt man dann mit Schwefelwasserstoffwasser, bis sie deutlich nach faulen Eiern riecht, und erwärmt.

Entsteht durch Schwefelwasserstoffwasser in der angesäuerten Flüssigkeit kein Niederschlag, so gehört das vorhandene Metalloxyd nicht in die erste und nicht in die zweite Gruppe. In diesem Falle untersucht man die Flüssigkeit (nach III. S. 15), ob nicht ein Metalloxyd der dritten Gruppe zugegen sei.

Entsteht durch Schwefelwasserstoffwasser in der angesäuerten Flüssigkeit ein Niederschlag, so ist ein Metalloxyd der ersten oder der zweiten Gruppe zugegen.

Der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag kann weiß, gelb, orangeroth, braun oder schwarz sein, und entweder von

ausgeschiedenem Schwefel herrühren oder aus einem Schwefelmetalle bestehen.

Ist der Niederschlag weiß, so rührt derselbe von ausgeschiedenem Schwefel her, und man hat es dann mit einem Metalloxyde der ersten Gruppe zu thun. Ist der Niederschlag orangeroth, so weiß man, dass das vorhandene Metalloxyd in die zweite Gruppe gehöre. In allen übrigen Fällen bleibt es mehr oder weniger ungewiss, zu welcher Gruppe das vorhandene Metalloxyd gehöre.

II. Um nun zu erfahren, ob das vorhandene Metalloxyd zur ersten oder zweiten Gruppe gehöre, setzt man zu einem Theile des durch Schwefelwasserstoffwasser entstandenen abfiltrirten Niederschlages gelbes Schwefelammonium und erwärmt einige Zeit gelinde.

Das gelbe Schwefelammonium muß man im Ueberschusse anwenden, wenn der Niederschlag schwarz war, und man aus der Farbe der ursprünglichen Lösung auf Goldoxyd oder Platinoxid zu schließen berechtigt ist.

Löst sich der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag im Schwefelammonium nicht auf, so ist ein Metalloxyd der ersten Gruppe zugegen.

#### *Erste Gruppe.*

Um in Erfahrung zu bringen, welches Metalloxyd aus dieser Gruppe zugegen sei, berücksichtigt man die Farbe des durch Schwefelwasserstoffwasser entstandenen Niederschlages, und macht, wenn man aus derselben keinen bestimmten Schluss ziehen kann, noch besondere Reaktionen auf die einzelnen Metalloxyde der ersten Gruppe.

Ist der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag schwarz, so stellt man der Reihe nach folgende Versuche an:

1. Man setzt zu einer Probe der ursprünglichen Lösung verdünnte Schwefelsäure.

Entsteht hierdurch ein weißer Niederschlag, so ist die vorhandene Basis . . . . . **Bleioxyd.**

2. Man gibt zu einer Probe der ursprünglichen Lösung Chlorwasserstoffsäure.

Ein dadurch entstehender weißer Niederschlag kann von der Gegenwart des Silberoxydes oder des Quecksilberoxyduls herrühren.

Um zu erfahren, welche von diesen beiden Basen zugegen sei, versetzt man die Flüssigkeit, in welcher der weiße Niederschlag vertheilt ist, mit Ammoniak im Ueberschusse.

Löst sich der weiße Niederschlag in dem zugesetzten Ammoniak auf, so ist die vorhandene Basis **Silberoxyd.**

Löst sich der weiße Niederschlag im Ammoniak nicht auf, und wird er dadurch schwarz, so ist die vorhandene Basis **Quecksilberoxydul.**

3. Man verdampft eine Probe der ursprünglichen Lösung in einem kleinen Porzellanschälchen bis nahe zur Trockene, und gießt dann die so konzentrierte Flüssigkeit in eine zur Hälfte mit destilliertem Wasser angefüllte Eprouvette.

Entsteht dadurch eine milchartige weiße Trübung, so ist die vorhandene Basis **Wismuthoxyd.**

4. Man versetzt eine Probe der ursprünglichen Lösung mit Natronlauge.

Entsteht hiedurch ein hellblauer Niederschlag und löst sich dieser auf Zusatz von Ammoniak zu einer lasurblauen Flüssigkeit, so ist die vorhandene Basis **Kupferoxyd.**

Bei Gegenwart von Kupferoxyd ist die Lösung der Substanz grün oder blau gefärbt.

Entsteht durch Natronlauge ein gelber Niederschlag, so ist die vorhandene Basis **Quecksilberoxyd.**

Bei Anwesenheit von Quecksilberoxyd bringen die ersten Tropfen des zugesetzten Schwefelwasserstoffwassers einen weißen Niederschlag hervor, welcher bei Zusatz von mehr Schwefelwasserstoffwasser erst gelb, und dann schwarz wird.

Ist der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag zitronengelb, so ist die vorhandene Basis **Cadmiumoxyd.**

Ist durch Schwefelwasserstoff in der ursprünglichen Lösung eine weiße Trübung von ausgeschiedenem Schwefel entstanden, so kann dieses von der Gegenwart des Eisenoxydes oder der Chromsäure herrühren.

Um zu untersuchen, ob die Ausscheidung des Schwefels durch Eisenoxyd oder Chromsäure bewirkt wurde, gibt man zu der schon mit Schwefelwasserstoffwasser versetzten Probe der Lösung Ammoniak.

Bei Gegenwart von **Eisenoxyd** entsteht hierdurch ein schwarzer Niederschlag;

bei Gegenwart von **Chromsäure** entsteht aber ein bläulich-grüner Niederschlag.

Hat man sich von der Gegenwart der Chromsäure überzeugt, so filtriert man den durch Ammoniak, in der mit Schwefelwasserstoffwasser versetzten Flüssigkeit, entstandenen Niederschlag ab, säuert das Filtrat mit Salzsäure an und erhitzt es bis zum Kochen. In der erhaltenen

Flüssigkeit sucht man dann die Basis der vierten oder fünften Gruppe, (nach IV. S. 16), welche an die Chromsäure gebunden war.

Löst sich der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag im Schwefelammonium auf, so ist ein Metalloxyd der zweiten Gruppe zugegen.

*Zweite Gruppe.*

Um zu erfahren, welches Metalloxyd der zweiten Gruppe vorhanden sei, reicht es hier in den meisten Fällen hin, sich an die Farbe des durch Schwefelwasserstoffwasser entstandenen Niederschlages zu erinnern.

War der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag orangeroth, so ist die vorhandene Basis . . . . . **Antimonoxyd.**

War der Niederschlag eigelb, so ist die vorhandene Basis **Zinnoxyd.**

War der Niederschlag zitronengelb, so sind . . . . . **arsenige Säure**  
oder **Arsensäure**  
zugegen.

Da es übrigens oft schwer ist, zu unterscheiden, ob der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag eigelb oder zitronengelb ist, so versetzt man zweckmäßig eine neue Probe der ursprünglichen Lösung mit Ammoniak.

Entsteht durch Ammoniak ein weißer Niederschlag, so ist die vorhandene Basis . . . . . **Zinnoxyd.**

Bringt Ammoniak keinen Niederschlag hervor, bleibt vielmehr die Flüssigkeit klar, so deutet dieses auf . . . . . **arsenige Säure** oder **Arsensäure.**

Um beide zu unterscheiden gibt man zu einer neuen Probe der Lösung salpetersaures Silberoxyd.

Entsteht dadurch ein gelber Niederschlag, so ist . . . . . **arsenige Säure**  
zugegen.

Entsteht ein rothbrauner Niederschlag, so ist . . . . . **Arsensäure**  
vorhanden.

Hat man arsenige Säure oder Arsensäure gefunden, so muß man eine neue Probe der ursprünglichen Lösung so lange mit Schwefelwasserstoffwasser versetzen, als ein Niederschlag entsteht, den entstandenen Niederschlag abfiltrieren, das Filtrat mit Chlorwasserstoffsäure erhitzen und dann darin die Basis der 5. Gruppe (nach V. S. 17) suchen, welche an die arsenige Säure oder Arsensäure gebunden ist.

War der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag braun, so zeigt derselbe auf die Gegenwart von . . . . . **Zinnoxydul.**

Hatte der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag eine schwarze Farbe, so ist Goldoxyd oder Platinoxid vorhanden.

Um diese zu unterscheiden versetzt man eine neue Probe der ursprünglichen Lösung mit einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul.

Entsteht ein schwarzer Niederschlag, so ist **Goldoxyd** zugegen, entsteht kein Niederschlag, so ist die vorhandene Basis **Platinoxyd**.

Um sich aber von der Anwesenheit des Platinoxydes zu überzeugen, setzt man zu einem Theilchen der ursprünglichen Flüssigkeit Chlorammonium und Alkohol. Bei Gegenwart von Platinoxyd scheidet sich ein gelber kristallinischer Niederschlag ab.

III. Wenn durch Schwefelwasserstoffwasser in der angesäuerten Lösung kein Niederschlag entsteht, so setzt man zu einer neuen Probe der ursprünglichen Lösung Chlorammonium, dann Ammoniak bis zur alkalischen Reaktion und zuletzt einige Tropfen Schwefelammonium.

Entsteht dadurch kein Niederschlag, so gehört das vorhandene Metalloxyd nicht in die dritte Gruppe. In einem solchen Falle untersucht man dann die ursprüngliche Lösung weiter (nach IV. S. 16), ob nicht ein Metalloxyd der vierten Gruppe zugegen sei.

Entsteht in der mit Chlorammonium versetzten Probe der ursprünglichen Lösung durch Ammoniak und Schwefelammonium ein Niederschlag, so ist ein Metalloxyd der dritten Gruppe zugegen.

Der Niederschlag kann weiß, fleischroth, bläulichgrün oder schwarz sein, und entweder aus einem Schwefelmetalle oder aus einem Hydrate des vorhandenen Metalloxydes bestehen.

#### *Dritte Gruppe.*

1. Ist der durch Schwefelammonium entstandene Niederschlag weiß, so können Zinkoxyd oder Alaunerde zugegen sein.

Um zu erfahren, welches von diesen beiden Metalloxyden vorhanden sei, setzt man zu einer Probe der ursprünglichen Lösung zuerst einige Tropfen und dann einen Ueberschuss von Ammoniak.

Entsteht durch Ammoniak ein weißer Niederschlag, welcher sich aber im Ueberschusse von Ammoniak wieder auflöst, so ist das vorhandene Metalloxyd **Zinkoxyd**.

Entsteht durch Ammoniak ein weißer Niederschlag, welcher sich im Ueberschusse von Ammoniak nicht auflöst, so ist das vorhandene Metalloxyd **Alaunerde**.

2. Hat der durch Schwefelammonium hervorgebrachte Niederschlag eine fleischrothe Farbe, so ist die vorhandene Basis **Manganoxydul**.

3. Ist der durch Schwefelammonium entstandene Niederschlag bläulich-grün, so deutet dieses auf die Anwesenheit von **Chromoxyd**.

4. Ist der durch Schwefelammonium entstandene Niederschlag schwarz, so können Eisenoxydul, Kobaltoxydul oder Nickeloxydul zugegen sein.

Obgleich die Beobachtung der Farbe der zu untersuchenden Substanz schon einigen Aufschluss über die Gegenwart oder Abwesenheit eines dieser Metalloxyde gibt, so hat man doch, um ein richtiges Resultat zu erlangen, noch folgende Versuche zu machen.

Man versetzt eine Probe der ursprünglichen Lösung mit kohlen-saurem Natron und beobachtet die Farbe des hiedurch entstehenden Niederschlages.

1. Ist der Niederschlag lauchgrün und wird derselbe nach einiger Zeit braun, so ist die vorhandene Basis **Eisenoxydul**.

2. Ist der Niederschlag rosenroth, so ist die vorhandene Basis **Kobaltoxydul**.

3. Ist der Niederschlag apfelgrün, so ist die vorhandene Basis **Nickeloxydul**.

IV. Wenn weder Schwefelwasserstoffwasser in der angesäuerten Lösung, noch Schwefelammonium in der alkalischen Lösung einen Niederschlag hervorgebracht hat, so versetzt man einen Theil der ursprünglichen Lösung mit Chlorammonium und kohlen-saurem Ammoniak, dem etwas Ammoniak zugesetzt ist, und erwärmt.

Entsteht dadurch kein Niederschlag, so ist kein Metalloxyd der vierten Gruppe zugegen. Man prüft dann (nach V. S. 17) auf die Metalloxyde der fünften Gruppe.

Entsteht in der mit Chlorammonium versetzten Probe der ursprünglichen Lösung durch kohlen-saures Ammoniak ein Niederschlag, so ist ein Metalloxyd der vierten Gruppe vorhanden.

Der Niederschlag ist immer weiß und besteht aus einer Verbindung von Kohlensäure mit dem vorhandenen Metalloxyde der vierten Gruppe.

#### *Vierte Gruppe.*

Um die drei Metalloxyde der vierten Gruppe zu unterscheiden, setzt man zu einer Probe der ursprünglichen Lösung schwefelsauren Kalk (Gipslösung).

1. Entsteht durch Gipslösung auch nach einigem Schütteln und Stehenlassen (nach 10 Minuten) kein weißer Niederschlag, so ist die vorhandene Basis **Kalk**.

Bei Gegenwart von Kalk entsteht in einer neuen Probe der ursprünglichen Lösung durch oxalsaures Ammoniak ein weißer Niederschlag.

2. Entsteht durch Gipslösung zu Anfange kein Niederschlag, trübt sich aber die Flüssigkeit nach einiger Zeit, so ist die vorhandene Basis **Strontian**.

Um sich von der Gegenwart des Strontians zu überzeugen, erhitzt man eine kleine Menge der festen ursprünglichen Substanz mit wässrigem Weingeist und zündet denselben an. Er brennt bei Gegenwart von Strontian mit einer karminrothen Flamme.

3. Entsteht durch Gipslösung sogleich ein weißer Niederschlag, so ist die vorhandene Basis **Baryt**.

Man überzeugt sich von der Anwesenheit des Baryts dadurch, dass man zu einer Probe der ursprünglichen Lösung Kieselfluorwasserstoffsäure und ein gleiches Volum Alkohol setzt. Es muß hiedurch ein weißer kristallinischer, schnell zu Boden sinkender Niederschlag entstehen.

V. Hatte weder Schwefelwasserstoffwasser in der angesäuerten, noch Schwefelammonium in der alkalischen, noch kohlsaures Ammoniak in der mit Chlorammonium versetzten Lösung einen Niederschlag gegeben, so gibt man zu der Probe der Lösung, welche man mit Chlorammonium und kohlsaurem Ammoniak versetzt hat, phosphorsaures Natron und etwas Ammoniak.

Entsteht hiedurch ein weißer kristallinischer Niederschlag, so ist die vorhandene Basis **Magnesia**.

Entsteht aber durch phosphorsaures Natron kein Niederschlag, so kann die vorhandene Basis nur Ammoniumoxyd, Kali oder Natron sein.

Man erfährt, welche von diesen drei Basen zugegen sei, wenn man folgende spezielle Reaktionen ausführt:

1. Man befeuchtet eine Probe der festen Substanz auf einem kleinen Porzellanschälchen mit Natronlauge und erhitzt.

Entwickelt sich ein Gas von stechendem Geruche und alkalischer Reaktion und entsteht ein weißer Rauch, wenn man einen mit Essigsäure benetzten Glasstab in die Nähe bringt, so ist die vorhandene Basis

**Ammoniumoxyd**.

2. Entwickelt sich beim Erhitzen der festen Substanz mit Natronlauge kein Gas von stechendem Geruche, so macht man eine Probe der ursprünglichen Lösung durch Abdampfen in einem Porzellanschälchen konzentrierter, setzt dazu eine frisch bereitete konzentrierte Lösung von Weinsäure und schüttelt.

Entsteht ein weißer kristallinischer Niederschlag, so ist die vorhandene Basis . . . . . **Kali.**

Entsteht auch nach längerem Stehen (nach 10 Minuten) kein Niederschlag, so ist die vorhandene Basis . . . . . **Natron.**

Man kann sich überdieß von der Gegenwart des Natrons auf folgende Weise überzeugen:

Man erhitzt eine Probe der festen Substanz in einem Porzellanschälchen mit wenig Wasser, versetzt die erhaltene Lösung mit Alkohol, erhitzt sie bis zum Kochen und zündet sie an. Die alkoholische Lösung brennt bei Anwesenheit von Natron mit wachsgelber Flamme.

### **B. Auffindung der Säure oder des Metalloides**

(des elektronegativen Bestandtheiles).

Die Auffindung der Säure bietet wenig Schwierigkeiten dar, wenn man darauf Rücksicht nimmt, dass nur jene Säuren zugegen sein können, welche mit den bereits aufgefundenen Basen im Wasser lösliche Verbindungen bilden.

So ist es überflüssig auf Schwefelsäure zu prüfen, wenn Baryt, Strontian oder Bleioxyd die vorhandene Basis ist. Die Prüfung auf Kohlensäure, Borsäure und Phosphorsäure ist in der Regel nur nothwendig, wenn man ein Alkali als Basis gefunden hat. Hat man als Basis Silberoxyd oder Quecksilberoxydul gefunden, so fällt die Prüfung auf Chlor und Jod weg.

Die Gegenwart des Schwefels und der Kohlensäure wurde schon beim Ansäuern der ursprünglichen Lösung mit Chlorwasserstoffsäure (unter A. S. 11) nachgewiesen. Die Lösungen der Schwefelmetalle und kohlensauren Salze brausen nämlich auf Zusatz von Chlorwasserstoffsäure auf, und entwickeln Schwefelwasserstoffgas oder Kohlensäure. Beide Gase lassen sich leicht durch den Geruch von einander unterscheiden. Die Kohlensäure ist fast geruchlos, das Schwefelwasserstoffgas verbreitet aber einen Geruch nach faulen Eiern.

Beim Aufsuchen der Basen wurden ferner schon die arsenige Säure, Arsensäure und Chromsäure (II. S. 13 und 14) gefunden, und es bleibt mithin nur noch übrig, anzugeben, auf welche Weise man die zu untersuchende Substanz auf Schwefelsäure, Borsäure, Phosphorsäure, Chlor, Jod und Salpetersäure zu prüfen hat.

Behufs dieser Prüfung löst man einen Theil der zweiten Hälfte der Substanz im Wasser.



I. Eine Probe dieser Lösung versetzt man, wenn sie neutral ist, mit salpetersaurem Baryt. Ist die Lösung sauer, so macht man sie vor dem Zusatze des salpetersauren Baryts durch Ammoniak neutral oder schwach alkalisch.

Entsteht durch salpetersauren Baryt ein weißer Niederschlag, so ist die vorhandene Säure Schwefelsäure, Phosphorsäure oder Borsäure.

Um diese drei Säuren zu unterscheiden, setzt man zum Niederschlage verdünnte Chlorwasserstoffsäure im Ueberschusse.

Löst sich der, durch salpetersauren Baryt, entstandene Niederschlag in der verdünnten Chlorwasserstoffsäure nicht auf, so ist die vorhandene Säure . . . . . **Schwefelsäure.**

Löst sich aber der Niederschlag auf, so ist entweder Borsäure oder Phosphorsäure zugegen.

In diesem Falle übergießt man eine Probe der festen Substanz in einem Porzellanschälchen mit etwas Schwefelsäure, setzt Alkohol zu, und zündet diesen an. Verbrennt derselbe mit spargelgrüner Flamme, so ist die vorhandene Säure . . . . . **Borsäure.**

Zeigt die Flamme des Alkohols keine grüne Färbung, so deutet dieses auf die Gegenwart von . . . . . **Phosphorsäure.**

Man überzeugt sich von der Gegenwart der Phosphorsäure, indem man eine Probe der ursprünglichen Lösung mit salpetersaurem Silberoxyd versetzt. Es entsteht in diesem Falle ein gelber Niederschlag.

II. Wenn durch salpetersauren Baryt in der neutralen Lösung kein Niederschlag entsteht, so säuert man eine frische Probe der ursprünglichen Lösung mit Salpetersäure an, und versetzt sie mit salpetersaurem Silberoxyd.

Entsteht hiedurch ein weißer Niederschlag, welcher sich auf Zusatz von Ammoniak leicht auflöst, so deutet dieses auf die Anwesenheit von . . . . . **Chlor.**

Entsteht aber ein gelblich-weißer Niederschlag, der sich auf Zusatz von Ammoniak nicht auflöst, so deutet dieses auf die Gegenwart von **Jod.**

Wenn die Basis des Salzes durch Ammoniak fällbar ist (wie z. B. Eisenoxyd), so muß man den durch salpetersaures Silberoxyd entstandenen Niederschlag abfiltrieren und auswaschen, bevor man ihn auf seine Löslichkeit im Ammoniak prüft.

Wenn man Jod gefunden zu haben glaubt, so überzeugt man sich von der Gegenwart desselben noch durch folgende Probe:

Man setzt zu einer Probe der ursprünglichen Lösung Stärkekleister und einige Tropfen Salpetersäure. Bei Gegenwart von Jod entsteht eine violette Färbung der Flüssigkeit.

III. Ist weder durch salpetersauren Baryt noch durch salpetersaures Silberoxyd ein Niederschlag entstanden, so versetzt man eine Probe der ursprünglichen Lösung mit dem vierten Theile konzentrierter Schwefelsäure, und wirft, wenn die Mischung erkaltet ist, einen Kristall von schwefelsaurem Eisenoxydul hinein.

Färbt sich die Flüssigkeit, welche den Kristall zunächst umgibt, dunkelbraun, so ist die vorhandene Säure . . . . . **Salpetersäure.**

Sollte durch Schwefelsäure ein weißer Niederschlag entstehen, so filtriert man diesen ab und setzt zum Filtrate den Eisenvitriolkristall. Dieß letztere ist z. B. nothwendig bei salpetersaurem Bleioxyde, salpetersaurem Baryt etc.

## II. Untersuchung von Substanzen, welche im Wasser unlöslich sind, sich aber in Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure oder im Königswasser auflösen.

Zu den Substanzen, welche im Wasser unlöslich sind, sich aber in Säuren auflösen, gehören vorzugsweise die Verbindungen des Schwefels mit den schweren Metallen, die Verbindungen der Kohlensäure, Phosphorsäure, Borsäure, Chromsäure, arsenigen Säure und Arsensäure mit den alkalischen Erden, eigentlichen Erden und Oxyden der schweren Metalle und einige basische Salze der Schwefelsäure und Salpetersäure. Es sind ferner noch die Verbindungen der Erdmetalle und schweren Metalle mit Sauerstoff und einige Jodmetalle hierher zu zählen. Von den Chlormetallen gehören hierher einige basische Verbindungen desselben und das Halb-Chlorquecksilber. Das letztere löst sich nämlich im Königswasser als Einfach-Chlorquecksilber auf.

### A. Auffindung der Basis oder des Metalles

(des elektropositiven Bestandtheiles).

Man sucht vorerst die Substanz in einer Säure aufzulösen, bringt zu diesem Zwecke eine kleine Menge derselben in eine Epruvette und übergießt dieselbe mit konzentrierter Chlorwasserstoffsäure. Löst sich die Substanz nicht bei gewöhnlicher Temperatur auf, so erhitzt man durch einige Zeit über der Spirituslampe. Zuletzt verdünnt man das Ganze, wenn sich auch die Substanz nicht aufgelöst hat, mit Wasser.

Das Behandeln der Substanz mit konzentrierter Chlorwasserstoffsäure und der nachfolgende Zusatz von Wasser sind darum nothwendig, weil sich einige Substanzen nur in konzentrierter, andere nur in verdünnter Chlorwasserstoffsäure auflösen. So löst sich z. B. kohlenaurer Baryt beim Erhitzen mit konzentrierter Chlorwasserstoffsäure nicht auf, es erfolgt aber eine vollständige Lösung beim Verdünnen des Ganzen mit Wasser.

Hat sich die Substanz in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, so bereitet man sich von einer größeren Menge derselben eine Hauptauflösung und benützt dieselbe, um den elektropositiven Bestandtheil aufzusuchen.

Hat sich die Substanz weder in konzentrierter, noch in verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, so übergießt man eine frische Probe der Substanz mit Salpetersäure und erhitzt. Nach einigem Erhitzen verdünnt man das Ganze mit Wasser, und bereitet sich von einer größeren Menge der Substanz eine Hauptauflösung, wenn sich die Probe in Salpetersäure aufgelöst hat, um mit dieser die Prüfung auf die Basis oder das Metall auszuführen.

Wenn sich die Substanz weder in Chlorwasserstoffsäure noch in Salpetersäure auflöst, so erhitzt man eine neue Probe derselben mit Königswasser. Löst sich die genommene Probe im Königswasser auf, so behandelt man eine größere Menge der Substanz mit Königswasser, und sucht in dieser Hauptauflösung nach der Basis oder nach dem Metalle.

Es ist sehr wichtig, alle beim Auflösen eintretenden Erscheinungen zu beobachten und sich dieselben zu merken.

So zeigt ein Aufbrausen die Gegenwart eines kohlenauren Salzes oder eines Schwefelmetalles, eine Entwicklung von Chlor die Anwesenheit eines Hyperoxydes, chromsauren Salzes u. s. w. an.

Es ist ferner nothwendig, die Farbe der Auflösung und das Verhalten derselben beim Verdünnen mit Wasser zu berücksichtigen.

Wenn sich eine chlorwasserstoffsaure Auflösung beim Verdünnen mit Wasser trübt, so deutet dieses auf die Gegenwart von Wismuthoxyd, Antimonoxyd oder Chlorblei. In einem solchen Falle setzt man zur Auflösung so lange Chlorwasserstoffsäure, bis die Trübung verschwunden ist, und richtet bei der Prüfung auf die Basen seine Aufmerksamkeit, insbesondere auf die oben genannten Verbindungen.

Wenn sich beim Erhitzen der Substanz mit Salpetersäure oder Königswasser Schwefel abscheidet und sich rothe Dämpfe entwickeln, so hat man es mit einem Schwefelmetalle zu thun, welches sich in diesen Lösungsmitteln auflöst. In einem solchen Falle filtriert man die

Lösung, und prüft dann das Filtrat auf gewöhnliche Weise auf die Basen. Der auf dem Filter zurückgebliebene Schwefel muß gelb oder weiß sein und nach dem Trocknen und Anzünden mit bläulicher Flamme unter Entwicklung eines stechenden Geruches verbrennen.

I. Man verdünnt nun eine Probe der sauren Auflösung mit Wasser, setzt zu derselben Schwefelwasserstoffwasser und erwärmt.

Entsteht durch Schwefelwasserstoffwasser kein Niederschlag, so ist weder ein Metalloxyd der ersten Gruppe, noch ein Metalloxyd der zweiten Gruppe zugegen. In diesem Falle prüft man eine neue Probe der Auflösung nach (III. S. 22), ob nicht ein Metalloxyd der dritten Gruppe zugegen sei.

Entsteht aber durch Schwefelwasserstoffwasser ein Niederschlag, so ist entweder ein Metalloxyd der ersten Gruppe oder ein Metalloxyd der zweiten Gruppe zugegen.

II. Man setzt nun zu dem durch Schwefelwasserstoffwasser entstandenen und abfiltrierten Niederschlag gelbes Schwefelammonium im Ueberschusse und erwärmt.

Löst sich der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag im Schwefelammonium nicht auf, so ist ein Metalloxyd der ersten Gruppe zugegen.

#### *Erste Gruppe.*

Um zu erfahren, welches Metalloxyd der ersten Gruppe vorhanden sei, macht man die oben bei der ersten Gruppe (S. 12) angegebenen Reaktionen.

Löst sich der durch Schwefelwasserstoffwasser entstandene Niederschlag im Schwefelammonium auf, so ist ein Metalloxyd der zweiten Gruppe zugegen.

#### *Zweite Gruppe.*

Man macht, um das vorhandene Metalloxyd der zweiten Gruppe aufzufinden, die oben bei der zweiten Gruppe (S. 14) angeführten Reaktionen.

III. Ist in der sauren Auflösung durch Schwefelwasserstoffwasser kein Niederschlag entstanden, so setzt man zu einer neuen Probe der ursprünglichen Auflösung Ammoniak, bis dieselbe alkalisch reagiert, und dann Schwefelammonium.

Entsteht durch Ammoniak und Schwefelammonium kein Niederschlag, so ist kein Metalloxyd der dritten Gruppe zugegen. Man prüft

in diesem Falle eine neue Probe der Auflösung (nach IV. S. 24), ob nicht ein Metalloxyd der vierten Gruppe vorhanden sei.

Entsteht durch Ammoniak und Schwefelammonium ein Niederschlag, so ist ein Metalloxyd der dritten Gruppe vorhanden.

### *Dritte Gruppe.*

Ist der durch Ammoniak und Schwefelammonium entstandene Niederschlag weiß, so kann die vorhandene Basis nicht allein Zinkoxyd und Alaunerde, sondern auch Kalk, Baryt, Strontian oder Magnesia sein,

Der weiße Niederschlag kann nämlich aus Schwefelzink, oder aus Alaunerdehydrat, oder aus einer Verbindung von Phosphorsäure mit Zinkoxyd, Alaunerde, Kalk, Baryt, Strontian oder Magnesia bestehen.

Um in Erfahrung zu bringen, aus welcher der eben genannten Verbindungen der weiße Niederschlag bestehe, setzt man zu einer neuen Probe der sauren Auflösung Ammoniak im Ueberschusse.

Entsteht durch Ammoniak anfangs ein weißer Niederschlag, löst sich derselbe auf Zusatz von mehr Ammoniak wieder auf, so ist die vorhandene Basis **Zinkoxyd.**

Entsteht durch Ammoniak ein weißer Niederschlag, welcher sich selbst auf Zusatz eines Ueberschusses von Ammoniak nicht auflöst, so kann die vorhandene Basis Alaunerde, Baryt, Strontian, Kalk oder Magnesia sein.

Um diese zu unterscheiden, setzt man zu einer neuen Probe der sauren Auflösung Natronlauge im Ueberschusse und erwärmt.

Entsteht durch Natronlauge anfangs ein weißer Niederschlag, löst sich derselbe aber auf Zusatz von mehr Natronlauge wieder auf, so ist die vorhandene Basis **Alaunerde.**

Entsteht durch Natronlauge ein weißer Niederschlag, welcher sich im Ueberschusse des Fällungsmittels nicht auflöst, so ist Baryt, Strontian, Kalk oder Magnesia gebunden an Phosphorsäure zugegen.

In diesem Falle setzt man zu einer stark mit Wasser verdünnten Probe der sauren Auflösung schwefelsauren Kalk.

Entsteht durch schwefelsauren Kalk anfangs kein Niederschlag, scheidet sich aber nach einiger Zeit ein weißer Niederschlag ab, so ist die vorhandene Basis **Strontian.**

Um die Anwesenheit des Strontians zu beweisen, verdampft man eine Probe der sauren Auflösung bis nahe zur Trockene, übergießt die-

selbe mit Alkohol und zündet diesen an. Das Verbrennen des Alkohols mit karminrother Flamme zeigt das Vorhandensein des Strontians an.

Entsteht durch schwefelsauren Kalk in der mit Wasser verdünnten Probe der sauren Auflösung sogleich ein weißer Niederschlag, so ist die vorhandene Basis **Baryt.**

Um einen Beweis für das Vorhandensein des Baryts zu liefern, setzt man zu einer verdünnten Probe der ursprünglichen sauren Auflösung Kieselfluorwasserstoffsäure. Diese gibt nämlich bei Gegenwart von Baryt einen weißen kristallinischen Niederschlag.

Entsteht durch schwefelsauren Kalk auch nach längerem Stehen kein Niederschlag, so setzt man zu einer Probe der konzentrierten sauren Auflösung zuerst einige Tropfen Schwefelsäure und hierauf ein gleiches Volum Alkohol.

Entsteht hiedurch ein weißer Niederschlag, so ist die vorhandene Basis **Kalk.**

Entsteht aber kein Niederschlag, so ist die Basis **Magnesia.**

Man weist die Gegenwart der Magnesia auf folgende Art mit Bestimmtheit nach: Man mengt eine Probe der festen Substanz mit dem zweifachen Volumen trockener Soda und glüht das Gemenge in einem Porzellantiegel. Die geglühte Masse pulvert man, übergießt sie mit Wasser und filtriert. Die auf dem Filter zurückgebliebene, im Wasser unlösliche Masse (Magnesia) löst man in wenig Chlorwasserstoffsäure auf, und gibt zur Auflösung Ammoniak und phosphorsaures Natron. Es entsteht hiedurch bei Gegenwart von Magnesia ein weißer kristallinischer Niederschlag.

Ist der Niederschlag, welcher in der (mit Ammoniak) alkalisch gemachten Auflösung durch Schwefelammonium entsteht, fleischroth, so ist die Basis **Manganoxydul.**

Ist der Niederschlag bläulich-grün, so deutet dieses auf die Gegenwart von **Chromoxyd.**

Hat endlich der Niederschlag eine schwarze Farbe, so können Eisenoxydul, Kobaltoxydul oder Nickeloxydul zugegen sein.

Um diese drei Basen zu unterscheiden, benützt man das Verhalten der ursprünglichen Auflösung gegen kohlen-saures Natron. (Siehe dritte Gruppe, 4. S. 16.)

IV. Ist in der sauren Auflösung weder durch Schwefelwasserstoff, noch durch Ammoniak und Schwefelammonium ein Niederschlag entstanden, so setzt man zu einer Probe der ursprünglichen Auflösung A m-

moniak bis sie alkalisch reagiert, dann Chlorammonium und kohlen-saures Ammoniak.

Entsteht hiedurch ein weißer Niederschlag, so ist ein Metalloxyd der vierten Gruppe zugegen.

#### *Vierte Gruppe.*

Um das Metalloxyd dieser vierten Gruppe zu finden, verfährt man wie bei der Analyse der im Wasser löslichen Körper (siehe vierte Gruppe S. 16) und gebraucht bei der speziellen Reaktion auf Kalk die Vorsicht, dass man die genom-mene Probe der sauren Auflösung vor dem Zusatze des oxalsauren Ammoniaks mit Ammoniak alkalisch macht.

V. Wenn in der sauren Auflösung weder durch Schwefelwasserstoff, noch durch Ammoniak, und Schwefelammonium, noch durch Chlorammonium, Ammoniak und kohlen-saures Ammoniak ein Niederschlag entstanden ist, so kann die vorhandene Basis nur Magnesia sein. Die übrigen drei Basen der fünften Gruppe bilden nämlich mit den Säuren, welche in dieser Analyse berücksichtigt werden, keine im Wasser unlöslichen Verbindungen.

#### *Fünfte Gruppe.*

Man überzeugt sich von der Gegenwart der **Magnesia** auf die Weise, dass man eine Probe der sauren Auflösung mit Ammoniak alkalisch macht, und dann mit phosphorsaurem Natron versetzt. Es entsteht hiedurch bei Gegenwart von Magnesia ein weißer kristallinischer Niederschlag.

### **B. Auffindung der Säure oder des Metalloides**

(des elektronegativen Bestandtheiles).

Bei der Prüfung auf die Säure hat man hier ebenfalls im Gedächtnisse zu behalten, dass nur jene Säure vorhanden sein kann, welche mit der durch die Analyse bekannt gewordenen Basis eine im Wasser unlösliche, in Säuren aber lösliche Verbindung bildet.

So ist es nicht nothwendig, auf Schwefelsäure zu prüfen, wenn man Baryt, Strontian oder Kalk gefunden hat, da die Verbindungen der Schwefelsäure mit diesen Basen in Säuren unlöslich sind. Man darf ferner nicht auf Schwefelsäure prüfen, wenn man als Basis Magnesia gefunden hat, weil die schwefelsaure Magnesia löslich ist. Die Prüfungen auf Chlor, Jod und Salpetersäure sind überflüssig, wenn man Baryt, Strontian, Kalk oder Magnesia aufgefunden hat, da deren Verbindungen mit Chlor, Jod und Salpetersäure im Wasser löslich sind. Bei Auffindung von Silberoxyd fällt die Prüfung auf Chlor weg, da Chlorsilber in Säuren

sich nicht auflöst. Es kann ein Quecksilberoxyd-, Eisenoxyd- oder Alaun-  
 erdesalz keine Kohlensäure, ein reines Metalloxyd überhaupt keine  
 Säure enthalten.

Die Anwesenheit der Kohlensäure, der arsenigen Säure, der Arsensäure,  
 der Chromsäure und des Schwefels wurde schon bei der Auffindung der  
 Basis (A. S. 21) nachgewiesen, und es ist mithin nur noch übrig zu erwä-  
 hen, auf welche Weise man auf die übrigen Säuren und Metalloide prüft.

Die Prüfung auf Schwefelsäure, Borsäure, Chlor, Jod und Salpeter-  
 säure wird mit der zweiten Hälfte der Substanz in ähnlicher Weise aus-  
 geführt, wie bei den im Wasser löslichen Substanzen. (Siehe Auffindung  
 der Säure B. S. 18.)

Bei der Prüfung auf Schwefelsäure, Borsäure und Phos-  
 phorsäure hat man die saure Auflösung der Substanz stark mit Was-  
 ser zu verdünnen, bevor man den salpetersauren Baryt zusetzt, damit  
 nicht dieser selbst herausfalle.

Um auf Borsäure zu prüfen, übergießt man einen Theil der tro-  
 ckenen Substanz mit Schwefelsäure, setzt Alkohol zu, erhitzt und zündet  
 den Alkohol an. Derselbe brennt bei Gegenwart von **Borsäure**  
 mit spargelgrüner Flamme.

Die Phosphorsäure entdeckt man auf folgende Weise: Man  
 versetzt eine wässrige Lösung von molybdänsaurem Ammo-  
 niak so lange mit Salpetersäure, bis sich der anfangs entstandene Nie-  
 derschlag wieder aufgelöst hat, erhitzt die erhaltene Flüssigkeit, und setzt  
 zu ihr die auf Phosphorsäure zu prüfende Probe der sauren Auflösung.  
 Bei Gegenwart von **Phosphorsäure**  
 scheidet sich ein gelber Niederschlag ab.

Zur Prüfung auf Chlor und Jod benützt man eine Auflösung der  
 Substanz in Salpetersäure.

Löst sich aber die Substanz nur in Königswasser auf, so macht man  
 die Prüfung auf Chlor auf folgende Art:

Man kocht die feste Substanz durch längere Zeit mit einer Lösung  
 von kohlen-saurem Natron, filtriert und setzt zum Filtrate so lange Salpe-  
 tersäure, bis dasselbe schwach sauer reagiert. Zu der so mit Salpeter-  
 säure neutralisierten Flüssigkeit setzt man nun salpetersaures Silberoxyd.  
 Bei Gegenwart von **Chlor**  
 entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, welcher sich auf Zusatz  
 von Ammoniak auflöst.

Die Prüfung auf Salpetersäure nimmt man in der schwefelsau-  
 ren Auflösung der Substanz mit Eisenvitriol vor.



### III. Untersuchung von Substanzen, welche sich weder im Wasser, noch in Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure oder Königswasser auflösen.

Zu den Substanzen, welche sich weder im Wasser noch in Säuren auflösen, gehören vorzugsweise schwefelsaures Bleioxyd, schwefelsaurer Baryt, schwefelsaurer Strontian, schwefelsaurer Kalk, Chlorsilber und Chlorblei.

#### A. Auffindung der Basis oder des Metalles

(des elektropositiven Bestandtheiles).

1. Man übergießt vorerst eine Probe der festen Substanz mit Schwefelammonium.

Wird die Farbe der Substanz durch Schwefelammonium nicht verändert, so ist weder Silberoxyd noch Bleioxyd zugegen. In diesem Falle prüft man die Substanz auf die Gegenwart der alkalischen Erden nach 2.

Wird die Substanz durch Schwefelammonium geschwärzt, so erwärmt man eine größere Menge der Substanz mit Schwefelammonium, filtriert die entstandenen Schwefelmetalle ab, und wäscht sie mit Wasser aus.

Das Filtrat benützt man zur Prüfung auf die Säure. (Siehe B. S. 28.)

Die gut ausgewaschenen Schwefelmetalle löst man nun in Salpetersäure auf, und setzt zu einer Probe der erhaltenen Auflösung Schwefelsäure.

Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist die vorhandene Basis . . . . . **Bleioxyd.**

Entsteht durch Schwefelsäure kein Niederschlag, so deutet dieses auf die Gegenwart von . . . . . **Silberoxyd.**

Man weist das Silberoxyd dadurch nach, dass man zu einer neuen Probe der salpetersauren Lösung der Schwefelmetalle Chlorwasserstoffsäure setzt. Diese bewirkt dann einen weißen Niederschlag, welcher sich auf Zusatz von Ammoniak auflöst.

2. Wenn die Substanz durch Schwefelammonium nicht schwarz wird, so ist eine an Schwefelsäure gebundene alkalische Erde zugegen. Um die alkalische Erde zu finden, kocht man einen Theil der festen Substanz durch längere Zeit mit kohlen-saurem Natron und filtriert. Das Filtrat benützt man zur Prüfung auf die Säure (nach B. S. 28).

Den auf dem Filter gebliebenen Rückstand, welcher aus unzersetzter Substanz und aus der beim Kochen mit kohlen-saurem Natron entstandenen kohlen-sauren alkalischen Erde besteht, erwärmt man mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure und filtriert.

Im Filtrate hat man nun Chlorbarium, Chlorstrontium oder Chlorcalcium und man kann die Basis auf dieselbe Weise finden, wie bei der Untersuchung von im Wasser löslichen Substanzen. (A. Vierte Gruppe, 1., 2., 3., S. 16 und 17.)

### **B. Auffindung der Säure oder des Metalloides**

(des elektronegativen Bestandtheiles).

1. Hat man als Basis Bleioxyd oder Silberoxyd gefunden, so erhitzt man die eine Hälfte der von den Schwefelmetallen (A. 1. S. 27) abfiltrierten Flüssigkeit mit Chlorwasserstoffsäure, um das Schwefelammonium zu zerstören, und filtriert.

Zum Filtrate setzt man nun salpetersauren Baryt. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist die vorhandene Säure

**Schwefelsäure.**

Ist keine Schwefelsäure zugegen, so erhitzt man die zweite Hälfte der von den Schwefelmetallen abfiltrierten Flüssigkeit mit Salpetersäure und filtriert sie, wenn man so das überschüssige Schwefelammonium zerstört hat.

Zum Filtrate gibt man nun salpetersaures Silberoxyd. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, welcher sich auf Zusatz von Ammoniak löst, so beweist dieses die Gegenwart von **Chlor.**

2. Hat man als Basis Baryt, Strontian oder Kalk gefunden, so ist die vorhandene Säure auf jeden Fall **Schwefelsäure.**

Um sich von der Gegenwart der Schwefelsäure zu überzeugen, gibt man zu der von den kohlelsauren und unzersetzten schwefelsauren alkalischen Erden abfiltrierten Flüssigkeit (A. 2. S. 27) Chlorwasserstoffsäure, bis sie sauer reagiert, und setzt dann salpetersauren Baryt hinzu. Es muß hiedurch ein weißer Niederschlag entstehen.

---

### **Untersuchung von Substanzen, in welchen sämtliche häufiger vorkommende Basen und Säuren, oder Metalle und Metalloide vorausgesetzt werden.**

Die Untersuchung solcher Substanzen erfordert vor Allem das genaue Einhalten des systematischen Ganges, damit nicht einzelne Bestandtheile der Substanz übersehen werden.

Es ist die Untersuchung von mehrfach-zusammengesetzten Substanzen einfacher, wenn dieselben im Wasser löslich sind, als wenn sie in demselben unlöslich sind.

Im Allgemeinen gilt wohl für die im Wasser unlöslichen Substanzen derselbe Gang, wie für die im Wasser löslichen Substanzen, er erleidet aber dadurch einige Veränderungen, dass, bei im Wasser unlöslichen Substanzen, Verbindungen vorkommen können, welche in einer im Wasser löslichen Substanz nie vorhanden sind.

Es soll hier die Art der Untersuchung von einer im Wasser löslichen Substanz zuerst erörtert und dann auseinandergesetzt werden, auf welche Weise im Wasser theilweise lösliche oder unlösliche, in Säuren lösliche und in Säuren unlösliche Substanzen auf ihre Bestandtheile geprüft werden.

## I. Untersuchung von Substanzen, welche im Wasser löslich sind.

### A. Auffindung der Basen oder der Metalle

(der elektropositiven Bestandtheile).

Die eine Hälfte der Substanz wird in einem kleinen Kolben mit Wasser übergossen, und erwärmt, wenn sie sich nicht in der Kälte darin löst.

Von dieser Lösung nimmt man nun eine Probe, versetzt sie so lange mit Chlorwasserstoffsäure, bis sie sauer reagiert, und gibt zu der angesäuerten Probe der Lösung Schwefelwasserstoffwasser.

Entsteht hiedurch kein Niederschlag, so sind Metalloxyde der ersten und zweiten Gruppe nicht vorhanden. In diesem Falle prüft man eine neue Probe der Lösung nach III. S. 37 mit Ammoniak und Schwefelammonium.

Entsteht in dieser Probe durch Schwefelwasserstoffwasser ein gefärbter Niederschlag, so säuert man die ganze Lösung mit Chlorwasserstoffsäure an, und leitet durch dieselbe Schwefelwasserstoffgas. Das Schwefelwasserstoffgas entwickelt man aus geschmolzenem Schwefeleisen und verdünnter Schwefelsäure, und lässt dasselbe um es zu reinigen, erst durch eine, Wasser enthaltende, Waschflasche und dann durch die Lösung der Substanz streichen.

Man leitet gewaschenes Schwefelwasserstoffgas so lange durch die Lösung, bis alle Metalloxyde der ersten und zweiten Gruppe gefällt sind. Um sich zu überzeugen, ob schon alle Metalloxyde der ersten zwei Gruppen durch Schwefelwasserstoff gefällt sind, filtriert man eine Probe der mit Schwefelwasserstoff behandelten Flüssigkeit, und versetzt das Filtrat mit Schwefelwasserstoffwasser. Entsteht dadurch kein Nieder-

schlag, so sind alle Metalloxyde der ersten und zweiten Gruppe gefällt. Entsteht aber durch Schwefelwasserstoffwasser in der filtrierten Probe noch ein Niederschlag, so hat man das Einleiten des Schwefelwasserstoffgases fortzusetzen, bis eine filtrierte Probe durch Schwefelwasserstoffwasser nicht mehr gefällt wird.

Man hat auch hier auf die beim Ansäuern der Lösung mit Chlorwasserstoffsäure und beim Behandeln der angesäuerten Lösung mit Schwefelwasserstoffgas eintretenden Erscheinungen genau zu achten.

Entsteht beim Ansäuern mit Chlorwasserstoffsäure ein weißer Niederschlag, so deutet dieses auf die Gegenwart von Bleioxyd, Silberoxyd, Quecksilberoxydul oder Antimonoxyd. In diesem Falle leitet man durch die Lösung, in welcher der weiße Niederschlag vertheilt ist, Schwefelwasserstoffgas. Es wird nämlich dadurch der durch Chlorwasserstoffsäure entstandene Niederschlag wieder zersetzt und es werden Schwefelmetalle niedergeschlagen.

Entwickelt sich beim Versetzen der Lösung mit Chlorwasserstoffsäure Schwefelwasserstoffgas, mit oder ohne gleichzeitiger Abscheidung von Schwefel, so können nur Metalloxyde der vierten oder fünften Gruppe zugegen sein. Entwickelt sich beim Ansäuern der Lösung Schwefelwasserstoffgas und entsteht zugleich ein gefärbter Niederschlag, so sind Metalloxyde der zweiten Gruppe zugegen, es können aber auch Metalloxyde der vierten und fünften Gruppe vorhanden sein. Der beim Ansäuern unter Schwefelwasserstoffentwicklung abgeschiedene gefärbte Niederschlag wird abfiltriert, nach II. S. 34 auf die Metalloxyde der zweiten Gruppe, das Filtrat aber nach IV. S. 41 und V. S. 43 auf die Metalloxyde der vierten und fünften Gruppe geprüft.

Entwickelt sich beim Ansäuern der Lösung mit Chlorwasserstoffsäure ein geruchloses Gas, so sind nur Alkalien in Verbindung mit Kohlensäure vorhanden.

Die Farbe des durch Schwefelwasserstoffgas in der angesäuerten Lösung entstandenen Niederschlages kann über die Gegenwart oder Abwesenheit einzelner Metalloxyde der beiden ersten Gruppen einen Aufschluss geben. Ist der Niederschlag gelb, so können nur Cadmiumoxyd, Zinnoxid, arsenige Säure und Arsensäure zugegen sein. Ist der Niederschlag orangeroth, so ist gewiss Antimonoxyd vorhanden, es können aber auch Cadmiumoxyd, arsenige Säure und Arsensäure zugegen sein. Ist endlich der Niederschlag braun oder schwarz, so können alle Metalloxyde der ersten und zweiten Gruppe gegenwärtig sein.

Wenn man sich durch die oben erwähnten Proben überzeugt hat, dass alle Metalloxyde der ersten und zweiten Gruppe durch Schwefelwasserstoff gefällt sind, so filtriert man den entstandenen Niederschlag ab, und wäscht ihn mit Wasser, das mit etwas Schwefelwasserstoffwasser versetzt ist, gut aus. Das Waschwasser sammelt man zweckmäßig in einem besonderen Gefäße auf, und schüttet es dann weg. Eine Probe der von dem Niederschlage abfiltrierten Flüssigkeit prüft man, während man mit dem Auswaschen des Niederschlages beschäftigt ist, nach III. S. 37 mit Ammoniak und Schwefelammonium, ob nicht Metalloxyde der dritten Gruppe zugegen sind.

Um sich zu überzeugen, ob der durch Schwefelwasserstoff entstandene Niederschlag aus Schwefelmetallen der ersten Gruppe oder aus Schwefelmetallen der zweiten Gruppe oder aus Schwefelmetallen der ersten und zweiten Gruppe bestehe, gibt man eine Probe des Niederschlages in eine Eprouvette, übergießt sie mit Ammoniak und gelbem Schwefelammonium und erwärmt.

Löst sich der Niederschlag vollkommen auf, so hat man darin nur Metalloxyde der zweiten Gruppe (nach II. S. 34) zu suchen. Löst er sich nicht vollkommen, so sind Metalloxyde der ersten Gruppe gewiss vorhanden. Um in diesem Falle zu erfahren, ob auch Metalloxyde der zweiten Gruppe zugegen seien, filtriert man die ungelöst gebliebenen Schwefelmetalle der ersten Gruppe ab, und setzt zum Filtrate Chlorwasserstoffsäure. Entsteht durch diese ein gelb, orange-roth oder schwarz gefärbter Niederschlag, so sind neben den Metalloxyden der ersten Gruppe auch Metalloxyde der zweiten Gruppe zugegen. Entsteht durch Chlorwasserstoffsäure kein oder ein weißer Niederschlag, so sind nur Metalloxyde der ersten Gruppe vorhanden, welche man nach (I. S. 32) aufsucht.

Hat man sich bei der Prüfung einer Probe des Niederschlages von der Gegenwart der Metalloxyde der ersten und zweiten Gruppe überzeugt, so stösst man die Spitze des Filters, auf dem sich die Schwefelmetalle beider Gruppen befinden, mit einem Glasstabe durch, spült dieselben mittelst Ammoniak und gelben Schwefelammonium in einen kleinen Kolben, und erwärmt gelinde durch einige Zeit.

Hiebei lösen sich die Schwefelmetalle der zweiten Gruppe auf, während die Schwefelmetalle der ersten Gruppe ungelöst hleiben. Man filtriert diese letzteren ab, wäscht sie mit Wasser, dem etwas Schwefelammonium zugesetzt ist, aus, und untersucht sie nach I. Die (von den Schwefelmetallen der ersten Gruppe) abfiltrierte Flüssigkeit versetzt man

mit Chlorwasserstoffsäure, bis sie sauer reagiert. Durch die Chlorwasserstoffsäure wird das Schwefelammonium, in welchem die Schwefelmetalle der zweiten Gruppe gelöst sind, zersetzt, es entstehen Chlorammonium und Schwefelwasserstoff, und die Schwefelmetalle der zweiten Gruppe scheiden sich in der Form eines schwarzen, orangerothern oder gelben Niederschlages ab. Die so wieder gefällten Schwefelmetalle der zweiten Gruppe filtriert man ab, wäscht sie mit Wasser aus, und untersucht sie nach II. S. 34. Die von den Schwefelmetallen der zweiten Gruppe abfiltrierte Flüssigkeit wird als für die fernere Analyse unbrauchbar, weggeschüttet.

*Erste Gruppe.*

I. Der, die Schwefelmetalle der ersten Gruppe enthaltende, Niederschlag wird mittelst eines Glasstabes in ein Porzellanschälchen gebracht, und mit Salpetersäure unter Umrühren bis zum Kochen erhitzt.

Es löst sich hiebei der Niederschlag entweder unter Abscheidung einer gelben Masse, welche nichts anderes als Schwefel ist, auf, oder es bleibt ein schwarzer, pulverförmiger Rückstand, oder es bleibt ein weißer Rückstand.

Bleibt beim Auflösen der Schwefelmetalle der ersten Gruppe in Salpetersäure ein schwarzer Rückstand, so deutet dieses auf die Gegenwart von **Quecksilberoxydul oder Quecksilberoxyd.**

Bleibt beim Auflösen der Schwefelmetalle in Salpetersäure ein weißer Rückstand, so deutet dieses auf die Gegenwart von Bleioxyd.

Die erhaltene Auflösung der Schwefelmetalle verdünnt man mit Wasser und filtriert dieselbe. Das Filtrat prüft man nach 1, 2, 3, 4 S. 33 auf die Metalloxyde der ersten Gruppe, den auf den Filter etwa gebliebenen schwarzen Rückstand aber wäscht man gut mit Wasser aus, und untersucht ihn, ob er wirklich aus Schwefelquecksilber bestehe.

Man erhitzt diesen schwarzen Rückstand mit Königswasser, bis er sich auflöst, setzt zur Lösung so lange Ammoniak, bis sie nur noch schwach sauer reagiert, und bringt einen Tropfen davon auf blankes Kupfer. Bei Gegenwart von Quecksilber entsteht auf demselben nach einiger Zeit ein weißer Fleck, welcher beim Erhitzen des Kupfers verschwindet. Um zu erfahren, ob das Quecksilber als Quecksilberoxydul oder als Quecksilberoxyd vorhanden sei, löst man eine Probe der ursprünglichen Substanz im Wasser und versetzt die Lösung mit Chlorwasserstoffsäure. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, welcher auf Zusatz von Ammoniak schwarz wird, so ist Quecksilberoxydul zugegen. Tritt diese Reaktion nicht ein, so ist Quecksilberoxyd vorhanden.

Die mit Wasser verdünnte und filtrierte salpetersaure Auflösung der Schwefelmetalle der ersten Gruppe untersucht man nun weiter in folgender Weise:

1. Man setzt zu einer Probe der Auflösung verdünnte Schwefelsäure. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist **Bleioxyd** vorhanden. In diesem Falle setzt man so lange Schwefelsäure zu, bis alles Bleioxyd als schwefelsaures Bleioxyd gefällt ist, und filtriert.

2. Zu der von schwefelsaurem Bleioxyde abfiltrierten Flüssigkeit, oder bei Abwesenheit von Bleioxyd zu einer neuen Probe der salpetersauren Auflösung setzt man Chlorwasserstoffsäure. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist **Silberoxyd** zugegen. In diesem Falle schlägt man mit Chlorwasserstoffsäure alles Silber als Chlorsilber nieder, und filtriert dasselbe ab.

3. Man versetzt die vom Chlorsilber abfiltrierte Flüssigkeit, oder bei Abwesenheit von Silberoxyd die vom schwefelsauren Bleioxyde abfiltrierte Flüssigkeit, oder bei Abwesenheit von Bleioxyd und Silberoxyd eine neue Probe der salpetersauren Auflösung mit Ammoniak im Ueberschusse.

a. Entsteht durch Ammoniak ein weißer Niederschlag, so ist **Wismuthoxyd** vorhanden. Man filtriert den aus Wismuthoxydhydrate bestehenden Niederschlag ab, und beobachtet die Farbe des Filtrates.

b. Ist die von Wismuthoxydhydrate abfiltrierte Flüssigkeit lasurblau, so ist **Kupferoxyd** zugegen.

c. Entsteht durch Ammoniak ein weißer Niederschlag, welcher sich im Ueberschusse von Ammoniak mit lasurblauer Farbe auflöst, so zeigt dieses die Abwesenheit von Wismuthoxyd und die Gegenwart von Kupferoxyd an.

4. Man setzt zu der vom Wismuthoxydhydrate abfiltrierten Flüssigkeit, oder, wenn Wismuthoxyd nicht vorhanden ist, zu der durch Ammoniak lasurblau gefärbten Flüssigkeit, oder wenn Wismuthoxyd und Kupferoxyd nicht vorhanden sind, zu der vom Chlorsilber abfiltrierten Flüssigkeit, oder, wenn Wismuthoxyd, Kupferoxyd und Silberoxyd nicht vorhanden sind, zu der vom schwefelsauren Bleioxyde abfiltrierten Flüssigkeit, oder, wenn Bleioxyd, Silberoxyd, Wismuthoxyd und Kupferoxyd nicht zugegen sind, zu einer neuen Probe der salpetersauren Auflösung Natronlauge. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so zeigt dieser die Anwesenheit von **Cadmiumoxyd**.

Wenn Cadmiumoxyd allein zugegen ist, so hat das im Schwefelammonium unlösliche Schwefelmetall eine zitronengelbe Farbe.

*Zweite Gruppe.*

II. Der die Schwefelmetalle der zweiten Gruppe enthaltende Niederschlag kann braun, schwarz, orangeroth oder gelb sein.

Ist der Niederschlag braun oder schwarz, so können außer Gold und Platin, alle Metalle der zweiten Gruppe zugegen sein. Ist der Niederschlag orangeroth, so ist Gold und Platin nicht vorhanden, es ist aber gewiss Antimonoxyd vorhanden, und es können Zinn und Arsen zugegen sein. Ist der Niederschlag gelb, so sind von den Metallen der zweiten Gruppe nur Zinn und Arsen vorhanden.

A. Wenn der Niederschlag braun oder schwarz ist, so trocknet man denselben und mengt ihn dann mit 1 Theil Natronsalpeter und 1 Theil entwässerten kohlsauren Natron. Nun schmelzt man in einem kleinen Porzellantiegel 2 Theile Natronsalpeter und trägt dann in denselben das obige Gemenge in Abtheilungen ein. Ist alles zu einer gleichförmigen Masse zusammengeschmolzen, so gießt man dieselbe auf einen Porzellanscherben aus, und zerreibt sie nach dem Erkalten zu einem feinen Pulver. Dieses Pulver übergießt man mit kaltem Wasser, und filtriert. Das Filtrat enthält nun das etwa vorhandene Arsen als arsensaures Natron, und außerdem kohlsaures, schwefelsaures und salpetersaures Natron. Es wird nach 1. auf Arsen geprüft.

Der auf dem Filter gebliebene, im Wasser unlösliche Rückstand kann Gold, Platin, Zinnoxid und antimonsaures Natron enthalten. Er wird mit einer Mischung aus gleichen Theilen Wasser und Alkohol gut ausgewaschen und dann nach 2. untersucht. Die Waschflüssigkeit lässt man nicht zu dem auf Arsen nach 1. zu prüfenden Filtrate fließen, sondern sammelt sie gesondert auf.

1. Die abfiltrirte Flüssigkeit versetzt man mit essigsaurem Bleioxid, filtriert den entstandenen weißen Niederschlag ab, und trocknet ihn durch Pressen zwischen Filtrierpapier.

Dieser Niederschlag enthält jedenfalls schwefelsaures und kohlsaures Bleioxid und bei Gegenwart von Arsen auch arsensaures Bleioxid. Man erhitzt den zwischen Filtrierpapier getrockneten Niederschlag auf der Kohle mit dem Löthrohre in der Redukzionsflamme, und erhält so ein Metallkorn, welches bei Gegenwart von **Arsen** einen knoblauchartigen Geruch entwickelt. Es besteht nämlich in diesem Falle das Metallkorn aus Arsen und Blei.

2. Der im Wasser unlösliche Theil der geschmolzenen Masse wird nach dem Auswaschen mit konzentrierter Natronlauge gekocht, die



Lösung dann mit einer dem Volumen nach gleichen Menge Alkohol vermischt und eine halbe Stunde bei Seite gestellt.

In der Natronlauge löst sich das etwa vorhandene Zinnoxid auf, während das Gold, Platin und antimonsaure Natron ungelöst bleiben. Man filtriert den ungelösten Rückstand ab, und prüft das alkalische Filtrat nach a) auf Zinn. Den auf dem Filter gebliebenen ungelösten Rückstand wäscht man mit einer Mischung aus gleichen Raumtheilen Weingeist und Wasser aus, und untersucht ihn dann nach b). Die beim Auswaschen dieses Rückstandes abtropfende Flüssigkeit vereinigt man nicht mit dem auf Zinn nach a) zu prüfenden Filtrate.

a) Das alkalische Filtrat säuert man mit Chlorwasserstoffsäure an, erhitzt es so lange, bis der Weingeist verdampft ist, und versetzt es dann mit Schwefelwasserstoffwasser.

Entsteht dadurch ein eigelber Niederschlag, so ist **Zinn** zugegen.

Um zu erfahren, ob das Zinn als Zinnoxidul oder als Zinnoxid in der Lösung sei, versetzt man eine Probe der ursprünglichen Lösung mit Einfach-Chlorquecksilber.

Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag von Halb-Chlorquecksilber, so ist **Zinnoxidul** vorhanden.

Entsteht durch Einfach-Chlorquecksilber kein weißer Niederschlag, so ist **Zinnoxid** zugegen.

b) Den in Natronlauge unlöslichen Rückstand erhitzt man mit Chlorwasserstoffsäure unter Zusatz von Weinsteinsäure und filtriert.

Das Filtrat versetzt man mit Schwefelwasserstoffwasser und erwärmt.

Entsteht durch Schwefelwasserstoffwasser ein orangerother Niederschlag, so ist **Antimonoxyd** vorhanden.

Der beim Erhitzen mit Chlorwasserstoffsäure und Weinsteinsäure gebliebene unlösliche Rückstand wird in Königswasser aufgelöst, die Auflösung verdampft und der Rückstand im Wasser gelöst.

Ein Theil dieser Lösung wird mit einer Lösung von Eisenvitriol versetzt. Entsteht dadurch ein brauner Niederschlag von metallischem Golde, so ist **Goldoxyd** zugegen.

Der zweite Theil der Lösung wird fast bis zur Trockene abgedampft, und dann mit Alkohol und Chlorammonium versetzt.

Es entsteht hiedurch bei Gegenwart von . . . . . **Platinoxyd** ein gelber Niederschlag.

*B.* Wenn der, die Schwefelmetalle der zweiten Gruppe enthaltende, Niederschlag orangeroth oder gelb ist, so prüft man denselben zweckmäßig auf Antimon, Zinn und Arsen auf folgende Art:

Man übergießt den, die Schwefelmetalle der zweiten Gruppe enthaltenden, Niederschlag in einem Kolben mit einer gesättigten Lösung von anderthalbfach-kohlensaurem Ammoniak, erwärmt denselben gelinde eine halbe Stunde lang, und filtriert.

Das Filtrat enthält das etwa vorhandene Arsen, es kann aber auch Zinn enthalten. Man prüft es nach 1.

Der in anderthalbfach-kohlensaurem Ammoniak unlösliche Rückstand enthält das vorhandene Antimon, er kann aber auch Zinn enthalten. Man wäscht diesen unlöslichen Rückstand so lange mit anderthalbfach-kohlensaurem Ammoniak aus, bis die Waschflüssigkeit mit Chlorwasserstoffsäure keinen gelben Niederschlag mehr gibt, und untersucht ihn dann nach 2. S. 37.

1. Die von dem, in anderthalbfach-kohlensaurem Ammoniak, unlöslichen Rückstande abfiltrirte Flüssigkeit macht man mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure sauer, versetzt sie mit Schwefelwasserstoffwasser, wäscht den entstandenen Niederschlag aus, und theilt ihn in zwei Theile.

Entsteht hiebei kein Niederschlag, so ist Arsen nicht zugegen.

a) Den einen Theil des Niederschlages löst man im erwärmten Ammoniak auf, und verdampft die Lösung im Wasserbade bis zur Trockene. Den Rückstand bringt man in ein an einem Ende zu einer kleinen Kugel aufgeblasenes Glasröhrchen und überschüttet denselben mit der sechsfachen Menge eines trockenen Gemenges aus gleichen Theilen entwässerten kohlensauren Natron und Cyankalium, so dass die Kugel mit dem ganzen Gemenge bis zur Hälfte voll wird. Erhitzt man nun die Kugel des Glasröhrchens mit der Spirituslampe durch längere Zeit, so erhält man bei Gegenwart von . . . . . **Arsen** im unteren Drittheile des Glasröhrchens einen schwarzen Spiegel von metallischem Arsen.

b) Den zweiten Theil des Niederschlages trägt man im schmelzenden Salpeter ein, kocht die geschmolzene Masse nach dem Erkalten mit Wasser aus, und säuert die erhaltene Flüssigkeit mit verdünnter Salpe-

tersäure an. Entsteht hiedurch ein weißer Niederschlag, so deutet dieser auf die Gegenwart von

**Zinn.**

Um sich von der Gegenwart des Zinn's zu überzeugen, filtriert man diesen Niederschlag ab, und verbrennt ihn nach dem Trocknen samt dem Filter. Die Asche schmelzt man mit Cyankalium zusammen, und löst das so reduzierte Metall in Chlorwasserstoffsäure auf. Die chlorwasserstoffsaure Auflösung gibt dann mit Einfach-Chlorquecksilber bei Gegenwart von Zinn einen weißen Niederschlag.

2. Der, in anderthalbfach-kohlensaurem Ammoniak, unlösliche Rückstand wird in heißer Chlorwasserstoffsäure unter Zusatz von etwas Salpetersäure gelöst, die Lösung mit anderthalbfach-kohlensaurem Ammoniak im Ueberschuss versetzt und einige Minuten gekocht.

a) Entsteht hiebei ein Niederschlag, so rührt dieser nur von der Gegenwart des Zinns her. Man filtriert den Niederschlag ab, wäscht ihn mit anderthalbfach-kohlensaurem Ammoniak aus und reduziert ihn mit Cyankalium wie oben in 1. b), um sich von der Gegenwart des Zinns zu überzeugen.

b) Die von dem zinnhaltigen Niederschlage abfiltrierte Flüssigkeit säuert man schwach mit Chlorwasserstoffsäure an, und leitet durch dieselbe Schwefelwasserstoffgas.

Entsteht dadurch ein orangerother Niederschlag, so ist **Antimonoxyd** zugegen.

III. Wenn keine Metalloxyde der ersten und zweiten Gruppe vorhanden sind, so versetzt man eine Probe der ursprünglichen Lösung mit Chlorammonium, Ammoniak und Schwefelammonium. Sind Metalloxyde der ersten oder zweiten Gruppe zugegen, so versetzt man eine Probe der, von dem durch Schwefelwasserstoff entstandenen Niederschlage, abfiltrierten Flüssigkeit mit Chlorammonium, Ammoniak und Schwefelammonium.

Entsteht durch Chlorammonium, Ammoniak und Schwefelammonium kein Niederschlag, so sind Metalloxyde der dritten Gruppe nicht zugegen. In diesem Falle prüft man (nach IV. S. 41), ob nicht Metalloxyde der vierten Gruppe vorhanden sind.

Entsteht dadurch aber ein Niederschlag, so sind Metalloxyde der dritten Gruppe zugegen.

Man versetzt die ganze ursprüngliche Lösung, oder die, von dem durch Schwefelwasserstoff entstandenen Niederschlage, abfiltrierte Flüssigkeit mit etwas Chlorammonium, setzt Ammoniak bis zur alkalischen Reaktion hinzu, und gibt dazu so lange Schwefelammonium, bis eine filtrierte Probe dadurch nicht mehr gefällt wird.

Den erhaltenen Niederschlag filtriert man ab, und wäscht ihn mit Wasser, dem etwas Schwefelammonium zugesetzt ist, aus.

Während des Auswaschens des die Schwefelmetalle der dritten Gruppe enthaltenden Niederschlages prüft man eine Probe der abfiltrierten Flüssigkeit nach IV. S. 41, ob nicht Metalloxyde der vierten Gruppe zugegen sind.

### *Dritte Gruppe.*

A. Hat der durch Ammoniak und Schwefelammonium entstandene Niederschlag eine schwarze Farbe, so können alle Metalloxyde der dritten Gruppe zugegen sein.

Man bringt diesen schwarzen Niederschlag in ein Becherglas, und übergießt ihn mit kalter verdünnter Chlorwasserstoffsäure.

Löst sich der Niederschlag in der kalten verdünnten Chlorwasserstoffsäure vollständig auf, oder scheidet sich hierbei nur Schwefel ab, so sind Kobaltoxydul und Nickeloxydul nicht vorhanden.

Bleibt beim Uebergießen des Niederschlages mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure ein schwarzer Rückstand, so deutet dieses auf die Gegenwart von Kobaltoxydul und Nickeloxydul. Man filtriert diesen schwarzen Rückstand ab und wäscht ihn mit Wasser aus.

1. Man löst nun den, in verdünnter Chlorwasserstoffsäure, unlöslichen Theil des Niederschlages in Königswasser auf, versetzt die Auflösung mit Ammoniak und filtriert.

Die filtrierte Auflösung hat bei Gegenwart von Nickeloxydul eine blaue, bei Gegenwart von Kobaltoxydul eine rosenrothe Farbe. Um das Kobaltoxydul neben Nickeloxydul zu erkennen, setzt man zu der mit Ammoniak versetzten Auflösung Chlorammonium und Natronlauge.

Entsteht hiedurch ein apfelgrüner Niederschlag so ist **Nickeloxydul** zugegen.

Um auf Kobaltoxydul zu prüfen, neutralisiert man die vom Nickeloxydulhydrate abfiltrierte Flüssigkeit, oder wenn Nickeloxydul nicht vorhanden ist, die mit Chlorammonium und Natronlauge versetzte ammoniakalische Flüssigkeit mit Ammoniak und Schwefelammonium.

Entsteht dadurch ein schwarzer Niederschlag, so ist **Kobaltoxydul** zugegen.

Man überzeugt sich von der Gegenwart des Kobaltoxyduls durch Prüfung dieses schwarzen Niederschlages mit dem Löthrohre.

2. Die Auflösung der Schwefelmetalle in verdünnter Chlorwasserstoffsäure, oder die vom ungelöst gebliebenen Schwefelkobalt und Schwefelnickel abfiltrierte Flüssigkeit versetzt man mit Salpetersäure und

erwärmt. Die Salpetersäure setzt man zu, um das Eisenoxydul in Eisenoxyd zu verwandeln.

Die mit Salpetersäure erwärmte Lösung versetzt man mit Ammoniak im Ueberschusse und erhitzt.

Entsteht dadurch ein Niederschlag, so kann dieser das Eisenoxyd, Chromoxyd und die Alaunerde enthalten.

Man filtrirt diesen Niederschlag ab, und prüft ihn nach a). Das Filtrat, oder wenn Eisen, Chrom und Alaunerde nicht zugegen sind, die mit Ammoniak versetzte Flüssigkeit prüft man auf Manganoxydul und Zinkoxyd nach b S. 40).

a) Der durch Ammoniak entstandene Niederschlag wird mit Natronlauge gekocht, und die erhaltene Flüssigkeit filtrirt. Hierbei löst sich die Alaunerde, während das Chromoxyd und Eisenoxyd ungelöst bleiben. Man hat daher das Filtrat auf Alaunerde, den auf dem Filter gebliebenen unlöslichen Rückstand aber auf Eisenoxyd und Chromoxyd zu prüfen.

Man säuert das auf Alaunerde zu prüfende Filtrat mit Chlorwasserstoffsäure an, kocht es unter Zusatz von etwas chloresurem Kali, und versetzt es mit Ammoniak.

Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist **Alaunerde** zugegen.

Der in Natronlauge unlösliche Theil des durch Ammoniak entstandenen Niederschlages wird getrocknet, und dann mit 1 Theil kohlensaurer Natron und 3 Theilen salpetersaurer Natron gemengt. Das Gemenge wird in einem Porzellantiegel oder auf einem Porzellanscherben geschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser ausgekocht und die erhaltene Flüssigkeit filtrirt.

Hat das Filtrat eine gelbe Farbe und gibt es nach dem Ansäuern durch Essigsäure mit essigsaurem Bleioxyde einen gelben Niederschlag, so ist **Chrom** zugegen.

Der beim Auskochen der geschmolzenen Masse mit Wasser etwa ungelöst gebliebene Rückstand wird in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, die Lösung nach Zusatz von einem Tropfen Salpetersäure gekocht, und dann mit Ferrocyankalium versetzt. Bei Gegenwart von **Eisen** entsteht ein blauer Niederschlag.

Um zu erfahren, ob das Eisen als Eisenoxydul oder als Eisenoxyd, oder als Eisenoxydul und Eisenoxyd vorhanden sei, löst man einen Theil der ursprünglichen Substanz im Wasser und theilt die Lösung in zwei Theile.

Einen Theil versetzt man mit Ferridcyankalium. Entsteht dadurch ein dunkelblauer Niederschlag, so ist **Eisenoxydul** zugegen.

Zu dem anderen Theile der Lösung setzt man Schwefelcyankalium. Entsteht dadurch eine blutrothe Färbung so ist **Eisenoxyd** vorhanden.

b) Die, von dem durch Ammoniak entstandenen Niederschläge, abfiltrirte Flüssigkeit, oder wenn Eisen, Chrom oder Alaunerde nicht zugegen sind, die mit Ammoniak versetzte Flüssigkeit wird mit Schwefelammonium versetzt.

Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist **Zinkoxyd** zugegen.

Entsteht dadurch ein fleischrother Niederschlag, so ist **Manganoxydul** vorhanden, es kann aber dann auch Zinkoxyd zugegen sein. Man filtrirt den fleischrothen Niederschlag ab, wäscht ihn mit Wasser aus, und löst ihn in Chlorwasserstoffsäure auf. Die Auflösung versetzt man mit Natronlauge im Ueberschusse, kocht und filtrirt. Das Filtrat versetzt man mit Schwefelwasserstoffwasser. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist neben Manganoxydul auch Zinkoxyd zugegen.

*B.* Hat der durch Ammoniak und Schwefelammonium entstandene Niederschlag keine schwarze Farbe, so sind Eisen, Kobalt und Nickel nicht vorhanden; es können aber alle anderen Metalloxyde der dritten Gruppe zugegen sein, da in einer größeren Menge eines weißen Niederschlages die nicht sehr intensiven Farben des Schwefelmangans und Chromoxydhydrates verschwinden.

Man bringt diesen Niederschlag in eine kleine Porzellanschale, übergießt ihn mit wenig Chlorwasserstoffsäure, und kocht bis sich der Niederschlag gelöst und die Entwicklung von Schwefelwasserstoff aufgehört hat.

Die erhaltene chlorwasserstoffsäure Lösung versetzt man mit Ammoniak im Ueberschusse und erhitzt.

Entsteht durch Ammoniak kein Niederschlag, so sind Chromoxyd und Alaunerde nicht vorhanden.

Entsteht durch Ammoniak ein Niederschlag, so filtrirt man diesen ab, wäscht ihn mit Wasser aus und prüft ihn nach *a. S. 41* auf Chromoxyd und Alaunerde. Das Filtrat, oder, wenn Chromoxyd und Alaunerde nicht zugegen sind, die mit Ammoniak versetzte Flüssigkeit prüft man auf Manganoxydul und Zinkoxyd nach *b. S. 41*.

a) Der durch Ammoniak entstandene Niederschlag wird mit Natronlauge gekocht.

Löst sich derselbe vollständig auf, so besteht er nur aus Alaunerdehydrat. Um sich davon zu überzeugen, säuert man die Lösung mit Chlorwasserstoffsäure an, kocht dieselbe unter Zusatz von etwas chlorsaurem Kali und versetzt sie mit Ammoniak. Ein dadurch entstehender weißer Niederschlag beweist die Gegenwart der **Alaunerde**.

Bleibt beim Kochen des durch Ammoniak entstandenen Niederschlages ein unlöslicher Rückstand, so deutet dieses auf die Gegenwart von **Chrom**.

Man filtriert den unlöslichen Rückstand ab, wäscht ihn mit Wasser aus und schmelzt ihn (wie oben S. 39. 2. a) mit kohlsaurem Natron und Natronsalpeter zusammen, um sich von der Gegenwart des Chroms zu überzeugen. Die von dem unlöslichen, aus Chromoxydhydrate bestehenden, Rückstände abfiltrierte Flüssigkeit versetzt man nach dem Ansäuern mit Chlorwasserstoffsäure und Erhitzen mit chlorsaurem Kali mit Ammoniak. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist neben Chromoxyd auch Alaunerde zugegen.

b) Die, von dem durch Ammoniak entstandenen Niederschlage, abfiltrierte Flüssigkeit, oder wenn Chrom oder Alaunerde nicht zugegen sind, die mit Ammoniak versetzte Flüssigkeit versetzt man mit Schwefelammonium und prüft den etwa entstandenen Niederschlag auf Manganoxydul und Zinkoxyd (nach A. 2. b. S. 40).

IV. Wenn keine Metalloxyde der dritten Gruppe zugegen sind, so versetzt man eine Probe der von den Schwefelmetallen der ersten und zweiten Gruppe abfiltrierten Flüssigkeit mit Chlorammonium, Ammoniak und kohlsaurem Ammoniak.

Entsteht dadurch kein Niederschlag, so sind Metalloxyde der vierten Gruppe nicht vorhanden. In diesem Falle prüft man (nach V. S. 43), ob nicht Metalloxyde der fünften Gruppe zugegen sind.

Entsteht durch Chlorammonium, Ammoniak und kohlsaures Ammoniak ein weißer Niederschlag, so sind Metalloxyde der vierten Gruppe vorhanden.

Wenn keine Metalloxyde der ersten, zweiten und dritten Gruppe zugegen sind, so prüft man eine Probe der ursprünglichen Lösung der Substanz mit Chlorammonium, Ammoniak und kohlsaurem Ammoniak.

Sind Metalloxyde der dritten Gruppe vorhanden, so verdampft man eine Probe der, von den Schwefelmetallen der dritten Gruppe, abfiltrierten Flüssigkeit in einem Porzellantiegel bis zur Trockene und glüht. Bleibt nach dem Glühen kein Rückstand, so kann von den Basen nur noch Am-

moniumoxyd zugegen sein. Bleibt aber ein Rückstand, so versetzt man die von den Schwefelmetallen der dritten Gruppe abfiltrierte Flüssigkeit mit Chlorwasserstoffsäure, bis sie sauer reagiert, um das überschüssige Schwefelammonium zu zerstören, erhitzt und filtriert.

Eine Probe des Filtrates prüft man mit Chlorammonium, Ammoniak und kohlen-saurem Ammoniak.

Hat man sich von der Gegenwart der Metalloxyde der vierten Gruppe überzeugt, so versetzt man die ganze Menge des mit Chlorwasserstoffsäure behandelten Filtrates oder der von den Schwefelmetallen der ersten und zweiten Gruppe abfiltrierten Flüssigkeit, oder wenn Metalloxyde der ersten, zweiten und dritten Gruppe nicht vorhanden sind, die ursprüngliche Lösung mit Chlorammonium, Ammoniak und kohlen-saurem Ammoniak, filtriert den entstandenen Niederschlag ab, und wäscht ihn mit Wasser aus.

Während des Auswaschens des, die kohlen-sauren Salze der Metalloxyde der vierten Gruppe enthaltenden, Niederschlages prüft man eine Probe des Filtrates (nach V. S. 43), ob nicht Metalloxyde der fünften Gruppe zugegen sind.

#### *Vierte Gruppe.*

Der durch Chlorammonium, Ammoniak und kohlen-saures Ammoniak entstandene Niederschlag wird in sehr wenig verdünnter Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und eine Probe der Auflösung mit schwefel-saurem Kalk versetzt.

Entsteht dadurch auch nach einiger Zeit kein Niederschlag, so kann von den Metalloxyden der vierten Gruppe nur **Kalk** zugegen sein. Von der Gegenwart des Kalkes überzeugt man sich dadurch, dass man eine Probe der chlorwasserstoffsäuren Auflösung mit Ammoniak und oxalsäurem Ammoniak versetzt. Es muß dadurch ein weißer Niederschlag von oxalsäurem Kalk entstehen.

Entsteht durch schwefelsauren Kalk ein Niederschlag, so können Baryt, Strontian und Kalk zugegen sein. In diesem Falle macht man folgende Versuche:

1. Man versetzt eine neue Probe der chlorwasserstoffsäuren Auflösung mit **Kieselfluorwasserstoffsäure**.

Entsteht dadurch kein Niederschlag, so ist kein Baryt, sondern nur **Strontian** vorhanden.

Entsteht durch Kieselfluorwasserstoffsäure ein Niederschlag, so ist **Baryt** zugegen, es können aber auch Strontian und Kalk vorhanden sein.



2. Man filtriert den durch Kieselfluorwasserstoffsäure entstandenen Niederschlag ab, und theilt das Filtrat oder wenn Baryt nicht vorhanden ist, die mit Kieselfluorwasserstoffsäure versetzte Probe in zwei Theile.

a) Den einen Theil versetzt man mit schwefelsaurem Kali. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist wahrscheinlich Strontian zugegen.

Man filtriert den Niederschlag ab, verdünnt das Filtrat mit Wasser, und setzt dazu, oder wenn Strontian nicht vorhanden ist, zu der mit schwefelsaurem Kali versetzten Flüssigkeit, oxalsaures Ammoniak. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist Kalk vorhanden.

b) Den zweiten Theil benützt man, um sich von der Anwesenheit des Strontians zu überzeugen. Man versetzt ihn nämlich mit kohlen-saurem Ammoniak, filtriert den entstandenen Niederschlag ab und löst ihn in wenig Salpetersäure auf. Die salpetersaure Auflösung verdampft man bis zur Trockene, und schüttelt den Rückstand durch einige Zeit mit starkem Alkohol. Bei Gegenwart von Strontian bleibt ein unlöslicher Rückstand. Löst man diesen Rückstand in wässrigem Weingeist und zündet die Lösung an, so brennt sie mit rother Flamme.

#### *Fünfte Gruppe.*

V. Sind keine Metalloxyde der vierten Gruppe zugegen, ist aber beim Verdampfen einer Probe der, von den Schwefelmetallen der dritten Gruppe, abfiltrierten Flüssigkeit und nachherigen Glühen ein Rückstand geblieben, so versetzt man die schon mit Chlorammonium, Ammoniak und kohlen-saurem Ammoniak versetzte Probe mit phosphorsaurem Natron und schüttelt. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist **Magnesia** zugegen.

Sind Metalloxyde der vierten Gruppe vorhanden, so versetzt man eine Probe der, von dem durch kohlen-saures Ammoniak entstandenen Niederschlage, abfiltrierten Flüssigkeit mit phosphorsaurem Natron.

Wenn keine Metalloxyde der dritten und vierten Gruppe zugegen sind, aber eine Probe der von den Schwefelmetallen der ersten und zweiten Gruppe abfiltrierten Flüssigkeit beim Verdampfen und nachherigen Glühen einen Rückstand gibt, so prüft man eine Probe der von den Schwefelmetallen der ersten und zweiten Gruppe abfiltrierten Flüssigkeit mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak auf **Magnesia**.

Fehlen endlich die Metalloxyde der ersten, zweiten, dritten und vierten Gruppe, so macht man die Prüfung auf **Magnesia** mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak in einer Probe der ursprünglichen Lösung.

Entsteht durch phosphorsaures Natron kein Niederschlag, so ist Magnesia nicht vorhanden. In diesem Falle prüft man weiter (nach 1.) auf die Gegenwart von Kali und Natron.

Hat man Magnesia gefunden, so schlägt man einen anderen Weg (siehe 2.) ein, um Kali und Natron aufzusuchen.

1. Bei Abwesenheit von Magnesia wird die noch übrige Flüssigkeit, zu der man noch kein phosphorsaures Natron hinzugesetzt hat, in einer Porzellanschale eingedampft und der Rückstand in einem Tiegel geglüht. Dadurch werden alle ammoniakalischen Salze, die während der früheren Untersuchung hineinkamen, vollständig verflüchtigt.

Es versteht sich von selbst, dass dieses Glühen nicht nöthig wäre, sobald in der zu untersuchenden Substanz nur Kali und Natron ohne Ammoniak vorhanden sind.

Der geglühte Rückstand wird dann auf die Gegenwart von Kali und Natron folgendermaßen untersucht:

a) Der größere Theil desselben wird in wenig Wasser gelöst, und entweder mit Weinsäure im Ueberschusse, oder auch mit einer Lösung von Zweifach-Chlorplatin und Alkohol und einigen Tropfen Chlorwasserstoffsäure versetzt.

Entsteht im ersteren Falle ein weißer Niederschlag von sauren-weinsaurem Kali, im anderen Falle ein gelber Niederschlag von Zweifach-Chlorplatin Chlorkalium, so ist die Gegenwart des **Kali's** erwiesen.

b) Der kleinere Theil des Rückstandes wird in Weingeist gelöst und die Lösung angezündet. Eine stark wachsgelbe Färbung der Flamme beweist die Gegenwart von **Natron.**

2. Bei Gegenwart von Magnesia wird die übrige Flüssigkeit, zu der noch kein phosphorsaures Natron gesetzt wurde, bis zur Trockene eingedampft, der Rückstand mit etwas verdünnter Schwefelsäure befeuchtet und dann geglüht.

Der geglühte Rückstand wird in Wasser gelöst, und zu der kochend heiß gemachten Flüssigkeit so lange Barytwasser gesetzt, als noch ein weißer Niederschlag entsteht. Die vorhandenen schwefelsauren Salze werden dadurch vollständig zerlegt, und es wird alle Schwefelsäure als schwefelsaurer Baryt gefällt. Mit letzterem fällt aber zu gleicher Zeit auch die Magnesia als Magnesiahydrat heraus.

In der Flüssigkeit bleiben allenfalls vorhandenes Kali und Natron neben überschüssig zugesetztem Barythydrat gelöst.

Die Flüssigkeit wird vom Niederschlage abfiltrirt, der darin enthaltene Baryt durch kohlen-saures Ammoniak gefällt und das Ganze einige Zeit erhitzt.

Der entstandene kohlen-saure Baryt wird sodann neuerdings abfiltrirt, das Filtrat wieder bis zur Trockene eingedampft und stark geglüht, um das Ammoniaksalz vollständig zu vertreiben.

Bleibt sodann ein fixer Rückstand, so wird dieser auf die Gegenwart des Kali und Natron auf gleiche Weise untersucht, wie dieß, wenn Magnesia nicht vorhanden ist, geschieht.

Auf diese Weise ist man nun im Stande, sämmtliche, im Eingange erwähnten Basen der fünf Gruppen, selbst wenn sie alle neben einander vorkommen sollten, genau zu unterscheiden und zu bestimmen. Es läßt der bis zu Ende verfolgte Gang der Analyse diese sämmtlichen Basen neben einander finden, mit alleiniger Ausnahme des Ammoniumoxydes; die Bestimmung desselben bei den Basen der fünften Gruppe ist darum nicht möglich, weil während der Analyse bei den früheren Gruppen Ammoniak und Ammoniaksalze immer zur Flüssigkeit hinzugesetzt werden, und man daher zuletzt immer Ammoniak finden würde.

Um nun auch das Ammoniak in der zu untersuchenden Substanz nachzuweisen, wird dieses immer in der ursprünglichen Substanz bestimmt.

Zu diesem Behufe wird die gepulverte Substanz auf einem Uhrglase mit Kalkhydrat und etwas Wasser, oder auch mit Natronlauge zusammengebracht, und das Gemenge mit einem Glasstabe umgerührt.

Entwickelt sich ein ammoniakalischer Geruch und zeigen sich dichte weiße Nebel, wenn ein, mit Chlorwasserstoffsäure befeuchteter Glasstab über das Gemenge gehalten wird, so ist **Ammoniumoxyd** zugegen.

## B. Auffindung der Säuren oder der Metalloide

(der elektropositiven Bestandtheile).

Zur Auffindung der Säuren in der zu untersuchenden Substanz wird die zweite Hälfte derselben im Wasser gelöst, und die Untersuchung dann in folgender Weise vorgenommen:

I. Ein Theil der Lösung der Substanz wird zuerst mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, entsteht dadurch ein Aufbrausen von entweichendem Gase, so sind **Kohlensäure** oder **Schwefelwasserstoffsäure** (letztere in der Substanz als Schwefelmetall), oder auch beide zugleich zugegen. Entsteht durch Chlorwasserstoffsäure kein Aufbrausen, so sind

diese Säuren nicht vorhanden. Ist das entweichende Gas geruchlos, so ist nur Kohlensäure allein vorhanden; riecht das Gas jedoch nach faulen Eiern, so ist . . . . . **Schwefelwasserstoffsäure** zugegen, im letzteren Falle können jedoch auch beide Säuren neben einander in der Substanz enthalten sein.

Die Gegenwart der Kohlensäure neben der Schwefelwasserstoffsäure wird dann durch Barytsalz erkannt, indem auf die anderen Säuren weiter untersucht wird.

II. Ein anderer Theil der Lösung wird mit salpetersaurem Baryt versetzt.

Entsteht dadurch ein Niederschlag, so können Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Borsäure, arsenige Säure, Arsensäure oder Chromsäure, oder auch alle diese Säuren neben einander vorhanden sein.

Entsteht durch salpetersauren Baryt kein Niederschlag, so sind alle genannten Säuren nicht zugegen, und man geht zu III. S. 48 in der weiteren Untersuchung auf die Säuren über.

Der durch salpetersauren Baryt entstandene Niederschlag wird nun zuerst mit verdünnter Salpetersäure versetzt.

a) Verschwindet der Niederschlag auf Zusatz dieser Säure nicht oder nur theilweise, so ist . . . . . **Schwefelsäure** vorhanden.

Verschwindet hingegen der Niederschlag auf Zusatz dieser Säure vollständig, so ist Schwefelsäure nicht vorhanden, sondern es sind die übrigen Säuren zugegen. Diese sind aber auch neben Schwefelsäure vorhanden, wenn der Niederschlag nur theilweise verschwand.

b) Verschwand der Niederschlag auf Zusatz von Salpetersäure, gleichgiltig ob ganz oder theilweise, und zeigte sich ein Aufbrausen von entweichendem Gase, so war . . . . . **Kohlensäure** vorhanden.

c) Die Gegenwart der Phosphorsäure wird daran erkannt, dass eine neue Probe der ursprünglichen Lösung der Substanz mit molybdänsaurem Ammoniak und Salpetersäure (wie S. 26) untersucht wird. Ein entstehender gelber Niederschlag zeigt die **Phosphorsäure** an.

Bei dieser äußerst empfindlichen Reaktion auf Phosphorsäure könnte man nur durch die Gegenwart der Arsensäure getäuscht werden, die gegen molybdänsaures Ammoniak ein ähnliches Verhalten zeigt.

Es muß daher bei Gegenwart dieser letzteren diese erst durch

Schwefelwasserstoff aus der Flüssigkeit entfernt, und diese dann nach Vertreibung des Schwefelwasserstoffes durch Erhitzen, auf Phosphorsäure geprüft werden.

d) Die Gegenwart der Borsäure erkennt man, wenn man zu einer Probe der zu untersuchenden Substanz, nachdem man sie gepulvert hat, Schwefelsäure und Alkohol setzt und letzteren anzündet. Erscheint bei dem Umrühren mit einem Glasstabe die Alkoholflamme spargelgrün gefärbt, so ist . . . . . **Borsäure** zugegen.

Was nun die arsenige Säure, Arsensäure und Chromsäure betrifft, so hat man deren Gegenwart in der Substanz zum Theile schon bei der Untersuchung auf die Basen erkannt.

Die Chromsäure wird durch Schwefelwasserstoff zu Chromoxyd reduziert, und dann als solches bei den Basen der dritten Gruppe durch Schwefelammonium gefällt.

Es wäre bei der betreffenden Fällung dieser drei Körper durch Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium nur noch zu unterscheiden, ob das gefundene Arsen als arsenige Säure oder als Arsensäure, das gefundene Chrom als Chromoxyd oder als Chromsäure in der zu untersuchenden Substanz enthalten waren.

In Betreff der arsenigen Säure oder Arsensäure kann man sich leicht in einer ursprünglichen Lösung der zu untersuchenden Substanz mittelst salpetersaurem Silberoxyd überzeugen, die man zu einer Probe der Flüssigkeit hinzusetzt.

Die . . . . . **arsenige Säure** giebt mit salpetersaurem Silberoxyd einen gelben, die . . . **Arsensäure** einen rothbraunen Niederschlag.

Nur wenn in der ursprünglichen Lösung der Substanz außer arseniger Säure oder Arsensäure überhaupt Substanzen sind, die mit salpetersaurem Silberoxyd verschieden gefärbte Niederschläge geben, ist diese direkte Ueberzeugung nicht möglich.

In letzterem Falle müßte man die arsenige Säure oder Arsensäure vollständig mit Schwefelwasserstoff fällen, den Niederschlag abfiltrieren und in Kalilauge lösen.

Kocht man die Lösung sodann mit Wismuthoxydhydrat, so bildet sich dadurch arsenigsaures oder arsensaures Kali und Schwefelwismuth. Man filtriert die Flüssigkeit vom unlöslichen Schwefelwismuth ab, und untersucht sie sodann auf arsenige Säure und Arsensäure (nach e und f S. 48).

e) Ein Theil derselben wird mit einigen Tropfen einer Kupfer-  
vitriollösung versetzt und gekocht.

Entsteht in der klaren, schwach blau gefärbten Lösung beim Kochen  
ein rother Niederschlag von sich ausscheidendem Kupferoxydul, so  
ist . . . . . **arsenige Säure**  
zugegen. Die Lösung enthält dann Kali in Verbindung mit Arsensäure,  
die aus der arsenigen Säure auf Kosten des Sauerstoffes des Kupferoxy-  
des entstanden ist.

f. Ein anderer Theil der Flüssigkeit wird mit Salpetersäure neu-  
tralisiert und dann mit salpetersaurem Silberoxyd versetzt. Eine roth-  
brauner Niederschlag zeigt die . . . . . **Arsensäure**  
an.

g. Nachdem allenfalls vorhandene Chromsäure stets als Chrom-  
oxyd bei den Basen der 3. Gruppe gefunden wird, kann man doch die  
Gegenwart der Chromsäure oder des Chromoxydes in der zu untersu-  
chenden Substanz leicht erkennen. Es sind nämlich die Lösungen der  
chromsauren Salze und Chromoxydsalze verschieden gefärbt. Während  
erstere gelb oder roth sind, sind letztere stets grün oder violett.

Die gelben Lösungen der neutralen chromsauren Salze werden auf  
Zusatz einer Säure ebenfalls roth. Diese rothen Lösungen der sauren  
chromsauren Salze, lassen sich dann leicht in die grünen des Chrom-  
oxydes umwandeln, wenn man die Flüssigkeit mit Chlorwasser-  
stoffsäure und Alkohol erhitzt; es wird dadurch die Chromsäure  
zu Chromoxyd reduziert. Diese Erscheinungen lassen dann über die  
Gegenwart der Chromsäure keinen Zweifel mehr übrig.

III. Nachdem mittelst Chlorwasserstoffsäure und dann mittelst sal-  
petersaurem Baryt die Gegenwart der vorhergenannten Säuren ange-  
zeigt und diese dann einzeln bestimmt wurden, wird eine neue Probe  
der Lösung der Substanz auf die Gegenwart des Chlors und Jods  
untersucht. Die mit Salpetersäure angesäuerte Flüssigkeit wird mit sal-  
petersaurem Silberoxyd versetzt.

Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, der sich auf  
Zusatz von Ammoniak löst, so ist . . . . . **Chlor**  
vorhanden.

Entsteht durch salpetersaures Silberoxyd ein gelblichweißer Nie-  
derschlag, so ist . . . . . **Jod**  
zugegen. Es kann aber auch Chlor vorhanden sein. Um sich von der  
Gegenwart des Chlors zu überzeugen, digeriert man den Niederschlag  
mit Ammoniak, filtriert das ungelöst bleibende Jodsilber ab, und ver-

setzt das Filtrat mit Salpetersäure im Ueberschusse. Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag, so ist neben Jod auch Chlor vorhanden.

IV. Zuletzt wird auf die Gegenwart der Salpetersäure geprüft, indem man eine neue Probe der Lösung der Substanz mit einem Eisenvitriolkristall und etwas Schwefelsäure versetzt und nöthigenfalls erwärmt; die braune Färbung des Kristalls, so wie der Flüssigkeit, würde die Gegenwart der . . . . . Salpetersäure anzeigen.

## II. Untersuchung von Substanzen, welche im Wasser nur theilweise oder gar nicht löslich sind, sich aber vollständig in Säuren auflösen.

### A. Auffindung der Basen oder der Metalle

(der elektropositiven Bestandtheile).

Eine Probe der gepulverten Substanz wird zuerst mit Wasser gekocht und dann filtriert.

Eine kleine Menge des Filtrates verdampft man in einem Porzellanschälchen bis zur Trockene, und sieht nach, ob ein Rückstand geblieben ist. Ist dieß der Fall, so wird das ganze Filtrat oder die wässerige Lösung nach dem vorherbeschriebenen Gange (S. 29) untersucht.

Der nicht im Wasser lösliche Rückstand oder die ganze Substanz, — falls sich im Wasser gar nichts löst, — wird (wie Seite 20 angegeben ist) mittelst Chlorwasserstoffsäure, oder auch Salpetersäure oder wenn nöthig, durch diese beiden Säuren zugleich in Lösung gebracht.

I. und II. Die Auflösung wird mit Wasser hinreichend verdünnt, von dem allenfalls ausgeschiedenen Schwefel abfiltriert, und wenn eine Probe der Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoffwasser schon einen Niederschlag gab, sodann mit Schwefelwasserstoffgas (wie Seite 29 erwähnt) behandelt. Dadurch werden die vorhandenen Metalloxyde der ersten und zweiten Gruppe gefällt.

#### *Erste und zweite Gruppe.*

Die Untersuchung auf das Vorhandensein beider Gruppen, und der einzelnen Metalloxyde derselben neben einander, wird dann auf gleiche Weise ausgeführt, wie dieß bei den in Wasser löslichen Substanzen angegeben wurde.

Bei diesem Behandeln der Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoffgas, kann es hier vorkommen, dass, wenn die Flüssigkeit zu viel Salpetersäure enthält, durch Schwefelwasserstoff keine Metalloxyde, — wenn

diese auch vorhanden sind, — gefällt werden. Es wird nämlich in diesem Falle alles hineingeleitete Schwefelwasserstoffgas durch die in großer Menge vorhandene Salpetersäure gleich immer in Schwefel, Wasser, Untersalpetersäure und salpetrige Säure zerlegt; es scheidet sich bei diesem Vorgange dann nur Schwefel, — oft in ungeheurer Menge, ganze Krusten bildend, an der Oberfläche der Flüssigkeit ab. Um dieß nun zu vermeiden, ist es gut, die viel Salpetersäure enthaltende Flüssigkeit zuerst mit Ammoniak zu neutralisieren, dann mit etwas Chlorwasserstoffsäure wieder sauer zu machen, und darauf erst das Schwefelwasserstoffgas hineinzuleiten.

III. Die vom Niederschlage der ersten und zweiten Gruppe abfiltrirte, oder wenn diese beiden Gruppen nicht vorhanden wären, die ursprüngliche Flüssigkeit wird zur Fällung der Basen der dritten Gruppe, — nachdem man sich in einer Probe der Flüssigkeit von der Gegenwart derselben schon überzeugt hat —, mit Ammoniak und Schwefelammonium versetzt. Sind keine Basen der 3. Gruppe vorhanden, so wird gleich zu IV. S. 53 geschritten.

Mit den Basen der 3. Gruppe können hier, bei in Säuren löslichen Substanzen durch Ammoniak und Schwefelammonium auch die alkalischen Erden, an Phosphorsäure gebunden, herausfallen; in letzterem Falle erleidet die Untersuchung dann wesentliche Veränderungen von jener im Wasser löslicher Substanzen.

### *Dritte Gruppe.*

Der durch Schwefelammonium entstandene Niederschlag wird abfiltrirt — mit Wasser, dem einige Tropfen Schwefelammonium zugesetzt sind, gut ausgewaschen, das Filtrat bei Seite gesetzt, und nach IV. S. 53 untersucht.

Der Niederschlag wird im Anfange auf gleiche Weise behandelt, wie dieß bei den im Wasser löslichen Substanzen (Seite 38, 3. Gruppe) angegeben wurde. Man übergießt ihn zuerst mit verdünnter Salzsäure, bleibt dabei ein unlöslicher, schwarzer Rückstand, so wird dieser abfiltrirt, gut ausgewaschen, und später (wie Seite 38 unter 1. angegeben) auf Kobalt und Nickel untersucht.

Die vom allenfalls vorhandenen Kobalt und Nickel abfiltrirte — oder im Falle sich in der verdünnten Salzsäure alles gelöst hat, die salzsaure Lösung wird sodann, — wenn der Niederschlag der Schwefelmetalle grau oder schwarz gefärbt war, — zur Oxydation des Eisenoxyduls mit etwas Salpetersäure versetzt und erhitzt.



Ist dieß geschehen, so kann man sich in dieser Flüssigkeit alsbald von der Gegenwart der **Phosphorsäure** beziehungsweise phosphorsauren Salze überzeugen, wenn man mit molybdänsaurem Ammoniak und Salpetersäure die bekannte Reaktion vornimmt.

Sind phosphorsaure Salze nicht zugegen, so ist die Untersuchung auf sämtliche Basen der 3. Gruppe, — der Seite 38 angegebenen Untersuchung von im Wasser löslichen Substanzen ganz gleich.

Hat man sich jedoch von der Gegenwart der Phosphorsäure überzeugt, und ist man in Folge dessen berechtigt, auf die Gegenwart phosphorsaurer alkalischer Erden zu schließen, so ist es wohl möglich, dass die gefundene Phosphorsäure nur an Alaunerde gebunden sein könne, indem die phosphorsaure Alaunerde sich gegen Reagenzien genau so verhält, wie die freie Alaunerde allein, indessen ist es doch nöthig, auch die Gegenwart der an Phosphorsäure gebundenen alkalischen Erden voranzusetzen.

In letzterem Falle wird die Untersuchung so eingeleitet, dass man zu der salzsauren, — von allenfalls vorhandenem Schwefelkobalt und Schwefelnickel abfiltrierten und mit Salpetersäure bereits oxydierten Flüssigkeit, verdünnte Schwefelsäure hinzusetzt.

Sind Baryt und Strontian vorhanden, so werden diese durch die Schwefelsäure ganz, der Kalk aber theilweise gefällt.

Entsteht durch Schwefelsäure kein Niederschlag, so sind Baryt, Kalk und Strontian nicht vorhanden.

Im ersteren Falle erhitzt man die Flüssigkeit ein wenig, lässt den entstandenen Niederschlag absetzen, und filtriert dann.

Das Filtrat, möglicher Weise Eisenoxyd, Manganoxydul, Zinkoxyd, Chromoxyd, Alaunerde und Magnesia enthaltend, wird indessen bei Seite gesetzt, und später nach a. untersucht.

Der Niederschlag mit allenfalls vorhandenem schwefelsauren Baryt, Strontian und Kalk wird mit Wasser längere Zeit ausgewaschen. Der vorhandene schwefelsaure **Kalk** wird durch den Ueberschuss des Waschwassers gelöst und kann in diesem dann mittelst Ammoniak und oxalsaurem Ammoniak nachgewiesen werden.

Nicht so ist es mit dem vorhandenen schwefelsauren Baryt und Strontian der Fall. Um diese beiden einzeln und neben einander zu bestimmen, wird der Rückstand vom Filter in ein Kölbchen hinabgewaschen, und hier mit kohlensaurem Natron längere Zeit gekocht.

Durch letztere werden die schwefelsauren Salze in kohlensaure Salze verwandelt, während sich schwefelsaures Natron bildet, und in der Flüssigkeit löst.

Der in kohlensaurem Natron unlösliche Rückstand wird darauf abfiltriert, ausgewaschen und in verdünnter Chlorwasserstoffsäure gelöst. Die Lösung kann dann mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure auf die Gegenwart des Baryts,  
— und nach dem Abfiltrieren des Kieselfluorbaryums das Filtrat mittelst schwefelsauren Kali's auf die Gegenwart des Strontians  
geprüft werden, wie dieß schon Seite 43 1, 2, a. b. erwähnt wurde.

a. Die von dem allenfalls vorhandenen schwefelsauren Baryt, Strontian und Kalk abfiltrirte Flüssigkeit mit den übrigen, möglicherweise vorhandenen Basen wird folgendermaßen weiter untersucht.

Man setzt zu derselben Ammoniak im Ueberschusse hinzu. Entsteht dadurch ein Niederschlag, so kann dieser Eisenoxyd, Alaunerde und Magnesia, letztere an Phosphorsäure gebunden, — enthalten; auch Chromoxyd könnte im Niederschlage sein, auf das jedoch vorläufig keine Rücksicht genommen werden soll.

Entsteht dadurch kein Niederschlag, so sind die erwähnten Basen nicht vorhanden, die Flüssigkeit wird dann gleich nach d. S. 53 untersucht.

Der durch Ammoniak entstandene Niederschlag wird abfiltriert, mit Wasser gut ausgewaschen, und weiter untersucht; das Filtrat bei Seite gesetzt und dann nach d. S. 53 geprüft.

Der Niederschlag wird zuerst mit Natronlauge gekocht; sind Eisenoxyd und Magnesia vorhanden, so bleiben diese ungelöst zurück, während Alaunerde sich in der Natronlauge löst.

Man filtrirt nöthigenfalls ab, und untersucht das Filtrat nach b. auf Alaunerde; den Niederschlag nach c auf Eisenoxyd und Magnesia.

b. Das Filtrat oder bei Abwesenheit von Eisenoxyd und Magnesia die alkalische Lösung wird mit Chlorammonium im Ueberschusse versetzt. Entsteht dadurch ein Niederschlag, so war Alaunerde  
vorhanden.

c. Der in der Natronlauge unlösliche, muthmaßlich Eisenoxyd und Magnesia enthaltende Theil des durch Ammoniak entstandenen Niederschlages, wird in verdünnter Salzsäure gelöst. Die Lösung wird mit nicht zu wenig Weinsäure versetzt und darauf mit Ammoniak übersättigt.

Setzt man nun zu dieser Flüssigkeit phosphorsaures Natron so wird die etwa vorhandene **Magnesia** als phosphorsaure Magnesia-Ammoniak gefällt, während Eisenoxyd gelöst bleibt.

In der von dem phosphorsauren Magnesia-Ammoniak abfiltrierten Flüssigkeit, oder wenn dieses nicht gefällt wurde, in der mit Weinsäure und Ammoniak versetzten Flüssigkeit kann man dann das Eisenoxyd mit Schwefelammonium nachweisen. Entsteht durch letzteres ein schwarzer Niederschlag, so ist **Eisenoxyd** zugegen, im andern Falle nicht.

Hätte man bei dem eben erwähnten Gange auch auf **Chromoxyd** Rücksicht zu nehmen, so wäre dieß entweder allein oder neben dem Eisenoxyd zuletzt durch Schwefelammonium gefällt worden. In diesem Falle müßte der Niederschlag abfiltriert, ausgewaschen und auf ähnliche Weise behandelt werden, wie dieß Seite 39. 2. a. bei den im Wasser löslichen Substanzen erörtert wurde. Es dürfte hier, da Eisenoxyd und Chromoxyd allein vorhanden sind, bloß der Niederschlag in Chlorwasserstoffsäure mit Zusatz von etwas Salpetersäure aufgelöst, die filtrierte Lösung mit Ammoniak unter Erhitzen gefällt und der abfiltrierte Niederschlag gleich mit kohlensaurem Natron und Salpeter geschmolzen werden.

d. In der mit Ammoniak versetzten oder in der vom entstandenen Niederschlage abfiltrierten Flüssigkeit können **Manganoxydul** oder **Zinkoxyd** oder beide zugleich vorhanden sein. — Es werden diese beiden Metalle dann auf gleiche Weise bestimmt und neben einander unterschieden, wie dieß (Seite 40. b.) bei den im Wasser löslichen Substanzen angegeben wurde.

#### *Vierte Gruppe.*

IV. Die von den Basen der dritten Gruppe und den etwa vorhandenen phosphorsauren alkalischen Erden abfiltrierte, oder auch, wenn Basen der dritten Gruppe nicht zugegen wären, die von den Schwefelmetallen der ersten und zweiten Gruppe abfiltrierte Flüssigkeit oder wenn Basen der ersten, zweiten und dritten Gruppe nicht vorhanden waren, die ursprüngliche Lösung der Substanz wird darauf auf die Basen der vierten Gruppe in gleicher Weise untersucht, wie dieß bei den in Wasser löslichen Substanzen, Seite 41, IV. angegeben wurde. Nur müßte hier in der sauern Lösung, sollten Basen der frühern drei Gruppen und phosphorsaure alkalische Erden nicht zuge-

gen sein, die freie Säure vor dem Hinzugeben von kohlensaurem Ammoniak, mit Ammoniak neutralisiert werden.

#### *Fünfte Gruppe.*

V. Kommt man endlich in der Untersuchung der Substanz, die nur in Säuren löslich ist, bis auf die fünfte Gruppe, so ist hier nur das Vorhandensein von *Magnesia* möglich. Es geben nämlich die übrigen Basen dieser Gruppe, mit den Säuren, von denen hier die Rede ist, nur in Wasser lösliche Salze. Denn die Doppelsalze des Chlorammoniums und Chlorkaliums mit Zweifach-Chlorplatin sind, wenn auch im Alkohol unlöslich, so doch im Wasser zum Theile löslich.

Die Gegenwart der . . . . . **Magnesia** erkennt man dann leicht an der Reaktion mit Ammoniak und phosphorsaurem Natron. Es entsteht bei Gegenwart von *Magnesia* ein weißer Niederschlag, im entgegengesetzten Falle nicht.

#### **B. Auffindung der Säuren oder der Metalloide**

(der elektronegativen Bestandtheile).

Die Auffindung der Säuren, bei nur in Säuren löslichen Substanzen ist schwieriger, als dort, wo die Substanz im Wasser löslich ist. Es lassen sich hier durch allgemeine Reagenzien weniger solche Gruppenbegrenzungen aufstellen, wie dieß bei letzteren der Fall ist. Es kommen indessen bei solchen Substanzen viele Säuren neben einander nicht vor, in Folge dessen auch die Bestimmung der einzelnen in beliebiger Reihenfolge vorgenommen werden kann.

I. Ein Theil der gepulverten Substanz, wenn dieselbe keine im Wasser löslichen Bestandtheile enthielt, oder ein Theil des im Wasser unlöslichen Rückstandes, wird mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt.

Entsteht dadurch ein Aufbrausen und hat das entweichende Gas keinen Geruch, so ist . . . . . **Kohlensäure** allein vorhanden; hat jedoch das entweichende Gas einen Geruch nach faulen Eiern, so ist . . . . . **Schwefelwasserstoffsäure** zugegen. Im letzteren Falle können aber auch beide neben einander vorhanden sein, deshalb muß man bei Gegenwart von Schwefelwasserstoffsäure die Untersuchung auf Kohlensäure noch besonders vornehmen.

Man überzeugt sich von der Gegenwart der Kohlensäure neben der Schwefelwasserstoffsäure, wenn man einen neuen Theil der gepulverten

Substanz in einem, durch einen Kork gut geschlossenen und mit einer Entbindungsröhre versehenen, Kölbchen mit Chlorwasserstoffsäure übergießt und das entweichende Gas in Kalkwasser leitet. Entsteht durch das in das Kalkwasser geleitete Gas ein weißer Niederschlag, der auf Zusatz von Chlorwasserstoffsäure unter Aufbrausen verschwindet, so ist auch Kohlensäure neben Schwefelwasserstoffsäure vorhanden.

II. Ein Theil der Substanz wird in Chlorwasserstoffsäure oder bei Gegenwart von Bleioxyd, Quecksilberoxydul und Silberoxyd in Salpetersäure aufgelöst, die Auflösung mit Wasser verdünnt, und mit salpetersaurem Baryt versetzt.

Entsteht dadurch ein weißer Niederschlag von schwefelsaurem Baryt, so ist . . . . . **Schwefelsäure**  
in der Substanz enthalten.

Bei diesem letzteren Schlusse kann man sich indessen täuschen, wenn in der Substanz bloß ein Schwefelmetall vorhanden ist, und man die Auflösung mit Salpetersäure bereitet hat. In diesem Falle wird ein Theil des Schwefels durch die Salpetersäure oxydiert und nachher als Schwefelsäure durch das Barytsalz gefällt.

Man muß daher bei dem Auflösen der Substanz in Salpetersäure darauf achten, ob etwa braunrothe Dämpfe (von salpetriger Säure und Untersalpetersäure herrührend) entweichen, und ob sich dabei gelber Schwefel abscheidet. Ist dieses der Fall, so rührt die gefundene Schwefelsäure vom . . . . . **Schwefel**  
eines Schwefelmetalles her.

III. Ein Theil der Substanz wird in Salpetersäure aufgelöst und zu der mit Wasser verdünnten Auflösung salpetersaures Silberoxyd gesetzt.

Entsteht dadurch ein weißer käseartiger Niederschlag von Chlorsilber, der sich im Ammoniak löst, so ist . . . . . **Chlor**  
zugegen.

Bei Gegenwart von Halb-Chlorquecksilber allein, müßte durch Erhitzen mit konzentrierter Salpetersäure die Lösung bewirkt werden.

Entsteht durch salpetersaures Silberoxyd ein gelblich-weißer Niederschlag, so ist . . . . . **Jod**  
vorhanden.

In diesem Falle kann aber auch Chlor zugegen sein. Man prüft auf Jod und Chlor wie bei den im Wasser löslichen Substanzen. (S. 48.)

IV. Ein Theil einer sauern Auflösung wird mittelst molybdänsaurem Ammoniak und Salpetersäure (wie S. 26 angegeben)

geprüft. Ein dadurch entstehender gelber Niederschlag würde die Gegenwart der **Phosphorsäure** anzeigen.

Nur müßte hier Arsensäure, da sie ein ähnliches Verhalten zeigt, in der Lösung nicht vorhanden sein. Wäre jedoch Arsensäure in der Substanz enthalten, was man bereits bei der Bestimmung der Basen gefunden hat, so müßte diese zuerst aus der Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoff gefällt, und nachher erst die filtrierte und vom Schwefelwasserstoff durch Erhitzen befreite Flüssigkeit auf die Gegenwart der Phosphorsäure geprüft werden.

V. Ein Theil der gepulverten Substanz wird in einem Porzellanschälchen mittelst Schwefelsäure und Alkohol (wie S. 47, *sub d*) angegeben) auf **Borsäure** geprüft. Die charakteristisch spargelgrün gefärbte Alkoholflamme zeigt die **Borsäure** an.

Bei nur in Säuren löslichen Substanzen könnte man sich hier leicht einer Täuschung hingeben, wenn Kupferoxydsalze in der Substanz enthalten wären. Kupferoxydsalze färben nämlich ebenfalls die Alkoholflamme mehr oder weniger grün. Um dieser Täuschung zu begegnen, ist es nöthig, die Kupferoxydsalze zuerst in einer sauren, mit Wasser verdünnten Lösung durch Schwefelwasserstoff abzuscheiden, und die darauf vom Niederschlage abfiltrirte und bis nahezu zur Trockene eingedampfte Flüssigkeit mittelst Schwefelsäure und Alkohol auf **Borsäure** zu untersuchen.

VI. Die Gegenwart der **Salpetersäure** in einer salzsauren Lösung der Substanz zu suchen, ist in den meisten Fällen überflüssig, da fast alle Verbindungen der Salpetersäure mit Basen im Wasser löslich sind, und nur einige wenige basische Verbindungen der Salpetersäure, im Wasser unlöslich und nur in Säuren löslich sind.

Um auch hier die Gegenwart der Salpetersäure bestimmen zu können, müßten diese Verbindungen in verdünnter Schwefelsäure aufgelöst und sodann mittelst eines Eisenvitriolkristalles, auf die bekannte Weise auf **Salpetersäure** untersucht werden.

Nur bei den basischen Verbindungen der Salpetersäure mit **Quecksilberoxyd** und **Wismuthoxyd**, die auch mit Schwefelsäure unlösliche basische Verbindungen geben, kann man deutlicher die Salpetersäure auf folgende Weise nachweisen:

Man kocht die Substanz mit Natronlauge. Dadurch bildet sich lösliches salpetersaures Natron und unlösliches Metalloxyd. Letzteres wird

abfiltriert und das Filtrat mittelst Schwefelsäure und Eisenvitriol auf Salpetersäure geprüft.

VII. Was endlich die Gegenwart oder Abwesenheit der arsenigen und Arsensäure, dann der Chromsäure anbelangt, so gilt bei in Säuren löslichen Substanzen im Allgemeinen dasselbe, was von diesen drei Säuren (S. 47 u. 48) bei den in Wasser löslichen Substanzen gesagt wurde, sie werden bei den Basen gefunden.

Zur Unterscheidung der arsenigen und Arsensäure müßte zur Reaktion mit salpetersaurem Silberoxyd die zu untersuchende Substanz in Salpetersäure gelöst werden. Sollten andere Verbindungen in der Substanz die Reaktion mit salpetersaurem Silberoxyd beirren, so müßte dann der Niederschlag der Schwefelmetalle der zweiten Gruppe zur weiteren, dort angeführten, Reaktion genommen werden.

Die Chromsäure wird auch hier auf ganz gleiche Weise vom Chromoxyd unterschieden, wie bei den im Wasser löslichen Substanzen. (Siehe S. 48.)

### III. Untersuchung von Substanzen, welche weder im Wasser, noch in Säuren löslich sind.

Wenn die zu untersuchende Substanz zuerst mit Wasser, sodann mit Chlorwasserstoffsäure oder Salpetersäure, oder auch mit Königswasser längere Zeit gekocht wurde, und sich in diesen Flüssigkeiten gar nichts auflöste, oder bei theilweiser Lösung doch ein unlöslicher Rückstand blieb, so kann dieser wieder aus den, schon oben Seite 27 angeführten Verbindungen bestehen. Es kann die ganz unlösliche Substanz oder der unlösliche Rückstand vorzüglich schwefelsauren Baryt, schwefelsauren Strontian, schwefelsauren Kalk, schwefelsaures Bleioxyd, Chlorsilber und Chlorblei enthalten.

Nebst diesen Verbindungen könnten aber auch als ungelöst zurückbleiben die meisten in der Natur vorkommenden und künstlich erzeugten kieselsauren Verbindungen (Silicate), die natürlich vorkommende Alaunerde und manche eben so vorkommende Alaunerde-Verbindungen (Aluminate), Chromeisenstein (Chromoxyd-Eisenoxydul), geglühtes und natürlich vorkommendes Zinnoxid (Zinnstein), geglühtes Chromoxyd.

Im Folgenden ist nur für die ersteren, schon bei den unlöslichen einfachen Verbindungen erwähnten Körper, ein systematisches Verfahren zu ihrer Auffindung und Bestimmung angegeben. Die Silicate

aber werden behufs der Erkennung und Bestimmung ihrer Bestandtheile später besonders abgehandelt werden.

Was die übrigen Körper anbelangt, wird die Art ihrer Untersuchung ganz zuletzt kurz angeführt werden.

Zuerst versichert man sich, ob der in Wasser und Säuren unlösliche Rückstand nur aus den unlöslichen schwefelsauren alkalischen Erden allein, oder auch aus schwefelsaurem Bleioxyd, Chlorsilber oder Chlorblei bestehe. Man versetzt zu diesem Behufe eine Probe desselben mit einigen Tropfen Schwefelammonium; verändert sich der Rückstand nicht und bleibt er weiß, so sind die alkalischen Erden allein, wird er jedoch schwarz, so sind die Verbindungen der schweren Metalle, vielleicht auch die der alkalischen Erden vorhanden.

Im ersteren Falle, wenn die alkalischen Erden allein vorhanden sind, wird der Rückstand durch eine halbe Stunde mit einer nicht zu verdünnten Auflösung von kohlen-saurem Natron gekocht, die Flüssigkeit darauf filtriert, und der unlöslich gebliebene Rückstand mit Wasser sehr gut ausgewaschen.

Die vorhandenen schwefelsauren alkalischen Erden werden dadurch größtentheils zersetzt, in unlösliche kohlen-saure Salze verwandelt, während schwefelsaures Natron in Lösung kommt. Die von den kohlen-sauren Erden abfiltrirte Flüssigkeit wird auf Schwefelsäure untersucht, der unlösliche Rückstand aber auf die vorhandenen Basen geprüft.

Man löst den Rückstand in verdünnter Salzsäure auf. Bleibt in letzterer etwas ungelöst zurück, so kann dieß von den, früher durch das kohlen-saure Natron nicht vollständig zerlegten, schwefelsauren Salzen herrühren. In diesem Falle wird die salzsaure Lösung filtriert, und dann das Filtrat auf etwa vorhandenen Baryt, Strontian und Kalk genau so untersucht, wie es bei den Basen der vierten Gruppe Seite 42 angegeben wurde.

Wurde aber ein Theil des Pulvers bei dem Uebergießen mit Schwefelammonium geschwärzt, und dadurch schwefelsaures Bleioxyd, Chlorsilber oder Chlorblei neben vielleicht vorhandenen alkalischen Erden angezeigt, so wird die Untersuchung folgendermaßen ausgeführt:

Man kocht dann ebenfalls die unlösliche Masse mit einer nicht zu verdünnten Auflösung von kohlen-saurem Natron. Indem dadurch die vorhandenen schwefelsauren alkalischen Erden, so wie das schwefelsaure Bleioxyd in kohlen-saure Salze und schwefelsaures Alkali zerlegt werden, bleiben das Chlorsilber und Chlorblei beinahe ganz unverändert.



Die Flüssigkeit wird darauf abfiltriert und der unlösliche Rückstand auf dem Filter mit Wasser gut ausgewaschen.

In der Flüssigkeit bestimmt man, nach dem Neutralisieren derselben mit Salpetersäure, die Schwefelsäure mit Barytsalz auf die bekannte Weise.

Der gut ausgewaschene unlösliche Rückstand wird mit verdünnter Salpetersäure behandelt. Es lösen sich darin das Bleioxyd und die allenfalls vorhandenen kohlen-sauren alkalischen Erden auf, während das Chlorsilber und Chlorblei ungelöst bleiben.

Die vom letzteren abfiltrierte Flüssigkeit wird mit Schwefelwasserstoff behandelt, wodurch das nun gelöste Bleioxyd als schwarzes Schwefelblei gefällt wird, und vor dem Löthrohre noch genauer untersucht werden kann.

Die vom Schwefelblei abfiltrierte Flüssigkeit wird, nach dem Vertreiben des Schwefelwasserstoffes durch Erhitzen, weiter auf die vorhandenen alkalischen Erden (nach S. 42) untersucht.

Das in der Salpetersäure Ungelöste, welches vorzüglich aus Chlorsilber, Chlorblei und kleinen Mengen von noch unverändertem schwefelsaurem Bleioxyd besteht, wird auf dem Filter mit Ammoniak längere Zeit digeriert.

Durch letzteres wird das Chlorsilber vollständig gelöst, und kann aus der durchs Filter gegangenen ammoniakalischen Auflösung wiederum durch Uebersättigen mit Salpetersäure gefällt, und daran leicht erkannt werden.

Bleibt nach dem Digerieren mit Ammoniak des in Salpetersäure Ungelösten ein weißer Rückstand, so kocht man diesen mit Wasser und filtriert. Setzt man nun zum Filtrate Schwefelsäure, so fällt das im Wasser etwa gelöste Bleioxyd als schwefelsaures Bleioxyd heraus.

## Untersuchung von Silicaten.

Diese kieselsauren Verbindungen, welche den größten Theil der Mineralien ausmachen, und sich auch bei metallurgischen Prozessen bilden, erkennt man durch eine einleitende Prüfung mittelst Phosphorsalz vor dem Löthrohre. Wenn man nämlich derartige Verbindungen mit Phosphorsalz auf der Kohle schmelzt, lösen sich die Metalloxyde in dem Phosphorsalze auf, während die Kieselsäure ungelöst zurückbleibt und als durchscheinende aufgequollene Masse in der flüssigen Perle herum schwimmt.

Von den Silicaten, welche in der Natur vorkommen, enthalten dieselben nur wenige und größtentheils immer dieselben Bestandtheile, nur in verschiedenen relativen Verhältnissen. Die gewöhnlichen Bestandtheile, welche bei ihnen vorkommen, sind außer Kieselsäure: Alaun-erde, Eisenoxydul oder Eisenoxyd, Kalk, Magnesia und Alkalien, bisweilen kleine Mengen von Manganoxydul und Wasser.

Einige kieselsaure Verbindungen enthalten außer diesen Bestandtheilen bisweilen noch einige andere Säuren und nicht metallische Stoffe.

Die Untersuchung der Silicate weicht daher von dem gewöhnlichen Gange der Untersuchung zusammengesetzter Verbindungen nicht ab, nur in Hinsicht auf die vorbereitende Behandlung, der sie zu unterwerfen sind, um die Kieselsäure von den Basen zu trennen und letztere in Lösung zu bringen, tritt eine Verschiedenheit der Untersuchung für kieselsaure Verbindungen ein.

In Beziehung des Löslichmachens kieselsaurer Verbindungen zerfallen diese letzteren wieder in zwei Abtheilungen, welche scharf hervorgehoben werden müssen, weil sie einen verschiedenen Gang der Analyse bedingen.

Die erste Abtheilung begreift jene Silicate, welche durch Säuren, wie: Chlorwasserstoffsäure, Salpetersäure oder Schwefelsäure zersetzbar sind; die andere Abtheilung jene, welche durch Säuren nicht zersetzt werden. Beide Abtheilungen werden einzeln abgehandelt werden.

Um zu untersuchen, in welche Abtheilung ein gegebenes Silicat gehört, pulvert man dasselbe aufs feinste und kocht eine Probe mit Chlorwasserstoffsäure. Wird durch letztere das Silicat nicht zerlegt, so versucht man eine zweite Probe durch längeres Erhitzen mit ziemlich konzentrierter Schwefelsäure zu zerlegen. Lässt auch diese das Silicat unzersetzt, so

gehört es zu der zweiten Abtheilung. Ob durch Säuren Zersetzung erfolgte oder nicht, lehrt meist der Augenschein, indem sich fast immer eine gefärbte Lösung bildet, und an die Stelle des ursprünglichen, schweren, beim Umrühren mit dem Glasstabe knirschenden Pulvers, gallertartig, flockig oder feinpulverig ausgeschiedenes Kieselsäurehydrat tritt, welches als solches auch daran erkannt werden kann, dass es sich nach dem Abfiltrieren und Auswaschen in kochender Natronlauge auflöst.

Ehe man die eigentliche Untersuchung beginnt, prüft man auch eine Probe der Substanz auf einen Gehalt an Wasser, indem man sie in einem ganz trockenen Glasröhrchen erhitzt; das entweichende Wasser verdichtet sich dann an dem kälteren Theile des Glasröhrchens und setzt sich in Form von kleinen Tröpfchen ab. Sollte die Substanz hygroskopische Feuchtigkeit enthalten, so müßte sie zuvor bei  $100^{\circ}$  andauernd getrocknet werden.

### I. Durch Säuren zersetzbare Silicate.

Nachdem die Substanz aufs Feinste gepulvert wurde, wird sie in einer Glas- oder Platinschale mit konzentrierter Chlorwasserstoffsäure übergossen und digeriert. Beim längeren Digerieren findet dann gewöhnlich schon eine Zersetzung statt, ist dieß langsam der Fall, so wird die Substanz mit der Chlorwasserstoffsäure erhitzt.

Die ganze Masse wird darauf vorsichtig im Wasserbade bis zur Trockene verdampft, und zuletzt bei einer  $100^{\circ}$  etwas übersteigenden Temperatur unter stetem Umrühren noch so lange erhitzt, bis keine chlorwasserstoffsäuren Dämpfe mehr entweichen, und das Ganze eine staubige Masse bildet. Man lässt sie sodann erkalten, befeuchtet den Rückstand mit Chlorwasserstoffsäure und fügt nach einiger Zeit unter schwachem Erwärmen eine hinreichende Menge Wasser hinzu.

Bei der erwähnten Operation scheidet sich die Kieselsäure unlöslich ab, die Basen aber werden als Chlormetalle gelöst.

Die unlösliche Kieselsäure wird abfiltriert, gut ausgewaschen und das Filtrat dann nach dem gewöhnlichen Gange der Untersuchung von nur in Säuren löslichen Verbindungen geprüft.

Sollte die abfiltrierte Kieselsäure ja etwas Chlorsilber von dem Silicate beigemischt enthalten, so kann man sie, der Vorsicht halber, mit Ammoniak digerieren, sodann filtrieren und das Filtrat durch Uebersättigen mit Salpetersäure auf die Gegenwart des Silbers prüfen.

Da, wie erwähnt, die meisten kieselsäuren Verbindungen, nur sehr wenige und immer dieselben Bestandtheile, nur in relativ verschiedenen

Mengenverhältnissen enthalten, schlägt man gleich zu ihrer qualitativen Bestimmung häufig jenen Gang ein, der ihre quantitative Bestimmung unter Einem auch zulässt.

Hat man sich mittelst Schwefelwasserstoffwasser in einer kleinen Probe der Lösung überzeugt, dass keine Basen der ersten und zweiten Gruppe zugegen sind, so versetzt man die ganze Lösung mit etwas Salpetersäure und erhitzt sie, um etwa vorhandenes Eisenoxydul in Eisenoxyd zu verwandeln.

Die Flüssigkeit wird sodann mit Ammoniak im Ueberschusse versetzt. Dadurch werden Eisenoxyd und Alaunerde gefällt, mit diesen können kleine Mengen von Manganoxydul herausfallen. Ist der Niederschlag rein weiß, so ist dieß ein Beweis, dass Alaunerde allein vorhanden ist; ist er jedoch mehr oder weniger gelblich oder rostbraun gefärbt, so ist Eisenoxyd, neben demselben aber vielleicht auch Alaunerde vorhanden, wird er endlich nach einiger Zeit, besonders bei dem Abfiltrieren auf dem Filter, schwarzbraun, so ist auch Manganoxydul zugegen.

Der durch Ammoniak entstandene Niederschlag wird abfiltriert. Das Filtrat enthält die Kalkerde, Magnesia, das Manganoxydul und die Alkalien, es wird schwach angesäuert, um das Herausfallen des Manganoxyduls zu verhindern, was sonst in der ammoniakalischen Flüssigkeit leicht geschieht, und indessen bei Seite gestellt; der Niederschlag aber weiter behandelt.

Ist er dunkel gefärbt, so wird er zur Trennung der etwa vorhandenen Alaunerde mit der hinreichenden Menge Kalilauge gekocht und der unlösliche Rückstand sodann abfiltriert.

Der unlösliche Rückstand enthält das Eisenoxyd und vielleicht vorhandenes Manganoxydul; das Filtrat die vorhandene Alaunerde in Kali gelöst.

Zur Prüfung auf Alaunerde wird das Filtrat mit Chlorammonium im Ueberschusse oder mit Chlorwasserstoffsäure und Ammoniak versetzt; entsteht dadurch ein Niederschlag, so war Alaunerde vorhanden.

Der, Eisenoxyd und vielleicht auch Manganoxydul enthaltende, unlösliche Rückstand wird in Salzsäure gelöst, die Flüssigkeit mit Ammoniak versetzt, und mit bernsteinsaurem Ammoniak das Eisenoxyd gefällt. Es wird das bernsteinsaure Eisenoxyd abfiltriert, und das vielleicht Manganoxydul enthaltende Filtrat mit jenem Theil der Flüssigkeit zusammengebracht, in welchem man die Kalkerde bereits gefällt und abfiltriert hat. S. 63.

Die vom allenfalls vorhandenen Eisenoxyde, Manganoxydul und der Alaunerde abfiltrierte Flüssigkeit, die Kalk, Magnesia, gewisse

Mengen von Manganoxydul und die Alkalien enthalten kann, wird zuerst wieder mit Ammoniak und dann mit oxalsaurem Ammoniak versetzt. Durch das zugesetzte oxalsaure Ammoniak wird aller vorhandene Kalk als oxalsaurer Kalk gefällt. Letzterer wird abfiltriert und die Flüssigkeit, nachdem man die vom bernsteinsauren Eisenoxyd abfiltrierte Flüssigkeit früher dazu gebracht hat, mit Schwefelammonium versetzt. Bei Gegenwart von Manganoxydul fällt dasselbe vollständig als Schwefelmangan heraus.

Die vom Schwefelmangan abfiltrierte Flüssigkeit wird bis zur Trockene eingedampft, geglüht, um alle ammoniakalischen Salze zu vertreiben, und dann auf gleiche Weise zur Bestimmung der Magnesia und der Alkalien geprüft, wie dieß Seite 43 V. angegeben wurde, nur kann man dann gleichfalls weiter bei diesen Körpern das quantitative Verfahren zu ihrer Bestimmung und Trennung in Anwendung bringen.

Nur wenige kieselsaure Verbindungen lassen sich nicht durch Salzsäure, sondern dann durch konzentrierte Schwefelsäure zerlegen. Ist dieß der Fall, so erhitzt man die fein gepulverte Substanz in einer Schale mit konzentrierter Schwefelsäure, und verdampft nach der Zersetzung der Substanz alle Schwefelsäure. Der Rückstand wird mit Salzsäure befeuchtet und dann mit der hinreichenden Menge Wasser zusammengebracht. Die nicht gelöste Kieselsäure wird abfiltriert und sodann auf gleiche Weise, wie bei den mit Salzsäure aufschließbaren Verbindungen verfahren; da die Kieselsäure hier unlösliche schwefelsaure alkalische Erden, wenigstens schwefelsauren Kalk enthalten kann, so müßten diese hier berücksichtigt und (wie Seite 43 angegeben) bestimmt werden.

## II. Durch Säuren nicht zersetzbare Silicate.

Diese Verbindungen werden durch Schmelzen mit kohlen-saurem Natronkali in Verbindungen überführt, die nachher durch Chlorwasserstoffsäure in Lösung gebracht werden können. Da durch dieses Schmelzen mit dem kohlen-sauren Alkali letzteres in die zu untersuchende Substanz gebracht wird, kann letztere dann auf die Gegenwart von Kali und Natron nicht mehr geprüft werden, es muß dieß in einer zweiten Untersuchung, wo das Silicat mit Fluorwasserstoffsäure zerlegt wird, geschehen. Es zerfällt daher die Untersuchung dieser Silicate in zwei Abschnitte, und zwar:

1. In die Untersuchung auf die Gegenwart der Kieselsäure und sämtlicher Basen mit Ausnahme der Alkalien.
2. In die Untersuchung auf die Gegenwart der Alkalien.

### 1. Bestimmung der Kieselsäure und sämtlicher Basen, mit Ausnahme der Alkalien.

Die fein gepulverte Substanz wird mit der dreifachen Menge von kohlensaurem Natronkali gemengt, und das Ganze in einem Platintiegel über der Berzeliuslampe so lange geschmolzen, bis die Masse ruhig fließt.

Man lässt sie sodann erkalten, bringt den Tiegel sammt Inhalt in eine Porzellanschale oder in ein Becherglas, gießt verdünnte Chlorwasserstoffsäure darauf und erwärmt, bis die Masse, mit Ausnahme der Kieselsäure, welche sich flockig ausscheidet, gelöst ist.

Man entfernt sodann den Tiegel, verdampft die Flüssigkeit bis zur Trockene, und verfährt mit dem Rückstande genau so, wie bei den durch Säuren zersetzbaren Silicaten.

Da die Bestimmung der Alkalien hier nicht möglich ist, so kann man, wenn das quantitative Verfahren der Bestimmung alsbald eingeschlagen wird, gleich nach dem Abfiltrieren des Schwefelmangans, die Magnesia aus der Schwefelammonium hältigen Flüssigkeit mittelst phosphorsaurem Natron als phosphorsaure Magnesia-Ammoniak fällen.

### 2. Bestimmung der Alkalien.

Die fein gepulverte Substanz wird in einem Platintiegel oder in einer Platinschale am zweckmäßigsten mit konzentrierter Fluorwasserstoffsäure übergossen, das Ganze mit einem starken Platindraht gut eingerührt und am besten im Wasserbade erhitzt. Nach einiger Zeit setzt man dann tropfenweise konzentrierte Schwefelsäure der dickbreiigen Masse und zwar so lange zu, bis man annehmen kann, dass sämtliche Basen in schwefelsaure Salze verwandelt sind.

Ist dieß geschehen, so wird sodann bis zur Trockene eingedampft, wobei sich fortwährend Fluorkiesel und fluorwasserstoffsaures Gas entwickeln, und zuletzt stärker erhitzt, damit auch die überschüssig zugesetzte Schwefelsäure vollständig entweiche. Die Masse lässt man darauf erkalten, befeuchtet sie mit Chlorwasserstoffsäure, fügt dann eine hinreichende Menge Wasser hinzu, und erhitzt gelinde.

Durch die Fluorwasserstoffsäure wird die Kieselsäure der Verbindung in flüchtiges Fluorkieselgas und Wasser zerlegt, während zu gleicher Zeit Kieselfluormetalle sich bilden. Letztere werden dann durch die zugesetzte Schwefelsäure wieder in schwefelsaure Salze verwandelt.

Ist die Zersetzung gelungen, so muß sich nachher in Wasser Alles klar lösen; ein auch nach einigem Kochen der Flüssigkeit nicht ver-

schwindender Rückstand würde eine unvollkommene Zersetzung des Silicates, oder auch eine schwefelsaure alkalische Erde oder schwefelsaures Bleioxyd, oder Chlorsilber anzeigen. Im ersteren Falle müßte eine neuerliche Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure folgen, im letzteren Falle der Rückstand auf in Säuren unlösliche Verbindungen (wie S. 57 III. angegeben) untersucht werden.

In der Lösung, beziehungsweise den vereinigten Lösungen, wenn eine doppelte Behandlung der Substanz mit Fluorwasserstoffsäure nothwendig war, bestimmt man die Basen, die als schwefelsaure Salze gelöst sind, nach dem Verfahren der durch Säuren zersetzbaren Silicate.

---

Da die Bereitung der Fluorwasserstoffsäure einen Platinapparat, oder wenigstens einen Bleiapparat erfordert, diese nicht immer dem Analytiker zu Gebote stehen, so kann zur Zerlegung des Silicates auch folgendes Verfahren angewendet werden.

Die fein gepulverte Substanz wird mit beiläufig fünf Theilen reinem, fein gepulvertem Flussspath in einem Platintiegel gemengt, mit concentrirter Schwefelsäure zu einem dicklichen Brei angerührt und erwärmt, zuletzt so stark erhitzt, bis alle überschüssige Schwefelsäure verjagt ist.

Der Rückstand wird sodann mit Wasser gekocht. Es wurde durch dieses Verfahren dasselbe, wie mit Fluorwasserstoffsäure allein, erreicht; die Basen, mit einem Ueberschuss von, durch den Flussspath hinzugekommenen Kalk, befinden sich sodann als schwefelsaure Salze in der wässerigen Lösung.

Da dieses Verfahren nur die Bestimmung der vorhandenen Alkalien bezweckt, kann man dann auch gleich die Flüssigkeit mit Barytwasser versetzen, dann den Niederschlag abfiltrieren, und aus dem Filtrate mit kohlensaurem Ammoniak den Kalk und überschüssig zugesetzten Baryt fällen. Wenn man nun die Flüssigkeit durch einige Zeit erwärmt und dann wieder filtriert hat, kann man das Filtrat bis zur Trockene eindampfen, zur Vertreibung der Ammoniaksalze glühen, und im Rückstande Kali und Natron (wie S. 44 angegeben) bestimmen.

---

Bei dieser qualitativen Bestimmung der Silicate ist es nothwendig, außer der vorhandenen Kieselsäure auch noch auf andere Säuren oder nicht metallische Körper zu achten, die namentlich bei den durch Salzsäure zerlegbaren Silicaten öfters vorkommen.

In dieser Beziehung wären, um diese Körper nicht zu übersehen, nachstehende Versuche zu machen :

1. Bei der Zerlegung der Verbindung mit Salzsäure entsteht bei Gegenwart eines Schwefelmetalles der bekannte Geruch nach Schwefelwasserstoff, und ein mit essigsäurem Bleioxyde befeuchtetes Papier über der Oberfläche gehalten, wird mehr oder weniger gebräunt.

2. Die kohlen-säuren Metalloxyde in dem Silicate verrathen sich durch das Aufbrausen bei dem Uebergießen mit Salzsäure, indem geruchlose Kohlensäure entweicht.

3. Die Schwefelsäure erkennt man, wie bekannt, mit salpetersaurem Baryt in der von der Kieselsäure getrennten salzsauren Lösung.

4. Die Phosphorsäure findet man in der salzsauren Lösung mittelst molybdän-säurem Ammoniak und Salpetersäure.

Ist sie vorhanden, so hat man darauf zu achten, dass bei der Untersuchung auf die Basen durch Schwefelammonium bei der Fällung der dritten Gruppe oder durch Ammoniak bei der Fällung von Eisenoxyd und Alaunerde, die Phosphorsäure nicht die Fällung von phosphorsaurer Alaunerde und phosphorsäuren alkalischen Erden veranlasst.

5. Die Borsäure findet man am sichersten, indem man eine Probe der Substanz mit kohlen-säurem Natronkali schmelzt, die Masse mit Wasser auskocht und die Lösung filtriert. Die filtrierte Flüssigkeit wird mit Schwefelsäure versetzt, beinahe bis zur Trockene eingedampft und mittelst Alkohol die bekannte Reaktion auf Borsäure (wie Seite 47) vorgenommen.

6. Chlormetalle lassen sich aus manchen Silicaten schon durch Kochen mit Wasser ausziehen, und im Filtrate mit salpetersaurem Silberoxyd nachweisen; am sichersten aber ist es, eine Lösung des Mineralen in verdünnter Salpetersäure zu bereiten und diese mit salpetersaurem Silberoxyd zu prüfen.

7. Nicht selten kommen in kieselsäuren Verbindungen Fluormetalle bald in größerer, bald in geringerer Menge vor. Um auch diese zu entdecken, bringt man die fein gepulverte Substanz in einen Platin-tiegel, rührt sie mit konzentrierter Schwefelsäure zu einem Brei an, und deckt ein Uhrglas darüber, an dessen unterer Seite ein kleines Stückchen nassen blauen Lackmuspapiers klebt; sind Fluormetalle in der Substanz enthalten, so färbt das Lackmuspapier nach kurzer Zeit sich roth, während gleichzeitig das durch seine Feuchtigkeit benetzte Glas rings um das Papier durch ausgeschiedene Kieselsäure trübe wird.



8. Wenn bei kieselsauren Verbindungen die abgeschiedene Kieselsäure schwarz erscheint, beim Glühen an der Luft aber weiß wird, so deutet dieß auf Kohle oder eine organische Substanz in der Verbindung; ist letztere zugegen, so entwickeln die Silicate beim Erhitzen in einer Glasröhre einen empyreumatischen Geruch.

---

### **Untersuchung von Chromeisenstein, Aluminaten und anderen in Säuren für sich nicht löslichen Verbindungen.**

Die unlöslichen Chromverbindungen, wie Chromeisenstein, Chromoxyd werden behufs ihrer qualitativen Bestimmung am besten durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron und Natronsalpeter in lösliche Form gebracht. Man vermischt die gepulverte Substanz mit 2 Theilen reinen kohlensauren Natron's und  $2\frac{1}{2}$  Theilen Salpeter und erhitzt in einem Porzellantiegel zum Schmelzen. Beim Behandeln der geschmolzenen Masse mit heißem Wasser löst sich das Chrom als chromsaures Alkali, während die übrigen Bestandtheile der Chromverbindung ungelöst bleiben. Man filtrirt und prüft das Filtrat auf Chromsäure, den auf dem Filter gebliebenen Rückstand löst man in einer Säure und untersucht die Lösung auf gewöhnliche Weise.

Unlösliche Alaunerde und Alaunerde-Verbindungen werden durch zweifach-schwefelsaures Kali aufgeschlossen und dadurch in Lösung gebracht. Man mengt 1 Theil des aufs Feinste gepulverten Minerals mit 5—6 Theilen zerriebenen zweifach-schwefelsauren Kali's in einem Platintiegel, bedeckt denselben, um das zu rasche Verdampfen des Säureüberschusses zu verhüten, mit seinem Deckel, erhitzt ihn über der Spirituslampe bis zum Schmelzen seines Inhaltes und erhält ihn bei dieser Temperatur, bis alles zu einer durchsichtigen Masse gelöst ist. Nach dem Erkalten wird dieselbe mit Wasser zum Kochen erhitzt, wobei sie sich je nach der Art des Minerals, entweder ganz, oder mit Hinterlassung eines Rückstandes löst.

Die Lösung wird dann nach dem allgemeinen Gange, so wie auch der Rückstand auf in Säuren lösliche oder darin unlösliche Verbindungen untersucht.

Das unlösliche Zinnoxid erkennt man am besten vor dem Löthrohre.

Unlösliches Fluorcalcium wird am besten durch Erhitzen mit konzentrierter Schwefelsäure zerlegt.

## Untersuchung von regulinischen Metallen oder Metalllegierungen.

Bei der Untersuchung derartiger Substanzen gibt gewöhnlich eine einleitende Prüfung auf trockenem Wege vor dem Löthrohre die sichersten Anhaltspunkte zu ihrer Bestimmung auf nassem Wege.

Man erhitzt zuerst eine Probe im Kohlengrübchen mit der inneren Löthrohrflamme und beobachtet, ob die Probe schmilzt, ob sich ein Beschlag bildet, ein Geruch entwickelt u. s. w.

Würde die Probe unverändert bleiben, so könnte man schon auf die alleinige Gegenwart des Platins, Eisens, Kobalts und Nickels schließen.

Würde die Probe schmelzen, ohne gleichzeitig einen Beschlag zu bilden oder ohne einen Geruch zu verbreiten, so wäre dieß ein Beweis von der Gegenwart des Goldes, Silbers und Kupfers.

Schmilzt jedoch die Probe und bildet sich dabei ein Beschlag, verbreitet sich aber gleichzeitig kein Geruch, so würde dieß auf Antimon, Zink, Cadmium, Blei, Wismuth oder Zinn deuten.

Verbreitet sich aber dabei ein knoblauchartiger Geruch, so ist Arsen vorhanden, welches je nach den andern angeführten Erscheinungen, die sich dabei noch zeigen, mit einem der schon erwähnten Metalle verbunden ist.

Würde man ferner eine Probe der Substanz in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre erhitzen und würde sich dabei im kälteren Theile der Röhre ein Anflug zeigen, so könnte dieß Quecksilber, Cadmium oder Arsen sein. Man unterscheidet dann leicht den Quecksilberanflug, der aus lauter kleinen zinnweißen Kügelchen besteht, von dem Cadmium- und Arsenanflug. Letzterer gibt dann, zum Unterschiede vom Cadmium, wenn man ihn bei Zutritt der Luft erhitzt, den bekannten knoblauchartigen Geruch.

Nach dieser Vorprüfung wird die zu untersuchende Substanz auf nassem Wege genauer bestimmt. Man nimmt die Auflösung derselben mit Salpetersäure vor, indem man sie im gepulverten oder geraspelten Zustande in einem Gefaße mit mäßig konzentrierter Salpetersäure übergießt und nöthigenfalls schwach erwärmt.

Löst sich die Substanz vollständig auf, so ist kein Zinn und kein Antimon vorhanden.

Bleibt ein Rückstand, so wird dieser abfiltriert und auf Zinn und Antimon geprüft. Man erkennt das Antimon dann neben Zinn, wenn man

den Rückstand mit Weinsäure kocht. Das Antimon geht dann in Lösung über und kann darin mit Schwefelwasserstoff nachgewiesen werden; es würde bei Gegenwart von Antimon ein orangefarbener Niederschlag von Schwefelantimon herausfallen. Das zurückgebliebene Zinnoxyd ist sehr leicht vor dem Löthrohre zu erkennen.

Wird die in Salpetersäure aufgelöste Substanz mit Wasser versetzt und dabei die Flüssigkeit getrübt, so rührt diese Trübung von vorhandenem Wismuth her.

Die Flüssigkeit wird dann vom Niederschlag abfiltriert und letzterer vor dem Löthrohre noch besonders auf Wismuth untersucht; indessen wird im Filtrate dann noch immer ebenfalls Wismuth gefunden.

Die mit Wasser verdünnte Lösung des Metalls, oder der Metalllegierung, wird dann auf gleiche Weise, wie die der in Säuren löslichen Substanzen (Seite 49) auf ihre weiteren Bestandtheile untersucht.

---

### Anleitung zu Löthrohruntersuchungen.

Die Hilfe des Löthrohres bei qualitativen chemischen Untersuchungen ist für den Analytiker kaum zu entbehren; mit Hilfe des Löthrohres kann man nämlich oft die kleinsten Mengen gewisser Körper, namentlich mehrerer Metalloxyde mit Leichtigkeit bestimmen, während auf nassem Wege dieß oft nur schwer möglich wird.

Ein anderer Vortheil der Löthrohruntersuchungen ist der, dass man schnell die Gegenwart oder Abwesenheit gewisser Körper in Substanzen festsetzen kann, deren Bestimmung durch den nassen Weg lange dauern würde; es hat dieß vorzüglich dann praktischen Nutzen, wenn man z. B. bei Untersuchungen für technische Zwecke nur die Gegenwart von solchen Substanzen finden will, die sich durch's Löthrohr leicht entdecken lassen.

Weiter können in Säuren nicht lösliche Rückstände leicht durch das Löthrohr, als zu gewissen Abtheilungen gehörende Verbindungen, erkannt werden, wodurch man dann gleich den geeigneten nassen Weg zu ihrer weiteren Untersuchung einschlagen kann.

Endlich kann bei weniger hoch zusammengesetzten Verbindungen die Bestimmung ihrer Bestandtheile sehr schnell durch das Löthrohr allein geschehen.

Die Kenntnis von der Form und den Theilen des Löthrohres, so wie von den Instrumenten, die bei Löthrohrversuchen gebraucht werden, und

auch von den beim Blasen mit dem Löthrohr und bei allen Löthrohrversuchen vorkommenden Handgriffen setzen wir als bekannt voraus, einige Löthrohrreagenzien wurden auch schon in der Einleitung erwähnt; der Gang jedoch, den man einzuschlagen hat, wenn eine unbekannte Substanz nur durch das Löthrohr untersucht werden soll, wird, in so ferne es für das vorgesteckte Ziel des Buches nöthig ist, in Kurzem erörtert werden.

Die Ausmittlung des Löthrohrverhaltens irgend einer Substanz geschieht theils ohne, theils mit Anwendung von Reagenzien.

Die Prüfung ohne Anwendung von Reagenzien erfolgt:

1. In einem kleinen Glaskolben oder in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre; es geschieht dieß um zu erfahren, ob die Substanz eingeschlossenes oder chemisch gebundenes Wasser enthält, überhaupt flüchtige Bestandtheile abgibt.

2. In einer an beiden Enden offenen Glasröhre, um Bestandtheile aufzufinden, welche in der Glühhitze bei Zutritt von atmosphärischer Luft sich oxydieren und flüchtig werden.

3. Auf der Kohle, um wahrzunehmen, welche Veränderungen die Substanz im Oxydations- und Reduktionsfeuer erleidet, ob dabei metallische Bestandtheile flüchtig werden, die sich oxydieren und auf der Kohle einen Beschlag bilden, an welchem sie erkannt werden etc.; und

4. entweder in der Pincette mit Platinansatz, oder wenn die Substanz aus einem leicht schmelzbaren Salze besteht, in dem Ohr eines Platindrates, um theils die Schmelzbarkeit der Substanz kennen zu lernen, theils auch um zu erfahren, ob und was für eine Farbe dieselbe der äußern Löthrohrflamme ertheilt.

Die Prüfung mit Anwendung von Reagenzien geschieht theils auf dem Platindrate, theils auf der Kohle.

Was die Menge oder Größe der Probe betrifft, welche man von einer zu untersuchenden Substanz zu nehmen hat, so ist ein Splitter oder ein Stückchen von der Größe eines Hirsekorns in den meisten Fällen völlig ausreichend.

Nur zur Prüfung in einem Glaskölbchen, oder in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre, und zu einer Reduktionsprobe auf Kohle muß man öfters etwas mehr verwenden. Besteht die Substanz aus Metalloxyden und beabsichtigt man solche nur mit Borax oder Phosphorsalz zu prüfen, so ist eine Probe von der Größe eines Hirsekorns in vielen Fällen noch zu groß. Die Erfahrung sagt indessen sehr bald, wie viel man zu einer Probe verwenden muß, um ein deutliches Resultat zu bekommen.

## I. Prüfung der Substanz ohne Reagenzien.

### I. Prüfung der Substanz in einem Glaskölbchen oder in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre.

Man bringt zu diesem Behufe eine kleine Menge der Substanz in ein kleines, 55 Millimeter hohes Glaskölbchen, oder, wenn sie brennbare unorganische Bestandtheile zu enthalten scheint, besser in eine 80 Millimeter lange und 6 Millimeter weite, an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre. Man erhitzt nun die Probe in der Flamme der Spirituslampe anfangs nur schwach, später aber, wenn es nöthig erscheint, bis zum Glühen, und beobachtet dabei alle Erscheinungen, die sich zeigen.

Die hauptsächlichsten Erscheinungen, welche bei einer solchen Prüfung problematischer Substanzen vorkommen, können in Folgendem bestehen:

1. Die Substanz schmilzt, gibt viel Wasser ab, welches sich in dem Hals des Kölbchens oder der Röhre verdichtet, und wird wieder fest; dieses deutet auf Salze, welche viel Kristallwasser enthalten. Manche Salze mit schwachen Basen, z. B. Eisenoxyd, Thonerde etc., zersetzen sich bei Rothglühhitze, und es findet dann, wenn man ein Streifchen Lackmuspapier in den Hals des Kölbchens oder in die Röhre bringt, eine saure Reaktion statt. Auch lassen sich die frei werdenden Säuren dann zuweilen durch ihren eigenthümlichen Geruch erkennen.

2. Die Substanz schmilzt, gibt kein Wasser ab, es entwickelt sich bei stärkerem Erhitzen dabei ein gelbrothes Gas, so deutet dieß auf die Gegenwart eines salpetersauren Salzes.

3. Die Substanz schmilzt, gibt kein Wasser aber eine Säure ab, das Entweichen der Säure erkennt man durch in das Glas geschobenes Lackmuspapier, welches roth wird; zeigt die Gegenwart saurer Salze an, deren Säuren im reinen oder wasserhaltigen Zustande flüchtig sind.

4. Die Substanz schmilzt, gibt kein Wasser ab, und kömmt bei starkem Erhitzen zum Kochen; es entwickelt sich dann Sauerstoffgas, welches sich leicht durch ein glimmendes Holzspänchen erkennen lässt, wenn man mit demselben in die Mündung des Kölbchens oder der Röhre fährt, wobei es zu brennen anfängt; zeigt die Gegenwart von chlor-, brom- und jodsaurer Salzen an; auch salpetersaure Salze verhalten sich ähnlich.

5. Die Substanz schmilzt zwar nicht, gibt aber Wasser ab; Metalloxydhydrate, wasserhaltige Silicate oder Substanzen, welche entweder Hydrate oder nur mechanisch eingeschlossenes Wasser enthalten.

6. Die Substanz verändert beim Glühen ihre Farbe, wird gelb, und bleibt es auch nach der Abkühlung; Gegenwart von Bleioxyd, Wismothoxyd, Zinnoxid. Die Substanz wird gelb, nach der Abkühlung aber wieder weiß, Zinkoxyd. Die Substanz wird braun, Cadmiumoxyd, oder wird schwarz, Kupferoxyd.

7. Die Substanz sublimiert und kondensiert sich an dem kälteren Theile des Kölbchens oder der Röhre.

a) Das Sublimat ist weiß: Gegenwart von Ammoniaksalzen oder Einfach-Chlorquecksilber, Halb-Chlorquecksilber, Chlorblei, arsenige Säure, Antimonoxyd. Man mengt sodann eine neue Probe der Substanz mit einem vollkommen getrockneten Gemenge von gleichen Theilen kohlen saurem Natron und Cyankalium, bringt es in eine unten zugeschmolzene Glasröhre und erhitzt.

Bildet sich sodann ein schwarzer Metallspiegel, der bei Zutritt der Luft erhitzt unter Verbreitung eines knoblauchartigen Geruches verbrennt, so ist Arsen vorhanden.

Bildet sich ein grauer metallisch-glänzender Anflug, dessen kleinste Theilchen sich mittelst eines Hölzchens zu größeren Tropfen vereinigen lassen, so rührt dieser von Quecksilber her.

(Ob das ursprüngliche weiße Sublimat bei dem ersten Versuche Einfach-Chlorquecksilber oder Halb-Chlorquecksilber war, erkennt man gleich daran, dass das Einfach-Chlorquecksilber bei niedriger Temperatur zuerst schmilzt und dann sublimiert, während das Halb-Chlorquecksilber ohne zu schmelzen mit gelblicher Farbe sublimiert, während der Abkühlung aber weiß wird.)

Entwickelt sich bei dem Glühen mit kohlen saurem Natron und Cyankalium ein ammoniakalischer Geruch, so ist Ammoniak vorhanden.

Das Sublimat von Chlorblei erkennt man leicht daran, dass es mit kohlen saurem Natron auf der Kohle erhitzt ein dehnbares Metallkorn und einen gelben Beschlag gibt.

Das Sublimat von Antimonoxyd gibt mit kohlen saurem Natron auf der Kohle erhitzt ein Metallkorn, das auch ohne weiteres Erhitzen noch längere Zeit hindurch einen weißen Rauch entwickelt.

b) Das Sublimat ist gelb; es zeigt die Gegenwart von Schwefel, einem Schwefelmetall, natürlichem oder künstlichem

Schwefelarsen, so wie Verbindungen oder Gemengen von Schwefel- und Arsenmetallen.

Ob das gelbe Sublimat, Schwefel allein oder eine Schwefelverbindung des Arsens sei, erkennt man dann leicht durch folgende Versuche:

Das Sublimat von Schwefel ist in der Wärme dunkelgelb bis rothbraun, wird während der Abkühlung aber rein schwefelgelb; bei Zutritt der Luft erhitzt, entwickelt es den Geruch nach schwefliger Säure.

Das Sublimat von Schwefelarsen gibt mit gut getrockneter Soda und Cyankalium, in einer an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre erhitzt, das bekannte Sublimat von Arsen.

Bei Schwefelmetallen, die auf einer hohen Schwefelungsstufe stehen, und dadurch Schwefel abgeben, wie z. B. Schwefelkies, Kupferkies und bei Gemengen von Schwefel- und Arsenmetallen mit Ueberschuss von Schwefel, wodurch Schwefelarsen sublimiert, bleibt dann das Einfach-Schwefelmetall gewöhnlich zurück.

c) Das Sublimat ist bei starkem Erhitzen mit Hilfe der Löthrohrflamme schwarz, wird aber unter der Abkühlung braunroth und setzt sich unmittelbar über der Probe an; Schwefelantimon und Verbindungen von Schwefelmetallen mit viel Schwefelantimon.

d) Das Sublimat ist schwarz, metallisch glänzend und kristallinisch, es entwickelt sich gleichzeitig ein knoblauchartiger Geruch; metallisches Arsen und solche Arsenmetalle, die auf 2 Aequivalent Metall mehr als 1 Aequivalent Arsen enthalten, z. B. Speißkobalt, auch manche Schwefelarsenmetalle, wie z. B. Arsenkies geben ein Sublimat von Arsen, indem sich Einfach-Schwefelmetalle bilden.

e) Das Sublimat ist schwarz, glanzlos, zerrieben erscheint es roth. Natürliches oder künstliches Schwefelquecksilber, auch quecksilberhaltiges Fahlerz.

f) Das Sublimat zeigt sich als Anflug, oder als einen aus lauter kleinen Kugeln bestehenden Beschlag von metallisch glänzendem Quecksilber; Verbindungen des Quecksilbers mit anderen Metallen (Amalgame).

## 2. Prüfung der Substanz in einer an beiden Enden offenen Glasröhre.

Zur Prüfung von Substanzen, welche flüchtige Metalle oder flüchtige Metalloxyde, Schwefel etc. enthalten, bedient man sich entweder einer geraden oder einer, an dem einen Ende unter einem stumpfen Winkel gebogenen Glasröhre von 200 Millimeter Länge und 6 Millimeter

Durchmesser. Die zu untersuchende Substanz wird nahe dem einen Ende oder in den stumpfen Winkel der Röhre gelegt, und je nachdem der Luftzug geringer oder stärker sein soll, die Röhre weniger oder mehr bei dem Erhitzen geneigt. Bedarf die Probe wenig Hitze, um die flüchtigen oder flüchtig werdenden Bestandtheile auszutreiben, so bedient man sich hiezu der Flamme der Spirituslampe; im Gegentheile aber muß man die Löthrohrflamme anwenden.

Die Körper, welche während einer solchen Röstung durch die Verbrennung gebildet und flüchtig werden, sublimieren sich, im Falle es keine Gase sind, im Innern der Röhre und können leicht daran, oder auch an dem Geruche erkannt werden.

Es gibt mehrere Körper, die sich bei der Prüfung in der offenen Glasröhre erkennen, und in den meisten Fällen, selbst in sehr zusammengesetzten Substanzen, mit Sicherheit nachweisen lassen; es werden diese Körper wieder an folgenden Erscheinungen erkannt:

a) Bildet sich kein, oder nur ein geringes, bisweilen verschieden gefärbtes Sublimat, und verspürt man an dem höher gehaltenen Ende der Glasröhre den bekannten stechenden Geruch der schwefligen Säure oder wird ein daselbst eingeschobenes befeuchtetes blaues Lackmuspapier roth gefärbt, so zeigt dieß die Gegenwart des Schwefels oder eines Schwefelmetalles an.

b) Bildet sich ein weißes kristallinisches Sublimat, welches sich ziemlich weit von der Probe entfernt an das Glas ansetzt, und kann dieses durch bloßes Erwärmen in der Röhre leicht weiter getrieben werden, so deutet dieß auf Arsen und Arsenmetalle, überhaupt Arsenverbindungen; es muß dieses Sublimat oder die Substanz dann aber noch näher auf Arsen untersucht werden. (7. a. S. 72.)

c) Bildet sich ein weißes kristallinisches Sublimat, indem zugleich oder früher die ganze Röhre mit einem weißen Rauch angefüllt ist, und läßt sich dieses Sublimat nur sehr schwierig oder auch gar nicht durch Erhitzen weiter treiben, so rührt dieß vom metallischen Antimon, Antimonmetallen, Schwefelantimon und überhaupt von Antimonverbindungen her.

d) Bildet sich ein Sublimat, das aus lauter kleinen Kügelchen besteht, welche durch Klopfen an die Röhre, während man dieselbe langsam um ihre Axe dreht, zu einer einzigen Kugel vereinigt werden können, so sind Quecksilberverbindungen zugegen, wie z. B. Verbindungen des Quecksilbers mit anderen Metallen, Schwefelquecksilber etc.; nur die Chlorverbindungen des Quecksilbers sublimieren unzersetzt.



### 3. Prüfung der Substanz auf Kohle im Löthrohrfeuer.

Bei dieser Prüfung legt man die Probe auf die eine glatte Seite einer Kohle, so dass sich die Probe nahe an demjenigen Ende befindet, welches man der Löthrohrflamme zu nähern gedenkt; damit aber die Probe während der Behandlung mit der Löthrohrflamme immer an einer und derselben Stelle liegen bleibt, macht man vorher mit der Messerspitze oder einem Kohlenbohrer ein ganz flaches Grübchen.

Man leitet nun auf die Probe, indem man die Fläche der Kohle etwas geneigt gegen die Löthrohrflamme hält, eine schwache Oxydationsflamme und bläst so lange, bis man entweder eine Farbenveränderung, ein Aufglühen, Anschwellen, eine Schmelzung oder eine Ausscheidung eines flüchtigen Stoffes, oder überhaupt eine Veränderung der Substanz wahrnimmt, aus welcher sich ein Schluss auf die Beschaffenheit oder Zusammensetzung der Substanz machen lässt. Sobald man das Blasen unterbricht, überzeugt man sich durch den Geruch von der Gegenwart flüchtig gewordener Säuren, oder des Schwefels, des Arsens, des Selens.

Zuletzt behandelt man die Probe im Reduktionsfeuer. Während man nun die Probe überhaupt erhitzt, beobachtet man dann zugleich, ob sie nach dem Schmelzen auf der glühenden Stelle detoniert, wie es z. B. mit den salpeter-, chlor-, brom- und jodsauren Salzen der Fall ist, ob sich die Kohle mit einem flüchtig gewordenen Körper belegt, ein sogenannter Beschlag sich gebildet, ob derselbe nahe an der Probe oder weit von derselben entfernt sich befindet, was er sowohl heiß als auch nach der Abkühlung für eine Farbe besitzt, ob er sich im Oxydationsfeuer oder nur im Reduktionsfeuer verflüchtigen lässt, und ob er in letzterem eine Färbung in der äußeren Flamme verursacht, endlich ob man im Reduktionsfeuer leicht ein Metallkorn erhält.

Die verschiedenen Erscheinungen, die hier auftreten können, und charakteristisch gewisse Körper bezeichnen, bestehen nun im Folgenden:

a) Die Probe gibt im Oxydations- und Reduktionsfeuer einen weißen, in dünnen Lagen graulichen, ziemlich weit von der Probe entfernten Beschlag, der Beschlag lässt sich durch bloßes Erwärmen sogleich wieder fortreiben, während des Erhitzens mit der Reduktionsflamme ist ein starker Geruch nach Knoblauch wahrzunehmen; **Arsen** und **Arsenverbindungen**.

b) Die Probe gibt im Oxydations- und Reduktionsfeuer einen rein weißen, in dünnen Lagen bläulichen Beschlag, der weniger weit von der

Probe entfernt ist, als der Beschlag von arseniger Säure; der Beschlag ist nur äußerst schwer flüchtig. Mit der Reduktionsflamme behandelt gibt die Probe ein Metallkorn; wird nun das Blasen unterbrochen und die Kohle mit der flüssigen Metallkugel ruhig hingestellt, so erhält sich letztere eine lange Zeit im glühenden Flusse und entwickelt dabei einen dicken weißen Rauch, welcher sich zum Theil auf der Kohle und zuletzt um die Kugel in weißen seidenglänzenden Kristallen anlegt. Das Metallkorn ist spröde; Antimon und Antimonverbindungen.

c) Die Probe gibt im Oxydations- und Reduktionsfeuer einen weißen Beschlag; der Beschlag befindet sich so nahe an der Probe, dass er sich unmittelbar an dieselbe anschließt, er ist mit keiner Flamme zu verflüchtigen; im Reduktionsfeuer erhält man ein Metallkorn mit blanker Oberfläche, das leicht in der Oxydationsflamme mit Oxyd sich überzieht, das Metallkorn ist dehnbar; Zinn und Zinnverbindungen.

d) Die Probe gibt im Oxydations- und Reduktionsfeuer einen gelben Beschlag; im Reduktionsfeuer behandelt ein Metallkorn. Wismuth oder Blei mit ihren Verbindungen.

Der Beschlag, von Wismuthoxyd herrührend, ist in der Wärme dunkel orange-gelb, nach dem Erkalten zitronengelb; er lässt sich von einer Stelle zur andern treiben, besitzt aber nicht die Eigenschaft, seine Stelle im Reduktionsfeuer mit einem farbigen Scheine zu verlassen. Das Metallkorn selbst ist spröde und zerspringt unter dem Hammer.

Der Beschlag, von Bleioxyd herrührend, ist in der Wärme dunkel zitronengelb, nach dem Erkalten schwefelgelb; er lässt sich ebenfalls von einer Stelle zur andern treiben, wendet man aber die Reduktionsflamme an, so verändert er seine Stelle mit einem azurblauen Scheine. Das Metallkorn von Blei ist dehnbar und lässt sich leicht unter dem Hammer zu einer Platte ausschlagen.

e) Die Probe gibt im Oxydationsfeuer einen in der Wärme gelben Beschlag, der aber nach völligem Erkalten weiß wird. Die Probe entzündet sich während des Erhitzens und verbrennt mit einer stark leuchtenden, grünlich-weißen Flamme und einem dicken weißen Rauche. Der Beschlag in der Oxydationsflamme erhitzt, leuchtet ebenfalls, er lässt sich aber nicht verflüchtigen; Zink und Zinkverbindungen.

f) Die Probe gibt im Oxydationsfeuer einen rothbraunen Beschlag, der ziemlich nahe an der Probe sich befindet; die Probe verbrennt häufig mit dunkelgelber Flamme und braunem Rauche; der rothbraune Beschlag lässt sich mit jeder Flamme fortreiben, gibt aber dabei keinen farbigen Schein. Von der äußersten Gränze des Beschlages an erscheint die Kohle

bisweilen pfauenschweifig bunt angelaufen; Cadmium und Cadmiumverbindungen.

g) Die Probe gibt auch nach längerem Blasen keinen Beschlag, im Reduktionsfeuer bei stärkerer Hitze aber dann ein Metallkorn; Silber oder Kupfer.

Das Silberkorn zeichnet sich durch seine eigenthümliche silberweiße Farbe und im geschmolzenen Zustande durch sein Farbenspiel (den Silberblick) aus. Das Kupferkorn leuchtet im geschmolzenen Zustande mit dem metallischen Glanze des Kupfers, wird aber das Blasen unterbrochen, so oxydiert sich die Oberfläche des Metalls wieder und wird schwarz oder braun.

h) Proben, die mit der Oxydationsflamme behandelt, weiße Beschläge geben, können endlich verschiedene Schwefel-, Chlor-, Brom- und Jodmetalle sein; diese Verbindungen von schweren Metallen werden dann aber zumeist an ihren anderweitigen, von e) bis h) angeführten Erscheinungen erkannt, sobald sie auch mit der Reduktionsflamme behandelt werden. Die Verbindungen mit den leichten Metallen werden dann einestheils entweder mittelst Anwendung von Reagenzien oder ohne letztere durch die bloße Färbung der Flamme vor dem Löthrohre erkannt.

Die Verbindungen des Chlor's, Brom's und Jod's mit Kalium oder Natrium erkennt man, wenn sie einen weißen Beschlag gegeben, auch daran, dass sie im geschmolzenen Zustande in die Kohle dringen, und der Beschlag, mit der Reduktionsflamme behandelt, mit einem bläulich-violetten oder röthlich-gelben Scheine verschwindet.

#### 4. Prüfung der Substanz auf Färbung der äußeren Löthrohrflamme.

Diese Prüfung von Substanzen kann entweder mit Hilfe einer Pinzette oder des Platindrates oder auf der Kohle vor dem Löthrohre vorgenommen werden.

Mehrere Körper besitzen die Eigenschaft, die äußere Löthrohrflamme mehr oder weniger zu färben, wenn sie mit der Spitze der inneren Flamme erhitzt und geschmolzen werden, indem nämlich dadurch eine theilweise Reduktion und Verflüchtigung, aber auch sogleich wieder eine Oxydation (Verbrennung mit Farbe) erfolgt; ist nun die Farbe, welche der äußern Flamme von irgend einer Substanz mitgetheilt wird, ausgezeichnet und scharf begrenzt, so kann sie als ein charakteristisches Mittel in manchen Fällen sogleich zur Erkennung der Substanz selbst, oder

zur Unterscheidung derselben von anderen Substanzen, oder zur Erkennung eines in der Substanz befindlichen Bestandtheiles dienen.

Die Prüfung der Substanz selbst wird so ausgeführt, dass man von harten Mineralien kleine Splitter oder Blättchen nimmt und sie in die Platinspitzen der Pincette klemmt, oder von Substanzen, die leicht schmelzbar sind, wie z. B. leichtflüssige Salze, etwas in gepulvertem Zustande mit dem Ohr des Platindrates, das man bis zum Glühen früher erhitzt, in Berührung bringt, oder wenn die Substanz am glühenden Drate nicht haftet, dass man das Ohr mit destilliertem Wasser befeuchtet, und in diesem Zustande mit der Substanz zusammenbringt.

Metalle und deren Verbindungen, so wie Schwefelmetalle und leicht reduzierbare Metalloxyde in Pulverform werden einfach auf Kohle gelegt, indem man sie in ein ganz flaches Grübchen, welches man auf der einen langen Seite der Kohle vorbereitet hat, bringt.

Bei dem Pulvern der zu untersuchenden Substanz im Achatmörser und bei der Ausführung des Versuches mit dem Platindrate muß man sehr vorsichtig sein, und die Vermischung, selbst der kleinsten Menge, irgend eines Natronsalzes mit der Substanz vermeiden; denn käme oft nur die geringste Spur irgend eines Natronsalzes hinzu, so wäre, weil das Natron intensiver färbt, als die meisten andern Körper, der Versuch auf Färbung der äußeren Löthrohrflamme vergebens, sobald die Substanz nicht selbst Natron enthält. Der Mörser muß daher, wenn vielleicht zuvor eine Probe mit Soda oder Borax darin gemengt worden ist, erst mit Wasser gewaschen und rein ausgetrocknet werden; auch muß der Platindrat vollkommen rein sein, und in der Spitze der Reduktionsflamme erhitzt darf er der äußern Flamme keine Färbung ertheilen. Rührt eine röthlich gelbe Färbung vielleicht nur davon her, dass man das Ohr des Platindrates zufällig mit schweißigen Fingern berührt und dadurch an dasselbe Spuren von Chlornatrium gebracht hat, so verliert sich diese Färbung nach fortgesetztem Blasen vollkommen; war aber von einer vorher geprüften natronhaltigen Substanz der Platindrat noch belegt, so verschwindet die Färbung nicht, der Platindrat muß dann sorgfältig mit Wasser oder einer Säure gereinigt werden.

Bei dem Behandeln der Substanz mit der Löthrohrflamme bringt man erstere unmittelbar mit der Spitze der blauen Flamme, der Reduktionsflamme, zusammen, und beobachtet dabei, ob die äußere, schwach bläuliche Flamme gefärbt werde.

Manche Substanzen bringen für sich entweder gar keine oder nur eine undeutliche Färbung in der äußern Flamme hervor, obgleich sie

einen Bestandtheil enthalten, welcher die Eigenschaft besitzt, im freien Zustande diese Flamme intensiv zu färben, wie z. B. solche, die Phosphorsäure, Borsäure in geringer Menge enthalten. In solchen Fällen befeuchtet man entweder die ganz fein gepulverte Substanz mit Schwefelsäure oder man wendet besondere Flüsse an, und behandelt in beiden Fällen die Probe auf dem Platindrate.

Behandelt man die Substanz auf Kohle mit der Reduktionsflamme, so bemerkt man ganz deutlich, sobald die Substanz die Eigenschaft, die äußere Löthrohrflamme zu färben, besitzt, dass die Probe mit einem mehr oder weniger intensiv gefärbten Scheine umgeben ist.

Alle Versuche auf Färbung der äußeren Flamme, sie mögen nun in der Pincette oder auf Platindrat, oder auf Kohle unternommen werden, gelingen am besten bei schwachem Tageslicht, so dass letzteres nicht unmittelbar durchs Fenster auf die Flamme fällt. Die Farben, welche dann verschiedene Körper geben, sind verschieden. Bis jetzt kennt man folgende fünf: 1. gelb, 2. violett, 3. roth, 4. grün und 5. blau, letztere beiden in verschiedenen Nüancen.

1. Gelb. Natron und dessen Salze färben die äußere Flamme intensiv röthlich-gelb; eine beigemenzte große Menge anderer Salze, deren Basen die äußere Flamme ebenfalls jedoch nicht so intensiv färben wie Natron, hebt diese Eigenschaft nicht auf.

2. Violett. Kali und die meisten Kalisalze (bor- und phosphorsaures Kali ausgenommen) färben die äußere Flamme deutlich violett; die Farbe der Flamme wird jedoch unterdrückt, wenn dem Kalisalz nur etwas Natron beigemenzt ist.

3. Roth. Körper, welche der äußeren Löthrohrflamme eine rothe Farbe ertheilen, sind Strontian und Kalk.

Strontian. Salpetersaurer Strontian und Chlorstrontian färben die äußere Löthrohrflamme gleich purpurroth, die übrigen Strontianverbindungen erst bei größerer Hitze; ein Ueberschuss von Barytsalz unterdrückt die Färbung.

Kalk und dessen Salze (mit Ausnahme des bor- und phosphorsauren Kalkes) färben im Anfang die äußere Flamme gelb, nach längerem Blasen gelbroth; die Färbung ist von der der Strontiansalze leicht zu unterscheiden.

4. Grün. Die grüne Färbung der Flamme kann von Baryt, Kupferoxyd, Phosphorsäure und Borsäure herrühren.

Baryt und dessen Salze färben die äußere Flamme anfangs blassgrün, später aber intensiv gelblich-grün; die Gegenwart des Kalkes hebt die Reaktion nicht auf.

Kupferoxyd und die meisten Verbindungen desselben färben die äußere Flamme smaragdgrün, welche Färbung häufig sehr intensiv wird; selbst kleine Mengen von Kupferoxyd, die oft nur den färbenden Bestandtheil einer Verbindung ausmachen, bringen diese Reaktion hervor.

Phosphorsäure, phosphorsaure Salze und Mineralien, welche Phosphorsäure enthalten, bringen theils für sich, ganz besonders aber nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure eine blaugrüne Färbung der äußern Flamme hervor. Diese Reaktion ist so sicher, dass man selbst noch sehr kleine Mengen von Phosphorsäure in Mineralien dadurch entdecken kann.

Borsäure färbt im freien Zustande die äußere Flamme hoch gelblich-grün (zeisig-grün), ist die Säure jedoch nicht ganz frei von Natron, so wird die Flamme grünlichgelb. Borax bringt für sich allein keine grüne, sondern wegen seines Natrongehaltes eine gelbe Färbung hervor, wird jedoch dem entwässerten Borax etwas Schwefelsäure zugesetzt, oder noch besser wird derselbe wasserfrei mit etwas zweifach-schwefelsaurem Kali und Fluorcalcium gemengt, auf Platindrat der Spitze der blauen Flamme ausgesetzt, so erfolgt, ganz besonders im Anfange, eine intensiv grüne Färbung, die, so lange freie Schwefelsäure vorhanden ist, andauert. Auf ähnliche Weise verhalten sich andere borsaurer Salze.

5. Blau. Substanzen, welche, wenn sie mit der blauen Flamme erhitzt werden, die äußere Flamme blau färben, sind besonders Arsen, Antimon, Blei und Chlorkupfer.

Antimon; die flüssige Kugel des metallischen Antimon's umgibt sich mit einem nur schwach blau gefärbten Scheine; wird jedoch der auf der Kohle entstandene weiße Beschlag des Antimons (Antimonoxyd) mit der blauen Flamme angeblasen, so verschwindet er mit einem grünlich-blauen Scheine.

Blei, im metallischen Zustande auf der Kohle geschmolzen, umgibt sich mit einem azurblauen Scheine, während der gelbe Beschlag sich bildet; letzterer mit der blauen Flamme erhitzt, wird mit azurblauem Scheine weiter getrieben. Bleisalze, wenn die Säure derselben nicht selbst eine intensive Färbung der äußern Flamme hervorbringt, färben auf Platindraht geschmolzen, die äußere Flamme intensiv azurblau.

Chlorkupfer färbt die äußere Flamme intensiv azurblau, später jedoch grün von gebildetem Kupferoxyde. Kupferhaltige Metalloxyde, Schlacken etc., fein gepulvert und mit Salzsäure befeuchtet, färben dann ebenfalls auf kurze Zeit die äußere Flamme azurblau.

## II. Prüfung der Substanz mit Anwendung von Reagenzien.

Sobald man bei den vorhergehenden Versuchen kein derartiges Resultat erlangt, welches mit Sicherheit auf die Bestandtheile der fraglichen Substanz schließen lässt, so geht man dann zu einer Prüfung vor dem Löthrohre mit Anwendung von Reagenzien über. Die vorzüglichsten Reagenzien sind: Borax, Phosphorsalz, Soda und Kobaltsoluzion.

Hat man es mit Schwefel- und Arsenmetallen zu thun, oder mit Oxyden, die mit Schwefel- oder Arsenmetallen gemengt sind, so müssen diese zur Entfernung ihres Schwefel- und Arsengehaltes zuerst auf der Kohle geröstet werden, bevor sie mit den Löthrohrreagenzien behandelt werden.

### I. Prüfung der Substanz mit Borax.

Bei der Prüfung einer Substanz mit Borax auf dem Platindrate verfährt man folgendermaßen: Zuerst erhitzt man das Oehr eines Platindrates durch die Löthrohrflamme bis zum Glühen, taucht es hierauf schnell in den gepulverten Borax und schmelzt die daran hängengebliebene Menge in der Oxydationsflamme zu Glas. Um dann die zu prüfende Substanz an die Boraxperle zu befestigen, kann man letztere einfach nach dem Erkalten ein wenig befeuchten, und hierauf mit der bereit liegenden Probe in Berührung bringen. Ist dieß gesehehen, so schmelzt man das hängengebliebene mit dem Borax in der Oxydationsflamme zusammen. Es entstehen nun mit den verschiedenen Substanzen durch den Borax, — indem er freie Borsäure enthält, — borsaure Oxyde, die mit borsauerm Natron leicht schmelzen, und ein klares, oft mehr oder weniger gefärbtes Glas geben. — Während nun die Oxydationsflamme auf die Probe geleitet wird, beobachtet man, ob das Glas, nachdem die Substanz aufgelöst ist, gegen das Tageslicht gehalten, gefärbt erscheint und ob diese Farbe sich bei der Abkühlung gleich bleibt oder lichter wird, oder auch, ob das Glas unter der Abkühlung klar bleibt oder undurchsichtig wird. Ist das Glas zu dunkel gefärbt, so muß man dasselbe, um die Farbe recht erkennen zu können, während es noch weich ist, mit irgend einem Instrumente platt drücken.

Nachdem man sich von der Farbe, die eine Substanz dem Boraxglase im Oxydationsfeuer mittheilt, überzeugt, auch die andern, dabei beobachteten Erscheinungen zur Kenntnis genommen hat, behandelt man das Glas mit der Reduktionsflamme. Man sieht dabei ebenfalls, ob

das Glas seine Farbe verändert, ob die Farbe des noch heißen Glases anders ist, als nach dem Oxydationsfeuer, ob dieselbe unter der Abkühlung sich verändert etc.

In einigen Fällen setzt man auch zu der im Reduktionsfeuer auf Kohle behandelten Glasperle ein kleines Stück reines Zinn von der Größe eines Nadelkopfes und schmelzt beides einige Augenblicke in der Reduktionsflamme; das Zinn nimmt dabei den Sauerstoff des im Glase befindlichen Metalloxydes zum Theile auf, löst sich farblos im Glase, während das gesuchte Metalloxyd als Oxydul mit einer deutlichen Farbe hervortritt.

Die verschiedenen Farben, welche die Metalloxyde der Boraxperle im Oxydations- und Reduktionsfeuer ertheilen, sind nun folgende:

a. Gelbe Perle: Eisenoxyd; im heißen Zustande sieht die Perle jedoch roth bis braun aus; wird die Perle im Reduktionsfeuer behandelt, so wird sie boutelliengrün von gebildetem Eisenoxydul.

b. Rothe bis braune Perle: Nickeloxydul, bei Reduktionsfeuer wird sie grau; Manganoxyd gibt eine violettrothe Perle, die im heißen Zustande rein violett ist; wird die Manganperle jedoch im Reduktionsfeuer behandelt, so wird sie farblos.

c. Blaue Perle: Kobaltoxydul im heißen, so wie im kalten Zustande; Kupferoxyd im heißen Zustande grün, im kalten Zustande blau, bei starker Sättigung grünlich-blau; wird die blaue Perle des Kupferoxydes in der Reduktionsflamme, besonders mit etwas Zinn behandelt, so erhält man nach dem Erkalten eine undurchsichtige rothe Perle.

d. Grüne Perle: Chromoxyd, im heißen Zustande jedoch gelb bis roth. — Eisenoxydul wie sub a. angegeben.

## 2. Prüfung der Substanz mit Phosphorsalz.

Die Reaktionen der Substanzen mit Phosphorsalz werden auf gleiche Weise ausgeführt, wie jene mit Borax; — es wirkt das Phosphorsalz bei Löthrohrproben vorzüglich durch die Phosphorsäure, welche nach Verflüchtigung des Kristallwassers und des Ammoniaks die verschiedenen Basen aufnimmt, und mit ihnen mehr oder minder leicht schmelzbare Doppel-Verbindungen bildet, auf deren Durchsichtigkeit und Farbe man vorzüglich achten muß. Die Farbe und die Intensität derselben weicht häufig von derjenigen ab, welche man bei denselben Metalloxyden mit Borax erhält; die vorzüglichsten Abweichungen hierin sind folgende:



a. gelbe Perle, das Nikeloxydul, in heißem Zustande röthlich. — Das Eisenoxyd, bei starker Sättigung in heißem Zustande röthlich.

b. violette Perle und zwar in heißem Zustande braun-violett, unter der Abkühlung hell rothviolett gibt das Manganoxyd.

c. blaue Perle, das Kobaltoxydul; das Kupferoxyd, letzteres in heißem Zustande grün.

d. grüne Perle und zwar sehr schön smaragdgrün, in heißem Zustande röthlich, gibt das Chromoxyd.

e. eine rothe undurchsichtige Perle gibt das Kupferoxydul.

Man kann endlich auch das Phosphorsalz zur Entdeckung eines Chlormetalls vor dem Löthrohre anwenden, indem man nämlich in die Perle des Phosphorsalzes, so viel Kupferoxyd einträgt, bis die Perle beinahe undurchsichtig geworden, und dann mit selber die zu untersuchende Substanz zusammenbringt. Wird nun jetzt das Ganze im Reduktionsfeuer behandelt, und umgibt nun die Perle eine blaue Flamme, so ist ein Chlormetall vorhanden.

### 3. Prüfung der Substanz mit Soda.

Die Prüfung der Substanz mit Soda hat entweder ein einfaches Zusammenschmelzen derselben mit Soda, oder auch eine Reduktion der in selber befindlichen Metalloxyde zum Zwecke.

Die Versuche mit Soda werden so ausgeführt, dass die zu untersuchende Substanz mit der Soda in einem kleinen Grübchen der Kohle stark mit der Oxydationsflamme erhitzt wird. -- An dem hierauf erfolgenden Zusammenschmelzen der Substanz mit der Soda und indem die Masse dann, — besonders, wenn kein Ueberschuss von Soda angewendet worden, eine klare Perle bildet, werden die Kieselsäure oder überhaupt kieselsaure Verbindungen erkannt. — Ist die zusammengeschmolzene Masse mehr oder weniger gefärbt, so versucht man noch eine neue Probe der Substanz mit Soda auf dem Platinbleche; — wird hier die geschmolzene Masse unter der Abkühlung blaugrün gefärbt, indem sie sich zugleich auf dem Platinblech ausbreitet, so ist Mangan in der Substanz enthalten, die Färbung rührt von mangansaurem Kali her. — Enthält die Substanz Kieselerde und Kobaltoxydul, so bildet sich dann mit der Soda kieselsaures Natron, welches durch das Kobaltoxydul blau gefärbt wird.

Ganz besonders ist jedoch die Prüfung mit Soda geeignet, leicht reduzierbare Metalloxyde, — selbst, wenn sie in geringerer Menge in Mineralien etc. vorhanden sind, — aufzufinden. Man bekömmt durch das Behandeln solcher Substanzen mit Soda auf der Kohle dann binnen Kurzem ein Metallkorn. Man nimmt dieses aus dem Grübchen und macht mit demselben dann die Versuche, die bei der Untersuchung der Körper auf Kohle allein angegeben wurden. Hat sich kein mit freiem Auge erkennbares Metallkorn gebildet, was bisweilen der Fall ist, wenn ein Metalloxyd mit einem nicht reduzierbaren Körper so verbunden, dass es schwer hält, die bei der Reduktion mittelst Soda erhaltenen Metallkörner sogleich zu erkennen, so nimmt man, nachdem man die Stelle der Kohle, auf welcher die Reduktion geschah, mit ein paar Tropfen Wasser befeuchtet hat, mit dem Messer alles weg, was mit Soda getränkt ist. Die losgebrochene Masse wird nun im Mörser fein zerrieben, dann etwas Wasser darauf gegossen und das Pulver langsam aufgerührt. Nach dem Abgiessen des Wassers und öfteren Wiederholen des Schlemmens findet man dann am Boden des Mörsers plattgedrückte glänzende Blättchen von Metall, im Falle das reduzierte Metall leicht schmelzbar und geschmeidig ist, oder es findet sich ein metallisches Pulver, wenn das Metall schwer schmelzbar oder nicht geschmeidig ist.

War kein reduzierbares Metalloxyd in der Substanz enthalten, so ist der Mörser nach dem Schlemmen leer. Die Metalle, welche mit Anwendung von Soda reduziert werden können, sind außer den edlen Metallen noch: Antimon, Kupfer, Wismuth, Zinn, Blei, Zink, Cadmium, Nickel, Kobalt und Eisen.

Wird das nach dem Schlemmen zurückbleibende Metallpulver vom Magnete angezogen, so ist dieß Eisen, Nickel oder Kobalt, die mittelst der Boraxperle ganz genau erkannt werden können. Die übrigen Metalle werden dann für sich auf der Kohle genau bestimmt.

Bei der Behandlung einer Substanz mit Soda auf der Kohle ist es oft leicht, einen Gehalt derselben an Schwefel oder Schwefelsäure zu entdecken. Nachdem man das Gemenge aus Substanz und Soda längere Zeit mit der Reduktionsflamme behandelte, bringt man die geschmolzene, aus der Kohle ausgebrochene Masse auf ein blankes Silberblech, indem man sie zugleich mit Wasser stark befeuchtet; entsteht nach längerer Zeit ein schwarzer oder dunkelbrauner Fleck von Schwefelsilber auf dem Bleche, so deutet dieß auf Schwefel oder Schwefelsäure.

#### 4. Prüfung der Substanz mit salpetersaurem Kobaltoxydul (Kobaltsoluzion).

Diese Prüfung kann nur bei Substanzen angewendet werden, die nach dem Glühen im Oxydationsfeuer eine weiße Farbe besitzen. Man befeuchtet die Probe mit salpetersaurem Kobaltoxydul, erhitzt sie dann ziemlich stark mit der Oxydationsflamme und beobachtet die etwa eintretende Farbenveränderung.

Es sind vorzüglich vier Körper, welche durch ihr Verhalten gegen Kobaltsoluzion genau erkannt werden können.

1. *Alaunerde*. Wird nämlich die Farbe der Probe durch Kobaltsoluzion nach dem Erhitzen mehr oder weniger rein blau, so ist Alaunerde in der Substanz enthalten. Nur darf das Erhitzen der Probe nicht zu weit getrieben werden, indem nämlich Mineralien, die Kalkerde oder ein Alkali ohne Alaunerde enthalten, beim Schmelzen derselben ebenfalls ein blaues Glas zeigen.

2. *Magnesia*. Bei Gegenwart derselben wird die Probe nach dem Erhitzen mit Kobaltsoluzion schwach rosenroth gefärbt. Ist letzteres der Fall, so muß man die Probe noch stärker erhitzen, und sogar versuchen, sie zum Schmelzen zu bringen, weil bei Gegenwart von *Magnesia* nicht nur die rothe Farbe bleibt, sondern dieselbe eher noch deutlicher wird.

Wenn jedoch in einem erdigen Minerale Metalloxyde in nicht zu geringer Menge enthalten sind, die eine andere als weiße Farbe besitzen, so lassen diese die Reaktion der Kobaltsoluzion auf Alaunerde und *Magnesia* nicht zu.

3. *Zinkoxyd*. Wenn sich bisweilen bei der Behandlung eines Minerals auf Kohle ein sehr dünner Beschlag von Zinkoxyd bildet, der schwer von der Asche der Kohle selbst zu unterscheiden ist, so dient in diesem Falle die Kobaltsoluzion als einziges sicheres Entscheidungsmittel. Man braucht nur auf die Stelle, wo das vermuthete Zinkoxyd sich befindet, einen Tropfen Kobaltsoluzion zu geben, und mit der Oxydationsflamme zu erhitzen, wo das Zinkoxyd dann nach dem Erkalten sehr schön grün gefärbt erscheint.

4. *Zinnoxid*. — Auf gleiche Weise wie das Zinkoxyd gibt auch das Zinnoxid mit Kobaltsoluzion eine charakteristisch blau-grüne Farbe.

Zum Schlusse dieser allgemeinen Regeln sei erwähnt, dass man bei dem Verhalten der Mineralien und anderer Substanzen vor dem Löthrohre der geringsten Veränderung Aufmerksamkeit schenken muß, weil sie oft darauf hinweist, Bestandtheile aufzufinden, die man vorher gar nicht in der Substanz vermuthete. Uebrigens fallen die Resultate bei der Untersuchung unbekannter Körper vor dem Löthrohre nur dann genügend aus, wenn man mit der Chemie im Allgemeinen und mit den Erscheinungen, die durchs Löthrohr hervorgebracht werden, bekannt ist, dabei das Vermögen besitzt, das Charakteristische in den verschiedenen Reaktionen anzuerkennen und zu verfolgen, wofür sich häufig keine Regeln geben lassen.

---







Bei

**WILHELM BRAUMÜLLER,**

k. k. Hofbuchhändler in Wien,

erschieden nachstehende Schriften von

Prof. Dr. Friedr. Hinterberger:

# Lehrbuch der Chemie

für Realschulen.

Mit 52 in den Text eingedruckten Holzschnitten.

Dritte Auflage.

1854. Preis: 1 fl. 30 kr. C. M.

---

Lehrbuch

## der technischen Chemie

für Ober-Realschulen.

- I. THEIL, für die erste Classe, mit 68 in den Text eingedruckten  
Holzschnitten. 1855. Preis: 1 fl. 40 kr. C. M.
- II. THEIL, für die zweite Classe, mit 28 in den Text eingedruckten  
Holzschnitten. 1856. Preis: 1 fl. 20 kr. C. M.

---

Druck von L. C. Zamarski, Universitäts-Buchdruckerei  
(vormals J. P. Sollinger).