



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der Chemie**

**Stöckhardt, Julius Adolph**

**Braunschweig, 1881**

Analytischer Anhang

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-88906)

## ANALYTISCHER ANHANG.

---

### Zusammenstellung

der wichtigsten Reactionerscheinungen, durch welche die bekannteren chemischen Verbindungen, hauptsächlich in ihren Lösungen, erkannt werden können.

---

#### I. Erkennung der Metalloxyde in ihren Verbindungen.

##### Gruppe I. Alkalien und deren Salze.

Diese werden weder durch kohlensaures Ammoniak noch durch Schwefelwasserstoff (HS) oder Schwefelwasserstoffammoniak ( $\text{NH}_3$ , HS) niedergeschlagen.

##### 1. Kaliumsalze.

Weinsäure, überschüssig und in concentrirter Lösung angewendet, erzeugt, namentlich nach starkem Schütteln, einen weissen, krystallinischen Niederschlag (Weinstein S. 292).

Pikrinsalpetersäure, in Alkohol gelöst, erzeugt schon in verdünnten Lösungen einen hellgelben, krystallinischen Niederschlag (pikrinsalpetersaures Kali).

Platinlösung giebt noch in sehr verdünnten Lösungen einen gelben, krystallinischen Niederschlag (Kaliumplatinchlorid 295). Alkalische Lösungen sind vorher mit Salzsäure anzusäuern.

In der Weingeistflamme auf Platindraht erhitzt, färben Kalisalze die äussere Flamme violett (S. 823 Flammenprobe).



## 2. Natriumsalze.

Antimonsaures Kali giebt mit neutralen oder alkalischen Natronlösungen, mit concentrirten sogleich, mit verdünnten erst nach einiger Zeit, einen weissen, krystallinischen Niederschlag (antimonsaures Natron 317).

Weinsäure, Pikrinsalpetersäure und Platinlösung erzeugen keine Fällung (Unterschied von Kali).

Weingeistflamme: intensiv gelbe Flammenfärbung. Im Lichte dieser Flamme verlieren Mennige, Quecksilberjodid, saures chromsaures Kali (auch das menschliche Antlitz) etc. ihre rothe Farbe (S. 823 Flammenprobe).

## 3. Ammoniumsalze.

Aetzkalk oder Aetzkali macht daraus, besonders schnell beim Erwärmen, Ammoniak frei, das an seinem stechenden Geruche leicht zu erkennen ist. Hält man ein mit Salzsäure angefeuchtetes Glasstäbchen über dieses Gemisch, so erzeugen sich weisse Nebel (325, c. 324).

Platinlösung verhält sich wie gegen Kalisalze (Ammoniumplatinchlorid 325).

Durchs Löthrohr oder auf Platinblech erhitzt, verflüchtigen sich die Ammoniaksalze (325, a). In einem Reagensgläschen geben sie einen weissen Sublimat.

## Gruppe II. Alkalische Erden.

Diese werden durch kohlenensaures Ammoniak, theils sofort, theils erst beim Kochen, als kohlen saure Erden mit weisser Farbe niedergeschlagen; bei der Magnesia verhindern Ammoniaksalze die Entstehung dieses Niederschlages.

Durch phosphorsaures Natron werden phosphorsaure Erden, auch mit weisser Farbe, niedergeschlagen.

HS und  $\text{NH}_3$ , HS bewirken keine Fällung.

## 1. Bariumsalze.

Schwefelsäure und schwefelsaure Salze, selbst eine Lösung von schwefelsaurem Strontian und Gyps, geben sogleich einen weissen, in Säuren unlöslichen Niederschlag (schwefelsaurer Baryt). In Flüssigkeiten, welche viel Ammonsalze enthalten, und in heisser Säure ist er merklich löslich.

Weingeistflamme: gelbgrüne Flammenfärbung (S. 823).

## 2. Strontiumsalze.

Schwefelsäure und schwefelsaure Salze geben sogleich einen weissen, in Säuren unlöslichen Niederschlag (schwefelsaurer Stron-



## Zusammenstellung der Reactionserscheinungen. 809

tian), eine Lösung von schwefelsaurem Strontian jedoch keinen (Unterschied von Baryt); bei Gypslösung erscheint der Niederschlag erst nach einiger Zeit.

Weingeistflamme: carminrothe Flammenfärbung (S. 823).

### 3. Calciumsalze.

Schwefelsäure bringt nur in concentrirten Kalklösungen einen Niederschlag hervor (Gyps), der sich in vielem Wasser wieder löst (343); in verdünnten Lösungen erscheint der Niederschlag erst auf Zusatz von starkem Weingeist.

Gypslösung giebt natürlich keine Fällung (Unterschied von Strontian und Baryt).

Oxalsäure und Ammoniak zeigen noch Spuren von Kalk durch eine milchige, durch Salzsäure leicht, durch Essigsäure nicht verschwindende Trübung an (oxalsaurer Kalk 261).

### 4. Magnesiumsalze.

Schwefelsäure erzeugt keine Fällung, auch nicht in concentrirten Lösungen (Unterschied von Baryt und Strontian).

Oxalsäure und Ammoniak geben (bei Gegenwart von Salmiak) ebenfalls keine Fällung (Unterschied von Kalk).

Phosphorsaures Natron und Ammoniak erzeugen, bei verdünnten Lösungen erst spät, einen weissen, krystallinischen Niederschlag (phosphorsaure Ammoniak-Magnesia 357).

## Gruppe III. Thonerde und Chromoxyd.

Ihre Salze werden durch Ammoniak, kohlen-saures Ammoniak und  $\text{NH}_3$ , HS, und zwar allseits als Hydrate der basischen Oxyde gefällt.

Kohlensaurer Baryt (in Wasser aufgeschlämmt) fällt schon in der Kälte die Thonerde sogleich, das Chromoxyd nach einiger Zeit, als mit basischem Salze gemengtes Hydrat.

### 1. Aluminiumsalze.

Kali fällt Thonerdehydrat, im Ueberschusse löslich; Salmiak schlägt es aus der alkalischen Lösung wieder nieder.

Kobaltauflösung färbt dieselben beim Glühen blau (365).

Nichtflüchtige organische Säuren, Zucker und dergl. verhindern die Fällung der Thonerde durch Alkalien und  $\text{BaO}$ ,  $\text{CO}_2$ .

### 2. Chromoxydsalze.

Kali: bläulich grüner Niederschlag (Chromoxydhydrat), der sich in überschüssigem Kali zu einer dunkelgrünen Flüssigkeit löst (513),



durch anhaltendes Kochen oder auf Zusatz von Salmiak aber wieder abgeschieden wird.  
 Mit Soda und Salpeter zusammengeschmolzen, geben sie chromsaure Alkalien, die sich in Wasser mit gelber Farbe lösen.  
 Löthrohr: die Boraxperle (231) färbt sich während des Erkaltes smaragdgrün (512).

Gruppe IV. Die Oxyde des Zinks, Mangans, Nickels, Kobalts und Eisens.

HS, zu der angesäuerten Lösung gesetzt, bewirkt keine Fällung (Unterschied von Gruppe V.); eine solche entsteht, wenn man nach Zusatz von HS die Säure durch Ammoniak abstumpft. Alkalische Lösungen werden durch HS gefällt. — In den Lösungen der Eisenoxysalze entsteht durch HS eine milchige Trübung von feinvertheiltem Schwefel.

NH<sub>3</sub>, HS veranlasst in alkalischen oder neutralen Lösungen eine Fällung (Schwefelmetall), in sauren erst nach vorherigem Zusatz von überschüssigem NH<sub>3</sub> (Unterschied von den Metallen der Gruppe I. und II., welche durch NH<sub>3</sub>, HS gar nicht, und von denen der Gruppe III., welche dadurch als Oxyde gefällt werden).

Schwefelzink: weiss, in Essigsäure nicht, in Mineralsäuren leicht löslich.

Schwefelmangan: hell fleischroth, in Essigsäure und Mineralsäuren leicht löslich. Aus stark verdünnten Lösungen scheidet sich dasselbe erst beim Stehen in der Wärme ab.

Schwefelnickel: schwarz, in NH<sub>3</sub>, HS in geringer Menge mit bräunlicher Farbe löslich, in kalter Salzsäure kaum löslich.

Schwefelkobalt: wie NiS, aber unlöslich in NH<sub>3</sub>, HS.

Schwefeleisen: schwarz (in geringen Mengen dunkelgrün), leicht löslich in HCl und NO<sub>5</sub>.

BaO, CO<sub>2</sub> fällt die Lösungen nicht; ausgenommen sind die derschwefelsauren Salze und der Eisenoxysalze.

Nicht flüchtige organische Säuren, Zucker, u. dergl. verhindern die Ausfällung der Metalloxyde durch Alkalien und BaO, CO<sub>2</sub> ganz oder theilweise.

1. Zinksalze.

Kali und Ammoniak: weisser, gallertartiger Niederschlag (Zinkoxydhydrat), im Ueberschusse des Fällungsmittels wieder löslich; aus dieser Lösung wird durch NH<sub>3</sub>, HS weisses Schwefelzink niedergeschlagen (425 u. 427).

Löthrohr: mit Soda auf Kohle erhitzt, bildet sich ein Beschlag, der



## Zusammenstellung der Reactionserscheinungen. 811

heiss gelb, erkaltet aber weiss aussieht (Zinkoxyd 424); Kobaltauflösung färbt denselben beim Glühen grün.

### 2. Mangansalze.

Kali und Ammoniak: weisslicher, bald bräunlich und zuletzt schwarzbraun werdender, im Ueberschusse des Fällungsmittels unlöslicher (Unterschied von Zink) Niederschlag (Manganoxydulhydrat 414). Salmiak verhindert die Fällung.

Mennige und  $\text{NO}_5$  mit einem Tropfen Lösung gekocht, liefert eine nach dem Erkalten schön rothe Flüssigkeit (417).

Löthrohr: mit Soda und einer Spur Salpeter auf Platinblech oder Draht geschmolzen, entsteht eine heiss grüne, erkaltet blaugrüne Masse (mangansaures Natron); nach dem Erkalten amethystrothe Boraxperle.

### 3. Nickelsalze.

Kali: hellgrüner Niederschlag (Nickeloxydulhydrat 421), nach dem Auswaschen in kohlensaurem Ammon mit grünlichblauer Farbe löslich, daraus durch Kali wieder gefällt werdend.

Salpetrigsaures Kali und Essigsäure: keine Fällung (Unterschied von Kobalt).

### 4. Kobaltsalze.

Kali: blauer, allmählig grün werdender Niederschlag (420).

Salpetrigsaures Kali und Essigsäure: bei gelinder Erwärmung entsteht, in verdünnten Lösungen erst spät, ein gelber, krystallinischer Niederschlag (salpetrigsaures Kobaltoxyd-Kali).

Löthrohr: mit Borax geschmolzen, entsteht eine blaue Perle (Kobaltglas 419).

### 5. Eisenoxydulsalze.

Ammoniak: weissgrünlicher, bald schwarzgrün und zuletzt rothbraun werdender Niederschlag (Eisenoxydulhydrat 402); Ammoniaksalze verhindern die Fällung.

Blutlaugensalz: weissbläulicher, endlich dunkelblau werdender Niederschlag (410). Rothess Blutlaugensalz: dunkelblauer Niederschlag (Berlinerblau 411).

Galläpfeltinctur: violetter, endlich blauschwarz werdender Niederschlag (gerbsaures Eisenoxydul 405). Löthrohr: mit Borax (i. Fl.) flaschengrüne Perle, (a. Fl.) gelbe bis braunrothe Perle.



## 6. Eisenoxydsalze.

Ammoniak: rothbraune Fällung (Eisenoxydhydrat 402).  
 Blutlaugensalz: dunkelblaue Fällung (Berlinerblau 410). Rothel  
 Blutlaugensalz: bewirkt keinen Niederschlag.  
 Schwefelcyankalium: blutrothe Färbung, welche durch Ammo  
 niak verschwindet.  
 Galläpfeltinctur: blauschwarze Fällung (gerbsaures Eisenoxyd 405);  
 Löthrohr: wie Eisenoxydsalze.

Gruppe V. Die Oxyde des Silbers, Quecksilbers,  
 Bleis, Kupfers, Wismuths, Cadmiums, Golds,  
 Platins, Zinns, Antimons und Arsens.

HS, zu der nicht allzu sauren oder, wenn stark sauer, mit Wasser  
 verdünnten Lösung gesetzt, schlägt sämtliche Oxyde (und Säuren)  
 der V. Gruppe als Schwefelmetalle nieder (Unterschied von  
 den Metallen der vorigen Gruppen), und zwar

Unlöslich in  $\text{NH}_3$ , HS.  
 Silber: schwarz.  
 Quecksilber: schwarz (bei reichlichem Ueberschuss von HS),  
 in  $\text{NO}_5$  unlöslich, löslich in Königswasser.  
 Blei: schwarz, in heisser verdünnter  $\text{NO}_5$  zu  $\text{PbO}$ ,  $\text{NO}_5$  lös-  
 lich, durch concentrirte in  $\text{PbO}$ ,  $\text{SO}_3$  übergeführt werdend.  
 Kupfer: braunschwarz, etwas löslich in heissem, gelbem  $\text{NH}_3$ , HS,  
 unlöslich in kochender verdünnter  $\text{SO}_3$ .  
 Wismuth: schwarz.  
 Cadmium: hochgelb, löslich in kochender verdünnter  $\text{SO}_3$ .

Löslich in gelbem  
 Schwefelammonium  
 Gold und Platin: schwarzbraun, langsam in  $\text{NH}_3$ , HS lös-  
 lich.  
 Zinnoxidul: dunkelbraun ( $\text{SnS}$ ). Zinnoxid; hochgelb  
 ( $\text{SnS}_2$ ).  
 Antimon: orange.  
 Arsen: gelb, löslich in kohlen-saurem Ammon (Unterschied von  
 Au, Pt, Sn und Sb). Arsensäure wird nur aus warmer Lö-  
 sung und nach mehrstündigem Durchleiten von HS gefällt.

## 1. Silbersalze.

Salzsäure oder Kochsalz: weisser, geronnener Niederschlag, der  
 in Salpetersäure unlöslich, in Ammoniak aber löslich ist (Unter-  
 schied von  $\text{Hg}_2\text{O}$  und  $\text{PbO}$ ) und am Lichte violett, endlich grau-  
 schwarz wird (Chlorsilber 478).



Löthrohr: mit Soda auf Kohle erhitzt, entstehen silberglänzende, hämmerbare Metallkügelchen (477, b.).

## 2. Quecksilbersalze.

Kali schlägt aus Oxydsalzen schwarzes Quecksilberoxydul (465), aus Oxydsalzen röthlichgelbes Quecksilberoxydhydrat (467) nieder. Salzsäure oder Kochsalz fallen aus ersteren weisses Quecksilberchlorür, welches durch Ammoniak schwarz wird (466); aus letzteren nichts.

Zinnchlorür (im Ueberschusse zugesetzt) schlägt beim Kochen das Quecksilber metallisch nieder (474).

Kupfer erlangt durch Reiben mit Quecksilberlösung eine weisse, silberähnliche Farbe (467).

Beim Glühen verflüchtigen sich die Quecksilbersalze; mit Soda in einem engen Probirgläschen erhitzt, setzen sich im oberen Theile des letzteren Quecksilberkügelchen an.

## 3. Bleisalze.

Schwefelsäure: weisser, in verdünnten Säuren unlöslicher Niederschlag (schwefelsaures Bleioxyd). Durch  $\text{NH}_3$ , HS wird derselbe sofort schwarz (442). Löslich in essigsaurem Ammon.

Salzsäure: weisser Niederschlag (Chlorblei) in nicht sehr verdünnten Lösungen, durch reichliches Wasser und Erhitzen verschwindend (Unterschied von Chlorsilber und Quecksilberchlorür).

Chromsaures Kali: gelber, in Kali leicht löslicher, in verdünnter Salpetersäure unlöslicher Niederschlag (chromsaures Bleioxyd 510).

Löthrohr: mit Soda auf Kohle erhitzt, entstehen geschmeidige Metallkügelchen, während die Kohle gelb beschlägt (433).

## 4. Kupfersalze.

Ammoniak bewirkt einen grünlichblauen Niederschlag, der sich in überschüssigem Ammoniak zu einer tiefblauen Flüssigkeit auflöst (451);

Blutlaugensalz einen rothbraunen Niederschlag (Kupfereisencyanür 410), und ein

Eisenstäbchen eine Abscheidung von metallischem Kupfer in Gestalt eines gelblichrothen Ueberzugs (175).

Löthrohr: mit Soda auf Kohle erhitzt, erhält man nach dem Schlämen Flitter von metallischem Kupfer (457); Boraxprobe (a. Fl.) heiss grün, erkaltet blau (448).

## 5. Wismuthsalze.

Wasser in reichlicher Menge zu Wismuthlösungen gesetzt, bewirkt einen weissen Niederschlag (basisches Wismuthsalz 507). Ist viel



freie Säure zugegen, so erzeugt sich dieser in der salpetersauren Lösung erst auf Zusatz von Kochsalzlösung (basisches Chlorwismuth).

Chromsaures Kali: gelber, in Salpetersäure löslicher, in Kali unlöslicher Niederschlag.

Löthrohr: mit Soda auf Kohle erhitzt, entstehen spröde Metallkörner; Beschlag heiss orangefarben, kalt gelb (506).

#### 6. Cadmiumsalze.

HS: lebhaft gelber Niederschlag (Schwefelcadmium), welcher durch zugefügtes Ammoniak und  $\text{NH}_3$ , HS nicht aufgelöst wird (Unterschied von Zinnsulfid und Schwefelarsen, welche hierbei in Lösung übergehen).

Löthrohr: mit Soda auf Kohle erhitzt, bildet sich ein braungelber Beschlag von Cadmiumoxyd.

#### 7. Goldsalze.

Zinnchlorür: purpurrothe Fällung (Goldpurpur 485).

Eisenvitriol: Niederschlag von Goldpulver; nimmt, mit einer Messerklinge gedrückt, Metallglanz an.

Löthrohr: bewirkt eine Reduction der Salze zu Metall (484).

#### 8. Platinsalze.

Chlorkalium oder Salmiak: gelber, krystallinischer Niederschlag (Kaliumplatinchlorid und Platinsalmiak 490).

Löthrohr: bewirkt eine Reduction der Salze zu Metall (490, a.).

#### 9. Zinnsalze.

Goldlösung bewirkt in Zinnoxidullösungen eine purpurrothe Färbung oder Fällung (Goldpurpur 485).

Salpetersaures Ammon (im Ueberschusse) bewirkt in nicht zu sauren Lösungen der Oxydsalze einen weissen Niederschlag von Oxydhydrat.

Löthrohr: mit Soda und etwas Borax auf Kohle erhitzt, entstehen geschmeidige Metallkörnchen, ohne dass die Kohle gleichzeitig beschlägt.

#### 10. Antimonverbindungen.

Zink in einen auf dem Platinbleche befindlichen Tropfen einer salzsauren Lösung gebracht, veranlasst einen schwarzen Fleck (metallisches Antimon).



## Zusammenstellung der Reactionerscheinungen. 815

Löthrohr: mit Soda erhitzt, entstehen spröde Metallkügelchen und ein weisser Rauch, der die Kohle weiss beschlägt (519).  
Marsh'sche Probe (534).

### 11. Arsenverbindungen.

HS: gelber Niederschlag (Schwefelarsen 531).  
Löthrohr: mit Soda gemengt und auf Kohle erhitzt, entwickelt sich ein knoblauchartiger Geruch (526). Reductionsprobe (532).  
Marsh'sche Probe (534).

## II. Erkennung der Säuren etc. in ihren Verbindungen.

Säuren des Antimons s. Nro. 10 (S. 814).  
Säuren des Arsens s. Nro. 11 (S. 815).

### 1. Chromsaure Salze.

HS: erst bräunliche, dann grüne Färbung (durch Reduction entstandenes Chromoxyd) und Trübung (abgeschiedener Schwefel).  
Bleizucker: gelber Niederschlag (Chromgelb 510).  
Silberlösung: purpurrother Niederschlag ( $\text{AgO}$ ,  $\text{CrO}_3$ ).  
Schwefelsäure und Weingeist: Aenderung der gelben oder rothen Farbe beim Erhitzen in Grün (514).  
Löthrohr: s. Chromoxydsalze.

### 2. Schwefelsaure Salze.

Chlorbarium: s. Barytsalze.  
Bleizucker: s. Bleisalze.  
Löthrohr: mit Soda auf Kohle geglüht, entsteht Schwefelnatrium, welches, mit Wasser auf eine Silbermünze gebracht, dieselbe schwärzt.

### 3. Schwefligsaure Salze.

Schwefelsäure entwickelt daraus ein wie brennender Schwefel riechendes Gas (schweflige Säure 142. 217).  
Zink und Salzsäure entwickeln daraus (neben Wasserstoffgas) Schwefelwasserstoffgas, welches feuchtes Bleipapier (147) schwärzt.



## 4. Phosphorsaure Salze.

Silberlösung: gelber, in  $\text{NO}_5$  und  $\text{HN}_3$  leicht löslicher Niederschlag von phosphorsaurem Silberoxyd (226,3 auch 226,2).

Magnesialösung und Ammoniak: weisser Niederschlag (vgl. Nr. 4 S. 809).

Molybdänsaures Ammoniak und Salpetersäure (1 Thl. Molybdänsäure, 4 Thle.  $\text{NH}_3$  und 15 Thle.  $\text{NO}_5$ ): beim Erhitzen gelber Niederschlag.

## 5. Borsäure Salze.

Weingeist, nebst etwas Schwefelsäure, auf borsäure Salze gegossen und entzündet, brennt, besonders beim Umrühren, mit grüner Flamme (233).

Mit Curcumatinctur getränktes Filtrirpapier in die mit wenig  $\text{HCl}$  versetzte Lösung getaucht und langsam getrocknet, nimmt eine braune Farbe an.

Vor dem Löthrohr schmelzen dieselben zu glasähnlichen Perlen.

## 6. Kieselsäure Salze.

Dampft man die Lösungen derselben, mit einem reichlichen Ueberschusse von Salzsäure versetzt, zur Trockne ein, so bleibt die Kieselerde bei Behandlung des Rückstandes mit Wasser und Salzsäure als ein unlösliches, weisses Pulver zurück, welches zwischen den Zähnen knirscht und in Kali löslich ist. Vor dem Löthrohr löst sich die Kieselerde in Soda zu einem farblosen Glase auf.

In Wasser und  $\text{HCl}$  unlösliche Silicate sind mit kohlensaurem Natronkali zusammenzuschmelzen, die Masse in Wasser zu lösen und wie oben zu behandeln.

## 7. Chlormetalle.

Silberlösung: weisser, käsiger, in  $\text{NH}_3$  löslicher Niederschlag ( $\text{AgCl}$ , S. 812).

Salpetersaures Palladiumoxydul: keine Fällung in neutralen Lösungen (wesentlicher Unterschied von Jod und Brom).

Braunstein und Schwefelsäure: Chlorentwicklung beim Erhitzen (168).

Unlösliche Chlormetalle sind mit kohlensaurem Natronkali aufzuschliessen; die Lösung der Schmelze enthält Chlornatrium.

## 8. Chlorsaure Salze.

Verhalten sich gegen Indigolösung und auf Kohle vor dem Löthrohre wie die salpetersauren Salze. Beim Glühen im Tiegel lie-



## Zusammenstellung der Reactionserscheinungen. 817

fern sie Chlormetalle und geben nun mit Silberlösung einen weissen, käsigen Niederschlag (S. 812 Nr. 1).

### 9. Jod- (und Brom-) Metalle.

Silberlösung: gelblicher, in  $\text{NH}_3$  schwer löslicher Niederschlag ( $\text{AgJ}$  oder  $\text{AgBr}$ ).

Salpetersaures Palladiumoxydul und Palladiumchlorür: dunkelbrauner Niederschlag ( $\text{PdJ}$ ). Wesentlicher Unterschied von Chlor (keine Fällung) und Brom (nur mit dem ersteren einen Niederschlag).

Stärkekleister und Salpetersäure: blaue Färbung (Jodstärke 178).

### 10. Kohlensaure Salze.

Salzsäure entwickelt daraus unter Brausen ein geruchloses Gas (201). Kalkwasser wird durch sie milchig (kohlensaurer Kalk 127).

### 11. Schwefelmetalle.

Salzsäure entwickelt aus allen löslichen und vielen unlöslichen Schwefelwasserstoff, am Geruche (146) und Verhalten zu Bleipapier (147) kenntlich.

Schmilzt man sie mit Aetzkali zusammen, löst in Wasser und betupft eine Silbermünze mit der Lösung, so entsteht ein schwarzer Fleck von Schwefelsilber.

Durchs Löthrohr erhitzt, erzeugt sich aus vielen ein stechender Geruch nach schwefliger Säure (142. 217).

### 12. Salpetersaure Salze.

Indigolösung und Schwefelsäure: beim Kochen wird die schwach blau gefärbte Flüssigkeit durch die in Freiheit gesetzte Salpetersäure entfärbt (189).

Schwefelsaures Eisenoxydul: versetzt man die Lösung mit etwas Schwefelsäure und wirft nach dem Erkalten einen Krystall von Eisenvitriol hinein, so färbt sich derselbe an den Rändern schwarzbraun (401).

Löthrohr: auf Kohle erhitzt, verpuffen sie (140).

Zink und verdünnte Schwefelsäure reducirt die Salpetersäure zu salpetriger Säure; nach halbstündiger Einwirkung wird die Flüssigkeit durch Jodstärkekleister (160) blau gefärbt. So lassen sich die geringsten Mengen Salpetersäure in eingedampften Regen-, Quellwässern und wässerigen Bodenauszügen nachweisen.



## 13. Oxalsaure Salze.

Gypswasser bewirkt einen weissen Niederschlag (oxalsaurer Kalk 261).

Schwefelsäure bewirkt beim Erhitzen, und zwar ohne Schwärzung, eine Gasentwicklung (Kohlensäure und Kohlenoxyd 259).

Erhitzt auf Platinblech, wandeln sich die Salze der Alkalien und alkalischen Erden ohne Verkohlung in kohlensaure Salze um (260, b.).

## 14. Weinsaure- (citron- und äpfelsaure) Salze.

Essigsaures Kali und Essigsäure: Weinstein (255, b.); Alkoholzusatz begünstigt die Abscheidung.

Kalkwasser (mit kochendem Wasser bereitet) giebt mit weinsauren Salzen schon in der Kälte einen weissen, krystallinisch werdenden Niederschlag (weinsaurer Kalk); bei Citronensäure entsteht er erst in der Wärme und verschwindet beim Erkalten wieder; Aepfelsäure wird nicht gefällt.

Erhitzt auf Platinblech, zersetzen sie sich unter Abscheidung von viel Kohle und mit einem dem gebrannten Zucker ähnlichen Geruche (255, c).

## 15. Essigsaure Salze.

Schwefelsäure ruft beim Erhitzen daraus einen Geruch nach Essig, Schwefelsäure und Weingeist einen Geruch nach Essigäther hervor (266, b. 661).

Eisenchlorid erzeugt eine blutrothe Färbung (essigsaures Eisenoxyd), welche bei Zusatz von Salzsäure gelb wird.

Erhitzt zersetzen sie sich unter Verkohlung und Entwicklung eines essigähnlichen Geruchs (264, b.).



## Optische Reactionerscheinungen,

durch welche gewisse mineralische Substanzen beim Glühen in einer Gas- oder Weingeistflamme erkannt werden können.

### I. Spectralprobe.

Ein farbloser Sonnenstrahl wird bekanntlich beim Durchgehen durch ein Prisma in Strahlen von verschiedener Farbe und Brechbarkeit zerstreut, welche, auf eine Fläche geworfen, ein längeres, regenbogenfarbiges Bild, das Sonnenspectrum, darstellen. Durch ein Fernrohr gewahrt man in diesem eine sehr grosse Anzahl theils stärkerer, theils schwächerer dunkler Querstreifen, die sogenannten Fraunhofer'schen Linien. Da diese Linien immer an derselben Stelle des Spectrums auftreten, so hat man acht davon, welche eine besondere Deutlichkeit besitzen, mit den Buchstaben A bis H bezeichnet, um sie als feste Orientirungspunkte benutzen zu können. (S. die oberste Farbenscale der folgenden Tafel.)

In gleicher Weise erhält man auch von einer Gas- oder Lichtflamme ein Spectrum, wenn man einen Strahl davon durch einen engen Spalt und dann durch ein Prisma fallen lässt. Bringt man in die Flamme solche Substanzen, welche ihr eine besondere Färbung ertheilen, z. B. Kochsalz, das sie gelb färbt, oder Kali-, Strontian- oder Lithionverbindungen, die ihr eine rothe Farbe ertheilen, so treten auch in den Farben des Spectrums Aenderungen ein, und es kommen insbesondere an bestimmten Stellen des letzteren leuchtende und gefärbte Streifen oder Linien zum Vorschein. Für manche Körper, namentlich die Metalle der Alkalien und alkalischen Erden, sind diese „Spectrallinien“ nach Farbe und Ort so charakteristisch, dass sie als Reactionerscheinungen der einfachsten und empfindlichsten Art zur Auffindung und Unterscheidung dieser Metalle, selbst wenn sie mit einander vermischt vorkommen, benutzt werden können. Die Genauigkeit dieser Prüfungsmethode (Spectralanalyse) geht fast ins Unglaubliche, denn es ist erwiesen, dass sich mittelst derselben noch Hunderttausendstel, ja Milliontel eines Milligramm von einigen dieser Metalle deutlich erkennen lassen.



Als glänzende Belege für die umfassende chemische Bedeutung dieser neuen analytischen Methode führten die Entdecker derselben, Kirchhoff und Bunsen, alsbald zwei neue Alkalimetalle, Cäsium und Rubidium (276), in die Chemie ein, auf deren Existenz sie durch besondere Spectrallinien, welche keinem der bekannten Alkalimetalle zugeschrieben werden konnten, zuerst aufmerksam gemacht wurden. Diese Linien weiter als Wegweiser und Prüfsteine benutzend, gelang es den genannten Forschern unschwer, die zwei neuen Metalle von dem mit ihnen eng verbundenen Kalium abzuscheiden und rein darzustellen. Und bald darauf trat noch ein drittes neues, dem Bleie nahe stehendes Metall, das Thallium, hinzu, welches Crookes in Rohschwefel, Schwefelkies etc. auffand, und neuerdings ein viertes, das von Reich und Richter in Zinkblende entdeckte Indium. Das Spectrum des Thalliums ist ausgezeichnet durch eine einzige intensive grüne Linie auf schwarzem Grunde (zwischen D und E), das des Cäsiums durch zwei helle blaue Linien (zwischen F und G), das des Rubidiums durch zwei rothe Linien (vor A), das des Indiums durch zwei blaue Linien (zwischen F und G und G und H). An diese Linien sollen die Namen erinnern, welche man diesen Elementen gegeben.

Zu genauen wissenschaftlichen Spectralbeobachtungen dienen die grösseren, von Kirchhoff und Bunsen construirten Apparate, bei denen man die Spectra der Bunsen'schen Gaslampe oder der mit Bunsen'schem Brenner versehenen Weingeistlampe, Fig. 219, in deren Flamme die zu prüfenden Körper auf dem Ohr eines feinen Platindrahtes (bis über 2000° C.) erhitzt werden, mittelst eines etwa viermal vergrößernden Fernrohres betrachtet. Weit einfacher und billiger ist der Heuer'sche Apparat, dessen Einrichtung nebst der oben genannten Lampe durch die nachstehende Figur verdeutlicht werden mag. Fig. A stellt zunächst die (kupferne) Weingeistlampe mit Bunsen'schem Brenner dar\*). *a* ist die mit einem Ventil versehene Eingussöffnung, *b* die Oeffnung für den Eintritt der Luft zu den Spiritusdämpfen, *c* der Schornstein. *B* und *C* verdeutlichen das Heuer'sche einfache Spectroskop. Es besteht aus einer Papphülse, welche rechts offen, links aber durch eine mit dem senkrechten Spalt *d* versehene Pappscheibe verschlossen ist. Von dem (mit Schwefelkohlenstoff gefüllten) Prisma *D* ist die Vorderseite mit schwarzem Papier beklebt. Die punktirte Linie deutet den Gang der Lichtstrahlen zum Auge an. Mittelst dieses einfachen Apparates lassen sich

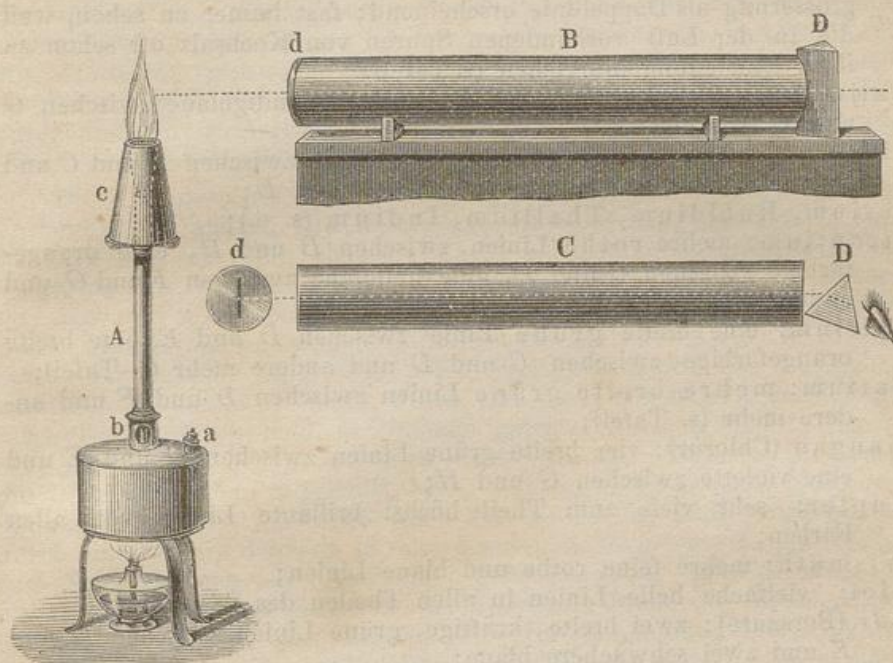
---

\*) Ihr Erfinder ist Dr. Breitenlohner. Die Mechaniker F. Hegershoff in Leipzig und Schadowell in Dresden liefern dieselbe zu dem Preise von 2½ Thlr. Ausser zur Spectralanalyse ist sie zu den nachfolgenden Flammenproben, zu Prüfungen in der Boraxperle und Schmelzungen bei höheren Hitzegraden vollkommen geeignet. — Das untere Gefäss *a* wird zur Hälfte mit absolutem Alkohol gefüllt und, wenn dieser kocht, die Dämpfe bei *c* angezündet.



die meisten Erscheinungen schon durchs blosse Auge wahrnehmen. (Näheres darüber und dessen leichte Anfertigung siehe im Archiv der Pharmacie 1862. S. 233.)

Fig. 219.



Die zu prüfenden Körper werden in die Mitte zwischen dem äussersten und innersten Flammenkegel und zwar 2 bis 3 Messerrückenbreiten über oder unter der Spitze des letzteren in die Flamme gebracht. Weil nur flüchtige Verbindungen helle Spectrallinien hervortreten lassen, so mischt man Silicate vorher mit Gyps zusammen; phosphorsaure Salze des  $\text{LiO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{SrO}$  und  $\text{CaO}$  werden mit  $\text{HCl}$  betupft. In gleicher Weise sind nichtflüchtige Verbindungen bei der unten zu besprechenden Flammenprobe aufzuschliessen (S. 822).

Auf der beigegebenen farbigen Reactionstafel sind die charakteristischen Partien des Spectrums der Alkalimetalle: Kalium und Natrium, und der Erdalkalimetalle: Strontium, Calcium und Barium abgebildet, wie solche zum Vorschein kommen, wenn man deren Chlorverbindungen zur Analyse verwendet. Das oberste Spectrum ist das des Sonnenlichtes nebst den Fraunhofer'schen dunklen Hauptlinien *A* bis *H*, deren man sich zur Ortsbestimmung der hellen Spectrallinien bedient. Bei den grossen Spectralapparaten befindet sich im Spalte eine photographische Zahlenscala, deren Bild (s. die Tafel) auf das Spectrum zu liegen kommt und zur weiteren Orientirung dient. Da ein Körper meist mehrere farbige Li-



nien giebt, so unterscheidet man dieselben durch kleine griechische Buchstaben (z. B. Kaliumlinien  $\alpha$  und  $\beta$ ). Es lassen sich die hellen Spectrallinien, wie die sonst noch ermittelten Reactionerscheinungen, in der Kürze etwa, wie folgt, zusammenfassen. Es geben die in der Gühhitze flüchtigen Verbindungen von

Natrium: eine einzige gelbe Linie bei *D*, bei sehr starker Vergrößerung als Doppellinie erscheinend; fast immer zu sehen, weil die in der Luft vorhandenen Spuren von Kochsalz oft schon zu ihrer Entstehung hinreichen (s. Tafel);

Kalium: eine rothe Linie bei *A*, und eine indigblaue zwischen *G* und *H* (s. Tafel);

Lithium: eine intensive carminrothe Linie zwischen *B* und *C* und eine schwache orangegelbe zwischen *C* und *D*;

Cäsium, Rubidium, Thallium, Indium (s. o.);

Strontium: mehre rothe Linien zwischen *B* und *D*, eine orangefarbige zwischen *C* und *D*, eine hellblaue zwischen *F* und *G* und andere mehr (s. Tafel);

Calcium: eine breite grüne Linie zwischen *D* und *E*, eine breite orangefarbige zwischen *C* und *D* und andere mehr (s. Tafel);

Barium: mehre breite grüne Linien zwischen *D* und *F* und andere mehr (s. Tafel);

Mangan (Chlorür): vier breite grüne Linien zwischen *D* und *E* und eine violette zwischen *G* und *H*;

Kupfer: sehr viele zum Theil höchst brillante Linien von allen Farben;

Wismuth: mehre feine rothe und blaue Linien;

Blei: vielfache helle Linien in allen Theilen des Spectrums;

Bor (Borsäure): zwei breite, kräftige, grüne Linien zwischen *D* und *E* und zwei schwächere blaue;

Fluor (Flusspath): eine hellblaue Linie zwischen *D* und *E* neben der grünen Calciumlinie;

Selen: viele gleichweit von einander stehende dunkle Linien zwischen *D* und *H*.

An den Verbindungen von Magnesium, Aluminium, Eisen und den meisten schweren Metallen sind eigenthümliche Spectra bis jetzt noch nicht entdeckt worden, muthmasslich wird man aber bei höheren Hitzgraden etc. solche auch noch zum Vorschein bringen.

## II. Flammenprobe.

Zur Anstellung dieser Proben verschafft man sich eine kleine grüne, rothe und violette Glasscheibe und einige blaue Scheiben, wie man solche jetzt überall im Handel findet und zu Fensterverzierungen verwendet. Betrachtet man durch ein solches Glas, beispielsweise durch das blaue, einen weissen Gegenstand, so erscheint er blau, weil von den prismatischen Strahlen des weissen (farblosen) Lich-



tes nur die blauen von dem blauen Glase durchgelassen, die anderen aber absorbirt werden. Betrachtet man einen rothen Gegenstand durch das blaue Glas, so erscheint er violett, weil in diesem Falle blaue und rothe Strahlen durch das Glas gehen und ins Auge gelangen. In einem dritten Falle kann die Farbe eines Körpers ganz verschwinden, gleichsam ausgelöscht werden, wenn man ihn durch ein blaues Glas ansieht, dann namentlich, wenn der Farbenton desselben sich zu dem blauen Farbentone complementär verhält, d. h. mit demselben gemischt Weiss liefert. Als complementäre Farbtöne oder Farbenpaare solcher Art sind nach neueren Untersuchungen unter anderen anzusehen: Roth—Grünlichblau, Purpurroth—Grün, Violett—Grünlichgelb, Indigblau—Gelb, Cyanblau—Goldgelb.

Diese Eigenschaft der durchsichtigen, farbigen Gläser, gewisse Farbtöne zu ändern und andere ganz auszulöschen, lässt sich in einzelnen Fällen als eine ebenso einfache als genaue analytische Probe benutzen, um flammenfärbende Substanzen von einander zu unterscheiden und neben einander zu erkennen. So z. B. Kalium und Natrium. Man bringe auf einem Platindraht etwas Chlorkalium in den Saum der Flamme einer Gas- oder Weingeistlampe: die schwache, blauviolette Flamme erscheint, durch eine blaue Glasscheibe betrachtet, himmelblau, durch zwei aufeinander gelegte Scheiben violett, durch drei aufeinander gelegte Scheiben carmoisinroth. Derselbe Versuch, mit Chlornatrium angestellt, lehrt, dass die intensiv gelbe Natriumflamme durch eine schwache blaue Glasschicht in Blau umgeändert, durch eine dickere dagegen (2 oder 3 aufeinander gelegte Tafeln) völlig zum Verschwinden oder Auslöschen gebracht wird. Man bringe nun ein Gemenge beider Salze in die Flamme: durch das blosse Auge betrachtet, erkennt man nur die gelbe Natriumflamme, durch blaues Glas betrachtet, nur die roth-violette Kaliumflamme, durch welche man noch das Kalium neben Natrium zu entdecken vermag, wenn es auch nur  $\frac{1}{200}$  von letzterem beträgt. Leuchtende, d. h. glühenden Kohlenstoff enthaltende Flammen (Kerzen- oder Oelflammen) erscheinen, durch blaues Glas betrachtet, ebenfalls violett, sie sind daher zu Versuchen dieser Art nicht zu benutzen.

Als charakteristische Flammenänderungen sind etwa die folgenden zu bezeichnen. Es erscheint die Flamme der Kalium-, Cäsium- und Rubidiums Salze violett; Natrium verdeckt die Farbe.

- „ Natriumsalze intensiv gelb.
- „ Lithiumsalze carminroth.
- „ Bariumsalze gelbgrün.
- „ Strontiumsalze intensiv roth. Das schwefelsaure Salz ist in der Reductionsflamme zu glühen und mit HCl zu betupfen.
- „ Calciumsalze gelbroth.
- „ Kupfersalze schön smaragdgrün; HCl erhöht die Farbe, der grüne Kern umgiebt sich mit einem azurblauen Saume.
- „ Thalliumsalze schön grasgrün.
- „ Indiumsalze intensiv rein indigoblau.



Sättigt man eine Perle von phosphorsaurem Natron-Ammoniak (Phosphorsalz) mit Kupferoxyd und bringt nun irgend eine Verbindung des Chlors, Jods oder Broms auf die Perle und mit ihr in die Flamme, so färbt sich diese bei Anwesenheit von Chlor: azurblau, Jod: intensiv grün, Brom: blau, ins Grüne ziehend. Es erscheinen weiter

durch blaues Glas: die Kaliumflamme violett bis carmoisinroth, die Natriumflamme blau bis unsichtbar, die Lithiumflamme carminroth bis unsichtbar, die Strontiumflamme purpurroth bis rosa, die Calciumflamme grüngrau;

durch violettes Glas: die Kaliumflamme violett, die Natriumflamme gelb, die Lithiumflamme carminroth;

durch rothes Glas: die Natriumflamme orangegelb bis graugrünlich, die Kupferflamme unsichtbar;

durch grünes Glas: die Kaliumflamme blaugrün, die Natriumflamme orangegelb, die Lithiumflamme unsichtbar, die Strontiumflamme schwach gelblich, die Calciumflamme zeisigrün, die Bariumflamme blaugrün.

Es ist wohl zu beachten, dass der Platindraht, dessen man sich zu obigen Flammenproben bedient, stets rein sei. Zu diesem Zwecke schmilzt man ihn in ein kurzes, starkwandiges Glasröhrchen ein, schiebt dieses durch einen Kork und setzt denselben auf ein mit HCl halbgefülltes Reagensgläschen. Vor dem Gebrauche wird der Draht mit Wasser abgespritzt und in der Flamme so lange geglüht, bis diese keine Färbung mehr zeigt.



## Analytischer Gang

zur Auffindung der wichtigeren Basen und Säuren.

Zusammengestellt von Dr. R. Ulbricht.

### A. Vorprüfung.

Hat man eine Lösung vor sich, so prüft man deren Reaction und ob überhaupt beim Verdampfen ein Rückstand bleibt; in letzterem Falle benutzt man diesen zu den nachfolgenden Versuchen:

#### I. Erhitzen im Reagensgläschen.

1. Der Körper schmilzt ohne Wasserabgabe und verpufft mit einem Kohlestückchen: salpetersaure Salze.
2. Es entweicht Wasser: hygroskopisches, Decrepitations-, Hydrat- oder Krystallwasser; es zeigt saure (flüchtige Säuren) oder alkalische ( $\text{NH}_3$ ) Reaction.
3. Es entweichen Gase oder Dämpfe:
  - a) rothe Dämpfe von  $\text{NO}_4$ : salpetersaure Salze der Schwermetalle;
  - b)  $\text{NH}_3$  (Lackmuspapier bläuend): Ammoniumsalze.
4. Es bildet sich ein Sublimat:
  - a) rothbraune Tropfen: Schwefel, Schwefelmetalle;
  - b) weiss, mit Kali  $\text{NH}_3$  gebend: Ammoniumsalze;
  - c) metallische Tröpfchen: Quecksilber;
  - d) schwarz, gerieben roth: Schwefelquecksilber;
  - e) weiss, krystallinisch (der Körper schmilzt vor dem Sublimiren): Quecksilberchlorid.

\*) Wer sich eingehender mit qualitativer Analyse beschäftigen will, den verweise ich auf: Fresenius, Anleitung zur qual. Analyse, Braunschweig, 1866, und Will: Anleitung zur qual. Analyse, Leipzig 1862.



- f) heiss gelb, kalt weiss, durch  $\text{NH}_3$  schwarz werdend: Quecksilberchlorür;
  - g) dunkler Metallspiegel: Arsen;
  - h) weisse, glänzende Krystalle, mit Kohle gemischt Metallspiegel: arsenige Säure;
  - i) heiss rothgelb, kalt gelb: Schwefelarsen.
5. Der K. verkohlt: organische Stoffe. Gleichzeitiges Auftreten von  $\text{NH}_3$ : stickstoffhaltige Körper.
- II. Erhitzen mit Soda vor dem Löthrohre (232).
- 1. Weisse leuchtende Masse: alkalische Erden und Zinkoxyd (Grünfärbung durch Kobaltlösung).
  - 2. Vergleiche S. 810 und folg. die Rubrik „Löthrohr“ zu Zink, Silber, Blei, Kupfer, Wismuth, Cadmium, Gold, Platin, Zinn, Antimon und Arsen.
- III. Verhalten zur Boraxperle vor dem Löthrohre; vergl. S. 809 und folg. die Rubrik „Löthrohr“ zu Chrom, Mangan, Kobalt, Eisen und Kupfer.

### B. Auflösung.

- I. Erhitzen des K. mit erst wenig, dann, wenn völlige Lösung nicht erfolgt, mit mehr Wasser:
- 1. Der K. löst sich vollständig: Untersuchung nach C (S. 830).
  - 2. Es bleibt ein Rückstand: Untersuchung desselben nach II., des Filtrats nach C.
- II. Erhitzen mit verdünnter oder concentrirter Salzsäure:
- a) Aufbrausen:  $\text{CO}_2$  oder HS (S. 817 Nro. 10 und 11). — Um  $\text{CO}_2$  neben HS nachzuweisen, leitet man das Gas in Kalkwasser; weisse Trübung:  $\text{CO}_2$ ;
  - b) Chlorentwicklung: Hyperoxyde.
- 1. Der K. löst sich völlig: Unters. nach C.
  - 2. Es bleibt ein Rückstand (wenn gallertartig:  $\text{SiO}_2$ ): Verdampfen zur Trockne, Aufnehmen mit HCl und Wasser, Filtriren; Filtrat nach C. zu untersuchen, Rückstand auf Kieselsäure zu prüfen (S. 816 Nro. 6).
- III. Erhitzen einer neuen Probe des K. (wenn in HO und HCl unlöslich) mit  $\text{NO}_5$  (nöthigenfalls unter Wasserzusatz, Abgiessen des Gelösten und wiederholtem Behandeln mit  $\text{NO}_5$ ):



1. Vollständige Lösung: Untersuchung nach C.
2. Es bleibt ein Rückstand: Filtrat nach C., Rückstand nach IV. zu untersuchen.

IV. Kochen mit HCl und Zusatz von Wasser:

1. Totale Lösung: Untersuchung nach C.
2. Es bleibt ein Rückstand: Verfahren nach V.

V. Man giesst die klare Flüssigkeit ab (aufzubewahren) und erhitzt das Ungelöste mit Königswasser:

1. Der K. löst sich vollständig: man vereinigt die Lösung mit der abgegossenen salzsauren Flüssigkeit und verfährt nach C.
2. Es bleibt auch jetzt ein Rückstand ( $\text{BaO}, \text{SO}_3 - \text{SrO}, \text{SO}_3 - \text{PbO}, \text{SO}_3 - \text{PbCl} - \text{AgCl} - \text{SiO}_2$  und Silicate, Schwefel und Kohle): man prüft wie folgt:

- a) Schwefel: s. Vorprüfung;
- b) Kohle: schwarz, auf Platinblech verbrennlich;
- c) mehrmaliges Behandeln mit essigsaurem Ammon; das Filtrat auf Blei, Schwefelsäure und Chlor zu prüfen (s. Reactionerscheinungen S. 813. 815. 816);
- d) das in essigsaurem Ammon Unlösliche wird mit  $\text{NH}_3$  behandelt; die Lösung giebt mit  $\text{NO}_5$  einen weissen, käsigen Niederschlag: Chlorsilber;
- e) das in  $\text{NH}_3$  Unlösliche (wenn schwefelhaltig, im bedeckten Tiegel zu glühen) zur Hälfte mit der achtfachen Menge kohlensauren Natronkalis geschmolzen, Schmelze in heissem Wasser gelöst\*) und filtrirt; Filtrat nach f., Ungelöstes nach g. zu untersuchen;
- f) Prüfung auf Kieselsäure nach Nro. 6 S. 816; das Filtrat davon auf Schwefelsäure und Thonerde;
- g) Lösen in HCl, Behandeln nach Nro. 6 S. 816, wobei abermals  $\text{SiO}_2$  ungelöst bleiben kann, und Untersuchen des Filtrats nach C.;
- h) die zweite Hälfte von e. wird in der Platinschale mit Flusssäure behandelt, letztere durch Erhitzen mit  $\text{SO}_3$  verjagt, der Rückstand mit Wasser aufgenommen und mit Kalkmilch gekocht, das Filtrat durch kohlensaures Ammon heiss ausgefällt, filtrirt, Filtrat zur Trockne verdampft, geglüht und der Glührückstand nach C.; VII. auf KO und NaO geprüft.

\*) Das Lösen in Wasser ist nur bei Gegenwart von  $\text{BaO}, \text{SO}_3$  oder  $\text{SrO}, \text{SO}_3$  erforderlich (Vorprüfung mit Soda auf Kohle oder durch Flammenprobe); im anderen Falle wird die Schmelze mit HCl und Wasser aufgenommen und nach g. untersucht.



G e f ä l l t

A. Salzsäure	B. Schwefelwasserstoff aus saurer Lösung	C. Schwefelammonium nach vorherigem Zusatz von Ammoniak und Salmiak
<p>als Chlormetalle: <math>\text{AgO}, \text{Hg}_2\text{O}</math> u. <math>\text{PbO}</math> weiss</p> <p><math>\text{AgCl}</math>; lösl. in <math>\text{NH}_3</math>. <math>\text{Hg}_2\text{Cl}_2</math>; durch <math>\text{NH}_3</math> schwarz werdend. <math>\text{PbCl}_2</math>; löslich in viel Wasser, daraus durch <math>\text{SO}_3</math> fällbar.</p> <p>Vermuthet man Kieselsäure, so dampft man die mit <math>\text{HCl}</math> angesäuerte Lösung zur Trockne, nimmt mit <math>\text{HCl}</math> und Wasser auf, untersucht die Lösung nach B., das Ungelöste aber auf <math>\text{SiO}_2</math> (Nro. 6 S. 816).</p>	<p>als Schwefelmetalle: <math>\text{HgO}</math>; unlöslich in kochender <math>\text{NO}_5</math>. <math>\text{PbO}</math>; löslich in heisser verdünnter <math>\text{NO}_5</math>, fällbar durch <math>\text{SO}_3</math>. <math>\text{BiO}_3</math>; löslich in <math>\text{NO}_5</math>, fällbar durch viel Wasser. <math>\text{CuO}</math>; löslich in <math>\text{NO}_5</math>, Lösung durch <math>\text{NH}_3</math> blau werdend.</p> <p>braun bis schwarz. <math>\text{CdO}</math>; hochgelb.</p> <p>unlöslich in Schwefelammonium.</p> <p><math>\text{AuO}_3, \text{PtO}_2</math> und <math>\text{SnO}</math>; schwarzbraun, löslich in Königswasser. Lösung nach Nr. 7, 8 u. 9 S. 814 zu prüfen. <math>\text{SnO}_2</math>; gelb, unlöslich in kohlensaurem Ammon. <math>\text{AsO}_3</math>; gelb, leicht löslich in kohlensaurem Ammon. <math>\text{SbO}_3</math>; orange.</p> <p>löslich in Schwefelammonium.</p>	<p>als Salze (weiss), in Kali unlöslich: <math>\text{MgO}</math> (und <math>\text{PO}_5</math>): krystallinisch. <math>\text{BaO}</math> bei Gegenwart von <math>\text{SrO}, \text{PO}_5, \text{BO}_3</math> und <math>\text{CaO}</math> Oxalsäure.</p> <p>Lösen in <math>\text{HCl}</math> und Theilen in drei Portionen. Port. 1. Trübung durch Strontianwasser: <math>\text{BaO}</math>. Port. 2. Concentriren u. Prüfen mittelst Flammenprobe (S. 823) auf <math>\text{SrO}</math>. Port. 3. Ausfällen mit <math>\text{SO}_3</math> u. Uebersättigen des mit Oxalsäure versetzten Filtrats mit <math>\text{NH}_3</math>; weisser Niederschlag: <math>\text{CaO}</math>.</p> <p>als Oxyde (in Kali lösl.): <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>; weiss. <math>\text{Cr}_2\text{O}_3</math>; grün.</p> <p>als Schwefelmetalle: <math>\text{NiO}</math> (schwarz, in kalter <math>\text{HCl}</math> unlösl., lösl. in Königswasser. (Nr. 3 u. 4. S. 811). <math>\text{CoO}</math> (schwarz, löslich in <math>\text{HCl}</math>. <math>\text{FeO}</math>; schwarz, löslich in <math>\text{HCl}</math>. <math>\text{MnO}</math>; fleischroth, löslich in A. <math>\text{ZnO}</math>; weiss, unlösl. in A.</p>



werden durch		
D. Kohlensaures Ammoniak	E. Phosphorsaures Natron und Ammoniak (die eine Hälfte des Filtrats von D. zu verwenden)	Nicht gefällt werden durch A bis E
als kohlensaure Salze: BaO, SrO und CaO weiss. Lösen in HCl; Theilen in 3 Port. Port. 1. Trübung durch Strontianwasser: BaO. Port. 2. Flammenprobe: SrO. Port. 3. Ausfällen mit SO <sub>3</sub> und Prüfen mit Oxalsäure und NH <sub>3</sub> : CaO.	als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia: MgO; weiss, krystallinisch.	KO, NaO, NH <sub>3</sub> . Die zweite Hälfte des Filtrats von D. wird im Platinschälchen zur Trockne verdampft, gegläht, mit Wasser aufgenommen, mit Kalkmilch gekocht, filtrirt, Filtrat mit kohlens. Ammon heiss gefällt, Filtrat zur Trockne verdampft, gegläht, in wenig Wasser gelöst und filtrirt: nach Nro. 1 und 2 S. 807. 808. auf KO u. NaO zu unters. Ursprüngl. Lösung nach Nro. 3 S. 808 auf NH <sub>3</sub> zu prüfen.
Gefällt werden durch		
A. Chlorbarium aus neutraler oder alkalischer Lösung	B. Salpetersaures Silberoxyd aus saurer Lösung	Nicht gefällt werden durch A. und B.
a. unl. in HCl od. NO <sub>5</sub> : SO <sub>3</sub> . b. lösl. in HCl od. NO <sub>5</sub> : PO <sub>5</sub> ; Prüfen mit molybdänsaurem Ammon. BO <sub>3</sub> ; Prüfen nach Nr. 5 S. 816. CO <sub>2</sub> ; unter Aufbrausen in Säure löslich. Oxalsäure; Verhalten auf Platinblech (Nr. 13 S. 818). Weinsäure; Verhalten auf Platinblech (Nr. 14 S. 818). weiss.	HCl; weiss, in NH <sub>3</sub> löslich. HJ; gelblich, in NH <sub>3</sub> unlöslich. — Prüfung mit Stärkekleister und Chlorwasser (Nro. 9 S. 817). HBr; gelbl., in NH <sub>3</sub> unlöslich. — Keine Blaufärbung durch Stärkekleister u. Chlorwasser. HS; schwarz.	NO <sub>5</sub> ; s. Nr. 12. S. 817. ClO <sub>5</sub> ; s. Nro. 8. S. 816. Essigsäure; s. Nr. 15. S. 818.



## C. Eigentliche Prüfung.

Hierzu sei zunächst Folgendes bemerkt:

1. Die Lösung des K. wird in 2 Portionen getheilt, die eine für Basen, die andere für Säuren. — Man gewöhne sich, nie die ganze Flüssigkeit auf einmal in Arbeit zu nehmen. Zu einer kleinen Probe setzt man das erste und, tritt keine Reaction ein, das zweite u. s. w. Reagens; erst wenn ein solches eine Fällung veranlasst, behandelt man die ganze Portion mit soviel davon, dass ein abfiltrirtes Pröbchen auf weiteren Zusatz klar bleibt.
2. Entstandene Niederschläge sind durch Filtration vom Flüssigen zu trennen; das Filter muss kreisrund und darf nie grösser als der Trichter sein, es muss den Trichterwänden eng und ohne Falten anliegen; man schneide dasselbe weder zu gross noch zu klein. — Sollen Niederschläge weiter untersucht werden, so sind sie vorher auf dem Filter auszuwaschen; das Waschwasser wird weggegossen.
3. Das Vorhandensein eines Stoffes schliesst häufig das eines anderen aus: neutrale oder alkalische Lösungen und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; saure Lösungen und  $\text{CO}_2$  oder  $\text{HS}$ ; salzsaure Lösung und  $\text{AgO}$  oder  $\text{Hg}_2\text{O}$ ;  $\text{BaO}$  oder  $\text{SrO}$  und  $\text{SO}_3$  u. s. w.  
Die Löslichkeitsverhältnisse vieler Metalloxyde ändern sich bei gleichzeitiger Anwesenheit von organischen Stoffen: Nicht flüchtige organische Säuren, Zucker und dergleichen und  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  u. s. w.
4. Hat man einfache Verbindungen (nur eine Base und Säure) vor sich, so untersucht man nach der Tabelle auf S. 828. 829, andererseits nach folgendem Gange.

## Gang für zusammengesetzte Körper.

## Auffindung der Basen.

- I. Zusatz von Salzsäure, nöthigenfalls bis zur sauren Reaction; stark saure Lösungen sind mit Wasser zu verdünnen:
  1. Flüssigkeit bleibt klar: man geht zu II. über.
  2. In  $\text{HCl}$  unlöslicher Niederschlag ohne Entwicklung von  $\text{HS}$ : Filtrat nach II. untersuchen. — Der Niederschlag ist mit viel Wasser zu behandeln:



- a) Lösung auf Blei zu prüfen (S. 813);
  - b) das Ungelöste wird durch  $\text{NH}_3$  schwarz: Quecksilberoxydul;
  - c) das Ungelöste löst sich in  $\text{NH}_3$  ganz oder theilweise; die Lösung wird durch  $\text{NO}_5$  weiss und käsig gefällt: Silber.
3. Entwicklung von HS und milchige Trübung: lösliche Schwefelmetalle. — Die Flüssigkeit nach V. weiter zu untersuchen.
4. Entwicklung von HS und gefärbter Niederschlag: Sulfosalze (525) von Au, Pt, Sn, Sb und As. — Niederschlag nach IV., Filtrat nach V. zu untersuchen.
- II. Man versetzt mit Schwefelwasserstoffwasser oder leitet HS durch die erwärmte Flüssigkeit\*):
- 1. Sie bleibt unverändert oder wird nur milchig getrübt: man geht zu V. über.
  - 2. Gefärbte Ausscheidung: Filtrat nach V., Niederschlag nach III. zu untersuchen.
- III. Der Niederschlag wird in gelinder Wärme mit gelbem Schwefelammonium behandelt; er löst sich darin gänzlich (nach IV. zu untersuchen), nur theilweise oder bleibt ungelöst. In letzteren beiden Fällen wird filtrirt, das Filtrat (wenn es durch verdünnte  $\text{SO}_3$  nicht rein weiss\*\*) und milchig getrübt wird) nach IV. untersucht, der Filterinhalt aber mit  $\text{NO}_5$  gekocht:
- 1. Es erfolgt totale Lösung; Zusatz von viel verdünnter  $\text{SO}_3$ , Concentriren, Verdünnen mit Wasser und Filtriren:
    - a) weisser, in essigsaurem Ammon löslicher Rückstand: Blei.
    - b) Filtrat von a. durch  $\text{NH}_3$  weiss gefällt: Wismuth.
    - c) Filtrat von b. (blaue Färbung: Kupfer) mit HCl angesäuert und mit HS ausgefällt. Niederschlag mit verdünnter  $\text{SO}_3$  gekocht:
      - α. Schwarzer, unlöslicher Rückstand: Kupfer.
      - β. Lösung durch HS gelb gefällt: Cadmium.
  - 2. Es hinterbleibt ein Rückstand (die Lösung wird nach 1. untersucht):
    - a) schwarz, in essigsaurem Ammon unlöslich: Quecksilber;
    - b) weiss, darin löslich, durch HS fällbar: Blei.
- IV. Das  $\text{NH}_3$ , HS — haltige Filtrat wird mit verdünnter  $\text{SO}_3$  angesäuert, der abfiltrirte Niederschlag\*\*\*) mit kohlensaurem Ammon behandelt und filtrirt:

\*) Ist die Anwesenheit von  $\text{SiO}_2$  zu vermuthen, so verdampft man vorher zur Trockne und löst den Rückstand in HCl und Wasser;  $\text{SiO}_2$  bleibt ungelöst. — \*\*) Es kann geringe Mengen Cu als CuS enthalten. — \*\*\*) Aus seiner Farbe kann man einigermaassen auf seine Zusammensetzung schliessen; s. S. 812.



1. Filtrat mit  $\text{HCl}$  anzusäuern und etwaiger Niederschlag mit Soda auf Kohle auf Zinn und Arsen zu prüfen (S. 814. 815. Nro. 9 und 11).
  2. Das Ungelöste wird mit Königswasser erhitzt, die Lösung stark concentrirt, mit Wasser verdünnt und im Marsh'schen Apparate auf Antimon geprüft (534). Den Inhalt des Apparates lässt man mit überschüssigem Zink in der Wärme stehen, filtrirt und behandelt den Filterinhalt mit heissem  $\text{HCl}$ ; die Lösung enthält das Zinn als Oxydul (S. 814 Nro. 9). Das in  $\text{HCl}$  Unlösliche wird mit Königswasser erwärmt, wodurch Gold und Platin in Lösung gehen; Verdampfen zur Trockne, Lösen in Wasser und Prüfen nach S. 814 Nro. 7 und 8.
- V. Zusatz von Salmiak, Uebersättigen mit  $\text{NH}_3$  und Ausfällen mit Schwefelammonium:
1. Flüssigkeit bleibt klar: Untersuchung nach VI.
  2. Es entsteht ein Niederschlag. Das Filtrat wird nach VI. untersucht, der Filterinhalt aber mit verdünnter  $\text{HCl}$  übergossen:
    - a) es hinterbleibt kein schwarzer Rückstand: Lösung nach 3. zu untersuchen;
    - b) es hinterbleibt ein solcher: Filter sammt Inhalt wird eingeäschert, Asche in wenig  $\text{HCl}$  und  $\text{NO}_5$  gelöst, fast zur Trockne verdampft und mit salpetrigsaurem Kali (S. 811) auf Kobalt geprüft. Nach eintägigem Stehen filtrirt man ab und prüft das Filtrat mit Kali auf Nickel (S. 811).
  3. Lösung von 2, a. oder Filtrat von 2, b. mit  $\text{NO}_5$  zu kochen und ein Pröbchen mit verdünnter  $\text{SO}_3$  zu prüfen:
    - a) weisser Niederschlag. Man fällt die ganze erwärmte Flüssigkeit mit verdünnter  $\text{SO}_3$  in geringem Ueberschusse aus, filtrirt und untersucht das Filtrat nach b. Den Niederschlag schliesst man mit kohlsaurem Natronkali auf, löst in Wasser, filtrirt, behandelt das Ungelöste mit verdünnter  $\text{HCl}$  und prüft nach VI. auf  $\text{BaO}$ ,  $\text{SrO}$  und  $\text{CaO}$ ;
    - b) keine Fällung. Man prüft ein Pröbchen mit Schwefelcyankalium auf Eisen (— Oxyd), versetzt dieselbe, wenn nöthig, mit Eisenchlorid, bis ein Tropfen mit  $\text{NH}_3$  einen hellbraunen Niederschlag giebt, und fällt mit einem geringen Ueberschusse von  $\text{BaCl}$  etwaige  $\text{SO}_3$  aus; das Filtrat mit  $\text{BaO}$ ,  $\text{CO}_2$  behandelt. Nachdem die überstehende Flüssigkeit farblos geworden ist, wird der nach 4. zu behandelnde Niederschlag abfiltrirt, das Filtrat aber nach 5. untersucht.
  4. Andauerndes Kochen mit Kali, Filtriren, Ansäuern des Filtrats mit  $\text{HCl}$  und Prüfen auf Thonerde. In Kali Unlösliches nach S. 811 Nro. 2 mittelst Soda auf Chrom zu prüfen; die Schmelze kann auch Kalkerde enthalten.



5. Ansäuern mit  $\text{HCl}$ , Kochen, Ausfällen mit verdünnter  $\text{SO}_3$ , Filtriren, Uebersättigen mit  $\text{NH}_3$  und Prüfen mit  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HS}$ :

- a) keine Fällung. Man prüft mit oxalsaurem Ammon auf Kalkerde, das Filtrat davon mit phosphorsaurem Natron auf Magnesia;
- b) Niederschlag. Filtrat davon nach a. zu untersuchen, Niederschlag in  $\text{HCl}$  zu lösen, Lösung zu kochen und mit Kali zu übersättigen:

α. weisser braun werdender Niederschlag: Mangan.

β. Filtrat davon mit  $\text{HS}$  weissen Niederschlag: Zink.

VI. Zusatz von kohlensaurem Ammon und Erhitzen:

- a) Flüssigkeit bleibt klar. Man geht zu VII. über;
- b) weisser Niederschlag. Filtrat nach VII. zu untersuchen. Niederschlag in  $\text{HCl}$  zu lösen, Lösung in drei Portionen zu theilen.

Port. 1. Prüfung mit Strontianwasser auf Baryt.

„ 2. Abdampfen zur Trockne, Lösen in absolutem Alkohol, abermaliges Verdampfen und Flammenprobe auf Strontian (S. 823).

„ 3. Ausfällen mit verdünnter  $\text{SO}_3$ , Uebersättigen mit  $\text{NH}_3$  und Prüfung mit oxalsaurem Ammon auf Kalkerde.

VII. Eine Hälfte wird mit phosphorsaurem Natron auf Magnesia geprüft, die andere, zuletzt im Platintiegel, zur Trockne verdampft, der Rückstand geglüht, in wenig Wasser gelöst, die Lösung mit Kalkmilch gekocht, das Filtrat mit kohlen- saurem Ammon heiss gefällt, Filtrat zur Trockne verdampft, geglüht, in wenig Wasser gelöst und filtrirt:

- a) ein Tropfen auf Platindraht mittelst Flammenprobe auf Kali und Natron zu prüfen;
- b) Rest mit Alkohol zu mischen und mit Weinsäure oder Platinlösung auf Kali zu prüfen (S. 807 Nro. 1).

VIII. Ein Theilchen der ursprünglichen Lösung nach Nro. 3 S. 809 mit Kali auf Ammoniak zu prüfen.

### Auffindung der Säuren.

Salpetersäure wurde schon bei der Vorprüfung (vergl. auch Nr. 12 S. 817), Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Kie- selsäure bei der Auflösung (S. 826), Chromsäure, arsenige Säure, Arsen- und Antimonsäure bei der Prüfung auf Basen gefunden.



I. Die Lösung des ursprünglichen Körpers wird, wenn nothwendig, mit  $\text{NO}_5$  angesäuert, gekocht und geprüft:

Port. 1. mit salpetersaurem Baryt; weisser Niederschlag: Schwefelsäure.

„ 2. Mit Silberlösung; weisser, in  $\text{NH}_3$  löslicher, daraus durch  $\text{NO}_5$  wieder weiss fällbarer Niederschlag: Chlor. Ein gelblicher, in  $\text{NH}_3$  unlöslicher Niederschlag: Jod.

„ 3. Mit Stärkekleister und Chlorwasser; Blaufärbung: Jod.

Unlösliche Verbindungen sind durch  $\text{NO}_5$  oder Aufschliessen mit kohlensaurem Natronkali und Aufnehmen der Schmelze mit Wasser in Lösung zu bringen.

II. Die Lösung des Körpers wird, wenn nöthig, mit  $\text{NO}_5$  angesäuert und mit viel molybdänsaurem Ammon erhitzt; gelber Niederschlag: Phosphorsäure. — Arsensäure giebt eine ähnliche Fällung, muss deshalb vorher durch HS entfernt werden.

III. Auf Borsäure prüft man nach einer der unter Nro. 5 S. 816 angegebenen Methoden; gleichzeitig vorhandenes  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ist vorher zu entfernen.

IV. Oxalsäure: neutrale oder alkalische Lösungen säuert man mit Essigsäure stark an und prüft mit Gypslösung. Saure Lösungen werden, wenn nöthig, mit HS gefällt, das Filtrat gekocht, mit  $\text{CaCl}$  im Ueberschusse versetzt und mit  $\text{NH}_3$  übersättigt. Der Niederschlag wird andauernd mit kohlensaurem Natron gekocht, filtrirt, Filtrat mit Essigsäure angesäuert und mit Gypslösung geprüft.

V. Auf Essigsäure prüft man nach Nro. 15 S. 818.

Anmerkung. In obigem Gange ist auf die ursprüngliche Verbindungsform eines K keine Rücksicht genommen. Ob z. B. das Eisen als  $\text{Fe O}$  oder  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , die Schwefelsäure als solche oder ihr Schwefel in Verbindung mit Metallen vorhanden war, darüber hat man sich durch besondere Prüfungen am ursprünglichen K Gewissheit zu verschaffen.