

Anleitung zur chemischen Analyse für Schüler.

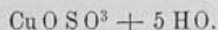
Nachstehender Leitfaden ist für meine Schüler geschrieben und hat die Bestimmung, denselben bei den analytisch-chemischen Arbeiten im Laboratorium als Wegweiser zu dienen. Deshalb sind in demselben nur die häufiger vorkommenden Elemente und deren wichtigste anorganische Verbindungen berücksichtigt. Derselbe zerfällt in 2 Theile. Der erste enthält Beispiele zur Uebung in der chemischen Analyse: Das Verhalten der wichtigeren Stoffe zu Reagentien ist an einer bestimmten Verbindung erläutert, wobei die charakteristischsten Reaktionen mit * bezeichnet sind.

Der zweite Theil zerfällt in 2 Abschnitte und enthält eine Anleitung zur Untersuchung eines gegebenen unbekanntes Stoffes. Im ersten Abschnitt sind nur einfachere Verbindungen, welche höchstens eine Base und eine Säure enthalten, in Betracht gezogen, der zweite gibt eine Anleitung zur Ermittlung der Bestandtheile eines Gemenges mehrerer einfacher Verbindungen. Es ist hierbei auf alle im ersten Theil vorkommenden Stoffe Rücksicht genommen, mit der Einschränkung jedoch, dass in derselben Mischung Antimon, Zinn und Arsen, oder auch nur zwei von diesen, ebenso Nickel und Kobalt nie zusammen vorkommen, auch sind die Silikate und ein Gemenge mehrerer in Wasser und Säuren unlöslicher Verbindungen ausgeschlossen. Die besondere Schwierigkeit, welche die Erkennung und Scheidung der genannten Stoffe bietet, wird im Hinblick auf den Zweck des Schriftchens diese Einschränkung hinreichend rechtfertigen.

Erster Theil.

Uebungsbeispiele zur chemischen Analyse.

1. Schwefelsaures Kupferoxyd.



Das Salz löst sich in Wasser mit blauer Farbe.

Aus dieser Lösung, welche blaues Lakmuspapier röthet, fällt:

1. Eisen oder Zink metallisches Kupfer.
- *2. Schwefelwasserstoff dunkelbraunes Schwefelkupfer, welches in Salpetersäure löslich, in verdünnter Salzsäure und in Schwefelammonium unlöslich ist.
3. Schwefelammonium bewirkt denselben Niederschlag.
4. Kali blaues Oxydhydrat, welches beim Kochen zu schwarzbraunem Oxyd wird.
- *5. Ammoniak blaugrünes basisches Salz, welches sich im Ueberschuss von Ammoniak mit blauer Farbe auflöst.

- * 6 Kohlensaures Ammon blaugrünes basisch-kohlensaures Kupferoxyd, welches sich im Ueberschuss des Füllungsmittels löst.
- 7. Kohlensaures Natron blaugrünes basisches Salz.
- * 8. Kaliumeisencyanür braunes Kupfereisencyanür, selbst aus sehr verdünnten Lösungen.
- * 9. Chlorbarium weissen schwefelsauren Baryt, in Salzsäure unlöslich.

Wird ein Körnchen des blauen Salzes in einem unten zugeschmolzenen Glasröhrchen erhitzt, so wird es hellgrau und es entweicht Wasser.

Das Salz färbt die Boraxperle grün, auf Zusatz von etwas Zinn wird dieselbe rothbraun.

Schmilzt man das Salz mit der vierfachen Menge Soda auf der Kohle vor dem Löthrohr zusammen, so färbt sich die Schmelze von reducirten Kupferflittern braun, legt man die Schmelze auf blankes Silber und befeuchtet dieselbe mit einem Tropfen Wasser, so entsteht ein brauner Fleck von Schwefelsilber.

Metallisches Kupfer ist vor dem Löthrohr schmelzbar und verbrennt zu schwarzem Oxyd ohne Beschlag, es löst sich nicht in Salzsäure, wohl aber in Salpetersäure unter Entwicklung von Stickstoffoxyd.

2. Eisen. Fe.

Ein kleiner eiserner Nagel oder ein Stückchen Drath löst sich in erwärmter Salzsäure, Wasserstoff entweicht, ein schwarzer Rückstand ist Kohle, die Lösung enthält Eisenchlorür. Es fällt aus der

Eisenchlorürlösung:

1. Schwefelwasserstoff nichts.
- * 2. Schwefelammonium schwarzes Schwefeleisen, in Salzsäure löslich.
3. Kali grünliches Oxydulhydrat, welches an der Luft schmutzig grün und schliesslich zu braunem Oxydhydrat wird.
4. Ammoniak verhält sich ebenso.
5. Kohlensaures Natron fällt weisses kohlensaures Eisenoxydul, welches an der Luft braun wird.
- * 6. Kaliumeisencyanür einen hellblauen Niederschlag, welcher bei Zutritt der Luft dunkler wird.
7. Kaliumeisencyanid einen dunkelblauen Niederschlag.

Das Eisen verbrennt vor dem Löthrohr zu schwarzem Oxyd-Oxydul. Dieses färbt die Boraxperle in der Reduktionsflamme grünlich, in der Oxydationsflamme gelb bis braun, beim Erkalten blasser werdend.

Wird die Chlorürlösung mit Salpetersäure gekocht, so geht sie unter Entwicklung rothbrauner Dämpfe in braune Chloridlösung über. Es fällt aus der

Eisenchloridlösung:

- * 1. Schwefelwasserstoff hellgelben Schwefel unter Reduktion zu Oxydullösung.
- * 2. Schwefelammonium reducirt das Oxyd zu Oxydul und fällt dann schwarzes Schwefeleisen. Ist die Lösung sehr verdünnt, so wird dieselbe durch Schwefelammonium nur dunkelgrün gefärbt.
- * 3. Kali braunes Oxydhydrat, im Ueberschuss des Füllungsmittels unlöslich (vergl. Thonerde).

4. Ammoniak verhält sich ebenso.
5. Kohlensaures Natron oder Ammon braunes Oxydhydrat, Kohlensäure entweicht.
- * 6. Kaliumeisencyanür Berlinerblau.
7. Kaliumeisencyanid färbt die Flüssigkeit nur dunkler, ohne einen Niederschlag zu bewirken.
8. Rhodankalium färbt die saure Lösung blutroth (äusserst empfindlich).
9. Gerbsäure fällt schwarzes gerbsaures Eisenoxyd (Dinte).

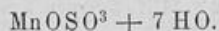
3. Zink. Zn,

Das Zink löst sich in verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure unter Wasserstoffentwicklung. Aus dieser Lösung fällt:

1. Schwefelwasserstoff weisses Schwefelzink, wenn die Lösung neutral ist. Aus saurer Lösung fällt nichts.
- * 2. Schwefelammonium weisses Schwefelzink, welches sich in Salzsäure leicht, in Kali aber nicht löst.
- * 3. Kali weisses Zinkoxydhydrat, im Ueberschuss von Kali löslich, aus dieser Lösung fällt Schwefelwasserstoff Schwefelzink (vergl. Thonerde).
4. Ammoniak verhält sich ebenso, Ammonsalze verhindern die Fällung.
5. Kohlensaures Natron weisses, basisch kohlensaures Zinkoxyd, Kohlensäure entweicht theilweise.
- * 6. Kohlensaures Ammon ebenso, im Ueberschuss löslich.

Das Zink verbrennt vor dem Löthrohr mit weisser Flamme unter Bildung eines weissen Beschlages, welcher in der Hitze gelb ist. Zinksalze mit Soda auf Kohle geglüht geben denselben Beschlag, aber kein Metallkorn.

4. Schwefelsaures Manganoxydul.



Die wässrige Lösung des Salzes reagirt sauer, aus derselben fällt:

1. Schwefelwasserstoff nichts.
- * 2. Schwefelammonium fleischfarbenes Schwefelmangan, welches an der Luft dunkelbraun wird.
- * 3. Kali weisses Manganoxydulhydrat, an der Luft braun werdend.
4. Ammoniak wirkt ebenso, Ammonsalze verhindern die Fällung.
5. Kohlensaures Natron weisses kohlensaures Manganoxydul.
6. Chlorbarium fällt weissen schwefelsauren Baryt.

Wird eine Probe des Salzes mit Soda auf Kohle zusammengesmolzen, so schwärzt die Schmelze feuchtes Silber.

* Eine sehr kleine Menge mit Soda und Salpeter auf Platinblech geschmolzen, färbt die Schmelze grün von mangansaurem Kali.

Die Boraxperle wird durch das Salz violett gefärbt.

5. Blei. Pb.

Es löst sich in warmer Salpetersäure unter Entwicklung rother Dämpfe. Aus der verdünnten Lösung fällt:

- * 1. Schwefelwasserstoff schwarzes Schwefelblei. Enthält die Lösung Salzsäure, so ist der Niederschlag anfangs rothes Chlorblei – Schwefelblei.
2. Schwefelammonium Schwefelblei. Dasselbe ist weder in verdünnten Säuren, noch in Schwefelammonium löslich.
3. Kali weisses Oxydhydrat, in vielem Kali löslich.
5. Kohlensaures Natron weisses, basisch kohlensaures Bleioxyd.
- * 6. Schwefelsäure weisses schwefelsaures Bleioxyd, in Säuren unlöslich.
- * 7. Salzsäure oder Chlormetalle weisses Chlorblei, in vielem warmen Wasser löslich, daraus beim Erkalten in feinen Nadeln krystallisirend.
8. Jodkalium fällt gelbes Jodblei. Dasselbe löst sich in vielem heissen Wasser und krystallisirt beim Erkalten in goldglänzenden Schuppen.
9. Chromsaures Kali gelbes chromsaures Bleioxyd, in Kali löslich, in verdünnter Salpetersäure unlöslich.
10. Phosphorsaures Natron weisses phosphorsaures Bleioxyd, löslich in Salpetersäure, unlöslich in Essigsäure.
11. Zink fällt aus der Lösung metallisches Blei (Bleibaum).

Blei schmilzt vor dem Löthrohr sehr leicht und bildet einen gelben Beschlag von Oxyd.

* Bleisalze mit Soda auf Kohle geglüht, geben drehbare Metallkörner und einen gelben Beschlag.

6. Mennige. Pb^3O^4 .

Dieselbe ist in Wasser unlöslich. Erwärmt man dieselbe mit Salzsäure, so wird sie unter Entwicklung von Chlor zu weissem Chlorblei, welches sich in vielem Wasser löst.

In Salpetersäure ist sie theilweise löslich, braunes Bleisuperoxyd hinterlassend. Die abfiltrirte Lösung zeigt alle Reaktionen auf Blei.

Wird beim Erhitzen in einer Glasröhre zu gelbem Bleioxyd unter Verlust von Sauerstoff.

Vor dem Löthrohr auf der Kohle wird es zu metallischem Blei unter Bildung eines gelben Beschlages.

7. Wismuth. Bi.

Dasselbe ist in concentrirter Salpetersäure unter Entwicklung von Stickstoffoxyd löslich. Aus dieser Lösung, welche nicht durch Wasser verdünnt werden darf, fällt:

- * 1. Wasser weisses, basisch salpetersaures Wismuthoxyd. Auf vorherigen Zusatz von Kochsalz oder Salzsäure fällt Wasser $BiCl^3$, $2 BiO^3$. In Weinsäure unlöslich.
- * 2. Schwefelwasserstoff dunkelbraunes Schwefelwismuth.
3. Schwefelammonium dasselbe, im Ueberschuss unlöslich.
4. Kali weisses Oxydhydrat, im Ueberschuss unlöslich.
5. Ammoniak verhält sich ebenso.
6. Kohlensaures Natron weisses, kohlensaures Wismuthoxyd.
7. Chromsaures Kali gelbes chromsaures Wismuthoxyd, von verdünnter Salpetersäure löslich, in Kali unlöslich.

Vor dem Löthrohr schmilzt es und gibt einen dunkelgelben Beschlag und ein sprödes Metallkorn.

8. Chlorbarium. $\text{BaCl} + 2\text{HO}$.

Aus der Lösung in Wasser fällt:

1. Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium und Ammoniak nichts.
2. Kali aus concentrirter Lösung Barythydrat, löslich in vielem Wasser.
- *3. Kohlensaures Ammon weissen kohlensauren Baryt.
- *4. Schwefelsäure oder schwefelsaure Salze schwefelsauren Baryt, in Salzsäure und in Salpetersäure unlöslich.
- *5. Gyps lösung gibt sofort eine Trübung von schwefelsaurem Baryt.
6. Phosphorsaures Natron phosphorsauren Baryt, in Salzsäure löslich.
7. Oxalsaures Ammon weissen oxalsauren Baryt.
- *8. Neutrales chromsaures Kali gelben chromsauren Baryt, löslich in Säuren.
9. Unterschweifligsaures Natron weisses Barytsalz. Setzt man zu der verdünnten Lösung vorher Ammoniak, so scheiden sich nach einiger Zeit am Glase sternförmige Krystalle ab.
10. Salpetersaures Silberoxyd weisses, käsiges Chlorsilber, in Salpetersäure unlöslich, in Ammoniak löslich.

Erhitzt man Chlorbarium im Glasröhrchen, so verliert es Wasser. Auf der Kohle vor dem Löthrohr schmilzt es und reagirt dann alkalisch.

Bringt man an einen Platindrath etwas Chlorbarium in die Flamme eines Bunsen'schen Brenners, so wird diese grün gefärbt.

9. Quecksilber. Hg.

In verdünnter, nicht überschüssiger Salpetersäure wird es zu Oxydulsalz gelöst. Es fällt aus der

Quecksilberoxydullösung:

- *1. Kupfer metallisches Quecksilber, es amalgamirt sich, beim Glühen des Kupfers verschwindet das Quecksilber.
- *2. Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium schwarzes Quecksilbersulfür, der Niederschlag ist in verdünnter, warmer Salpetersäure, sowie in Schwefelammonium unlöslich.
3. Schweflige Säure graues metallisches Quecksilber.
4. Kali schwarzes Oxydul.
5. Ammoniak fällt eine schwarze Amidverbindung.
- *6. Salzsäure oder Chlormetalle weisses Chlorür (Calomel), welches durch Ammoniak geschwärzt wird (vgl. Silber).
7. Jodkalium grünelbes Jodür.
8. Chromsaures Kali rothgelbes chromsaures Oxydul.

Wird die Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul mit conc. Salpetersäure gekocht, so verwandelt sie sich in Oxydlösung, aus welcher:

- *1. Kupfer metallisches Quecksilber fällt.
- *2. Schwefelwasserstoff und Schwefelammon in geringer Menge zuerst (weiss, gelb, braunes) basisches Schwefelquecksilber, bei fernem Zusatz von Schwefelwasserstoff schwarzes Sulfid, welches in verdünnter warmer Salpetersäure unlöslich ist.

3. Schweflige Säure reducirt das Salz, besonders beim Erwärmen zu Metall.
- *4. Kali fällt gelbes Quecksilberoxyd.
5. Ammoniak eine weisse Amidverbindung.
6. Kohlensaures Natron braunes, basisch kohlensaures Quecksilberoxyd.
7. Salzsäure bewirkt keine Veränderung.
8. Jodkalium scharlachrothes Jodid, im Ueberschuss von Jodkalium-löslich.
9. Chromsaures Kali gelbrothes chromsaures Oxyd.

* Werden Quecksilberverbindungen mit trockner Soda und Kohle im Glasröhrchen erhitzt, so entsteht in demselben ein glänzender Spiegel von Quecksilbertröpfchen.

10. Zinn. Sn.

Von concentrirter Salpetersäure wird es in weisses Oxyd verwandelt, ohne sich zu lösen.

Von Salzsäure wird es in der Wärme unter Wasserstoffentwicklung gelöst. Aus dieser Chlorürlösung fällt:

1. Zink krystallinisches, metallisches Zinn.
- *2. Schwefelwasserstoff dunkelbraunes Zinnsulfür.
- *3. Schwefelammonium bewirkt denselben Niederschlag. Dieser ist in gelbem Schwefelammonium löslich, zu Zinnsulfid werdend. Aus derselben fallen Säuren gelbes Zinnsulfid.
4. Kali weisses Oxydulhydrat, im Ueberschuss von Kali löslich.
5. Ammoniak weisses Oxydulhydrat, unlöslich in Ammoniak.
6. Kohlensaures Natron Oxydulhydrat, Kohlensäure entweicht.

Das durch Salpetersäure und Zinn erhaltene Oxyd löst sich in kochender Salzsäure auf. Aus Zinnchloridlösung fällt:

- *1. Schwefelwasserstoff gelbes Zinnsulfid.
- *2. Schwefelammonium dasselbe, löslich in Alkalien und in Schwefelammonium.
3. Kali weisses Oxydhydrat, löslich im Ueberschuss.
4. Ammoniak dasselbe, in überschüssigem Ammoniak unlöslich.

Vor dem Löthrohr ist Zinn schmelzbar und verbrennt zu weissem Oxyd.

Zinnverbindungen mit Soda auf Kohle erhitzt geben dehnbare Metallkörner.

11. Antimon. Sb.

In Salzsäure unlöslich, in Salpetersäure wird es in weisses Oxyd verwandelt.

In Salpetersalzsäure löst es sich zu Antimonchlorid. Aus dieser Lösung fällt:

- *1. Wasser weisses, basisches Antimonchlorid ($\text{Sb Cl}^3, 5\text{Sb O}^3$). Weinsäure verhindert die Fällung oder löst den Niederschlag.
- *2. Schwefelwasserstoff fällt orangefarbenes Schwefelantimon, welches sich in Schwefelammonium löst.
3. Schwefelammonium bewirkt denselben Niederschlag.
4. Kali weisses Antimonoxydhydrat, in Kali löslich.
5. Ammoniak Antimonoxydhydrat, im Ueberschuss nicht löslich, Weinsäure verhindert die Fällung.

Im Glasröhrchen schmilzt das Antimon, ohne sich zu verflüchtigen.

Auf der Kohle vor dem Löthrohr schmilzt es und bildet einen weissen Beschlag von Oxyd.

12. Arsen. As.

Das metallische Arsen löst sich in Salpetersalzsäure.

Die Lösung der weissen arsenigen Säure in vielem heissen Wasser röthet Lakmuspapier kaum und wird durch:

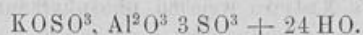
- * 1. Schwefelwasserstoff gelb gefärbt, auf Zusatz von Salzsäure fällt gelbes Schwefelarsen, in Ammoniak und in Schwefelammonium löslich.
- * 2. Schwefelammonium verändert die Lösung nicht, erst auf Zusatz von Salzsäure fällt gelbes Schwefelarsen.
3. Salpetersaures Silberoxyd fällt nichts, auf Zusatz eines Tropfens Ammoniak fällt gelbes arsenigsaures Silberoxyd, welches sich in Salpetersäure und in Ammoniak leicht löst.
4. Schwefelsaures Kupferoxyd fällt nichts, durch einen Tropfen Ammoniak fällt grünes arsenigsaures Kupferoxyd (Scheel'sches Grün).

* Im Glasröhrchen flüchtig, ohne zu schmelzen, einen Metallspiegel gebend.

Vor dem Löthrohr auf der Kohle verbrennt das Arsen zu weisser arseniger Säure unter Verbreitung eines knoblauchartigen Geruches.

* Die weisse arsenige Säure gibt mit Kohlenpulver im Röhrchen erhitzt einen Arsenspiegel und auf der Kohle vor dem Löthrohr Knoblauchgeruch unter Bildung eines weissen Rauches.

13. Schwefelsaure Kali-Thonerde (Alaun).



In Wasser löslich. Die Lösung röthet Lakmuspapier und aus derselben fällt:

1. Schwefelwasserstoff nichts.
- * 2. Schwefelammonium weisses, kleisterartiges Thonerdehydrat, unter Entweichen von Schwefelwasserstoff.
- * 3. Kali dasselbe, in mehr Kali leicht löslich, aus welcher Lösung Salmiak das Hydrat wieder ausscheidet, Schwefelwasserstoff aber nichts fällt (vergl. Zink).
- * 4. Ammoniak Thonerdehydrat, im Ueberschuss unlöslich.
5. Kohlensaures Natron fällt Thonerdehydrat, Kohlensäure entweicht.
6. Phosphorsaures Natron weisse phosphorsaure Thonerde, welche sich in Kali auflöst.
7. Chlorbarium schwefelsaure Baryterde, welche in allen Säuren unlöslich ist.

Der Alaun gibt beim Erhitzen im Glasröhrchen Wasser.

Die mit Soda und etwas Alaun erhaltene Schmelze schwärzt feuchtes Silber.

Mit salpetersaurer Kobaltoxydlösung befeuchtet, wird der Alaun beim Erhitzen vor dem Löthrohr blau.

Bringt man eine kleine Probe am Platindrath in eine Flamme, so wird diese violett gefärbt. (Kaliflamme).

14. Kohlensaure Kalkerde. CaOCO_2 .

In Wasser unlöslich. In verdünnter Salzsäure unter Aufbrausen von Kohlensäure löslich.

Aus dieser Lösung fällt:

1. Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium nichts.
2. Kali fällt aus der concentrirten Lösung Kalkerdehydrat, welches sich in vielem Wasser löst.

3. Ammoniak nichts.
 - *4. Kohlensaures Ammon oder Natron weissen kohlensauren Kalk.
 - *5. Schwefelsäure schwefelsaure Kalkerde, in vielem Wasser löslich, aus dieser Lösung durch Alkohol wieder fällbar.
 - *6. Oxalsaures Ammon oxalsaure Kalkerde. Der Niederschlag ist in Essigsäure unlöslich, in Salzsäure löslich.
 7. Phosphorsaures Natron phosphorsaure Kalkerde, in Essigsäure löslich.
 8. Chromsaures Kali aus der mit Ammoniak übersättigten, verdünnten Lösung nichts.
- Erhitzt man kohlensauren Kalk vor dem Löthrohr, so entweicht Kohlensäure, der Rückstand reagirt alkalisch.

15. Kohlensaurer Strontian. SrOCO^2 .

Nicht in Wasser, aber in Salzsäure unter Kohlensäureentwicklung löslich. Hält man, während sich die Kohlensäure entwickelt, in den obern Theil des Reagensglases einen mit Kalkwasser befeuchteten Glasstab, so trübt sich dieses von kohlensaurem Kalk.

Aus der Lösung fällt:

1. Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium und Ammoniak nichts.
 2. Kali weisses Strontianhydrat, in vielem Wasser löslich.
 - *3. Schwefelsäure weissen schwefelsauren Strontian.
 - *4. Gypswasser trübt die Lösung erst nach einigem Schütteln.
 5. Phosphorsaures Natron weissen phosphorsauren Strontian, der sich in Salzsäure löst.
 6. Chromsaures Kali aus der mit Ammoniak übersättigten verdünnten Lösung nichts (vergl. 8 und 14).
- * Die Flamme wird durch eine Spur der eingedampften Lösung purpurroth gefärbt.

16. Chlorammonium. NH^4Cl .

Die wässrige Lösung, welche neutral reagirt, wird nicht gefällt durch Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, Ammoniak und kohlensaures Natron.

1. Weinsäure fällt aus der concentrirten Lösung weisses, krystallinisches, saures weinsaures Ammon. Schütteln fördert die Bildung des Niederschlages.
2. Platinchlorid fällt aus der concentrirten Lösung gelbes Ammonium-Platinchlorid.
- *3. Erhitzt man die concentrirte Lösung mit Kali, so entwickelt sich Ammoniakgeruch, feuchtes röthes Lakmuspapier wird beim Darüberhalten gebläut.
- *4. Salpetersaures Silberoxyd fällt weisses, käsiges Chlorsilber, welches sich am Lichte schwärzt und in Ammoniak löslich, in Salpetersäure unlöslich ist.

17. Salpetersaures Kali. KONO^5 .

Die concentrirte wässrige Lösung reagirt neutral und wird gefällt durch:

1. Weinsäure. Der Niederschlag ist saures weinsaures Kali.
2. Platinchlorid fällt gelbes Kaliumplatinchlorid.
- *3. Kupferdrehsphäne in die mit concentrirter Schwefelsäure erwärmte Lösung gebracht, entwickeln rothbraune Dämpfe.
4. Indigolösung wird entfärbt in der mit Schwefelsäure und Kupfer erwärmten Lösung.

5. Eisenvitriol, ein Krystall, in die mit concentrirter Schwefelsäure vermischte Lösung gebracht, überzieht sich mit brauner Hülle.

Vor dem Löthrohr auf der Kohle verpufft der Salpeter, der Rückstand reagirt alkalisch. Im Röhrchen ist er schmelzbar unter Entwicklung von Sauerstoff.

* Die Flamme wird durch Salpeter violett gefärbt: Kaliflamme.

18. Schwefelsaure Magnesia. $MgOSO^3 + 7HO$.

Aus der neutralen Lösung in Wasser fällt:

1. Schwefelwasserstoff nichts und ebenso Schwefelammonium.
2. Kali Magnesiahydrat, in Salmiak löslich.
- *3. Ammoniak dasselbe, Ammonsalze verhindern die Fällung.
4. Kohlensaures Natron fällt kohlensaure Magnesia, in Ammonsalzen löslich.
- *5. Kohlensaures Ammon fällt nichts.
- *6. Phosphorsaures Natron fällt aus der mit Salmiak und Ammoniak versetzten Lösung krystallinische phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, aus verdünnten Lösungen erst beim Schütteln.
- *7. Chlorbarium schwefelsauren Baryt.
8. Essigsäures Bleioxyd schwefelsaures Bleioxyd, in Säuren unlöslich.

Beim Erhitzen im Glasröhrchen entweicht Wasser.

19. Phosphorsaures Natron.



Die wässrige Lösung reagirt alkalisch und wird nicht gefällt durch Weinsäure, Schwefelalkalien oder kohlensaure Alkalien. Es fällt:

- *1. Salpetersaures Silberoxyd gelbes, dreibasisch phosphorsaures Silberoxyd, leicht löslich in Ammoniak und in Salpetersäure.
2. Essigsäures Bleioxyd weisses phosphorsaures Bleioxyd, in Salpetersäure löslich, in Ammoniak und in Essigsäure unlöslich.
3. Chlorcalcium phosphorsaure Kalkerde, die sich in Essigsäure löst.
4. Chlorbarium phosphorsaure Baryterde.
- *5. Schwefelsaure Magnesia mit Salmiak und Ammoniak krystallinische phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.
6. Eisenchlorid gelbes phosphorsaures Eisenoxyd, unlöslich in Essigsäure.

Beim Erhitzen im Glasröhrchen entweicht Wasser.

* Die Flamme wird durch phosphorsaures Natron gelb gefärbt: Natronflamme.

20. Silber. Ag.

Eine kleine Silbermünze (Sechser) löst sich in Salpetersäure. Die Lösung enthält salpetersaures Kupferoxyd und Silberoxyd. Dieselbe wird zur Trockne verdampft und der blaugrüne Rückstand im Sandbade sehr vorsichtig erhitzt, bis das salpetersaure Kupferoxyd zersetzt wird, das Silbersalz aber unzersetzt bleibt. Die schwarze Masse wird mit Wasser übergossen und filtrirt. Das farblose Filtrat enthält salpetersaures Silberoxyd. Oder die Silbermünze wird in Salpetersäure gelöst und durch Kochsalzlösung käsiges Chlorsilber gefällt. Die überstehende grüne Flüssigkeit wird nach einigem Schütteln abgossen. Das Chlorsilber wird durch wieder-

holtes Uebergiessen und Schütteln mit Wasser ausgewaschen, durch zugesetztes Ammoniak gelöst und aus dieser Lösung durch Zink Silber als graue Masse gefällt. Nach 24stündigem Stehen wird die Flüssigkeit abgegossen, das noch vorhandene Zink durch verdünnte Schwefelsäure entfernt, das zurückbleibende Silber ausgewaschen, in möglichst wenig Salpetersäure gelöst und die Lösung zur Entfernung der überschüssigen Salpetersäure zur Trockne verdampft.

Aus diesen Lösungen des salpetersauren Silberoxydes fällt:

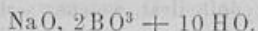
1. Kupfer krystallinisches metallisches Silber.
- *2. Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium schwarzes Schwefelsilber.
3. Kali braunes Silberoxyd.
4. Ammoniak erzeugt in neutralen Lösungen einen braunen, im Ueberschuss von Ammoniak leicht löslichen Niederschlag. Enthält die Lösung freie Säure, so entsteht nichts.
5. Chromsaures Kali braunrothes chromsaures Silberoxyd.
6. Phosphorsaures Natron gelbes, dreibasisch phosphorsaures Silberoxyd, leicht löslich in Ammoniak und in Salpetersäure.
- *7. Salzsäure oder Chlormetalle weisses käsiges Chlorsilber, welches sich am Lichte schwärzt und in Ammoniak leicht, in Salpetersäure aber nicht löst.
8. Jodkalium hellgelbes Jodsilber, in Salpetersäure und in Ammoniak unlöslich.
9. Schwefelsaures Eisenoxydul graues metallisches Silber.

Die oben auf dem Filter zurückgebliebene schwarze Masse ist Kupferoxyd. Dasselbe wird ausgewaschen und mit verdünnter warmer Salzsäure übergossen, worin es sich löst. Diese Lösung, so wie die vom Chlorsilber abgegossene grüne Flüssigkeit, reagirt auf Kupfer; vergleiche No. 1.

21. Saures chromsaures Kali. $KO, 2CrO^3$.

Aus der gelbrothen Lösung in Wasser fällt:

1. Schwefelwasserstoff graugrünes Chromoxydhydrat unter Abscheidung von Schwefel. Die Lösung enthält neutrales chromsaures Kali. Ebenso wirkt Schwefelammonium.
 2. Essigsäures Bleioxyd gelbes chromsaures Bleioxyd, löslich in Kali.
 3. Kali färbt die rothe Lösung gelb.
 4. Alkohol und Schwefelsäure verwandeln die Lösung beim Erwärmen in grünes schwefelsaures Chromoxydkali. Schweflige Säure wirkt ebenso. Aus dieser Lösung von Chromoxyd fällt:
 5. Schwefelwasserstoff nichts.
 - *6. Schwefelammonium grünliches Chromoxydhydrat.
 - *7. Kali Chromoxydhydrat, welches sich in mehr Kali mit grüner Farbe löst, beim Kochen aber wieder ausscheidet.
 8. Ammoniak bewirkt denselben Niederschlag, der sich nach einiger Zeit in überschüssigem Ammoniak mit violetter Farbe löst.
 9. Kohlensaures Natron fällt Chromoxydhydrat.
- * Chromverbindungen färben die Boraxperle smaragdgrün. Mit Soda und Salpeter auf dem Platinblech geschmolzen, ertheilen sie der Schmelze eine gelbe Farbe.
- * Die Lösungen der chromsauren Salze entwickeln beim Erwärmen mit Salzsäure Chlor.

22. Saures borsaures Natron.

Die wässrige Lösung reagirt alkalisch. Aus der concentrirten Lösung fällt:

1. Schwefelsäure (concentr.) Borsäure.
2. Chlorbarium borsauren Baryt, welcher sich in vielem Wasser löst.

Borax gibt beim Erhitzen im Röhrchen Wasser.

* Bringt man Borax an einem Platindrath in die Flamme, so bläht er sich auf und schmilzt dann zu einer klaren Perle, wobei er die Flamme gelb färbt.

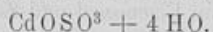
* Benetzt man die Boraxperle mit concentrirter Schwefelsäure, so färbt sie die Flamme grün.

23. Jodkalium. KJ.

Aus der wässrigen Lösung fällt:

1. Essigsäures Bleioxyd gelbes Jodblei, welches sich in vielem warmen Wasser löst und beim Erkalten in goldglänzenden Blättchen krystallisirt.
2. Quecksilberchlorid scharlachrothes Quecksilberjodid.
- * 3. Salpetersäures Silberoxyd gelbes Jodsilber, in Salpetersäure und in Ammoniak unlöslich.
- * 4. Stärkekleister und ein Tropfen verdünnter rauchender Salpetersäure färben die Lösung tiefblau. Beim Erwärmen verschwindet die blaue Farbe, kommt aber beim Erkalten wieder zum Vorschein.

Schmilzt man Jodkalium mit einer Spur von saurem chromsauren Kali im Glasröhrchen zusammen, so entwickeln sich violette Joddämpfe. Der Flamme ertheilt das Salz eine violette Färbung (Kaliflamme).

24. Schwefelsaures Cadmiumoxyd.

Löslich in Wasser. Aus der Lösung fällt:

1. Zink metallisches Cadmium.
- * 2. Schwefelwasserstoff gelbes Schwefelcadmium.
3. Schwefelammonium dasselbe, im Ueberschuss unlöslich.
4. Kali weisses Cadmiumoxydhydrat, unlöslich in mehr Kali.
5. Ammoniak dasselbe, löslich im Ueberschuss.
- * 6. Kohlensäures Ammon weisses, kohlensäures Cadmiumoxyd, im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslich.
7. Chlorbarium schwefelsauren Baryt, unlöslich in Salzsäure.

Schmilzt man das Salz mit Soda vor dem Löthrohr zusammen, so entsteht ein brauner Beschlag von Oxyd ohne Metallkorn.

25. Schwefelsaures Nickeloxydul. NiOSO³ + 7 HO.

Das grüne Salz ist in Wasser löslich.

Aus der ebenfalls grünen Lösung fällt:

1. Schwefelwasserstoff nichts.
- * 2. Schwefelammonium schwarzes Schwefelnickel, welches in verdünnter Salzsäure und in Essigsäure unlöslich ist.

3. Kali hellgrünes Oxydulhydrat.
4. Ammoniak ebenfalls Oxydulhydrat, welches sich in mehr Ammoniak mit hellblauer Farbe löst.
- *5. Kohlensaures Natron apfelgrünes, basisch kohlensaures Nickeloxydul.
6. Kohlensaures Ammon ebenso, der Niederschlag ist im Ueberschuss von kohlensaurem Ammon löslich.

Beim Erhitzen des Salzes im Glasröhrchen erhält man Wasser.

Die mit Soda erhaltene Schmelze schwärzt feuchtes Silber.

Die Boraxperle wird durch ein Körnchen des Salzes röthlich gefärbt.

26. Schwefelsaures Cobaltoxydul. $\text{CoOSO}^3 + 7\text{HO}$.

Aus der röthlichen Lösung fällt:

1. Schwefelwasserstoff nichts.
- *2. Schwefelammonium schwarzes Schwefelkobalt, unlöslich in verdünnter Salzsäure.
3. Ammoniak blaues basisches Salz, in mehr Ammoniak mit brauner Farbe löslich.
4. Kohlensaures Natron basisch kohlensaures Oxydul.
- *5. Kohlensaures Ammon pirsichblüthfarbiges basisches Salz, das sich im Ueberschuss violettroth löst.
6. Phosphorsaures Natron violettblaues phosphorsaures Cobaltoxydul.

*Das Salz färbt auch in sehr kleiner Menge die Boraxperle blau.

27. Schwefelkies. FeS^2 .

Das fein gepulverte Mineral ist in Salzsäure unlöslich, in erwärmter Salpetersäure löst es sich unter Entwicklung rothbrauner Dämpfe und Ausscheidung von grauem, zusammengeballtem Schwefel.

Die Lösung zeigt die Reactionen auf Eisenoxyd und Schwefelsäure; vgl. No. 2. und No. 1.

Wird ein Wenig von dem Pulver im Glasröhrchen geglüht, so sublimirt Schwefel, der Rückstand löst sich in Salzsäure, wobei sich Schwefelwasserstoff entwickelt, erkennbar am Geruch und an der Schwärzung, welche darüber gehaltenes, mit Bleilösung benetztes Papier zeigt.

Erhitzt man ein Stückchen Schwefelkies vor dem Löthrohr, so brennt es mit blauer Flamme, wobei sich schweflige Säure durch den Geruch zu erkennen gibt. Der Rückstand schmilzt und löst sich dann in Salzsäure, wobei Schwefelwasserstoff entweicht. Nach längerem Schmelzen bleibt eine magnetische Masse. Eine kleine Probe mit Soda auf Kohle zusammengesmolzen, schwärzt feuchtes Silber.

28. Schwefelsaurer Baryt. BaOSO^3 .

Das feine Pulver ist im Wasser und allen Säuren unlöslich.

Kocht man dasselbe mit concentrirter Lösung von kohlensaurem Natron, so wird es in kohlensauren Baryt verwandelt, dieser wird abfiltrirt, ausgewaschen und mit verdünnter, warmer Salzsäure auf dem Filter übergossen. Die dadurch entstehende Lösung enthält Chlorbarium; vgl. 8.

Die beim Kochen des Pulvers erhaltene Lösung enthält, neben kohlensaurem Natron, schwefelsaures Natron und gibt nach dem Uebersättigen mit Salzsäure die Reactionen auf Schwefelsäure (vergl. 1).

Schmilzt man schwefelsauren Baryt mit Soda zusammen, so enthält die Schmelze Schwefelnatrium, welches feuchtes Silber schwärzt.

Zweiter Theil.

Anleitung zur qualitativen Untersuchung.

Die Ermittlung der einzelnen Bestandtheile eines gegebenen Stoffes geschieht durch eine systematische Anwendung bestimmter Reagentien. Nur durch eine folgerichtige Anwendung dieser Reagentien lässt sich mit Bestimmtheit feststellen, dass die zu untersuchende Substanz gewisse Bestandtheile enthalte und dass andere darin fehlen. Es genügt keineswegs, zu zeigen, dass sich dieser oder jener Grundstoff vorfinde, sondern es ist auch nothwendig, schlagend zu beweisen, dass nur diese und keine anderen Bestandtheile vorhanden sind.

Die Untersuchung einer jeden Substanz zerfällt in zwei Theile, in die der Basen oder elektro-positiven und die der Säuren oder elektronegativen Bestandtheile. Die Feststellung der Basen geht der der Säuren voran, und man hat sich bei der Ermittlung der Säuren zunächst zu überlegen, welche von den Säuren mit Berücksichtigung der sonstigen bereits erkannten Eigenschaften und Bestandtheile der Substanz vorhanden sein können. So z. B. darf man in einer in Wasser löslichen Substanz auf keine Säure suchen, welche mit einer der gefundenen Basen eine in Wasser unlösliche Verbindung bildet; die Gegenwart von Blei schliesst in einer in Salzsäure löslichen Substanz die Schwefelsäure aus. Ferner ist es oft nöthig, vor Aufsuchung der Säuren diejenigen Basen aus der Lösung zu entfernen, welche mit dem anderen Bestandtheil des anzuwendenden Reagens einen Niederschlag geben. Enthielt die Substanz z. B. Silber, so würde eine Untersuchung auf Schwefelsäure mit Chlorbarium unstatthaft sein, weil Chlor mit Silber eine ebenso unlösliche Verbindung bildet, als Baryt mit Schwefelsäure. In einem solchen Fall wäre entweder das Silber zuerst durch Salzsäure zu entfernen, oder statt Chlorbarium wäre salpetersaurer Baryt anzuwenden.

Endlich ist noch daran zu erinnern, dass man sich zu hüten hat, ein Reagens durch ein später zugesetztes zu fällen, z. B. die auf Chlor zu untersuchende Substanz in Salzsäure zu lösen u. s. w.

Was nun die Ermittlung der Basen betrifft, so zerfallen diese nach ihrem Verhalten gegen die wichtigsten Reagentien in 5 Gruppen. Diese Hauptreagentien sind:

1. Schwefelwasserstoff, 2. Schwefelammonium, 3. kohlen-saures Ammon,
4. phosphorsaures Natron.

Diese, wie auch die unten weiter angeführten Reagentien werden in unabänderlicher Reihenfolge nach einander angewandt, und das folgende Reagens erst dann zugesetzt, wenn das vorhergehende entweder keinen Niederschlag bewirkte oder die durch dasselbe fällbaren Substanzen vollständig ausgefällt und abfiltrirt sind.

Aus der mit einigen Tropfen Säure versetzten Lösung fällt:

- I. Schwefelwasserstoff — Sn, Sb, As; Ag, Hg, Cu, Bi, Pb und Cd.
- II. Schwefelammonium — Fe, Ni, Co, Zn, Mn, Al, Cr.
- III. Kohlen-saures Ammon — Ca, Sr, Ba.
- IV. Phosphorsaures Natron und Ammoniak — Mg.
- V. Nicht gefällt werden durch diese Reagentien — K, Na, NH³.

Um die gegebene Substanz zu untersuchen, erwärme man höchstens eine Federmesserspitze voll mit etwas Wasser im Reagensglas; löst sich der Stoff dadurch nicht oder nur unvollständig, so erwärme man eine andere ebenso grosse Menge desselben mit Salzsäure und füge dann Wasser hinzu. Wird auch dadurch keine Auflösung bewirkt, so versuche man mit einer dritten Portion eine Lösung in Salpetersäure herzustellen. Man vermeide aber stets einen Ueberschuss dieser Säuren. Wird auch hierdurch keine Lösung bewirkt, so sieht man die Substanz als in Wasser und Säuren unlöslich an. Hiernach können wir alle Verbindungen zweckmässig in drei Abtheilungen bringen:

1. In Wasser lösliche.
2. Nur in Säuren lösliche.
3. Weder in Wasser noch in Säuren lösliche.

Bisweilen wird die Substanz durch Wasser oder durch Säuren nicht gelöst, aber wohl verändert, ein Umstand, welcher sehr zu beachten ist, da dieses für die Erkennung einen wichtigen Fingerzeig geben kann.

Bevor man die Untersuchung auf nassem Wege beginnt, ist es zweckmässig, einige Proben mit dem Löthrohr anzustellen. Diese Vorproben geben uns oft wichtige Winke, lassen in vielen Fällen gewisse Stoffe mit aller Bestimmtheit erkennen, oder machen das Vorhandensein derselben doch wahrscheinlich.

Vorproben.

1. Man erhitze eine kleine Probe der Substanz (von der Grösse eines kleinen Nadelknopfes) im Glasröhrchen, und achte auf ein erkennbares Sublimat oder entweichendes Wasser.
2. Eine ebenso grosse Menge glühe man im Glasröhrchen mit entwässerter Soda und Kohlenpulver. Enthält die Substanz Wasser, so entferne man dieses vorher durch mässiges und vorsichtiges Erwärmen auf dem Platinblech. Ein entstehender Metallring deutet auf Arsen oder Quecksilber (vergl. No. 9 und 12).
3. Man erhitze eine kleine Menge der Substanz auf der Kohle vor dem Löthrohr: es entsteht eine Verpuffung, ein charakteristischer Geruch, ein erkennbarer Beschlag (vergl. No. 17, 12, 5).
4. Man erhitze eine kleine Menge der Substanz mit trockener Soda auf der Kohle und beachte: den Beschlag, Metallkörner, Schmelze (vergl. No. 1, 3, 5, 6, 7, 24).

Es ist zweckmässig, mit der Untersuchung solcher Substanzen zu beginnen, welche einfacher Natur sind, welche höchstens eine Säure und eine Base enthalten. Der erste Abschnitt enthält eine Anleitung zur Untersuchung solcher einfachen Stoffe. Der zweite Abschnitt zeigt, welche Wege man zur Ermittlung zusammengesetzter Verbindungen, welche mehre Basen und Säuren enthalten, einzuschlagen hat, wobei jedoch der Fall ausser Acht gelassen ist, dass in einer Substanz mehre in Wasser und Säuren unlösliche Verbindungen enthalten sind.

Erster Abschnitt.

Untersuchung einfacher Verbindungen.

1. Verbindungen, welche in Wasser löslich sind.

A. Basen.

- I.* Man setze zu einem Theil der concentrirten wässrigen Lösung einige Tropfen Salzsäure (ein dadurch entstehender Niederschlag deutet auf Blei, Silber oder Quecksilberoxydul) und dann, gleichgültig ob durch die Salzsäure ein Niederschlag entsteht oder nicht:
- Schwefelwasserstoff.
- Es entsteht ein Niederschlag I.
- Es entsteht kein Niederschlag: II.*
- II.* Im Fall Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag hervorbringt, setze man zu einem andern Theil der ursprünglichen Lösung einige Tropfen Ammoniak, um zu neutralisiren, und:
- Schwefelammonium.
- Es entsteht ein Niederschlag: II.
- Es entsteht kein Niederschlag: III.*
- III.* Entsteht auch durch Schwefelammonium kein Niederschlag, so setze man zu einem dritten Theil der ursprünglichen Lösung Ammoniak und:
- Kohlensaures Ammon.
- Dadurch entsteht ein Niederschlag: III.
- Dadurch entsteht kein Niederschlag: IV.*
- IV.* Gibt die ursprüngliche Lösung mit keinem der genannten Reagentien einen Niederschlag, so füge man zu der mit kohlensaurem Ammon und Ammoniak versetzten Lösung, welche nach Ammoniak riechen muss, einige Tropfen
- Phosphorsaures Natron.
- Es entsteht ein Niederschlag: IV.
- Es entsteht (auch nach dem Schütteln) kein Niederschlag: V.
- I. Der durch Schwefelwasserstoff entstandene Niederschlag ist:
1. weiss von ausgeschiedenem Schwefel, welches auf Eisenoxyd deutet; vergl. No. 2.
 2. gelb oder gelbroth und kann CdS , SnS^2 , AsS^3 oder SbS^3 enthalten, man erwärme den Niederschlag mit gelbem Schwefelammonium:
 - a. Der Niederschlag bleibt unverändert Cadmium
 - b. Der Niederschlag verschwindet, dann gibt die Substanz
 - z. mit Soda auf der Kohle erhitzt ein dehnbares Metallkorn Zinn
 - β. oder mit Soda und Kohle im Glasröhrchen einen Metallspiegel Arsen
 - γ. oder die ursprüngliche Lösung trübt sich mit vielem Wasser Antimon
 3. schwarz oder braun und kann enthalten SnS , PbS , CuS , BiS^3 , Hg^2S , HgS , AgS .
 - a. der Niederschlag löst sich in erwärmtem gelbem Schwefelammonium Zinn
 - b. die ursprüngliche Lösung giebt mit vielem Wasser eine weisse Trübung Wismuth
 - c. dieselbe giebt mit verdünnter Schwefelsäure einen weissen Niederschlag Blei
 - d. die ursprüngliche Lösung giebt mit Salzsäure einen weissen Niederschlag.

- z. welcher sich in Ammoniak löst Silber
- β. welcher sich durch Ammoniak schwärzt Quecksilberoxydul
- γ. welcher durch Ammoniak unverändert bleibt Blei
- e. die ursprüngliche Lösung (blau oder grün) gibt mit Ammoniak eine blaue Färbung Kupfer
- f. dieselbe gibt mit Ammoniak einen weissen, mit Kali einen gelben Niederschlag, ein Stückchen blankes Kupfer wird in der Lösung weiss Quecksilber.

II. Der durch Schwefelammonium entstandene Niederschlag ist:

1. schwarz und kann enthalten CoS, NiS oder FeS
 - a. der Niederschlag löst sich leicht in verdünnter Salzsäure Eisen
 - b. dieses ist nicht der Fall, aber kohlen-saures Natron gibt in der ursprünglichen Lösung einen rosenrothen Niederschlag Cobalt
 - c. Kohlen-saures Natron gibt in der ursprünglichen Lösung einen apfelgrünen Niederschlag Nickel
2. hellröthlich; die Substanz gibt mit Soda und Salpeter auf dem Platinblech eine grüne Schmelze Mangan
3. graugrün; die Substanz gibt mit Soda und Salpeter auf dem Platinblech eine gelbe Schmelze Chrom
4. weiss oder hellgrau: Man setze zu der wässrigen Lösung Kali, der anfangs entstehende Niederschlag löst sich bei fernem Zusatz von Kali wieder auf. In dieser Lösung entsteht:
 - a. durch Schwefelwasserstoff ein weisser Niederschlag Zink
 - b. durch Schwefelwasserstoff nichts, aber durch Salmiak ein weisser Niederschlag Thonerde.

III. Der durch kohlen-saures Ammon entstandene weisse Niederschlag kann enthalten: Kalk, Baryt oder Strontian.

Die ursprüngliche verdünnte Lösung gibt:

1. mit Gypswasser einen weissen Niederschlag,
 - a. der sofort entsteht. Chrom-saures Kali und Ammoniak geben einen gelben Niederschlag Baryt,
 - b. der erst nach einiger Zeit entsteht, chrom-saures Kali und Ammoniak geben keinen Niederschlag, die Substanz färbt die Flamme roth Strontian
2. mit Gypswasser nichts, oxal-saures Ammon fällt weissen oxal-sauren Kalk.

IV. Die angesäuerte ursprüngliche Lösung, welche mit den vorhergehenden Reagentien keine Veränderung zeigt, gibt mit überschüssigem Ammoniak und phosphorsauerm Natron einen oft erst nach dem Schütteln deutlichen Niederschlag Magnesia.

V. Die ursprüngliche Substanz, welche mit den vorhergehenden Reagentien keinen Niederschlag gibt:

1. wird mit Kali gekocht, der Geruch zeigt Ammoniak
2. färbt die Flamme
 - a. gelb. Natron
 - b. violett Kali.

B. Säuren.

- I. Man setze zu der ursprünglichen Substanz verdünnte Salpetersäure oder Salzsäure und erwärme. Die Flüssigkeit braust auf, es entweicht
1. ein farbloses, geruchloses Gas Kohlensäure
 2. ein nach Schwefelwasserstoff riechendes Gas, welches mit Bleilösung getränktes Papier schwärzt, dieses deutet auf ein Schwefelmetall
- II. Zu der neutralen ursprünglichen Lösung setze man salpetersauren Baryt oder Chlorbarium. Der weisse Niederschlag kann enthalten Schwefelsäure, Phosphorsäure oder Borsäure;
1. derselbe löst sich in verdünnter Salpetersäure nicht Schwefelsäure
 2. derselbe löst sich in Salpetersäure auf, dann
 - a. färbt die ursprüngliche Substanz, mit concentrirter Schwefelsäure benetzt, die Flamme grün Borsäure
 - b. entsteht in der mit Salmiak und Ammoniak versetzten Lösung durch schwefelsaure Magnesia ein weisser Niederschlag. Phosphorsäure.
- III. Die mit Salpetersäure angesäuerte Lösung gibt mit salpetersaurem Silberoxyd
1. einen weissen, käsigen Niederschlag, welcher sich in Ammoniak leicht löst . . . Chlor
 2. einen gelblichen Niederschlag, welcher sich in Ammoniak nicht löst Jod.
- IV. Bleiben obige Reaktionen erfolglos, so übergiesse man ein Wenig der ursprünglichen Substanz mit concentrirter Schwefelsäure (gleichgültig ob dadurch ein Niederschlag entsteht oder nicht), setze Kupferdrehspäne zu und erwärme. Rothbraune Dämpfe und der bekannte Geruch deuten auf Salpetersäure.

2. Verbindungen, welche nur in Säuren löslich sind.

Löst sich die Substanz nicht in Wasser, so übergiesse man dieselbe mit 10 bis 12 Tropfen Salzsäure, erwärme und füge dann gegen 20 Tropfen Wasser hinzu. Die so erhaltene Auflösung wird ganz auf dieselbe Weise untersucht, wie es im Vorhergehenden für die schon in Wasser löslichen Substanzen angegeben ist, wobei noch zu bemerken, dass ein durch das Wasser entstehender Niederschlag auf Wismuth oder Antimon deutet. Dieses Verfahren erleidet nur dann eine Abänderung, wenn der durch Schwefelammonium entstandene Niederschlag hellfarben ist, da derselbe dann, entweder eines der oben unter II. genannten Metalle, oder eine der unter III. und IV. genannten alkalischen Erden enthalten kann, falls dieselben an Phosphorsäure oder Borsäure gebunden sind. Das unter II. angegebene Verfahren modificirt sich dann folgendermaassen:

- II. Der durch Schwefelammon und Ammoniak entstandene Niederschlag ist
- 1., 2. und 3. schwarz, hellröthlich oder graugrün wie oben II. 1. 2. 3
 4. weiss oder hellgrau. Man setze zu der ursprünglichen Lösung Kali, der dadurch entstandene Niederschlag
 - a. löst sich in mehr Kali wieder, aus dieser Lösung fällt

Schwefelwasserstoff	Zink
Salmiak	Thonerde
 - b. löst sich durch mehr Kali nicht. Die Substanz enthält dann Kalk, Baryt, Strontian, oder Magnesia an Phosphorsäure oder Borsäure gebunden. In der verdünnten, ursprünglichen sauren Lösung entsteht durch verdünnte Schwefelsäure
 - α. sogleich ein Niederschlag Baryt

- β. erst nach einiger Zeit ein Niederschlag und die Substanz färbt die Flamme roth Strontian
 γ. kein Niederschlag, derselbe entsteht aber auf Zusatz von Alkohol . Kalk
 δ. bringt Schwefelsäure und Alkohol keinen Niederschlag hervor . Magnesia.

Ensteht durch Schwefelammonium kein Niederschlag, so geht man zu III. und IV. über wie oben. Da alle Verbindungen der Alkalien in Wasser löslich sind, so bleibt V ganz unberücksichtigt.

Das Seite 19. unter B. angegebene Verfahren zur Prüfung auf die Säuren ist auch hier im Allgemeinen dasselbe. Nur die Nachweisung der Phosphorsäure, des Chlors und Jods erfährt eine kleine Abänderung. Nachdem man sich von der Abwesenheit des Schwefels, der Kohlen-, Salpeter- und Schwefelsäure in der S. 19. angegebenen Weise überzeugt hat, verfährt man auf folgende Weise:

Ist das gefundene Metall eines der unter I. 1. oder II. 1., 2. genannten oder Zink, so entferne man dieses zuerst durch Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium. In der abfiltrirten Lösung weist man die Phosphorsäure mit Ammoniak und schwefelsaurer Magnesia nach.

Ist die gefundene Base Thonerde oder Chromoxyd, so setze man zu der Lösung Weinstein- säure und übersättige mit Ammoniak. Ein Niederschlag mit schwefelsaurer Magnesia zeigt darin Phosphorsäure.

Ist die Base Kalk, Baryt oder Strontian, so entferne man diese durch verdünnte Schwefel- säure und Alkohol. Im Filtrat zeigt sich die Phosphorsäure durch schwefelsaure Magnesia und Ammoniak.

Ist die Base endlich Magnesia, so betröpfele man die ursprüngliche feste Substanz mit einer concentrirten Lösung von salpetersaurem Silberoxyd. Färbt sich dieselbe gelb, so ist Phosphor- säure vorhanden.

Zur Nachweisung von Chlor und Jod ist es erforderlich, die Substanz in Salpetersäure zu lösen, salpetersaures Silberoxyd bewirkt dann einen käsigen Niederschlag, welcher sich nach dem Auswaschen

- a. in Ammoniak löst Chlor
 b. in Ammoniak nicht löst Jod.

Bei dem Auflösen der Substanz in Salzsäure achte man darauf, ob sich beim Kochen Chlor entwickelt, in diesem Falle enthält die Substanz entweder ein Superoxyd oder ein chromsaures Salz (vergl. 6. und 21.).

3. Verbindungen, welche in Wasser und Säuren schwer oder unlöslich sind.

Es gehören hierher die Verbindungen der Schwefelsäure mit Kalk, Baryt, Strontian und Bleioxyd, Chlor- und Jodsilber, geglühtes Chromoxyd, Kieselsäure und ebenso Kohle und Schwefel. Letztere beiden werden leicht an der Farbe und vor dem Löthrohr erkannt.

Man übergiesse die feste Substanz mit Schwefelammonium:

1. dieselbe bleibt unverändert

- a. sie ist grün und gibt mit Soda und Salpeter auf dem Platinblech eine gelbe Schmelze Chromoxyd
 b. ist dieselbe weiss, so koche man eine kleine Messerspitze voll des feinen Pulvers mit concentrirter Sodalösung während 10 Minuten, giesse die überstehende Lösung ab und koche nochmals mit Sodalösung, filtrire, wasche den Rückstand

aus und übergiesse ihn auf dem Filter mit verdünnter Salzsäure, die durchlaufende Flüssigkeit prüfe man auf Kalk, Baryt oder Strontian, die zuerst abgessene Flüssigkeit auf Schwefelsäure (vergl. S. 19.).

c. ist kein Kalk, Baryt oder Strontian vorhanden, so bringe man ein Stückchen der Substanz in eine klare Phosphorsalzperle, ein zurückbleibendes Skelett zeigt

Kieselsäure

2. dieselbe wird schwarz:

die Substanz gibt mit Soda vor dem Löthrohr geschmolzen

a. ein dehnbares Metallkorn, gelben Beschlag und eine feuchtes Silber schwärzende Schmelze Schwefelsaures Bleioxyd.

b. ein Metallkorn ohne gelben Beschlag und eine Silber nicht schwärzende Schmelze.

Dann schmelze man eine Probe der Substanz mit Soda auf dem Platinblech, löse die Schmelze in Wasser, filtrire. Den gut ausgewaschenen Rückstand löse man in Salpetersäure und prüfe mit Salzsäure auf Silber. Das Filtrat wird mit Salpetersäure übersättigt und auf Chlor mit salpetersaurem Silberoxyd oder Jod mit Stärkekleister und verdünnter rother Salpetersäure geprüft.

Zweiter Abschnitt.

Untersuchung zusammengesetzter Substanzen.

1. Substanzen, welche in Wasser löslich sind.

A. Basen.

Die wässrige Lösung wird mit einigen Tropfen Salzsäure, oder im Fall dadurch ein Niederschlag entstehen sollte (welcher auf Silber, Quecksilberoxydul oder Blei deutet), durch Salpetersäure schwach angesäuert. Zu der Lösung setzt man

Schwefelwasserstoff.

Entsteht dadurch ein Niederschlag, so setze man so lange Schwefelwasserstoff zu, bis die Lösung nach dem Umschütteln deutlich darnach riecht, erwärme etwas und filtrire. Der Niederschlag, welcher Arsen, Antimon, Zinn, Silber, Blei, Kupfer, Quecksilber, Wismuth und Kadmium enthalten kann, wird ausgewaschen und untersucht nach I.

Zu dem Filtrat füge man noch etwas Schwefelwasserstoff, um sich zu vergewissern, dass alle dadurch fällbaren Metalle entfernt sind, dann übersättige man dasselbe oder falls durch Schwefelwasserstoff kein Niederschlag entstand, die ursprüngliche Lösung mit Ammoniak und füge einige Tropfen

Schwefelammonium zu.

Der dadurch entstehende Niederschlag kann enthalten Eisen, Nickel, Cobalt, Mangan, Zink, Chrom und Aluminium. Derselbe wird abfiltrirt, sehr gut ausgewaschen und untersucht nach II.

Zu dem Filtrat oder im Fall durch Schwefelammonium kein Niederschlag entstand, zu der damit versetzten Lösung füge man

Kohlensaures Ammon.

Ein dadurch bewirkter Niederschlag, welcher Baryt, Strontian und Kalk enthalten kann, wird abfiltrirt und untersucht nach III.

Das Filtrat, oder im Fall kein Niederschlag entstand, die Lösung selbst untersucht man mit Ammoniak und

Phosphorsaurem Natron.

Den dadurch entstehenden Niederschlag siehe IV.

Zur Untersuchung auf Alkalien entferne man durch Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium und kohlen-saures Ammon alle vorhandenen Metalle und alkalischen Erden aus der Lösung, dampfe dieselbe bis zur Trockne ein und untersuche den Rückstand nach V.

I. Der durch Schwefelwasserstoff entstandene Niederschlag ist:

1. weiss von ausgeschiedenem Schwefel, dies deutet auf Eisenoxyd.

2. gelb, braun oder schwarz. Derselbe wird gut ausgewaschen, die Spitze des Filters mit einem Hölzchen durchbohrt und der Niederschlag in ein untergestelltes Reagensglas gespült. Die überstehende Flüssigkeit wird von dem Niederschlag abgegossen und dieser mit einigen Tropfen Schwefelammonium erwärmt. Der Niederschlag löst sich vollständig, dann ist nur eines der Metalle Arsen, Antimon oder Zinn vorhanden. Der Niederschlag löst sich nicht oder nur theilweise. Der Rückstand wird abfiltrirt, gut ausgewaschen und untersucht nach B.

A. das Filtrat oder die durch Schwefelammonium erhaltene Auflösung wird mit Wasser etwas verdünnt und mit Salzsäure übersättigt. Der dadurch entstehende Niederschlag ist

a. weiss von ausgeschiedenem Schwefel,

b. gelb und kann enthalten Zinn oder Arsen. Der Niederschlag wird auf Platinblech vorsichtig getrocknet und gibt

z. mit Soda vor dem Löthrohr ein Metallkorn ohne Knoblauchgeruch, mit Soda und Kohle im Glasröhrchen keinen Metallspiegel . . . Zinn

β. vor dem Löthrohr auf der Kohle Knoblauchgeruch und im Glasröhrchen mit Soda und Kohle einen Metallspiegel Arsen

c. orangefarben. Der Niederschlag gibt dann auf der Kohle vor dem Löthrohr einen weissen, flüchtigen Beschlag ohne Knoblauchgeruch, die ursprüngliche, nur schwach saure Lösung trübt sich mit Wasser . . . Antimon

B. die durch Schwefelammonium ungelöst gebliebenen Schwefelmetalle werden gut ausgewaschen, von dem durchbohrten Filter ab gespült und, nachdem die überstehende Flüssigkeit abgegossen, mit Salpetersäure gekocht. Die Schwefelmetalle lösen sich unter Abscheidung von oben schwimmendem Schwefel vollständig, oder

a. es bleibt ein schwarzer oder auch grauer, pulveriger, rasch zu Boden sinkender Rückstand. Derselbe wird abfiltrirt und gibt nach dem Trocknen mit Soda und Kohle im Röhrchen metallisches Quecksilber

b. die von dem ausgeschiedenen Schwefel oder von dem Schwefelquecksilber abfiltrirte Flüssigkeit gibt mit verdünnter Schwefelsäure einen weissen Niederschlag Blei

c. das Filtrat von b. giebt mit Salzsäure einen weissen käsigen Niederschlag Silber

- d. das Filtrat von c. wird mit Ammoniak übersättigt
- α. es entsteht dadurch eine blaue Lösung Kupfer
 - β. ein weisser Niederschlag. Derselbe wird abfiltrirt, in möglichst wenig Salzsäure gelöst, es entsteht dann durch viel Wasser ein weisser Niederschlag Wismuth
- e. die ammoniakalische Lösung kann neben Kupfer noch Cadmium enthalten, dann entsteht in der mit Salzsäure fast neutralisirten Flüssigkeit durch kohlen-saures Ammon ein weisser Niederschlag, welcher sich in Salzsäure löst und daraus durch Schwefelwasserstoff gelb gefällt wird
- Cadmium.

Anmerk. Enthielt die Substanz eine grosse Menge der durch Schwefelwasserstoff fällbaren Metalle, so dass durch Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser die Lösung sehr verdünnt ist, so dampfe man dieselbe vor dem Zusatz von Ammoniak und Schwefelammonium im Porzellanschälchen ein.

II. Der durch Schwefelammonium entstandene Niederschlag wird nach dem Auswaschen auf dem Filter mit warmer verdünnter Salzsäure übergossen und wenn derselbe schwarz war, das Filtrat mit einigen Tropfen Salpetersäure gekocht, um das Eisenoxydul in Eisenoxyd zu verwandeln, weshalb dieses unterbleibt, wenn der Niederschlag nicht schwarz war.

1. Auf dem Filter bleibt ein schwarzer Rückstand, welcher entweder Nickel oder Kobalt enthalten kann.

- a. Eine kleine Probe desselben färbt die Boraxperle blau Kobalt
- b. der Niederschlag wird von dem durchbohrten Filter abgospült und in Salpetersäure gelöst, in dieser Lösung bewirkt kohlen-saures Natron einen apfelgrünen Niederschlag Nickel

2. Die durchfiltrirte Flüssigkeit wird mit einigen Tropfen Salpetersäure gekocht und mit überschüssigem Kali versetzt. Ein dann bleibender Niederschlag wird abfiltrirt.

- a. Aus dem alkalischen Filtrat fällt beim Kochen ein grünlicher Niederschlag, welcher mit Soda und Salpeter auf dem Platinblech eine gelbe Schmelze giebt Chrom
- b. die vom Chromniederschlag abfiltrirte Flüssigkeit wird in zwei Theile getheilt
 - α. bringt Salmiak einen Niederschlag hervor, so enthielt die Substanz Thonerde
 - β. bewirkt Schwefelwasserstoff darin eine Fällung, so ist vorhanden . . . Zink.
- c. Der auf Zusatz von Kali sich nicht lösende Niederschlag wird durch Schmelzen mit Soda und Salpeter auf Mangan untersucht, dann in Salzsäure gelöst. Bringt in der Lösung kohlen-saures Natron einen braunen, Blutlaugensalz einen blauen Niederschlag hervor, so enthält die Substanz Eisen.

III. Der durch kohlen-saures Ammon erhaltene Niederschlag wird auf dem Filter durch verdünnte Salzsäure gelöst, die Lösung in 2 Theile getheilt, zu einem setzt man

1. verdünnte Schwefelsäure. Ein dadurch entstehender Niederschlag wird abfiltrirt, ausgewaschen und mit concentrirter Sodalösung gekocht. Der dann bleibende Rückstand wird mit verdünnter Salzsäure behandelt, abfiltrirt und das Filtrat

- a. zu einem Theil mit Ammoniak übersättigt, verdünnt und chromsaures Kali zugefügt. Entsteht ein gelber Niederschlag, so enthält die Substanz Baryt
- b. zum andern Theil bis zur Trockne eingedampft. Der Rückstand färbt die Flamme roth Strontian.

2. Zu dem Filtrat von 1. oder falls durch Schwefelsäure kein Niederschlag entsteht zu dem

zweiten Theil der salzsauren-Lösung, setzt man Ammoniak und Oxalsäure. Ein Niederschlag zeigt Kalk.

- IV. Der durch Ammoniak und phosphorsaures Natron entstandene Niederschlag ist phosphorsaure Ammoniak- Magnesia.

Anmerk. Vor dem Zusatz des phosphorsauren Natrons überzeuge man sich durch Ammoniak und Oxalsäure, dass die alkalischen Erden, Baryt, Strontian und Kalk völlig ausgefällt sind.

- V. Die von den Metallen, Erden und alkalischen Erden befreite Lösung, wie sie nach dem Zusatz von kohlensaurem Ammon erhalten ist, wird zur Trockne verdampft und der Rückstand so lange erhitzt, bis alle Ammonsalze verflüchtigt sind. Der dann bleibende Rückstand

1. färbt die Flamme gelb Natron
2. färbt die Flamme violett Kali.

Will man Kali neben Natron nachweisen, so löse man den Rückstand in wenigen Tropfen Wasser, filtrire, setze zu dem Filtrat 1 oder 2 Tropfen Sodalösung und dann Weinsteinsäure. Ein Niederschlag, welcher oft erst beim Schütteln deutlich wird, zeigt Kali.

3. Zur Untersuchung auf Ammoniak koche man die ursprüngliche, feste Substanz mit Kalilauge. Durch den Geruch oder feuchtes rothes Lakmuspapier erkennt man Ammoniak.

B. Säuren.

Die Untersuchung der Substanz auf die Säuren geschieht in derselben Weise, wie es im 1. Abschnitt auseinandergesetzt ist, nur hat man hier noch mehr Rücksicht auf die Seite 15. angegebene Vorschrift zu nehmen. Es ist hier nur hinzuzufügen, dass man, um Jod und Chlor neben einander zu bestimmen, beide aus der mit Salpetersäure versetzten Lösung fällt, das Chlor und Jodsilber auf dem Filter auswäscht, und mit Ammoniak übergießt. Aus der ablaufenden Flüssigkeit fällt dann Salpetersäure Chlorsilber. Der Rückstand — Jodsilber — wird mit Soda geschmolzen und das Jod wie Seite 21. nachgewiesen. Auch in der ursprünglichen Lösung lässt sich das Jod mit Stärkekleister und rother Salpetersäure nachweisen.

2. Substanzen, welche nur in Säuren löslich sind.

Die Analyse der nur in Säuren löslichen Substanzen ist ganz ebenso, wie es für die in Wasser löslichen Verbindungen vorgeschrieben ist. Nur wenn die Substanz neben Phosphor- oder Borsäure noch alkalische Erden enthält, erleidet das Verfahren eine ähnliche Modifikation, wie es bereits bei den einfachen Verbindungen Seite 19. mitgetheilt ist. Das hier zu befolgende Verfahren ist dann folgendes:

- II. Der durch Schwefelammonium entstandene Niederschlag wird auf dem Filter mit verdünnter, warmer Salzsäure übergossen und falls derselbe schwarz war, die durchlaufende Flüssigkeit mit einigen Tropfen Salpetersäure gekocht.

1. Auf dem Filter bleibt ein schwarzer Rückstand; vergl. S. 18. II. 1. b. und c.

2. Zu dem Filtrat werden einige Tropfen verdünnte Schwefelsäure gesetzt, entsteht ein Niederschlag, so ist Phosphorsäure in der Substanz, dann setzt man so lange Schwefelsäure zu, als noch ein Niederschlag entsteht und filtrirt

a. der Niederschlag kann enthalten Baryt und Strontian; vergl. S. 23. III. 1.

- b. Zu dem Filtrat setzt man Alkohol, ein Niederschlag enthält Kalk.

Derselbe wird abfiltrirt.