Zweiter Teil.

Anleitung zur qualitativen Untersuchung.

Allgemeines.

Die Ermittlung der einzelnen Bestandteile eines gegebenen Stoffes geschieht durch eine systematische Anwendung bestimmter Reagentien. Es genügt keineswegs, zu zeigen, daß sich dieser oder jener Grundstoff vorfindet, sondern es ist auch notwendig, zu beweisen, daß nur diese und keine anderen Bestandteile vorhanden sind.

Die zu untersuchenden Substanzen werden nur selten die an ihren äußeren Eigenschaften leicht erkennbaren Elemente sein (Metalle, Kohlenstoff, Schwefel u. a.), gewöhnlich werden es Verbindungen sein, namentlich Oxyde, Sulfide und Salze. Die Untersuchung zerfällt daher in zwei Teile, in die Bestimmung der Metalle oder elektropositiven und die der Säuren oder elektronegativen Bestandteile. Die vollständige, systematische Untersuchung, Analyse, geschieht in der durch Wasser oder Säuren bewirkten Auflösung der Substanz auf nassem Wege; doch ist es zweckmäßig, mit der festen Substanz einige sogenannte Vorproben auf trocknem Wege zu machen. — Bei der schriftlichen Ausarbeitung einer Analyse werden die charakteristischen Reaktionen ebenfalls durch Gleichungen erläutert.

Vorproben.

1. Man untersuche und beschreibe die äußeren Eigenschaften der Substanz: Farbe, Glanz, feinpulvrige oder deutlich kristallinische Beschaffenheit, Härte, Geruch u. a.

2. Man erhitze eine Probe der Substanz (von der Größe eines Nadelkopfes) im Glasröhrchen und achte auf ein erkennbares Sublimat (besonders Schwefel, Arsen, Quecksilber wie auch Verbindungen von Arsen, Quecksilber und Ammonium) oder entweichende farblose oder braunrote Dämpfe (Kristallwasser, Nitrate).

3. Kann man eine Quecksilber- oder Arsenverbindung vermuten, so mische man die vorher vorsichtig auf einem Porzellanscherben getrocknete Substanz mit trockner Soda und Kohlenpulver und erhitze wie vorher (Arsen- und Quecksilberspiegel, vgl. IX, γ und XII, α im 1. Teil).

4. Man erhitze eine kleine Menge der Substanz auf Kohle vor dem Lötrohr: es entsteht eine Verpuffung (Nitrate und Chlorate), ein charakteristischer Geruch (Arsen, Schwefeldioxyd), ein erkennbarer Beschlag oder Metallkörner. Man wiederhole den Versuch unter Zusatz von trockner Soda und bringe die Schmelze auf feuchtes Silber (Schwefel, vgl. I γ).

Auflösung.

1. Wasser. Man erwärme eine kleine Messerspitze voll der gegebenen Substanz mit etwa $^1/_3$ Reagenzglas voll Wasser.

Anm. Einige neutrale Salze geben mit Wasser eine trübe Lösung, weil sich unlösliche basische Verbindungen ausscheiden (Hydrolyse, XXXIII, 6). Auf Zusatz weniger Tropfen Salzsäure oder, falls diese einen Niederschlag hervorruft, Salpetersäure wird die Lösung wieder klar.

2. Salzsäure. Ist die Substanz in Wasser unlöslich, so erwärme man eine andere ebenso große Menge mit 2—3 ccm Salzsäure und achte dabei auf das Entweichen von Kohlendioxyd, Schwefelwasserstoff, Chlor, die Farbe der Lösung u. a. Alsdann lasse man die Lösung vollständig erkalten (scheiden sich dabei Kristalle von Bleichlorid aus, so löse man besser nach 3 in Salpetersäure) und setze ein wenig Wasser hinzu.

Anm. 1. Entsteht beim Verdünnen der kalten Lösung mit Wasser ein weißer Niederschlag, der sich auf Zusatz von einigen Tropfen Salzsäure wieder löst, so ist auf die Anwesenheit von Wismut oder Antimon zu schließen. — Wird die heiße Lösung mit kaltem Wasser verdünnt, so kann sich wegen der Abkühlung auch Bleichlorid ausscheiden.

Anm. 2. Einige Silikate (Wasserglas, Schlacken, Cement, Ultramarin, Zeolithe) werden von Salzsäure unter Ausscheidung gallertartiger Kieselsäure vollständig zersetzt. In diesem Falle wird die ganze Masse wiederholt mit Salzsäure im Porzellanschälchen zur Trockne verdampft, dann mit verdünnter Salzsäure behandelt und die Lösung der Metallchloride von der unlöslich gewordenen Kieselsäure abfiltriert.

3. Salpetersäure. Ist die Substanz in Salzsäure unlöslich, so behandle man einen dritten Teil der Substanz in gleicher Weise mit Salpetersäure und achte dabei auf die Bildung brauner Dämpfe, die Abscheidung von braunem Schwefel und das Entstehen unlöslicher Oxyde (Sn, Sb).

Anm. Baryumchlorid und Baryum- und Bleinitrat sind in den entsprechenden konz. Säuren schwer, in verdünnten leicht löslich.

4. Königswasser. Erfolgt auch in Salpetersäure keine

Lösung, so führt in einigen Fällen Königswasser (Salzsäure mit tropfenweisem Zusatz von Salpetersäure) zum Ziel.

Bei Anwendung von Säuren vermeide man jeden Überschuß derselben; nötigenfalls muß ein solcher durch Eindampfen der Lösung in einem Porzellanschälchen entfernt werden.

Über die Erkennung der in Wasser und Säuren unlöslichen Verbindungen siehe Seite 49 u. 50, 8—11.

Gruppeneinteilung der Metalle.

Was die Ermittlung der Metalle betrifft, so zerfallen diese, wie folgende Übersicht zeigt, nach ihrem Verhalten gegen die wichtigsten Reagentien in 6 Gruppen.

Aus der Lösung der zu untersuchenden Substanz fällen nacheinander:

I.	II.		III.	IV.	V.	VI.
Salzsäure	**Schwefelwasserstoff** $+HCl$.		**Schwefelammon** $+NH_3$	**Ammonkarbonat**	**Natriumphosphat**	**Rest**
weiß	*in Schwefelammon*		schwarz	weiß	weiß	Verbindungen von
$AgCl$	*unlöslich*	*löslich*	FeS	$BaCO_3$	Mg } PO_4	K
$HgCl$			NiS	$SrCO_3$	Am }	Na
$PbCl_2$	schwarz	braun	CoS	$CaCO_3$		(NH_4)
	HgS	SnS				
	PbS					
	CuS		rötlich			
		gelb	MnS			
		SnS_2				
	braun	As_2S_3				
	Bi_2S_3	As_2S_5	weiß			
			ZnS			
	gelb	orange	$Al(OH)_3$			
	CdS	Sb_2S_3				
		Sb_2S_5	grün			
			$Cr(OH)_3$			

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

Obwohl der analytische Gang für einfache Substanzen

(mit nur einem elektronegativen und einem elektropositiven Bestandteil) im wesentlichen derselbe ist wie bei den zusammengesetzten, so bietet doch die Erkennung mehrerer Metalle nebeneinander eigene Schwierigkeiten. Es ist daher vorzuziehen, für diesen Fall eine besondere Anleitung (siehe zweite Tabelle, Seite 41) zu geben, während die Untersuchung der Säuren in beiden Fällen nach der dritten Tabelle (Seite 47) geschieht.

Hat man mit Hilfe der in der folgenden Tabelle gegebenen Anleitung die Bestandteile einer einfachen Substanz ermittelt, so ist es zweckmäßig, einige bestätigende Reaktionen anzustellen. Es ist deshalb bei jedem Stoff durch eckige Klammer [] auf die entsprechende Nummer der Übungsbeispiele des ersten Teils verwiesen.

Erste Tabelle.

Aufsuchung der Metalle

bei einfachen Verbindungen.

1.* Man verteile die nach obigem Verfahren erhaltene Lösung auf 5 Reagenzgläser und setze zu dem ersten völlig erkalteten Teil einen Tropfen

Salzsäure.

Es entsteht ein Niederschlag; dieser wird nach Zusatz einiger weiteren Tropfen Salzsäure untersucht nach Seite 37 . . **I.**

Es entsteht kein Niederschlag . . . . . 2.*

2.* Wenn Salzsäure keinen Niederschlag hervorbringt, oder wenn die ursprüngliche Substanz in Salzsäure gelöst worden ist (in welchem Falle natürlich 1* wegfällt), versetze man einen kleinen Teil dieser sauren Lösung mit dem 5fachen Volumen frischen Schwefelwasserstoffwassers.

Schwefelwasserstoff

bewirkt einen Niederschlag; dann wird in den Hauptanteil der stark verdünnten sauren Lösung Schwefelwasserstoff eingeleitet, und der Niederschlag untersucht nach Seite 37 . . . **II.**

Es entsteht kein Niederschlag . . . . . 3.*

3.* Im Fall Schwefelwasserstoff keinen Niederschlag hervorbringt, setze man zu einem zweiten Teil der ursprünglichen Lösung Salmiak und soviel Ammoniak, daß die Flüssigkeit nach dem

Umschütteln danach riecht, und (gleichgültig ob durch Ammoniak ein Niederschlag entstanden ist oder nicht) einige Tropfen

Schwefelammonium.

Ein Niederschlag wird untersucht nach Seite 39 . . **III.**

Es ist kein Niederschlag entstanden . . . . . 4.*

4.* Entsteht auch durch Schwefelammonium kein Niederschlag, so setze man zu einem dritten Teil der ursprünglichen Lösung Salmiak, überschüssiges Ammoniak und

Ammoniumkarbonat.

Ein Niederschlag wird untersucht nach Seite 40 . . **IV.**

Es entsteht kein Niederschlag . . . . . 5.*

5.* Hat Ammoniumkarbonat keinen Niederschlag gegeben, so füge man zu dieser selben Lösung noch einige Tropfen

Natriumphosphat.

Es entsteht ein Niederschlag; siehe Seite 40 . . . **V.**

Kein Niederschlag (auch nach dem Schütteln); man untersucht die ursprüngliche Lösung nach Seite 40 . . . . **VI.**

I. Salzsäuregruppe.

Der durch Salzsäure erhaltene weiße Niederschlag wird mit vielem Wasser gekocht:

1. er löst sich auf, und aus der heißen Lösung scheiden sich beim Erkalten nadelförmige Kristalle ab . . . . Blei.

Anm. Da Bleichlorid auch in kaltem Wasser etwas löslich ist, so muß die über den Kristallen stehende Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff einen schwarzen, mit Schwefelsäure einen weißen, mit Jodkalium einen gelben Niederschlag geben [vgl. V].

2. er ist unlöslich; man gieße das überstehende Wasser ab und übergieße den Niederschlag mit Ammoniak:

a) er löst sich in Ammoniak [XXI] . . . . . Silber.

b) er löst sich nicht, wird aber geschwärzt [IX] Quecksilber Hg[I].

II. Schwefelwasserstoffgruppe.

Der durch Schwefelwasserstoff in saurer Lösung entstandene Niederschlag ist:

1. weiß; der feine Niederschlag rührt von ausgeschiedenem Schwefel her, und dann ist wahrscheinlich ein Ferrisalz (seltener ein Chromat oder Permanganat) vorhanden [vgl. IV, 8]. Die

Untersuchung wird weiter geführt, als ob kein Niederschlag entstanden wäre, nach S. 36, 3.*

2. gelb oder gelbrot und kann Cadmium, Zinn Sn^{IV}, Arsen oder Antimon enthalten. Die den Niederschlag enthaltende Flüssigkeit wird bei mäßiger Wärme so lange stehen gelassen, bis sich der Niederschlag zu Boden gesenkt hat. Die überstehende Flüssigkeit wird soviel als möglich abgegossen, und der Niederschlag mit 10—12 Tropfen gelbem Schwefelammonium längere Zeit gelinde erwärmt:

a) Der Niederschlag löst sich nicht; die Substanz gibt mit Soda vor dem Lötrohr auf Kohle erhitzt einen regenbogenfarbigen Beschlag [vgl. XXV, α] . . . . . Cadmium.

b) Der Niederschlag löst sich: Zinn, Arsen oder Antimon.

α) Die Substanz gibt vor dem Lötrohr auf Kohle erhitzt Knoblauchgeruch; das durch Schwefelwasserstoff erhaltene gelbe Sulfid löst sich in Ammoniumkarbonat beim Erwärmen auf und ist unlöslich in warmer konz. Salzsäure [vgl. XII] . . . . . Arsen.

β) keinen Knoblauchgeruch; das Sulfid ist unlöslich in Ammoniumkarbonat und löslich in konz. heißer Salzsäure: Antimon, Zinn. — Aus dieser schwach sauren Lösung werden beide Metalle durch Zink als grauer (Sn) oder als schwarzer (Sb) Niederschlag gefällt; dieser wird nach Entfernung des Zinks und nach dem Dekantieren mit Salzsäure versetzt; er ist darin:

αα) löslich; die Lösung gibt mit Quecksilberchlorid einen Niederschlag [X, 5] . . . . . Zinn.

ββ) unlöslich; die durch Königswasser (ein Tropfen Salpetersäure zur Salzsäure) erhaltene Lösung gibt mit viel Wasser eine weiße Trübung [XI, 1] Antimon.

3. schwarz oder braun und kann enthalten Zinn Sn^{II}, Kupfer, Wismut, Quecksilber Hg^{II} und geringe Mengen von Blei.

a) Der Niederschlag löst sich beim Erwärmen in gelbem Schwefelammonium, in welcher Lösung Salzsäure einen gelben Niederschlag bewirkt [X, 1] . . . . . Zinn Sn^{II}.

b) Die ursprüngliche Lösung (S. 36, 1) gibt mit verdünnter Schwefelsäure einen weißen Niederschlag [V, 5] . . . Blei.

c) Die ursprüngliche Lösung, dann von blauer oder grüner Farbe, gibt mit Ammoniak eine dunkler blaue Lösung [I, 5] Kupfer.

d) Die ursprüngliche Lösung gibt mit Kalilauge einen gelben Niederschlag; ein Stückchen blankes Kupfer wird in der ursprünglichen verdünnten Lösung weiß [IX, 9 u. 7] . Quecksilber Hg^{II}.

e) Die ursprüngliche Lösung gibt mit vielem Wasser eine weiße Trübung [VII, 1] und mit Kalilauge einen weißen, in mehr Lauge unlöslichen Niederschlag . . . . . Wismut.

III. Schwefelammongruppe.

Der durch Schwefelammonium in alkalischer Lösung entstandene Niederschlag ist:

1. schwarz und kann enthalten Eisen, Nickel oder Kobalt.

Der Niederschlag wird, nachdem er sich abgesetzt hat und die darüberstehende Lösung[1]) abgegossen worden ist, mit verdünnter Salzsäure (1 Vol. Säure + 4 Vol. Wasser) übergossen;

a) er löst sich leicht; die ursprüngliche, schwach saure Lösung gibt mit gelbem Blutlaugensalz entweder einen hellblauen (Fe^{II}) oder einen dunkelblauen Niederschlag (Fe^{III}) . . Eisen.

b) er löst sich nicht in verdünnter Salzsäure; die Lösung der ursprünglichen Substanz ist:

α) rot; sie gibt eine blaue Boraxperle [XXVII] Kobalt.

β) grün; sie gibt eine bräunliche Perle [XXVI] Nickel.

2. hellfarben (durch Spuren von Eisen oft dunkelgrün);

a) die Substanz gibt mit Soda und Salpeter auf dem Platinblech eine grüne Schmelze [III, β] . . . . . Mangan.

b) die Substanz gibt mit Soda und Salpeter auf dem Platinblech eine gelbe Schmelze [XXII, γ] . . . . . Chrom.

c) die ursprüngliche Lösung gibt mit Kaliumhydroxyd einen weißen oder grauweißen Niederschlag, der sich auf Zusatz von mehr Alkali auflöst. In einem Teil dieser alkalischen (wenn nötig, filtrierten) Lösung entsteht:

α) durch Schwefelwasserstoffwasser ein heller Niederschlag [II, 3] . . . . . Zink.

β) im anderen Teil durch Salmiak ein weißer, beim Erwärmen deutlicher werdender Niederschlag [XIII, 3] Aluminium.

Wenn die ursprüngliche Substanz in Wasser nicht, wohl aber in Säuren löslich war, so kann der durch Ammoniak und Schwefelammonium entstandene hellfarbene Niederschlag auch noch die Phosphate von Baryum (Strontium), Calcium und Magnesium enthalten. Man löse daher ein wenig dieses Niederschlags in einigen Tropfen Salpetersäure und füge 5—10 ccm

[1]) Bei Gegenwart von Nickel braun gefärbt [XXVI, 2].

Ammoniummolybdatlösung hinzu. Erfolgt dann bei gelindem Erwärmen (nicht Kochen) ein gelber Niederschlag, so ist damit Phosphorsäure nachgewiesen und es sind nach den oben a—c angegebenen Versuchen noch folgende anzustellen:

Die ursprüngliche salz- oder salpetersaure Lösung gibt mit verdünnter Schwefelsäure und Alkohol:

d) keinen Niederschlag. Kalilauge bewirkt in der ursprünglichen Lösung einen in mehr Lauge unlöslichen weißen Niederschlag . . Magnesium.

e) einen weißen Niederschlag:

α) Die ursprüngliche Lösung gibt mit Gipswasser sofort einen Niederschlag . . . . . Baryum.

β) — —. keinen Niederschlag . . . . . Calcium.

IV. Ammoniumkarbonatgruppe.

Der durch Ammoniumkarbonat (Salmiak und Ammoniak) entstandene weiße Niederschlag kann enthalten Calcium, Baryum oder Strontium.

Die ursprüngliche Lösung gibt:

1. mit Gipswasser einen weißen Niederschlag,

a) der sofort entsteht. Kaliumdichromat (mit Ammoniak versetzt) gibt einen gelben Niederschlag [VIII, 7] . Baryum.

b) der erst nach einiger Zeit entsteht. Kaliumdichromat (mit Ammoniak) gibt keinen Niederschlag; die ursprüngliche Substanz färbt die Flamme rot [XV] . . . . . Strontium.

2. mit Gipswasser nichts; Ammoniak und Ammoniumoxalat bewirken einen weißen Niederschlag [XIV, 5] . . Calcium.

V. Natriumphosphatgruppe.

Die ursprüngliche Lösung, die mit den vorhergehenden Reagentien keine Veränderung zeigte, gibt mit überschüssigem Ammoniak und Natriumphosphat einen (oft erst nach dem Schütteln deutlichen) Niederschlag [XIX, 6] Magnesium.

VI. Alkaligruppe.

Wenn die gegebene Substanz in Wasser löslich war und die vorhergehenden Reagentien keinen Niederschlag gaben, wird sie

1. mit Kaliumhydroxyd (10—15 Tropfen) gekocht; der Geruch zeigt Ammoniak . . . . . Ammonium.

2. an einem vorher ausgeglühten Platindraht in die Flamme gebracht. Dieselbe färbt sich:

a) gelb [XXIII, β] . . . . . Natrium.

b) violett [XIII, γ] . . . . . Kalium.

Zweite Tabelle.

Aufsuchung der Metalle

bei zusammengesetzten Substanzen.

Der Gang der Analyse für zusammengesetzte Substanzen mit mehreren Basen und Säuren ist im allgemeinen derselbe wie bei den einfachen; sie ist aber dadurch schwieriger, daß die einzelnen Metalle gewöhnlich erst durch Bildung eines Niederschlages, Abfiltrieren und Auswaschen desselben getrennt werden müssen, ehe sie durch die ihnen eigentümlichen Reaktionen erkannt werden.

Die Auflösung der Probe geschieht ganz wie auf Seite 34. Ist die Substanz teilweise in Wasser, teilweise in Säuren löslich, so wird man zweckmäßig beide Teile getrennt untersuchen. Es ist dabei zu beachten, daß beim Auflösen eines trocknen Gemisches chemische Umsetzungen stattfinden können.

I. Salzsäuregruppe.

Zu einem Teil der wäßrigen oder salpetersauren Lösung setze man einen Tropfen Salzsäure. Erfolgt ein Niederschlag, so setze man so lange tropfenweise mehr Salzsäure hinzu, als sich der Niederschlag vermehrt. Dann wird der Niederschlag abfiltriert, das Durchgeflossene, das Filtrat, wird untersucht nach II (S. 42).

Der Rückstand wird durch 2—3mal wiederholtes Übergießen mit kaltem Wasser auf dem Filter ausgewaschen, nach Durchbohrung des Filters in ein reines Reagenzglas gespült, mit Wasser gekocht und, wenn nicht vollständige Lösung eingetreten ist, filtriert.

1. Das Filtrat (oder die Lösung) scheidet beim Erkalten glitzernde Kristalle von Chlorblei aus; verdünnte Schwefelsäure fällt aus der kalten über dem Chlorblei stehenden Lösung weißes Bleisulfat, Jodkalium gelbes Bleijodid . . . . . Blei.

2. Der Rückstand wird auf dem Filter mit heißem Wasser gewaschen und dann über einem reinen Reagenzglase mit Ammoniak übergossen:

a) er löst sich nicht (oder nur teilweise), wird aber schwarz Quecksilber Hg.

b) er löst sich (ganz oder teilweise); aus der Lösung oder dem Filtrat fällt Salpetersäure weißes Chlorsilber . . Silber.

II. Schwefelwasserstoffgruppe.

Das Filtrat von I oder, falls kein Metall der ersten Gruppe vorhanden war, der mit einem Tropfen Salzsäure versetzte Teil der ursprünglichen Lösung oder auch die salzsaure Lösung der ursprünglichen Substanz werden mit Schwefelwasserstoff behandelt.

Zur Vorprüfung behandle man nur einen kleinen Teil der Lösung mit der 5—10fachen Menge frischen Schwefelwasserstoffwassers; entsteht auch bei mäßigem Erwärmen kein Niederschlag, so untersucht man die Lösung gleich nach III (S. 44). Entsteht ein Niederschlag, so wird in die ganze schwach saure Lösung ein langsamer Strom von Schwefelwasserstoffgas eingeleitet, bis sie nach dem Umschütteln deutlich danach riecht.

Anm. An dieser Stelle werden häufig Fehler gemacht. Die Lösung darf nicht mehr als 3 % freie Säure enthalten, weil sonst einige Sulfide nur unvollkommen ausgefällt werden [vgl. XXXIII, 5]. Da eine entsprechende Verdünnung bei einer stark sauren Lösung unbequem werden würde, so wird diese am besten vor dem Einleiten des Schwefelwasserstoffs in einem Porzellanschälchen zur Trockne eingedampft und der Rückstand dann in möglichst wenig Salzsäure gelöst. — Um sich zu vergewissern, daß aus der mit Schwefelwasserstoff behandelten Lösung alle durch ihn fällbaren Metalle wirklich vollständig ausgefällt sind, filtriere man einige Tropfen der Lösung in ein reines Reagenzglas, versetze mit Schwefelwasserstoffwasser und erwärme. Falls noch ein Niederschlag erfolgen sollte, ist das Einleiten von Schwefelwasserstoffgas fortzusetzen.

Der durch Schwefelwasserstoff entstandene Niederschlag ist:

1. weiß von ausgeschiedenem Schwefel; dies deutet auf ein Ferrisalz, Chromat oder Permanganat. Die Lösung wird, ohne sie zu filtrieren, untersucht nach III (S. 44).

2. gelb, braun oder schwarz. Der Niederschlag wird abfiltriert, das Filtrat untersucht nach III (S. 44).

Der Niederschlag wird mit heißem Wasser gut ausgewaschen und, nachdem man die Spitze des Filters mit einem Hölzchen durchbohrt hat, durch Aufspritzen von Wasser in ein untergestelltes Reagenzglas gespült. Nach dem Absetzen wird das überstehende Wasser abgegossen, der Rückstand (siehe folgende Anm.) einige Zeit gelinde mit gelbem Schwefelammonium erwärmt und, falls nicht vollständige Lösung eingetreten ist, abfiltriert. Das Filtrat oder die Lösung in Schwefelammonium wird untersucht nach . . . . . A.

der Rückstand wird untersucht nach . . B.

A. Das Filtrat oder die durch Schwefelammonium erhaltene Auflösung wird abgekühlt, stark verdünnt und mit Salzsäure übersättigt. Der dadurch entstehende Niederschlag ist:

a) weiß von ausgeschiedenem Schwefel, herrührend von zersetztem Schwefelammonium. Dies beweist die Abwesenheit von Zinn, Arsen und Antimon.

Anm. Es ist sehr zweckmäßig, nur in einem kleinen besonderen Teil des Niederschlags II die Abwesenheit von Zinn, Arsen und Antimon nachzuweisen, da dann der Hauptteil sogleich nach B in Salpetersäure gelöst werden kann.

b) gelb oder rötlich und kann enthalten Zinn, Arsen oder Antimon. Er wird abfiltriert, gut ausgewaschen und von dem durchbohrten Filter gespült. Man läßt den Niederschlag sich zu Boden senken, gießt die überstehende Flüssigkeit so viel als möglich ab, kocht den Niederschlag mit etwas konz. Salzsäure und filtriert.

α) Der Rückstand ist Arsensulfid; er gibt nach dem Trocknen auf Kohle vor dem Lötrohr Arsengeruch . . . . . Arsen.

β) Das Filtrat oder die Lösung wird in einem Porzellanschälchen eingedampft und in möglichst wenig verdünnter Salzsäure gelöst. Diese Lösung wird im Reagenzglas mit Zink behandelt; nach längerer Einwirkung wird das überschüssige Zink entfernt, die ausgeschiedenen Metalle Antimon (schwarz) und Zinn (grau) werden nach dem Dekantieren mit Salzsäure gekocht;

αα) es bleibt ein schwarzer Rückstand, der, nach dem Auswaschen in wenig Königswasser gelöst, mit viel Wasser eine weiße Trübung gibt . . Antimon.

ββ) die Lösung oder das Filtrat gibt mit Quecksilberchlorid einen weißen Niederschlag und entfärbt Jodlösung . . . . . Zinn.

B. Die in Schwefelammonium unlöslichen Schwefelmetalle werden mit warmem Wasser gut ausgewaschen, von dem durchbohrten Filter in ein untergestelltes Reagenzglas abgespült und, nachdem das überstehende Wasser abgegossen, mit wenig Salpetersäure (spez. Gew. 1,2) gekocht. Die Schwefelmetalle lösen sich unter Abscheidung von oben schwimmendem, zusammengeballtem, schmutziggelbem Schwefel vollständig (b), oder es bleibt ein schwarzer oder grauer, pulveriger, rasch zu Boden sinkender Rückstand (a).

a) Der Rückstand wird abfiltriert, ausgewaschen, vom durchbohrten Filter gespült und in möglichst wenig Salzsäure unter Zusatz eines Tropfens Salpetersäure gelöst. Ein in die mit Wasser

verdünnte kalte Lösung getauchtes Kupferspänchen färbt sich weiß . . . . . zweiwertiges Quecksilber.

b) Die von dem ausgeschiedenen Schwefel oder von dem schwarzen Rückstand abfiltrierte Flüssigkeit gibt mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure und Alkohol einen weißen Niederschlag . . . . . Blei.

Anm. Die Lösung darf nicht zu viel freie Salpetersäure enthalten, nötigenfalls eindampfen! — Bei größeren Mengen von Blei wird der Hauptanteil schon in der Salzsäuregruppe I gefunden.

c) Das Filtrat von b) oder, falls durch Schwefelsäure kein Niederschlag entstand, die mit Schwefelsäure und Alkohol versetzte Flüssigkeit wird mit möglichst wenig Ammoniak übersättigt; es entsteht dadurch:

α) eine blaue Lösung . . . . . Kupfer.

β) (mit oder ohne blaue Lösung) ein weißer Niederschlag. Dieser wird abfiltriert, ausgewaschen, durch Übergießen mit einigen Tropfen heißer Salzsäure auf dem Filter gelöst. In der durchfiltrierten Lösung entsteht dann durch Wasser ein weißer Niederschlag . . . . . Wismut.

γ) eine farblose Lösung; diese oder das farblose Filtrat von β) wird mit Schwefelwasserstoffwasser versetzt. Ein gelber Niederschlag deutet auf . . . . . Cadmium.

Anm. Um Cadmium neben Kupfer nachzuweisen, wird die blaue ammoniakalische Lösung tropfenweise bis zur Entfärbung mit Cyankalium versetzt. Schwefelwasserstoff fällt dann nur gelbes Cadmiumsulfid.

Phosphate. Zur weiteren Trennung der Metalle benutzt man die Einwirkung des Schwefelwasserstoffs in alkalischer Lösung. Da aber beim Neutralisieren der sauren Flüssigkeit auch die Phosphate von Calcium, Baryum und Magnesium gefällt werden, so ist es bei zusammengesetzten Analysen am besten die Phosphorsäure vorher abzuschneiden. Zu diesem Zwecke wird das Filtrat von dem Niederschlag II, wenn durch Ammoniumolybdat in 1—2 Tropfen desselben die Gegenwart von Phosphorsäure nachgewiesen worden ist, mehrmals mit Salpetersäure unter Zusatz von wenig Zinn im Porzellanschälchen eingedampft, und dann die salpetersaure Lösung der Metalle von dem unlöslichen Zinndioxyd und Zinnphosphat abfiltriert und nach III untersucht.

III. Schwefelammoniumgruppe.

Das Filtrat von II oder die mit Salzsäure und Schwefelwasserstoff erfolglos behandelte Lösung wird mit Salmiak und soviel Ammoniak versetzt, daß die Flüssigkeit nach dem Umschütteln noch danach riecht und (gleichgültig ob dadurch ein Niederschlag entstanden oder nicht) so lange tropfenweise Schwefelammonium hinzugefügt, als noch ein Niederschlag entsteht.

Anm. Das Filtrat von II wird gewöhnlich noch mit Schwefelwasserstoff gesättigt sein. Bei Zusatz von Ammoniak entsteht daher Schwefelammonium, das auf die Metalle der Gruppe III einwirkt. Da die Menge des so gebildeten Schwefelammoniums aber nur eine sehr geringe sein kann, wird noch fertiges Schwefelammonium hinzugegeben. Man vermeide einen Überschuß des letzteren.

Der durch Schwefelammonium entstandene Niederschlag wird erwärmt und abfiltriert, das Filtrat untersucht nach IV (S. 46).

Der Rückstand wird durch Übergießen mit heißem Wasser ausgewaschen und auf dem Filter mit möglichst wenig verdünnter Salzsäure (1 Vol. Säure und 5 Vol. Wasser) übergossen. Die durchlaufende Flüssigkeit wird erwärmt und wiederholt auf das Filter zurückgegossen.

1. Auf dem Filter bleibt ein schwarzer Rückstand, der auch bei weiterem Zusatz verdünnter Salzsäure unlöslich ist:

a) derselbe färbt die Boraxperle blau . . . Kobalt.

b) nicht blau; er wird ausgewaschen, vom durchbohrten Filter abgespült und in wenig Salpetersäure gelöst; in dieser Lösung bewirkt Soda einen hellgrünen Niederschlag . Nickel.

Anm. Um Kobalt und Nickel nebeneinander zu erkennen, ist der sicherste Weg folgender: Der in Salzsäure unlösliche Rückstand wird in Salpetersäure gelöst, die Flüssigkeit mit Kaliumhydroxyd schwach übersättigt, dann mit Essigsäure angesäuert und eine konz. Lösung von Kaliumnitrit hinzugesetzt. Ein nach einiger Zeit bei gelindem Erwärmen entstehender Niederschlag von Kalium-Kobaltnitrit wird abfiltriert und im Filtrat das Nickel durch Natriumkarbonat nachgewiesen.

2. Die durchfiltrierte Flüssigkeit wird zum Sieden erhitzt, zuletzt unter Zusatz von einem Tropfen Salpetersäure, um die letzten Spuren Schwefelwasserstoff zu entfernen. Falls der Niederschlag schwarz war, wird tropfenweise mehr Salpetersäure zu der siedenden Flüssigkeit hinzugesetzt, bis die Oxydation des möglicherweise vorhandenen Ferrochlorids zu Ferrichlorid (Gelbfärbung!) beendet ist [IV, β].

Zu der Lösung wird Kaliumhydroxyd im Überschuß gesetzt. Ein bleibender Niederschlag enthält Mangan und Eisen . . A.

Die Lösung oder das Filtrat enthält Zink und Aluminium (und Chrom) . . . . . B.

A. Der Niederschlag wird abfiltriert und ausgewaschen:

a) er wird auf dem Filter dunkler; eine kleine Probe davon gibt, mit Soda und Salpeter auf Platinblech geschmolzen, eine grüne Schmelze . . . . . Mangan.

b) der größere Teil wird in verdünnter Salzsäure gelöst; in dieser Lösung entsteht durch gelbes Blutlaugensalz ein dunkelblauer Niederschlag . . . . . Eisen.

B. Das alkalische Filtrat oder die Lösung wird:

a) zu einem Teil mit Salmiak versetzt; ein Niederschlag (nach dem Erwärmen) zeigt . . . . . Aluminium.

b) zum anderen Teil mit Schwefelwasserstoff behandelt; ein Niederschlag zeigt . . . . . Zink.

Anm. Die alkalische Lösung kann auch Chrom enthalten. Bei Abwesenheit von Mangan erkennt man es leicht daran, daß ein wenig des Schwefelammoniumniederschlags mit Soda und Salpeter auf dem Platinblech eine gelbe Schmelze gibt, die sich auch mit gelber Farbe in Wasser löst.

IV. Ammoniumkarbonatgruppe.

Das Filtrat vom Niederschlag III oder (falls die vorhergehenden Gruppenreagentien keinen Niederschlag bewirkt hatten) die ursprüngliche mit Salmiak und Ammoniak versetzte Lösung wird unter Erwärmen mit Ammoniumkarbonat versetzt.

Anm. Ist das Filtrat III durch überschüssiges Schwefelammonium stark gelb oder durch Nickel braun gefärbt, so wird es vor dem Zusatz des Ammoniumkarbonats zuerst für sich, dann mit Essigsäure gekocht, von dem ausgeschiedenen Schwefel durch Filtrieren befreit und mit Ammoniak neutralisiert.

Ein entstehender Niederschlag wird abfiltriert, das Filtrat untersucht nach V (S. 46).

Der Rückstand wird gut ausgewaschen, auf dem Filter mit möglichst wenig stark verdünnter Salzsäure gelöst und die durchgehende Flüssigkeit mit sehr verdünnter Schwefelsäure versetzt.

1. Es entsteht sofort ein Niederschlag . . . Baryum.

2. Das Filtrat von diesem Niederschlag, das mit einem Tropfen verd. Schwefelsäure nicht mehr reagiert, wird mit Ammoniak neutralisiert (Geruch!) und mit Ammoniumoxalat versetzt; ein weißer Niederschlag zeigt . . . . . Calcium.

V. Natriumphosphatgruppe.

Ein kleiner Teil des Filtrats vom Niederschlag IV oder der mit Ammoniumkarbonat ohne Erfolg versetzten Lösung wird mit einem Tropfen Natriumphosphat versetzt. Ein sogleich oder bei verdünnten Lösungen erst nach einigem Schütteln entstehender kristallinischer Niederschlag deutet auf . . . Magnesium.

Der größere Teil des Filtrats vom Niederschlag IV wird, falls die ursprüngliche Substanz in Wasser löslich war, auf die Alkalien untersucht nach VI (S. 47).

VI. Alkaligruppe.

Hat Natriumphosphat in der vorigen Lösung keinen Niederschlag ergeben, fehlt also Mg, so wird der nicht mit Natriumphosphat versetzte größere Teil der Lösung im Porzellanschälchen eingedampft und der Rückstand über freier Flamme oder auf dem Sandbade so lange erhitzt, bis alle Ammoniumsalze verflüchtigt sind. Ein dann bleibender Rückstand färbt die Flamme:

1. violett; er enthält nur . . . . . Kalium.
2. gelb; er enthält . . . . . Natrium

und neben diesem vielleicht Kalium.

Anm. 1. Man erkennt das Kalium auch bei Gegenwart von Natrium wenn man die Flamme durch ein Kobaltglas betrachtet, oder indem man die Lösung des Rückstandes mit saurem Natriumtartrat versetzt, wodurch nach einiger Zeit eine Abscheidung des schwerlöslichen sauren Kaliumtartrats erfolgt.

Anm. 2. Hat man mit Hilfe von Natriumphosphat die Anwesenheit von Magnesium erkannt, so kann der geglühte Rückstand Magnesium, Kalium und Natrium enthalten. Er wird dann mit Wasser angerührt und mit Barytwasser versetzt; aus der vom ausgeschiedenen Magnesiumhydroxyd abfiltrierten Lösung wird durch Ammoniumkarbonat überschüssiges Barytwasser als Karbonat gefällt, das Filtrat davon eingedampft, geglüht und ein etwaiger Rückstand wie oben auf Kalium und Natrium untersucht.

3. Zur Untersuchung auf Ammoniak koche man einen Teil der ursprünglichen Substanz mit Kaliumhydroxyd. Durch den Geruch oder feuchtes rotes Lackmuspapier erkennt man, daß Ammoniak entweicht . . . . . Ammonium.

Dritte Tabelle.

Aufsuchung der Säuren

bei einfachen und zusammengesetzten Substanzen.

Vor der Ermittlung der Säuren ist es wichtig sich gegenwärtig zu halten, welche Verbindungen der gefundenen Metalle in Wasser, oder nur in Säuren oder in keinem von beiden löslich sind. Selbstverständlich darf man nicht auf diejenigen Säuren untersuchen, die man zur Klärung einer trüben wäßrigen Lösung oder zur Auflösung einer in Wasser unlöslichen Substanz selbst hinzugesetzt hat. Man beachte insbesondere folgendes:

Ist die Substanz in Wasser löslich, so wird man nur bei den Alkalimetallen auf alle Säuren untersuchen, bei den übrigen besonders auf Salpetersäure, Salzsäure und Schwefelsäure. — Salz-

säure ist ausgeschlossen bei den Metallen Ag, dem einwertigen Hg und größeren Mengen von Pb, Schwefelsäure bei Ba, Sr, Pb und größeren Mengen von Ca wegen der Unlöslichkeit (oder Schwerlöslichkeit) der betreffenden Chloride und Sulfate.

Ist die Substanz nicht in Wasser (auch nicht teilweise), wohl aber in Säuren löslich, so fehlen die Alkalien, und es ist das Vorhandensein von Karbonaten, Phosphaten, Boraten, Oxyden und Sulfiden der übrigen Metalle zu vermuten. — Die Oxyde und Sulfide von Ba, Sr, Ca sind im Wasser mehr oder weniger löslich. Vgl. im übrigen die Tabelle auf Seite 51.

In der folgenden Anleitung ist von den seltneren anorganischen und von den organischen Säuren abgesehen.

1. Man übergieße die ursprüngliche Substanz mit Salzsäure und erwärme mäßig. Es entsteht:

a) unter Aufbrausen ein geruchloses Gas . Kohlensäure.

b) ein widerlich riechendes Gas, welches Bleipapier schwärzt (Schwefelwasserstoff); dann ist die Substanz ein Sulfid oder Schwefelmetall.

Anm. Einige Sulfide sind nur in starker Salpetersäure (HgS nur in Königswasser) löslich unter Entwicklung braunroter Dämpfe und unter Abscheidung von schmutzig gelbem Schwefel, der dabei teilweise zu Schwefelsäure oxydiert wird; prüfe auf diese mit — (?).

c) ein grünliches, stechend riechendes Gas, das Jodkalium-Stärkepapier bläut (Chlor); dann ist die Substanz ein Superoxyd, Chromat oder Permanganat, auch Nitrat.

d) eine gallertartige Ausscheidung; diese deutet auf ein durch Salzsäure zersetzbares Silikat (vgl. Seite 34, Anm. 2).

2. Zu der mit Salzsäure odez Salpetersäure versetzten und stark verdünnten ursprünglichen Lösung füge man Baryumchlorid; ein weißer Niederschlag zeigt . . . . . Schwefelsäure.

3. Die mit Salpetersäure angesäuerte wäßrige Lösung oder die mit Salpetersäure — nicht Salzsäure — hergestellte Lösung der ursprünglichen Substanz gibt mit Silbernitrat:

a) einen weißen, käsigen Niederschlag, der sich in Ammoniak leicht löst . . . . . Salzsäure.

b) einen gelblichen Niederschlag, der sich in Ammoniak nicht löst. Die Substanz gibt mit Schwefelsäure und Braunstein erwärmt violette Joddämpfe . . . . . Jodwasserstoff.

Anm. Enthält die Lösung ein Metall, welches durch Ammoniak gefällt wird, so muß der Silberniederschlag vor dem Zusatz des Ammoniaks gut ausgewaschen werden.

4. Man mische 1 ccm der wäßrigen Lösung mit 5 ccm konz. Schwefelsäure und:

a) setze Kupferdrehspäne zu der Mischung; beim Erwärmen zeigen sich rote Dämpfe von Stickstoffdioxyd.

b) gieße vorsichtig auf die abgekühlte in einem engen Reagenzglase befindliche Mischung eine konz. Lösung von Eisenvitriol; es zeigt sich an der Grenze der beiden Flüssigkeiten ein brauner Ring (Lösung von NO in $FeSO_4$).

Beide Reaktionen weisen auf . . . . Salpetersäure.

5. a) Einige Tropfen der mit Salpetersäure angesäuerten wäßrigen oder der mit Salpetersäure hergestellten Lösung der ursprünglichen Substanz übergieße man mit 5—10 ccm Ammoniummolybdat und erwärme gelinde. Ein gelber Niederschlag deutet auf . . . . . Phosphorsäure.

b) War die Substanz in Wasser löslich, so kann man auch zu der wäßrigen Lösung nacheinander Salmiak, Ammoniak und einige Tropfen Magnesiumsulfat hinzusetzen. Der weiße, oft erst nach längerem Schütteln entstehende Niederschlag von $MgAmPO_4$ deutet ebenfalls auf . . . . . Phosphorsäure.

Anm. Bei zusammengesetzten Analysen muß etwa vorhandenes Arsen vorher durch Schwefelwasserstoff aus saurer Lösung ausgefällt werden.

6. Ein wenig der Substanz bringe man mit konz. Schwefelsäure am Platindraht an den Saum der Flamme. Grünfärbung weist auf . . . . . Borsäure.

7. Treffen keine der vorigen Reaktionen zu, so ist die Substanz wahrscheinlich ein . . . . . Oxyd.

Ist die zu untersuchende Substanz in Wasser und Säuren unlöslich, so kann man auf folgendem Wege die Säure und damit auch die Metalle finden. Die Probe wird äußerst fein gepulvert und dann

8. mit der fünffachen Menge trockner Soda auf Kohle in der Reduktionsflamme geschmolzen.

a) Die Sulfate von Calcium (Strontium) und Baryum geben kein Metallkorn aber eine Schmelze, die feuchtes Silber schwärzt. — Calciumsulfat ist löslich genug, um auch auf nassem Wege nach der ersten Tabelle bestimmt zu werden.

b) Bleisulfat gibt ein weiches, dehnbares Metallkorn (prüfe es auf Blei!), einen gelben Beschlag von Bleioxyd und eine Schmelze, die feuchtes Silber schwärzt.

c) Silberchlorid und -jodid geben ein dehnbares Metallkorn (prüfe es auf Silber)!; die Schmelze schwärzt feuchtes Silber nicht, gibt aber die Chlor- oder Jodreaktion.

d) Zinnsäure (Zinnstein) und Antimonsäure geben

erstere ein dehnbares, letztere ein sprödes Metallkorn, welche beide von Salpetersäure nicht gelöst, aber in ein weißes Pulver verwandelt wird.

Anm. Besser ist es, die unlöslichen Zinn- und Antimonverbindungen mit einem Gemenge von trockner Soda und Schwefel im Porzellantiegel zu schmelzen, aus der wäßrigen Lösung der entstandenen Sulfosalze durch Salzsäure die Sulfide auszufällen und diese nach Seite 43 zu untersuchen.

9. Die natürlichen oder die stark geglühten künstlichen Oxyde von Eisen, Chrom und Aluminium werden durch Schmelzen mit der 10fachen Menge von saurem Kaliumsulfat im Platintiegel in die löslichen Sulfate verwandelt und die Metalle nach der ersten (S. 36) oder zweiten (S. 41) Tabelle bestimmt.

10. Die Silikate, die nicht von Salzsäure zersetzt werden, ebenso Siliciumdioxyd werden mit der vierfachen Menge von trocknem Natrium-Kaliumkarbonat im Platintiegel 15 Minuten lang geschmolzen, die Schmelze im Porzellanschälchen mit Salzsäure behandelt und die Lösung mehrmals mit Salzsäure auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft. Zuletzt wird in verdünnter Salzsäure gelöst, von der unlöslich gewordenen Kieselsäure abfiltriert und das Filtrat nach der zweiten Tabelle (S. 41) auf die Metalle (Alkalien ausgenommen) untersucht. — Um auf die Alkalien (neben den anderen Metallen) prüfen zu können, wird ein zweiter Teil der Probe im Platinschälchen mit Schwefelsäure und reiner Fluorwasserstoffsäure auf dem Wasserbade erwärmt, wodurch alles Silicium als flüchtiges SiF_4 entfernt wird; die als Sulfate zurückbleibenden Metalle werden ebenfalls nach der zweiten Tabelle (S. 41) untersucht.

11. Calciumfluorid gibt mit konz. Schwefelsäure im Platintiegel erwärmt stechend riechende, rauchende Dämpfe, die Glas ätzen.

Bei Legierungen fällt selbstverständlich die Untersuchung auf Säuren fort; sie werden mit Salpetersäure behandelt. Entsteht dabei ein weißer Niederschlag von Metazinnsäure und Antimonsäure, so wird das Ganze im Porzellanschälchen auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft, darauf mit etwas Salpetersäure erwärmt und filtriert. Der Rückstand wird ausgewaschen, in Schwefelammonium gelöst und nach Seite 43 auf Zinn und Antimon geprüft. Das Filtrat enthält die Nitrate der anderen Metalle und wird nach der zweiten Tabelle (S. 41) untersucht.

In der folgenden Tabelle sind die Löslichkeitsverhältnisse der wichtigeren Verbindungen der Metalle mit Sauerstoff, Schwefel, Chlor, Jod und den häufiger vorkommenden Säuren zusammengestellt. Es bedeutet:

1 In Wasser löslich.
2 In Wasser unlöslich, in Salz- oder Salpetersäure löslich.
3 In Wasser und Säure unlöslich.
1—2 In Wasser schwer, in Säuren leicht löslich.
1—3 In Wasser und Säuren schwer löslich.
2—3 In Wasser unlöslich, in Säure schwer löslich.

Anm. Über das Verhalten der Kieselsäure vgl. Seite 34 und 50.

	K	Na	NH_4	Ba	Sr	Ca	Mg	Al	Mn	II Fe	III Fe	Co
Sauerstoff . .	1	1	1	1	1	1—2	2	2	2	2	2	2
Schwefel . . .	1	1	1	1	1	1—2	2		2	2		2
Chlor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jod	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1
Schwefelsäure .	1	1	1	3	3	1—3	1	1	1	1	1	1
Salpetersäure .	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kohlensäure .	1	1	1	2	2	2	2		2	2		2
Phosphorsäure .	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Arsenige S. . .	1	1	1	2	2	2	2			2	2	2
Chromsäure . .	1	1	1	2	1—2	1—2	1	2	1		1	2
Borsäure . . .	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Oxalsäure . .	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1—2	1—2	2

	Ni	Zn	Cd	Pb	Cu	Bi	Hg	Ag	III Cr	Sn	As	Sb
Sauerstoff . .	2	2	2	2	2	2	2	2	2 u. 3	2 u. 3	1—2	2
Schwefel . . .	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2
Chlor	1	1	1	1—3	1	2	1 u. 3	3	1 u. 3	1	1	2
Jod	1	1	1	1—3			2	3		1	1	
Schwefelsäure .	1	1	1	3	1	2	2	1	1			2
Salpetersäure .	1	1	1	1	1	2	1	1	1			
Kohlensäure .	2	2	2	2	2	2	2	2				
Phosphorsäure .	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Arsenige Säure	2	2	2	2	2	2	2	2				
Chromsäure . .	2	2	2	2	2	2	2	2				2
Borsäure . . .	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Oxalsäure . .	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	

Die gebräuchlichen Reagentien.

Die Mischungsverhältnisse, die nur annähernd einzuhalten sind, sind in Gewichtsteilen des kristallisierten Salzes auf 100 Gewichtsteile Wasser angegeben.

Auf den einzelnen Arbeitsplätzen stehen: 1) Schwefelsäure konz. (sp. Gew. 1,84), 2) Schwefelsäure verd.

(sp. Gew. 1,22 mit 30 % H_2SO_4), 3) Salzsäure (sp. Gew. 1,12 mit 24 % HCl), 4) Salpetersäure (sp. Gew. 1,2 mit 33 % HNO_3), 5) Ammoniak (10 % NH_3), 6) Kali- oder Natronlauge (15 % KOH), 7) Ammoniumkarbonat (20 : 100, dazu 20 ccm konz. Ammoniak), 8) Natriumkarbonat (30 : 100), 9) Natriumphosphat (10 : 100), 10) Baryumchlorid (5 : 100).

Zu gemeinsamem Gebrauche stehen in einem besonderen Fach: 11) Silbernitrat (3 : 100), 12) Kaliumdichromat (10 : 100), 13) Jodkalium (3 : 100), 14) Bleiacetat (5 : 100), 15) Salmiak (30 : 100), 16) Gipslösung, 17) Ammoniumoxalat (5 : 100), 18) Kaliumferrocyanid (5 : 100), 19) Kaliumferricyanid (5 : 100) 20) Kaliumsulfocyanat (5 : 100), 21) Saures weinsaures Natrium (konz. frische Lösung), 22) Quecksilberchlorid (5 : 100), 23) Ammoniummolybdatlösung (man löse 6 g des Salzes in 50 ccm Wasser, gieße die Lösung zu 75 ccm Salpetersäure (1,2) und verdünne diese Vorratslösung jedesmal auf das Zehnfache), 24) Magnesiumsulfat (10 : 100 mit 5 Salmiak), 25) Ferrosulfat (konz. Lösung mit ein paar Tropfen Schwefelsäure und etwas zusammengerolltem Eisendraht), 26) Gerbsäure (frische Lösung), 27) Indigolösung, 28) Lackmustinktur, 29) Alkohol (95 %) und von festen Reagentien: 30) Borax, 31) Phosphorsalz, 32) trockne Soda, 33) Salpeter u. a. m.