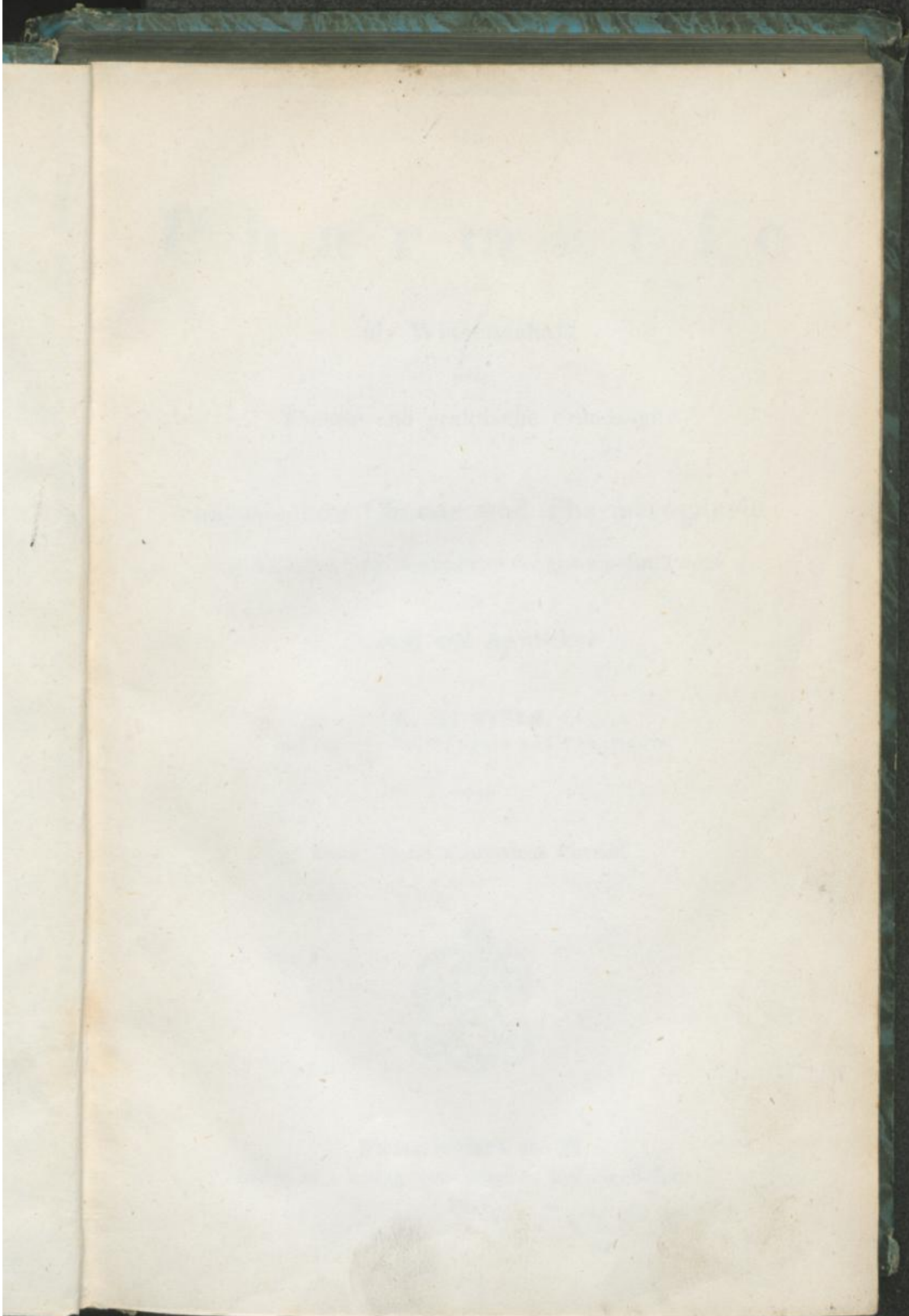
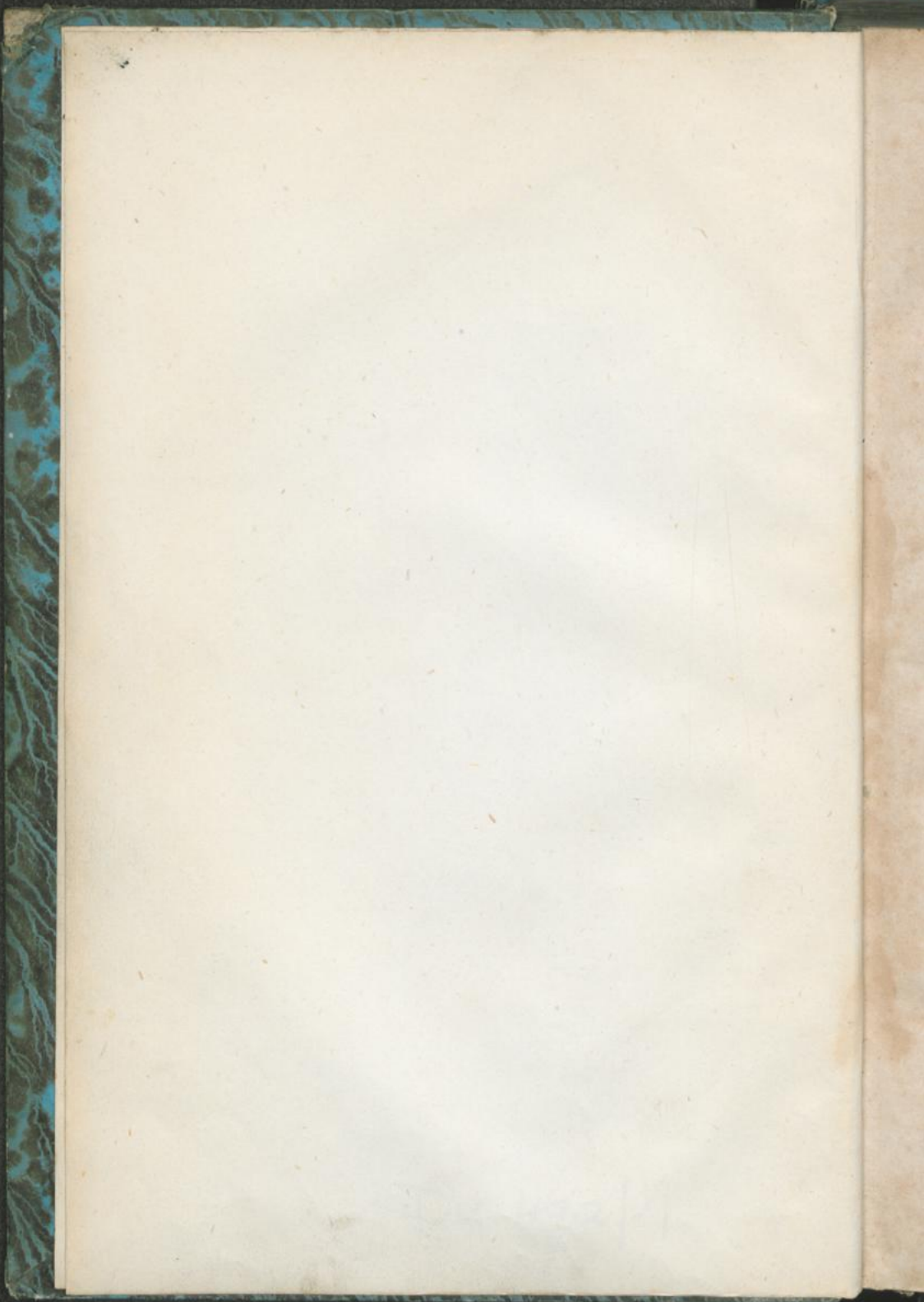


Dv 432/1





Die
P h a r m a c i e

als Wissenschaft,

oder

Theorie und praktische Grundzüge

der

analytischen Chemie und Pharmacognosie

mit Einschluss des Wichtigsten der pharmaceut. Praxis

für

Aerzte und Apotheker

von

C. A. Wild,

Doktor der Philosophie und Pharmacie.



Erster Theil: Analytische Chemie.



Frankfurt a. M.

Druck und Verlag von Heinrich Ludwig Brönnler.

1843.

299

Pharmacie

als Wissenschaft

Theorie und praktische Anwendung

analytischen Chemie und Pharmazologie

des Institutes der Wissenschaften der Pharmazie

Agave und Apollinar

C. A. W. Müller

Lehrer der Philosophie und Naturgeschichte

Erster Theil: Analytische Chemie



Verlag von Neumann, Neudamm

1842

Dem Herrn

Dr. Justus Liebig,

ordentlichem Professor an der Universität Giessen, Ritter des Grossherzoglich
Hessischen Ludwig-Ordens etc. etc.

verehrungsvoll gewidmet

vom Verfasser.

V o r r e d e.

Nicht durch eigennützigē Spekulation angeregt, mich weit und breit abschweifend in dem grossen Gebiete der Wissenschaft auszudehnen, sondern ein Bedürfniss erkennend, und von dem Wunsche beseelt, ihm möglichst zu genügen, begann und vollführte ich dieses Werk, wie es dessen Inhalt und Tendenz erweisen wird, und getreu meinem Vorsatze, fasste ich das Wichtige, Erhebliche, auf das Ganze Bezug Habende in kurzem, gedrängtem, allgemein verständlichem Vortrage zusammen. Ebenso wird sich auch der zu Grund gelegte Plan erweisen, nach welchem ich wissenschaftlich heterogene Grundsätze und Begriffe in gehörigen Zusammenhang brachte, wodurch der Besitzer dieses Werkes nicht leicht in die Nothwendigkeit versetzt wird, in andern hülfswissenschaftlichen Werken nachschlagen zu müssen.

Dass übrigens dieses Buch nicht für die ersten Anfänger in dem Studium der Chemie und Pharmacie geschrieben ist, geht schon aus der Bezeichnung seines Inhaltes hervor; jedoch wird es einem Jeden, welcher mit den erforderlichen Vorkenntnissen gehörig ausgerüstet ist, den Vortheil gewähren, dass er hier die Grundrisse bis zur vollendeten Ausführung des wissenschaftlichen Gebäudes der Pharmacie klar und gedrängt vor sich hat.

Da ich überdies Gelegenheit hatte, die Bemerkung zu machen, dass eine nicht unbeträchtliche Anzahl junger Pharmaceuten, bei sehr guten Anlagen und wirklichem Fleisse für das Studium der Chemie, doch nur schwankende Begriffe von deren Regeln

und Grundsätzen besitzen, wovon die Ursache in oberflächlicher Auffassung bei den Vorstudien der Physik und Stöchiometrie zu suchen ist: so glaube ich manchem jungen Manne einen erwünschten Dienst zu leisten, wenn ich eine kurze Recitation des Wichtigsten in gedachter Beziehung, gleichsam als Einleitung, gab, was auch höher Gebildeten als Gegenstand schnellen Rück- und Ueberblicks nicht unwillkommen sein dürfte, besonders da, wo bei Berechnungen auch dem besten Gedächtnisse zuweilen der Anhaltspunkt einer Ideenverknüpfung nur schwankend in der Erinnerung vorschwebt.

Ferner habe ich in Benutzung der neuesten Erfahrungen im Gebiete der Wissenschaft die besten Quellen benutzt, und namentlich in Bezug der organischen Analyse Hrn. Professor *J. Liebig's* Anleitung, mit dessen Genehmigung, im Auszuge beigegeben, da wohl nicht leicht eine fasslichere und gründlichere Bearbeitung dieses wichtigen Zweiges der Chemie vorhanden sein dürfte, und dieselbe den Besitzern dieses Werkes nur erfreulich begegnen kann.

Wenn ich übrigens nicht jedesmal bei angeführten Stellen berühmter Autoren deren Namen anmerkte, so geschah dies in der Ueberzeugung, dass selbige hinreichend bekannt sind, und also ihre Verdienste um die Wissenschaft hierin nicht geschmälert werden, indem ich stets auf die möglichste Gedrängtheit in diesem Werke Bedacht nahm.

Der Nutzen, welchen nun dieses Buch darbietet, soll, wie ich hoffe, durch günstigen Erfolg bestätigt werden, da ich meiner Ueberzeugung gemäss bei langjähriger Erfahrung und Studien dasjenige geleistet zu haben glaube, was dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft gemäss ist, und in dessen Anerkennung ich den schönsten Lohn meiner mühevollen Arbeit finden werde.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss des ersten Theils.

	Seite.
Erste Abtheilung.	
Vorbereitende Grundzüge und Hilfsmittel in den chemico-physikalischen Vorstudien.	
Ueber absolutes, spezifisches und Mischungsgewicht nebst erläuternden Beispielen und Vergleichstabellen	1
Ueber den Unterschied zwischen Mischungsgewicht und Atomverhältniss nebst Tabelle	18
Ueber Wärme und Temperatur, nebst Tabelle zum Vergleiche der Thermometer-Scalen des Celsius, Reaumur und Fahrenheit, so wie über das specielle Verhalten verschiedener Körper mit und zu dem Wärmestoff	21
Ueber das Licht und dessen Wirkung in chemischer Beziehung	26
Ueber Electricität und Elektro-Chemismus	28
Zweite Abtheilung.	
Praktische Regeln und Grundsätze zum richtigen Gebrauche und zweckmässiger Anwendung der Reagentien.	
Ueber Begriff und Gebrauch von Reagentien	32
Specieller Ueberblick der wichtigsten Reagentien und ihrer Wirkungen in alphabetischer Ordnung	33
Ueber Anwendung der Reagentien auf nassem und pyrochemischem Wege	40
Dritte Abtheilung.	
Theoretisch-analytische Chemie der anorganischen Naturkörper.	
Einleitung und Eintheilung der Grundstoffe	48
Alkalien	49
Erden	55
Metalle, welche aus alkalischen oder basischen Aufösungen vollständig mit Schwefelwasserstoff gefällt werden	68
Metalle, die unter allen Umständen durch Schwefelwasserstoff präcipitirt werden	83
Metalle, welche nur aus sauren Aufösungen durch Schwefelwasserstoff vollständig gefällt werden	98

Metalle, welche durch Schwefelwasserstoff nicht niedergeschlagen werden .	119
Säuren anorganischer elektro-positiver Elemente	125
Einige Elemente, welche zu keiner der vorhergehenden Abtheilungen gehören	144

Qualitative und quantitative Untersuchung der Mineralwasser	150
Statik der organischen Chemie nach A. Dumas	158
Analyse organischer Körper nach J. Liebig	173
Zusammensetzung der Amygdalinsäure	205
Hülfstabelle zu den Berechnungen in der organischen Analyse	215
Tabellarische Uebersicht des Verhaltens mehrerer Hauptreagentien gegen verschiedene Körper	219
Alphabetisch geordnete Uebersicht der chemischen Zeichen und Formeln für die pharmaceutischen Präparate	238

Vo
als
Ein
m
ly
u
s
I
se
ner
für
I
Wäg
spre
wer
und
A
ceut
grös
in F
steh
eine
cime
der
10 6
100
1000
1000
J
zösi
wan
mac
w

119
125
144

150
158
173
205
215
219
238

Erste Abtheilung.

Vorbereitende Grundzüge und Hilfsmittel in den chemico-physikalischen Vorstudien, als Anhaltspunkte für die höhere Ausbildung in der analytischen Chemie.

Einiges aus dem Gebiete der Physik und Stöchiometrie für
minder Ausgebildete in den Hilfswissenschaften der ana-
lytischen Chemie, sowie auch zum schnellen Ueberblick
und gelegentlicher Recitation für solche, welche des-
sen kundig sind.

Ueber absolutes, spezifisches und Mischungsgewicht.

Unter Gewicht ist der Druck verstanden, welchen ein Körper auf
seine Unterlage ausübt. Das Verhältniss dieses Druckes verschiede-
ner Körper zu einander wird auf der Wage durch Gewichte bestimmt,
für welche man verschiedene Einheiten zu Grunde gelegt hat.

Hier soll nun in Bezug auf das Medicinalgewicht und das bei
Wägungen in chemischen Analysen vorkommende Gewicht das Ent-
sprechende, mit einigen Notizen und Beispielen begleitet, angeführt
werden, und ist, in diesem Sinne genommen, absolutes, spezifisches
und Mischungsgewicht wohl von einander zu unterscheiden.

A) Zur Bestimmung des absoluten Gewichtes gelten in pharma-
ceutisch-chemischer Beziehung folgende Normalgewichte: in dem
grössten Theile von Deutschland das *nürnberger Medicinalgewicht*;
in Frankreich, mit dem wir wissenschaftlich in enger Verbindung
stehen, das Grammengewicht; letzteres hat zur Einheit das Gewicht
eines Kubikmeters reinen Wassers, *Gramme* benannt, welches, in De-
cimalzahlen vergrössert oder verkleinert, die Gewichtsmengen auf
der Wage ausdrückt, und zwar mit folgender Wortbezeichnung:

Gramme, die Einheit.

10 Grammen benannt Dekagramme.	$\frac{1}{10}$ Gramme benannt Decigramme.
100 „ „ Hektogramme.	$\frac{1}{100}$ „ „ Centigramme.
1000 „ „ Kilogramme.	$\frac{1}{1000}$ „ „ Milligramme.
10000 „ „ Myriagramme.	

Das Verhältniss des deutschen Medicinalgewichtes zu dem fran-
zösischen Grammengewichte zu wissen und gegenseitig durch Um-
wandlung des einen in das andere zu vergleichen, ist für den Phar-
maceuten ein häufig vorkommendes Bedürfniss, wenn er auf wissen-
Wild, Pharmacie.

schaftliche Bildung in seinem Fache Ansprüche begründen oder behaupten will; folgender Vergleich giebt davon einen gedrängten Ueberblick:

Es verhalten sich:

<i>Deutsches Medicinalgewicht.</i>	<i>Französisches Grammgewicht.</i>	
1 ℥ = ʒ xij	wie 357663,96	Milligrammen.
1 ʒ = ʒ viij	„ 29805,38	„
1 ʒ = J iij	„ 3725,666	„
1 J = gr. XX	„ 1241,888	„
1 gr.	„ 62,09444	„

Arithmetische Bezeichnungen und Notizen in obiger Beziehung.

+ plus. — minus. × mal. : zu. = aequal.

Die vorbemerkten Zeichen kommen sowohl bei stöchiometrischen, als auch bei mathematisch-physikalischen Berechnungen der Kürze wegen vor, mit welcher die Verhältnisse formular ausgedrückt werden, und müssen desshalb jedem Pharmaceuten bekannt sein,

Das *arithmetische Quadrat* oder die *Quadratzahl* wird durch die mit sich selbst multiplicirte Zahl ausgedrückt; z. B.

4 ist die Quadratwurzel von 16, oder

16 ist die Quadratzahl von 4; denn

$4 \times 4 = 16$ oder

1 Quadratfuss hat $12 \times 12 = 144$ Quadratzoll.

Der *arithmetische Würfel* oder die *Kubikzahl* wird gebildet, indem man die Zahl des Quadrats nochmals mit der Quadratwurzel multiplicirt; z. B.

$4 \times 4 = 16 \times 4 = 64$ oder

ein Kubikfuss hat $12 \times 12 = 144 \times 12 = 1728$ Kubikzoll.

Notizen.

Ein Kubikfuss *Quecksilber* wiegt 774 ℥ 27 Loth 103 Gran.

„ „ *Wasser* „ 56 „ 16 „ — „

„ „ *atmosph. Luft* „ — „ — „ 564 „

Um auf einen Quadratfuss Grundfläche den gleich grossen Druck einer Atmosphäre durch Quecksilber zu bewirken, bedarf man, da Quecksilber 10,551 mal schwerer als atmosphärische Luft ist, nur 28 Zoll Quecksilbersäule; oder, um einen gleichen Druck durch Wasser zu bewirken, welches 13,7165 mal leichter als Quecksilber ist, $13,7165 \times 28 = 384$ Zoll = 32 Fuss Wassersäule; und $10551 \times 28 = 24619$ Fuss wäre demnach die Höhe der Atmosphäre bei durchaus gleicher Spannung, Dichtigkeit, Trockne und mittlerer Temperatur.

Ueber Maass und Maassstabe.

Da es bekannt und aus vorstehend einfachem Beispiele deutlich einzusehen ist, dass jeder wissenschaftlich gebildete Mann, und insbesondere der Pharmaceut, mit der Kenntniss des Gewichtes auch diejenige des Maasses, in verschiedenem Sinne genommen, zu verbinden hat, so glaube ich hier eine kurze, vergleichende Recitation des darauf Bezüglichen einschalten zu dürfen.

Man unterscheidet *Längen-, Flächen- und Körpermaass*,
oder auch

- | | |
|---|---------------------|
| a) ein <i>geometrisches</i> (räumliches) | } Maassverhältniss. |
| b) ein <i>kubisches</i> (körperliches) | |
| c) ein <i>arithmetisches</i> (zeitliches) | |

Ferner

- a) ein *Linienmaass* nach *einer* Richtung, nämlich in die Länge, Breite oder Höhe;
b) ein *Flächen- oder Quadratmaass*, nach *zwei* Richtungen oder vier gleichen Randlinien;
c) ein *Massen- oder Kubikmaass*, nach *drei* Richtungen oder sechs gleichen Aussenflächen.

Messungen, in einem oder dem andern Sinne genommen, wie hier angedeutet worden, geschehen nun sowohl in technischer als wissenschaftlicher Beziehung in einem gewissen angenommenen Maassstabe, zu welchem bei verschiedenen Nationen auch verschiedene Einheiten zu Grunde gelegt wurden, wodurch es nöthig wird, durch Vergleich und Berechnung sich gegenseitig zu verständigen.

Für unsern gegenwärtigen Zweck wird der folgende hinreichen.

Verhältniss des deutschen zu dem französischen Maasse.

Die Franzosen haben den zehnmillionsten Theil des Erdmeridian-Quadranten als Einheit — mit der Benennung *Meter* — angenommen und nach dem Decimalsysteme, wie hier bemerkt ist, eingetheilt.

Meter, die Einheit.

10 Meter benannt Decameter.	$\frac{1}{10}$ Meter benannt Decimeter.
100 " " Hektometer.	$\frac{1}{100}$ " " Centimeter.
1000 " " Kilometer.	$\frac{1}{1000}$ " " Millimeter.
10000 " " Myriameter.	

Die Deutschen haben ihren Maassstab in Klafter, Fuss, Zoll, Linien und Punkten; diese werden, wie folgt, mit dem französischen Maasse verglichen.

Klafter.

Millimeter.

1 Klafter = 6 Fuss	ist gleich	1896,614	Millimeter.
1 Fuss = 12 Zoll	" "	316,1023	"
1 Zoll = 12 Linien	" "	26,34168	"
1 Linie = 12 Punkten	" "	2,195155	"
1 Punkt	" "	0,18293	"
Eine Meile = 3911 Klafter = 3806 Toisen = 7407 Meter.			

Allgemeine Notizen für Längenmaasse.

Nach dem mittleren Grade, oder dem neunzigsten Theile des nördlichen Erdmeridian-Quadranten zu 58661 W. Klafter = 57083 Toisen = 111111 Meter, gehen auf einen solchen Meridiangrad:

15 geographische (deutsche) Meilen,	600 griechische Stadien,
25 französische Landmeilen,	104,3 russische Werste,
69,12 englische "	1500 " Arschin,
73 " Yards,	20 französische Seemeilen,
14,37 preussische Meilen,	60 englische "

|*

19 holländische Meilen,
60 italienische

750 griechische Seestadien.

Specielle Notizen für Höhenmaasse und Entfernung.

Mittlerer Erdhalbmesser = 1719 geographische Meilen.
Abstand der Erde von der Sonne = 21,000,000 geogr. Meilen.
Lichtschnelle in einer Sekunde = 40,000 geogr. Meilen.
Schallschnelle in einer Sekunde = 1038 Fuss.
Bedeutendste Erhebung mit einem Luftballon, von Gay Lussac erreicht = 3637 Klafter.

Höhe des Dhawalagiri im Himalaya-Gebirge = 4124 Klafter.

„ „ Chimborazzo in Quito = 3443 Klfr.

„ „ Montblanc = 2512 Klfr.

„ „ Klosters St. Gotthard = 1140 Klfr.

„ „ St. Bernhard = 1310 Klfr.

B) *Das specifische Gewicht*, oder das jedem Körper im Vergleiche mit einem andern bei gleichen Raumtheilen zukommende, eigenthümliche Gewicht, hat chemisch reines Wasser bei einer bestimmten Temperatur zur Einheit, und wird zum bequemen Vergleiche mit der Zahl 1,000 bezeichnet; und zwar so, dass die Nullen als Decimalstellen gelten, indem man selbige durch einen Strich von der ganzen Zahl absondert.

Das specifische Gewicht verschiedener Körper gegen einander verhält sich bei gleichen Raumtheilen gerade wie ihr absolutes Gewicht, d. h. wenn ein Kubikzoll Wasser 251 Gran, und ein Kubikzoll Quecksilber $3442\frac{1}{2}$ Gran wiegt, so verhalten sich diese Gewichte, nämlich:

$$251 : 3442\frac{1}{2} = 1,000 : x$$

$$3442\frac{1}{2} \times 1000 = 3442500 : 251 = 13,715$$

oder 1,000 Wasser zu 13,715 Quecksilber; die specifischen Gewichte beider.

Da aber nur flüssige Körper eine genaue Messung zum Vergleiche zulassen, so müssen für feste, im Wasser auflösliche und unauflösliche, Wasser einsaugende, auf Wasser schwimmende, und darin untersinkende Körper, sowie für Dämpfe und Gasarten, andere Methoden gewählt werden, um ihr specifisches Gewicht zu bestimmen, und zwar wie folgt.

1) *Tropfbar flüssige Körper.*

Man nimmt ein Glasfläschchen mit engem Halse und eingeriebenem Stöpsel, wägt es genau ab, und bemerkt dessen Tara. Sodann füllt man dasselbe mit destillirtem Wasser bis an eine im Halse des Fläschchens bezeichnete Stelle, wägt es, und bemerkt sich abermals das Gewicht, und zwar für immer dauerhaft auf dem Glase selbst.

Soll nun das specifische Gewicht einer andern Flüssigkeit bestimmt werden, so füllt man das reine, wohl ausgetrocknete Fläschchen mit derselben bis genau zu dem darauf befindlichen Zeichen, und wägt sodann den Inhalt. Das sich ergebende Gewicht, mit dem des Wassers verglichen, nach Abzug der Tara, ergibt nach obiger

Angabe das gesuchte specifische Gewicht des darauf geprüften Körpers, d. h. wenn das Wasser 1200 Grane, und mit demselben verglichene Essigsäure 1248 Grane wog; so verhalten sich diese, wie:

$$1200 : 1248 = 1,000 : 1,040 \text{ das specif. Gew. der Essigsäure.}$$

Dieses etwas umständliche Verfahren hat man sowohl durch die bekannten Senkwagen (Areometer), als auch durch Verfertigung besonderer Gewichte nach dem Decimalsysteme zu der hydrostatischen Wage erleichtert und verbessert.

Bei der hydrostatischen Wage, wie auch bei der Senkwage, ist folgendes Gesetz zu Grunde gelegt, nämlich: wie sich der Gewichtsverlust eines Körpers im Wasser zu dem Gewichtsverluste oder zur Zunahme in einer andern Flüssigkeit verhält, so verhalten sich 1,000 des Wassers zu dem specifischen Gewichte der andern Flüssigkeit.

2) Feste, im Wasser unauflösliche, untersinkende Körper.

Das specifische Gewicht solcher Körper wird durch die hydrostatische Wage mit Glaseimer nach folgendem Gesetze gefunden.

Wie sich verhält der Gewichtsverlust eines Körpers im Wasser zu seinem absoluten Gewichte in der Luft, so verhält sich 1000 : x dem specifischen Gewichte des Körpers; z. B.

Ein Stück Zink wiege in der Luft 6758 Gran.

„ „ „ „ im Wasser 6664 Gran.

also 94 Gran Gewichtsverlust.

Es verhalten sich also $94 : 6758 = 1000 : x$ oder 7,19 das specifische Gewicht des Zinks.

Oder: Ein Stück Phosphor wiege in der Luft 21,24 Gran.

„ „ „ „ im Wasser 21,12 „

also 00,12 Gr. Gewichtsverlust.

$12 : 21,24 = 1000 : 1,770$ das specifische Gewicht des Phosphors.

3) Feste, im Wasser unlösliche, darauf schwimmende Körper.

Solche werden, nachdem man sie in der Luft gewogen hat, durch Beschwerung untergetaucht, und mittelst Drath oder eines Pferdehaares an der Wage befestigt, der Gewichtsverlust unter Wasser gefunden, von welchem das der Beschwerung zukommende Gewicht, nebst dessen Verlust unter Wasser abgezogen wird, welches man zuvor ausgemittelt hat. Oder, was einfacher ist, man bringt die Wage mit der bestimmten Beschwerung zuvor unter dem Wasser ins Gleichgewicht, ehe man den zu prüfenden Körper damit verbindet. Für den letzten Fall bediene man sich einer fein durchlöchernten Silberbüchse, an welche ein Drath zum Einhängen oder Einschrauben an die Wage fest angelöthet ist, durch deren Gewicht leichtere Körper (Holzstückchen, Samen, Harze, Talg) untergetaucht werden, und welche auch den Eimer in vielen Fällen ersetzt. Die Berechnung ist folgende:

Ein Stück Wachs nebst Beschwerung wiege in der Luft 5062,296 Gr.

die Beschwerung allein 5027,520 „

also das Wachs allein 00,34,776 „

Wachs und Beschwerung verlieren unter Wasser 48,036 Gran.
die Beschwerung allein 48,000 "

also das Wachs allein $\frac{00,036}{1000}$ "

$36 : 34,776 = 1000 : 0,966$ das specifische Gewicht des Wachses.

- 4) *Pulverförmige oder schwer fassbare Körper, welche in Wasser unauflöslich und leichter als dasselbe sind.*

Man bediene sich zur Ermittlung des specifischen Gewichtes solcher Körper des bei Nr. 1 angeführten Fläschchens, worin man die zuvor gewogene pulverförmige Substanz schüttet, und den leer bleibenden Raum so lange bei stetem Umschütteln mit Wasser ausfüllt, bis keine Luftbläschen mehr bemerkt werden. Nun wird das Fläschchen mit seinem Inhalte gewogen, wo sich der Gewichtsverlust der Substanz ergibt, wenn man das gefundene Gewicht von demjenigen abzieht, welches das mit reinem Wasser gefüllte Fläschchen zuvor angab.

- 5) *Feste, in Wasser unauflösliche, dasselbe aber einsaugende, jedoch davon nicht aufschwellende Körper.*

Der auf sein specifisches Gewicht zu prüfende Körper wird zuerst in der Luft gewogen, und nachher zum zweitenmal, wenn er sich mit Wasser angesaugt hat, wo man die Gewichtszunahme sich anmerkt; sodann wägt man ihn unter Wasser.

Dem sich nun ergebenden Gewichtsverluste wird die Gewichtszunahme durch vorheriges Einsaugen zuaddirt, sodann, wie bereits mehr angegeben worden, das Verhältniss berechnet.

- 6) *Körper, welche in Wasser auflöslich sind.*

Sie werden zum Vergleiche mit ihrem absoluten Gewichte in der Luft in einer Flüssigkeit gewogen, worin sie nicht auflöslich sind und deren specifisches Gewicht bekannt ist.

Bei der Berechnung hat man sodann anstatt des specifischen Gewichtes des Wassers dasjenige der angewandten Flüssigkeit in Vergleich zu stellen, wo sich das gesuchte Resultat ergibt.

- 7) *Gasförmige Körper und Dämpfe.*

Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes der Gasarten und Dämpfe wird mehrentheils die Atmosphäre als Einheit angenommen, wiewohl auch nicht selten das Wasser.

Gewöhnlich bedient man sich zur Fassung und Wägung elastischer Flüssigkeiten gläserner Ballons. Bei solchen, welche gefirnisssten Taftt oder Rindsblase nicht angreifen, können Ballons von diesen im Kleinen angewandt werden. Zu vielen Zwecken der Art entsprechend, bediene ich mich eines mit Kautschoukfirniss (Auflösung des Kautschouk in rektificirtem Theer- oder Kienöl) überzogenen Ballons von starkem Seidenzeug gefertigt, $1\frac{1}{2}$ Fuss im Durchmesser und mit einem Luftventile versehen; dieser ist sowohl wegen bequemer Entleerung als auch wegen seiner Dauerhaftigkeit sehr vortheilhaft und zweckmässig. Das Verfahren ist folgendes:

Nachdem man sich das Gewicht des luftleeren, sowie auch des

mit
Ver
ode
sod
luft
selb

zur
sers
wie

sch
zu u
der

Gr.

62

61

60

59

58

57

56

55

54

Gr

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

mit atmosphärischer Luft und mit Wasser erfüllten Ballons für fernere Vergleiche angemerkt hat, wird der Ballon mit der zu prüfenden Gas- oder Dampfart von bestimmter Spannung und Temperatur erfüllt, und sodann gewogen; von dem gefundenen Gewichte wird dasjenige des luftleeren Ballons abgezogen, so hat man das absolute Gewicht derselben.

Dieses absolute Gewicht der Gas- oder Dampfart giebt im Vergleiche zur Atmosphäre, oder mit demjenigen des zuvor gewogenen Wassers bei gleichem Raumverhältniss verglichen, das specifische Gewicht der geprüften Gasart.

Da man sich gewöhnlich zum praktischen Gebrauche der Beaumeschen Aräometer bedient, um das specifische Gewicht von Flüssigkeiten zu untersuchen, so folgt hier die von Huss verfertigte Reduktionstabelle der Grade jener Senkwagen auf das specifische Gewicht.

Flüssigkeiten leichter als Wasser.

Gr.	Sp.Gew.	Gr.	Sp.Gew.	Gr.	Sp.Gew.	Gr.	Sp.Gew.	Gr.	Sp.Gew.	Gr.	Sp.Gew.
62	0,7251	53	0,7646	44	0,8047	35	0,8479	26	0,8974	17	0,9526
61	0,7314	52	0,7689	43	0,8093	34	0,8531	25	0,9032	16	0,9591
60	0,7354	51	0,7733	42	0,8139	33	0,8584	24	0,9091	15	0,9657
59	0,7394	50	0,7777	41	0,8186	32	0,8638	23	0,9151	14	0,9724
58	0,7435	49	0,7821	40	0,8233	31	0,8693	22	0,9212	13	0,9792
57	0,7476	48	0,7866	39	0,8281	30	0,8748	21	0,9274	12	0,9861
56	0,7518	47	0,7911	38	0,8329	29	0,8804	20	0,9336	11	0,9930
55	0,7560	46	0,7956	37	0,8378	28	0,8860	19	0,9399	10	1,0000
54	0,7603	45	0,8001	36	0,8428	27	0,8917	18	0,9462		

Flüssigkeiten schwerer als Wasser.

Gr.	Sp.Gew.	Gr.	Sp.Gew.	Gr.	Sp.Gew.	Gr.	Sp.Gew.	Gr.	Sp.Gew.	Gr.	Sp.Gew.
0	1,0000	13	1,0988	26	1,2184	39	1,3686	52	1,5576	65	1,8082
1	1,0070	14	1,1071	27	1,2288	40	1,3815	53	1,5742	66	1,8312
2	1,0141	15	1,1155	28	1,2394	41	1,3947	54	1,5912	67	1,8548
3	1,0213	16	1,1240	29	1,2502	42	1,4082	55	1,6086	68	1,8790
4	1,0286	17	1,1326	30	1,2612	43	1,4219	56	1,6264	69	1,9038
5	1,0360	18	1,1414	31	1,2724	44	1,4359	57	1,6446	70	1,9291
6	1,0435	19	1,1504	32	1,2838	45	1,4501	58	1,6632	71	1,9548
7	1,0511	20	1,1596	33	1,2954	46	1,4645	59	1,6823	72	1,9809
8	1,0588	21	1,1690	34	1,3071	47	1,4792	60	1,7019	73	2,0073
9	1,0666	22	1,1785	35	1,3190	48	1,4942	61	1,7220	74	2,0340
10	1,0745	23	1,1882	36	1,3311	49	1,5096	62	1,7427	75	2,0610
11	1,0825	24	1,1981	37	1,3434	50	1,5253	63	1,7640		
12	1,0906	25	1,2082	38	1,3559	51	1,5413	64	1,7858		

Specifisches Gewicht der Gasarten und Dämpfe nach Scholze's
Lehrbuch der Physik.

Namen.	Atmo- sphäre =1,0000	Wasser =1,00000	Namen.	Atmo- sphäre =1,0000	Wasser bei 3,5° =1,00000
Atmosphärische Luft	1,0000	0,00130	Kohlenoxydgas	0,9569	0,00123
Hydrojodgas	4,4430	0,00578	Phosphorwasserstoffg.	0,8700	0,00113
Kieselflusssaures Gas	3,5735	0,00162	Ammoniakgas	0,5967	0,00078
Chlorgas	2,4700	0,00321	Kohlenwasserstoffgas	0,5550	0,00072
Fluorborsaures Gas	2,3709	0,00309	Arsenikwasserstoffg.	0,5290	0,00069
Schwefeligsaaures Gas	2,1930	0,00285	Wasserstoffgas	0,0688	0,0000895
Cyangan	1,8064	0,00235	Dampf v. Jodine	8,6195	0,01122
Oxydirtes Stickgas	1,5204	0,00198	„ „ Hydrojodäth.	5,4749	0,00718
Kohlensaures Gas	1,5196	0,00197	„ „ Terpentinöl	5,0130	0,00655
Salzsaures Gas	1,2474	0,00162	„ „ schw. Salzäth.	3,4434	0,00448
Hydrothiongas	1,1912	0,00155	„ „ Schw.alkohol	2,6447	0,00344
Sauerstoffgas	1,1056	0,00144	„ „ Schwefeläth.	2,5860	0,00337
Salpetergas	1,0388	0,00135	„ „ Salzäther	2,2190	0,00288
Oelbildendes Gas	0,9784	0,00127	„ „ absol. Weing.	1,6133	0,00210
Stickgas	0,9691	0,00126	Wasserdampf	0,6235	0,00082

C) *Mischungsgewicht.* Unter dem Mischungsgewichte wird das in Zahlen des absoluten Gewichtes ausgedrückte Raumverhältniss verstanden (Einigungsverhältniss), in welchem sich einfache und zusammengesetzte Körper nach natürlichen unveränderlichen Gesetzen verbinden; oder mit andern Worten: Alle Verbindungen einfacher und zusammengesetzter anorganischer, zum Theil auch organischer Körper (Stoffe) finden in der Natur nicht nach Gewichtsmengen, sondern nach Raumtheilen (Maassen, Volumen) Statt; um aber für die Praxis im Gebiete der Wissenschaft und Künste einen genaueren, sicherern Maassstab zu haben, wenn wir Verbindungen verschiedenartiger Stoffe bezwecken, so hat man jene natürlichen Raumverhältnisse in Zahlen des absoluten Gewichtes ausgedrückt, und ferner um ein stöchiometrisches Grundverhältniss (Aequivalent) der verschiedenen Stoffe gegen und zu einander zu bilden, sowohl den Sauerstoff als auch den Wasserstoff nach ihrem specifischen Werthe als Einheiten gesetzt, da beide Grundstoffe mit den übrigen Elementen die meisten Fundamental-Verbindungen eingehen.

Dass ich mich entschieden (gegen Berzelius theoretische Ansicht) für die Volumtheorie erkläre, hat folgenden Grund.

Die Corpuskulartheorie setzt für die Bildung der zusammengesetzten Körper in der Natur ein Gewichtsverhältniss voraus, nach welchem die Atome als Mischungsaequivalente gegen einander gestellt erscheinen, welches zwar mit der Volumtheorie gleiche Resultate liefern muss, da die Verschiedenheit des specifischen Gewichtes der uns bekannten Elemente, auch nach dem absoluten Gewichte genommen, dennoch ein gleiches Raumverhältniss bedingt. Es ist aber naturgemässer, begreiflicher und wahrscheinlicher, dass die Natur oder der schaffende Geist derselben eher nach Maassverhältnissen die Zusammensetzung

vielfältig verschiedener Körper aus vorhandenen Elementen bewirkte, als dass er solche nach Gewichtsmengen verband, da alle Forschungen und Erfahrungen auf öfters sehr grossen Umwegen zur Erkenntniss der einfachsten Gesetze und Kraftdirectionen in der bildenden Natur hinführen; und wie einfach ergiebt sich das Gesetz der Einigung nach Raumtheilen, wozu der Maassstab, nach Belieben genommen, dennoch ein immer gleich bleibendes Verhältniss bewirken muss, besonders wenn wir uns die eigentliche Urform der Elemente mit grosser Wahrscheinlichkeit als Gasarten vorstellen; — wo hingegen zur Gewichtsbestimmung ein wandelbarer Mechanismus vorausgesetzt wird, welchen der Geist des Universums gewiss nicht den wandellosen Gesetzen der Natur zu Grunde legte. Dass übrigens diese Hypothese im Vergleiche mit der entgegengesetzten nur in den Begriffen eine andere Ansicht bedingt, keineswegs aber auf die Praxis bei chemischen Proceduren, oder auf die Gesetze der Einigungslehre (Stöchiometrie) eine Aenderung zur Folge hat, ist leicht einzusehen, und somit freigestellt, welcher Theorie man den Vorzug zu geben geneigt ist; denn eine weitere Definition würde mich hier von dem Plane dieser Schrift zu weit ablenken, da selbige in das Gebiet der Naturphilosophie gehört. Wir fahren somit wieder fort in dem oben Begonnenen, wie folgt:

Die Kenntniss der Mischungsgewichte einfacher und zusammengesetzter Stoffe, nebst den Aequivalentsverhältnissen derselben, setzt uns in den Stand, die Richtigkeit einer Analyse zu beurtheilen, giebt uns die Verhältnisse an, in welchen man Verbindungen und Separationen bewirken, d. h. wechselseitige Zersetzungen, Ausscheidungen und neue Zusammensetzungen bewerkstelligen kann, und ist sonach bei praktischer Anwendung von vielfältigem Nutzen, wovon die hier angefügte Tabelle eine gedrängte Uebersicht darbietet, und gleichzeitig die elektro-chemische Rangordnung der Elemente, — ihr specifisches Gewicht, — ihre Auflöslichkeit in Wasser nach Ordnung der Alkalien, alkalischen Erden, metallischen und nichtmetallischen Grundlagen, — die wichtigsten Verbindungen derselben mit Sauerstoff, Schwefel und Chlor, — das Verhältniss des negativen zu dem positiven Bestandtheile der Körperverbindung in 100 Theilen (Procenten), — so wie auch die gebräuchlichsten Formeln zur kurzen Bezeichnung der Verbindungsverhältnisse darstellt.

Tabellarische Uebersicht

des stöchiometrischen Werthes und Verhaltens sämmtlicher Grundstoffe gegen einander, insbesondere zu Sauerstoff, Schwefel und Chlor, mit Beimerkung ihres specifischen Gewichtes und ihrer Auflöslichkeit in Wasser in electro-chemischer Rangordnung aufgestellt.

Formel.	Namen.	Specif. Gew.	Basis.		Stöchiometrische Werthe.	
			+	-	Oxygen = 100.	Hydrogen = 16.
	<i>Negativelektrische Grundstoffe. Säurebild. Prinzipie.</i>					
O	Oxygen	1,1026			100,000	16,026
S	Schwefel	1,98			201,165	32,239
S̄	Schwef. S., wässerige	1,04	50,14	49,86	401,165	64,291
S̄	Schwefelsäure . . .	1,85	40,14	59,86	501,165	80,317
N	Azot	0,976			88,518	14,186
N̄	Stickstoff-Oxydul .	1,527	63,93	36,07	277,036	44,397
N̄	„ Oxyd	1,093	46,99	53,01	188,518	30,212
N̄	Salpetrige Säure . .		37,14	62,86	477,036	76,449
N̄	Salpeter-Säure . . .	1,515	26,17	73,83	677,036	108,503
NC	Cyan	1,8064	53,66	46,34	164,955	26,436
Cy+H	Hydrocyansäure . .	0,7058	96,36	3,64	171,194	27,436
Cl	Chlor	2,47			221,325	35,412
Cl̄	„ Oxydulgas	2,417	81,57	18,43	542,650	86,850
Cl̄	„ Oxydgas	2,74	59,6	40,4	742,650	118,902
Cl̄	„ Säure		46,95	53,05	942,650	150,954
Cl̄	„ „ oxydirte		38,73	61,27	1142,650	183,006
Cl+H	„ Wasserstoff-S.	1,21	97,25	2,75	227,563	36,412
Br	Brom	2,966			941,100	150,821
Br̄	Bromsäure		66,18	33,82	1441,100	230,951
Br H	Hydrobromsäure . .		98,74	1,26	953,579	152,821
J	Jod	4,946			789,145	126,470
J̄	Jodsäure		75,94	24,06	2078,290	343,070
J H	Jod-Wasserst.-Säure	4,37	99,21	0,79	795,484	127,470
F	Fluor				116,900	18,734
F ⁶ Si	„ silicium	3,5735	71,64	28,36	978,478	156,875
F H	Hydrofluorsäure . .	1,0609	94,93	5,07	123,139	19,734
P	Phosphor	1,77			196,155	31,436
P̄	Unter-Phosph.-Säure		79,69	20,31	492,310	78,898
P̄	Phosphorige Säure		56,67	43,33	692,310	110,950
P̄	Phosphorsäure . . .		44	56	892,310	143,002
P H	Phosph.-Wasserst.-G.	1,761	19,28	8,72	398,549	63,872
Se	Selen	4,30			247,351	39,642
Sē	Selenige Säure . . .		71,22	28,78	347,351	55,668
S̄	Selen-Säure		62,25	37,75	794,702	111,336
Se H	Hydroselensäure . .		97,54	2,46	253,590	40,642

Formel.	Namen.	Specif. Gew.	Basis. +	Säurer -	Stöchiometrische Werthe.	
					Oxygen = 100.	Hydrogen = 16.
Ar	<i>Arsenik</i>	5,96			470,042	73,329
Är	Arsenige Säure	3,695	75,82	24,18	1240,084	198,736
Är	Arsenik-Säure	2,39	65,27	34,73	1440,084	230,788
Ar H ³	Arsenik-Wasserstoff	2,695	96,17	3,83	488,759	88,329
Ar S	Schw.-Arsenik, rother		70,03	29,97	671,207	107,628
Ar S ³	" " gelber		60,9	39,1	1543,579	247,555
Cr	<i>Chrom</i>	5,90			351,819	56,383
Er	Chromoxydul	2,57	70,11	29,88	1003,638	160,843
Cr	Chromoxyd		63,76	36,24	551,819	88,435
Cr	Chromsäure		53,98	46,02	651,819	104,451
Mo	<i>Molybdän</i>	8,60			598,525	95,920
Mo	Molybdänoxydul		85,69	14,31	698,525	111,946
Mo	Molybdänoxyd		75	25	798,525	127,972
Mo	Molybdänsäure	3,49	66,62	33,38	898,525	143,998
Mo S	Schw.-Mbd. Wasserbl.	4,4	59,81	40,19	1000,855	160,398
Wo	<i>Wolfram</i>	17,21			1188,200	189,621
Wo	Wolframoxyd		85,59	14,41	1388,200	221,673
Wo	Wolframsäure	6,12	79,84	20,16	1488,200	237,699
W S	Schwefel-Wolfram		74,62	25,38	1590,530	254,099
B	<i>Boron</i>				135,983	21,739
B	Borsäure	1,48	31,19	68,81	871,966	139,743
B F ³	Fluorborsäure	2,371	27,94	72,06	486,683	77,995
C	<i>Carbon</i>	3,5			76,437	12,250
C	Kohlenstoffoxyd-Gas	0,97	43,32	56,68	176,437	28,276
E	Sauerkleesäure	1,507	36,76	66,24	452,874	72,578
C	Kohlensäure	1,524	27,65	72,35	276,437	44,302
CH ⁴	Kohlenwasserst.-Gas	0,559	75,38	24,61	101,395	16,250
CH ²	" " ölbildendes	0,985	85,95	14,05	88,916	14,250
An	<i>Antimon</i>	6,72			806,452	129,243
Än	Antimonoxyd	5,6	84,32	15,68	1912,904	306,564
Än	Antimonsäure		76,34	23,66	2112,904	209,373
An S ³	Schw.-Ant., schwarz.	4,0	72,78	27,22	2216,399	355,203
An S	" " rothes		66,72	33,28	1007,617	161,482
An S ⁵	" " Goldschw.		61,5	38,4	2618,729	419,681
An Cl	Chl.-Ant.-Spiesgl. But.	1,34	54,84	45,16	1470,427	235,479
Te	<i>Tellur</i>	6,13			806,452	129,032
Te	Tellursäure		80,13	19,87	1006,452	161,084
Te H ⁴	Hydro-Tellursäure		97	3	831,408	133,025
Ti	<i>Titan</i>	6,11			389,092	62,355
Ti	Titanoxyd	4,22	66,05	33,95	589,092	94,407
Ti	Titansäure		56,46	43,54	689,092	110,433
Ti S	Schwefel-Titan		49,16	50,84	791,422	126,833
Ta	<i>Tantal</i>	5,96			1153,715	184,594

Formel.	Namen.	Specif. Gew.	Basis. +	Säurer -	Stöchiometrische Werthe.	
					Oxygen = 100.	Hydrogen = 16.
Ta	Tantaloxyd . . .		92,02	7,98	1253,715	200,620
Ta	Tantalsäure . . .	6,5	88,49	11,51	2607,430	417,266
Ta S ³	Schwefeltantal . . .		79,29	20,71	2910,925	465,905
Ta Cl ³	Chlortantal . . .		63,47	36,53	1817,690	290,830
Va	<i>Vanadium</i> . . .				856,022	137,186
Va	Vanadoxydul . . .		89,54	10,46	956,022	153,212
Va	Vanadoxyd . . .		81,06	18,94	1056,022	169,238
V	Vanadsäure . . .		74,05	25,95	1156,022	185,264
Si	<i>Silicium</i> . . .				277,478	44,396
Si	Siliciumsäure . . .	2,66	48,04	51,96	577,478	92,474
Os	<i>Osmium</i> . . .	10,0			1244,086	199,053
Os	Osmiumoxydul . . .		92,56	7,44	1344,086	215,079
Os	Osmiumoxyd . . .		86,15	13,85	1444,086	231,105
Os Cl ²	Chlor-Osmium . . .		73,75	26,25	1686,736	269,877
H	<i>Hydrogen</i> . . .	0,0688			6,239	1,000
H	Wasserstoffoxyd. W. . .	1,000	88,90	11,10	112,479	18,026
H	Wasserstoffüberoxyd . . .	1,453	11,12	88,88	206,238	33,052
H ² N	Ammoniak . . .	0,875	82,35	17,65	214,474	34,372
H S	Schwefelwasserstoff . . .	0,9	94,17	5,83	213,644	34,239
	<i>Positive elektrische Grundstoffe, salfähige Basen; in Wasser unauflöslich.</i>					
Au	<i>Gold</i> . . .	19,25			1243,013	199,207
Au	Goldoxydul . . .		96,17	3,83	2586,026	414,440
Au	Goldoxyd . . .		89,23	10,77	2786,026	446,492
Au Cl	Chlorgold . . .		88,88	15,12	1464,338	234,619
Au Cl ³	Chlorgold 1½ . . .		65,18	34,82	1906,988	305,443
Ir	<i>Iridium</i> . . .	15,58			616,630	98,660
Ir	Iridiumoxydul . . .		92,49	7,51	1333,260	213,346
Ir	Iridiumoxyd . . .		86,6	13,4	716,630	114,686
Ir Cl	Chloriridium 1tes . . .		73,58	26,42	837,955	134,072
Rh	<i>Rhodium</i> . . .	11,00			651,400	104,393
Rh	Rhodiumoxydul . . .		92,87	7,13	1402,800	224,812
Rh	Rhodiumoxyd . . .		81,28	18,72	1602,800	256,864
Rh S ³	Schwefel-Rhodium . . .		68,34	31,66	1906,295	305,503
Pt	<i>Platin</i> . . .	21,25			1233,260	197,321
Pt	Platinoxidul . . .		92,49	7,51	1333,260	213,347
Pt	Platinoxid . . .		85,91	14,09	1433,260	229,373
Pt S	1te Schwefel-Platin . . .		85,97	14,03	1434,425	229,560
Pt S	2te Schwefel-Platin . . .	3,5	75,4	24,6	1635,590	261,799
Pt Cl	1te Chlor-Platin . . .		73,58	26,42	1675,910	268,145
Pt Cl ²	2te Chlor-Platin . . .		58,21	41,79	2118,560	338,969
Pa	<i>Palladium</i> . . .	11,3			665,850	106,709
Pa	Palladoxydul . . .		86,94	13,06	765,850	122,735

Formel.	Namen.	Specif. Gew.	Basis. +	Säurer -	Stöchiometrische Werthe.	
					Oxygen = 100,000.	Oxygen = 1,000.
Pa	Palladoxyd . . .		76,9	23,01	865,850	138,761
Hg	Quecksilber . . .	13,56			1265,822	202,860
Hg	Quecksilberoxydul . . .	10,074	96,2	3,8	2631,644	421,746
Hg	Quecksilberoxyd . . .	11,085	92,68	7,32	1365,822	218,886
Hg S	1te Schw.-Qs. (schwarz)		92,63	7,37	2732,809	437,959
Hg S	2te „ „ (Cinabaris)	8,124	86,28	13,72	1466,987	235,099
Hg Cl	1fach Chl.-Qs. (Calomel.)	7,7	85,12	14,88	1487,147	238,272
Hg Cl ²	2fach „ „ (Sublimat)	5,42	74,12	25,88	1708,472	273,684
Hg J	1fach Jod-Quecksilber	7,75	61,59	38,41	2054,967	329,330
Hg J ³	1½ „ „	6,32	51,67	48,33	4899,079	785,130
Ag	Silber	10,51			1351,607	216,608
Ag	Silberoxyd	7,14	93,11	6,89	1451,607	232,634
Ag S	Schwefelsilber . . .		87	13	1552,772	248,847
Ag Cl	Chlorsilber	5,548	75,35	24,65	1794,257	287,432
Cu	Kupfer	8,78			395,695	63,415
Cu	Kupferoxydul . . .		88,78	11,22	801,390	142,856
Cu	Kupferoxyd		79,82	20,18	495,695	79,441
Cu S	Schwefelkupfer . . .		79,73	20,27	992,555	159,069
Cu Cl	Chlorkupfer		64,16	35,84	617,020	98,827
Ur	Uranium	9,0			2711,360	434,522
Ur	Uranoxydul		96,44	3,55	2811,360	450,548
Ur	Uranoxyd (hydrat)		93,13	6,87	2911,360	466,574
Ur S	Schwefeluran		93,09	6,91	2912,525	466,761
Ur Cl ³	1½ Chloruran . . .		80,35	19,65	3375,335	540,758
Bi	Wismuth	9,82			1330,376	213,206
Bi	Wismuthoxyd		89,83	10,17	2960,752	474,490
Bi S	Schwefelwismuth . . .	7,59	82,79	17,21	1531,541	245,445
Bi Cl ³	Chlorwism. (basisch)		66,7	33,3	1994,351	319,442
Sn	Zinn	7,29			735,294	117,839
Sn	Zinnoxidul	6,66	88,03	11,97	835,294	133,865
Sn	Zinnoxid (S.-Asche)	6,63	78,61	21,39	935,294	149,891
Sn S	1tes Schwefelzinn . .	5,26	78,51	21,48	936,459	150,078
Sn S ²	2tes „		70,93	29,07	2074,083	332,395
Sn S	3tes „ „ (Musivgold)	4,41	64,63	35,37	1137,624	182,317
Sn Cl ⁴	Chlorzinn einfach . . .		62,46	37,54	1177,944	188,663
Sn Cl ²	Chlorzinn doppeltes .	2,25	45,41	54,59	1620,594	259,487
Pb	Blei	11,35			1294,498	207,456
Pb	Bleioxyd (Glätte)	9,5	92,83	7,17	1394,498	223,482
Pb	Bl.überoxydul (Mennig)	9,9	89,62	10,38	2888,996	462,990
Pb	Bleiüberoxyd (braun.)	8,90	86,61	13,39	1494,498	239,508
Pb S	Schwefelblei		86,55	13,45	1495,663	239,695
Pb Cl ²	Chlorblei (neutrales)		74,54	25,46	1737,148	278,280
Ce	Cererium				574,718	92,104
Ce	Cereroxydul		85,17	14,83	674,718	108,130

Formel.	N a m e n .	Specif. Gew.	Basis. +	Säurer -	Stöchiometrische Werthe.	
					Oxygen = 100,000.	Oxygen = 1,000.
Ėe	Cereroxyd . . .		79,3	20,7	1449,436	232,286
Ce S	Schwefelcerer . .		74	26	775,883	124,343
Ce Cl ²	Chlorcerer . . .		56,43	43,57	1017,368	162,928
Co	<i>Cobalt</i>	8,71			368,991	59,135
Ĉo	Cobaltoxyd . . .		78,67	21,33	468,991	75,161
Ĉo	Cobaltüberoxyd . .		71	29	1037,982	166,348
Co S	1tes Schwefelcobalt		64,71	35,29	570,156	91,374
Co S ²	2tes „		55	45	1341,477	214,987
Co S	3tes „		47,84	52,16	1140,147	123,613
Co Cl	Chlorcobalt . . .		45,5	54,5	811,641	129,959
Ni	<i>Nickel</i>	8,66			369,675	59,241
Ĥi	Nickeloxyd . . .		78,7	21,3	469,675	75,267
Ĥi	Nickelüberoxyd . .		71,13	28,87	1039,350	166,560
Ni S	Schwefelnickel . .		64,7	35,3	570,840	91,480
Ni Cl	Chlornickel . . .		45,5	54,5	812,325	130,065
Fe	<i>Eisen</i>	8,78			339,213	54,363
Ĥe	Eis.Oxydul (Eisenmohr)		77,23	22,77	439,213	70,389
Ĥe	Eis.Oxyd (Eisensafran)	5,225	69,34	30,66	678,426	156,801
Fe S ⁶	1tes Schwefeleisen		93,1	6,9	2914,869	467,143
Fe S	2tes „		77,13	32,87	879,591	140,965
Fe S	3tes „		62,77	37,23	540,378	86,602
Fe S ³	4tes „		52,92	47,08	1281,921	205,443
Fe S ²	5tes „		45,74	54,26	741,543	118,841
Fe Cl ²	1tes Chloreisen . .		43,42	56,58	560,538	125,187
Fe Cl ³	2tes „		33,85	66,15	1003,189	160,599
Ka	<i>Kadmium</i>	8,69			696,767	111,663
Ka	Kadmiumoxyd . . .	8,183	87,45	12,55	796,767	127,689
Ka S	Schwefelkadmium		77,69	22,31	897,932	143,902
Ka Cl ²	Chlorkadmium . . .		61,18	38,82	1139,417	182,487
Zn	<i>Zink</i>	7,19			403,226	64,621
Ĥn	Zinkoxyd	5,6	80,12	19,88	503,226	80,646
Zn S	Schwefelzink . . .		66,71	33,29	604,391	96,860
Zn Cl ²	Chlorzink		47,71	52,29	845,876	135,445
Mn	<i>Mangan</i>	8,013			355,787	57,019
Ĥn	Manganoxydul . . .		78,06	21,94	455,787	73,045
Ĥn	Manganoxyd		70,34	29,66	1011,574	162,116
Ĥn	Manganüberoxyd . .	3,762	64,01	35,99	555,787	89,061
Ĥn	Mangansäure		58,73	41,27	1211,574	194,168
Mn S	Schwefelmangan . .	3,95	63,88	36,12	556,952	89,258
Mn Cl ²	Chlormangan		44,6	55,4	798,437	127,843

Formel.	N a m e n.	Specif. Gew.	Basis. Säurer		Stöchiometrische Werthe.	
			+	-	Oxygen = 100,000.	Oxygen = 1,000.
	<i>Elektrische Grundstoffe, salzfähige Basen.</i>					
	Erden, in Wasser unauflöslich.					
Zi	<i>Zirkonium</i>	3,02			420,238	67,348
Zi	<i>Zirkonoxyd</i>	4,3	73,70	26,30	1140,476	182,774
Al	<i>Alumium</i>				171,167	27,431
Al	<i>Alumiumoxyd</i>	2,0	53,3	46,7	642,334	102,940
Al Cl ³	<i>Chloralumium</i>		20,52	79,48	835,142	133,667
Yt	<i>Yttrium</i>				401,840	64,398
Yt	<i>Yttriumoxyd</i>	4,842	80	20	501,840	80,424
Th	<i>Thorium</i>				744,594	119,328
Th	<i>Thoriumoxyd</i>	9,402	88,16	11,84	844,594	135,354
Be	<i>Beryllium</i>				331,479	53,123
Be	<i>Berylliumoxyd</i>	2,967	62,36	37,64	531,479	85,175
	Alkalische Erden, in Wasser schwer löslich.					
Mg	<i>Magnium</i>	3,10			158,353	25,378
Mg	<i>Magn. Oxyd (Magnesia)</i>	2,3	61,29	38,71	258,353	41,404
Mg Cl	<i>Chlormagnium</i>		41,74	58,26	379,678	60,790
Ca	<i>Calcium</i>	3,30			256,019	41,030
Ca	<i>Calciumoxyd</i>	2,3	71,91	28,09	356,019	57,056
Ca	<i>Calciumüberoxyd</i>		56,14	43,86	456,019	73,082
Ca S ³	<i>Schwefelcalcium</i>		29,74	70,26	859,514	137,747
Ca Cl ²	<i>Chlorcalcium</i>		36,68	63,32	698,669	111,854
Sr	<i>Strontium</i>	4,68			547,285	87,708
Sr	<i>Strontiumoxyd</i>		84,55	15,45	647,285	103,734
Sr	<i>Strontiumüberoxyd</i>		73,22	26,78	747,285	119,760
Sr S	<i>Schwefelstrontium</i>		73,12	26,88	748,450	119,947
Sr Cl ²	<i>Chlorstrontium</i>		55,32	44,68	989,935	158,532
Ba	<i>Barytium</i>	3,34			856,880	137,324
Ba	<i>Barytiumoxyd</i>	4,0	89,55	10,45	956,880	153,350
Ba	<i>Barytiumüberoxyd</i>		81,07	18,93	1056,880	169,376
Ba Cl ²	<i>Chlorbarytium</i>		66	34	1299,530	208,148
	Alkalien, in Wasser leicht auflöslich.					
Li	<i>Lithium</i>				127,757	20,474
Li	<i>Lithiumoxyd</i>		56,09	43,91	227,757	36,500
Li Cl ²	<i>Chlorlithium</i>		22,42	77,58	570,407	91,298
Na	<i>Natrium</i>	0,972			290,897	46,620
Na	<i>Natriumoxydul</i>		85,33	14,67	681,794	109,266
Na	<i>Natriumoxyd</i>		74,43	25,57	390,897	62,646
Na	<i>Natriumüberoxyd</i>		65,98	34,02	881,794	141,318
Na Cl ²	<i>Chlornatrium</i>	2,12	39,69	60,31	733,547	117,444

Formel.	Namen.	Specif. Gew.	Basis.		Stöchiometrische Werthe.	
			+	-	Oxygen = 100,000.	Oxygen = 1,000.
Na+H	Natronhydrat . . .	1,536			452,376	80,672
K	Kalium	0,865			489,916	78,515
k	Kaliumoxydul . . .		90,74	9,26	1079,916	173,056
k	Kaliumoxyd		83,04	16,96	589,916	94,541
K	Kaliumüberoxyd . .		76,56	23,44	1279,832	205,108
K H ²	Kalihydrat (Aetzkali)	1,708			1304,790	209,108
K S	1tes Schwefelkalium		70,89	29,11	691,081	110,754
K S ²	2tes „		54,9	45,1	892,246	142,993
K S ³	3tes „ (Schw.Leber)		44,81	55,19	1093,411	175,232
K S ⁴	4tes „		41,03	58,97	2387,987	382,703
K S ⁵	5tes „		37,83	62,17	1294,576	207,471
K S ⁶	6tes „		35,12	64,88	2790,317	447,181
K S ⁷	7tes „		32,61	67,39	1495,741	239,710
K Cl ²	Chlorkalium . . .	1,826	52,57	47,43	932,566	149,339

Bemerkung. Der Raumersparniss wegen ist bei den Grundstoffen nur das einfache Zahlenverhältniss angesetzt, da die Vervielfältigung nach Angabe der Formel sehr leicht ist.

Alle einfachen Körper sind aus der Linie etwas vorstehend und durch andere Schrift ausgezeichnet.

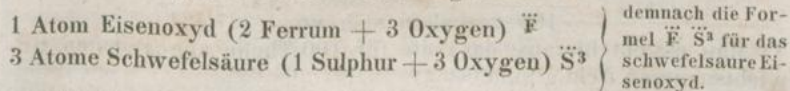
In Bezug auf die Bildung der Formeln ist zu bemerken, dass selbige gewöhnlich durch Abreviatur der lateinischen Benennung des einfachen Körpers so geschieht, indem man entweder blos den Anfangsbuchstaben derselben setzt, oder wo sich in Bezeichnung mehrerer hierin eine Gleichheit herausstellt, zum ferneren Unterschiede einen weiteren Buchstaben noch hinzusetzt.

Zur Bezeichnung der Sauerstoffmenge, mit welcher ein Antheil der positiven Basis verbunden vorkommt, werden so viele Punkte über den Buchstaben gesetzt, als Aequivalente (Volumina, Atome) desselben vorhanden sind. Z. B. Schwefel bekommt den Buchstaben S zur abgekürzten Bezeichnung; dieser wird mit drei Atomen Sauerstoff verbunden zur Schwefelsäure, also mit S³ bezeichnet. Natrium wird mit Na bezeichnet; mit einem Atom Sauerstoff verbunden als Natron aber mit Na. Wasserstoff wird mit H bezeichnet; zwei Atome Hydrogen, mit H² (indem man das untere Dritteltheil des H durchstreicht), mit einem Atom Oxygen verbunden, geben Wasser, dessen Bezeichnung also H ist.

1 Atom Natron Na
 1 „ Schwefelsäure S³ und
 10 Atome Wasser 10H } bilden das einfach schwefelsaure
 Natron, ist also mit Na S³ + 10H
 zu bezeichnen.

Wo der Fall eintritt, dass zwei Atome der positiven Basis mit drei und mehreren Atomen des negativen Säurers oder Vertreters desselben

verbunden sind, d. h. bei Doppelverbindungen wie in dem schwefelsauren Eisenoxyd, so ist die Formel folgende:



Die oben zur Rechten bemerkten Zahlen haben nur Bezug auf die Vervielfältigung der einzelnen Bestandtheile des Gemisches, neben welchen sie stehen; dagegen beziehen sich diejenigen Zahlen, welche unten zur Linken gesetzt werden, auf die Vervielfältigung des ganzen Gemisches bis zu einem Pluszeichen (+).

Die Umwandlung der Zahlen, welche den Sauerstoff oder den Wasserstoff bei den stöchiometrischen Werthen zur Einheit haben, geschieht durch Multiplication mit der Einheit der einen Zahlenreihe, und Division mit der Einheit der anderen. Z. B. Azot hat in der Tabelle die Zahl 88,518, den Sauerstoff = 100,000; wie viel beträgt dieses, den Wasserstoff zur Einheit genommen, wo in der anderen Reihe der Sauerstoff die Zahl 16,026 hat?

$$88,518 \times 16026 = 100000 : 14,168$$

und so auch umgekehrt.

Um die stöchiometrische Zahl zusammengesetzter Körper zu finden, muss man sowohl deren Bestandtheile kennen, als auch wissen, in welchem Verhältnisse dieselben verbunden sind.

Z. B. *Wasser*: besteht aus 1 Volum Sauerstoff = 100,000
und „ 2 „ Wasserstoff = 12,478

folglich ist die stöchiometrische Zahl des Wassers = 112,478

Will man aus den grösseren Zahlen des bekannten Mischungsgewichtes das Verhältniss in irgend einer anderen Gewichtsmenge finden, so geschieht dies durch einfache Regel de Tri. Z. B. In dem vorhergehenden Satze ist die stöchiometrische Zahl des Wassers und seiner Bestandtheile bemerkt; man will aber wissen, wie viel dieses auf 100 Gewichtstheile beträgt?

Also: $112,478 : 100000 = 100 : 89,9$ Sauerstoff
und $112,478 : 12,478 = 100 : 11,1$ Wasserstoff

geben demnach 100 Wasser.

Will man berechnen, ob die angegebenen oder gefundenen Gewichtsmengen der Bestandtheile eines Körpers richtig sind, die sich bei einer Analyse der Salzsäure ergeben haben:

nämlich in 100 Theilen derselben 97,25 Chlor
und 2,75 Wasserstoff,
100 Salzsäure,

so vergleiche man die stöchiometrischen Zahlen der Salzsäure und ihrer Bestandtheile auf der Tabelle mit den vorstehend gefundenen Gewichtsmengen, wie folgt:

1 Atom Chlor = 221,325 und
1 „ Wasserstoff = 6,239

also $227,564 = \text{Salzsäure.}$

Wild. Pharmacie.

also $100 : 97,25 = 227,564 : x = 221,325$ und

$100 : 2,75 = 227,564 : x = 6,239$

100 verhalten sich wie 227,564.

Man ersieht hieraus, dass die für 100 Theile angegebenen Gewichtsmengen richtig sind.

Der Unterschied zwischen den Zahlen des Mischungsgewichtes und denjenigen des stöchiometrischen Atomenverhältnisses ist als eine specielle Modification zu betrachten, indem man, um eine Verbindungsreihe von gleichen Atomverhältnissen aufzustellen, wegen obwaltender Differenzen in der Verbindungsfähigkeit einzelner Stoffe, ein Multiplum oder einen Dividenten derselben gegen die übrigen ansetzt und hierdurch eine Ausgleichung in geradem Verhältnisse bewirkt. Unter einem Verhältnisse (Aequivalent, stöchiometrische Zahl) wird übrigens die Fähigkeit verstanden, mit welcher sich die *kleinste* Menge eines negativen Körpers mit der *grössten* eines anderen positiven verbinden kann, und nach diesem Grundsatz wird denn auch eine Verbindungsreihe in Aequivalenten der einfachen und zusammengesetzten Atome gebildet, indem nämlich die Oxyde nach gleichen Mengen Sauerstoff, sowie die Säuren nach ihren Verbindungsverhältnissen berechnet sind, und in nachstehender Tabelle dargestellt ist.

Tabelle der Atomenverhältnisse anorganischer Gebilde.

Namen.	n. Berzelius.	nach Du Menil.	Namen.	n. Berzelius.	nach Du Menil.
Aluminiumoxyd .	21,41	21,40	Eisenperoxyd .	32,61	32,82
Ammoniak . . .		41,44	Fluor	7,50	23,379
Antimonsäure .	221,26	105,63	Gold	248,60	82,86
Arsenik	94,08	46,99	Kaliumoxyd . .	117,98	58,99
Arseniksäure . .	144,08	71,95	Kobalt	73,80	36,89
Beryllloxyd . . .	39,09	32,02	Kobaltoxyd . .	93,80	46,89
Boronsäure . . .	89,66	87,19	Kohlenstoff . .	7,53	7,64
Blei	258,90	129,45	Kohlensäure . .	27,53	27,64
Bleioxyd	278,90	139,45	Kupfer	79,14	40,18
Bariumoxyd . . .	191,39	95,68	Kupferoxyd . .	89,14	49,56
Calcium	51,21	25,59	Lithiumoxyd . .	45,54	22,77
Calciumoxyd . . .	71,21	35,59	Magniumoxyd .	51,67	25,83
Cererium	114,94	57,84	Mangan	71,16	35,56
Cererprotoxyd .	124,94	67,46	Manganprotoxyd	81,16	45,55
Cereroxyd	48,31	48,30	Merkur	253,61	126,58
Chlor	44,26	44,26	Molybdän . . .	59,68	59,85
Chrom	70,36	35,18	Molybdänsäure	89,68	89,84
Chromprotoxyd	100,36	33,44	Natriumoxyd . .	78,18	38,53
Chromsäure . . .	130,36	65,18	Nickel	73,96	36,96
Eisen	67,84	33,79	Nickeloxyd . . .	93,96	46,96
Eisenprotoxyd .	87,84	43,91	Phosphorsäure	89,23	44,61
Eisenmitteloxyd	34,22	34,44	Sauerstoff . . .	10,00	10,00

N a m e n .	n. Ber- zelius.	nach Du Menil.	N a m e n .	n. Ber- zelius.	nach Du Menil.
Salpetersäure . .	148,63	67,70	Wasserstoff . .	1,25	1,24
Schwefel	20,10	20,19	Wasser	11,25	11,24
Schwefelsäure . .	50,10	50,10	Wismuth	177,38	88,68
Selen	49,59	48,20	Wolfram	120,77	118,30
Siliciumsäure . .		19,22	Yttrium	80,51	40,18
Silber	270,32	135,16	Yttriumoxyd . .	100,51	50,18
Strontiumoxyd . .	129,46	63,47	Zink	80,64	40,33
Tantalsäure . . .	70,70	86,90	Zinkoxyd	100,64	50,32
Tellur	80,65	40,32	Zinn	147,06	73,51
Titan		38,89	Zirkonium . . .		21,01
Titansäure		58,77	Zirkoniumoxyd .		38,01
Uran	314,69	271,13	Stickstoff	88,63	17,703
Uranprotoxyd . .	324,69	281,11			

Die Vereinigung der einfachen Elemente sowohl unter sich, als der zusammengesetzten Stoffe mit einander, findet nach den folgenden drei Hauptgesetzen statt, worauf sich die Stöchiometrie (Einigungslehre) gründet.

1) Mit wenigen Ausnahmen verbinden sich die einfachen Stoffe entweder nur in einem Verhältnisse, oder, wo mehrere Verbindungen zweier Grundstoffe mit einander statt haben, in einem stets gleichen progressiven Verhältnisse des elektro-negativen zu dem als Base sich positiv verhaltenden anderen Bestandtheile; d. h. wenn die grösste Menge der (positiven) Base = 1, sich mit der geringsten Menge des (negativen) Säurers = 1 verbinden kann, und es finden ausserdem noch weitere Verbindungen statt; so erfolgen selbige immer steigend oder abnehmend in geraden Zahlen. Z. B. Schwefel und Sauerstoff verbinden sich, wie folgt:

1 Atom Schwefel mit 1 Atom Sauerstoff, zu unterschwefeliger Säure.

1 " " " 2 Atomen " " schwefeliger Säure.

1 " " " 3 " " " Schwefel-Säure.

Man ersieht hieraus, dass die Verbindungsstufen in einer solchen Zahlenfolge stattfinden, wo immer die folgende ein Multiplum der ersten ist, welches auch dann noch der Fall ist, wenn z. B. die Reihenfolge diese wäre: 1 zu 1, — 1 zu $1\frac{1}{2}$, — 1 zu 2, — wo man nur die Base in ihrer Zahl verdoppeln darf, um ein gerades Verhältniss hervorzubringen; z. B. 2 : 2, — 2 : 3, — 2 : 4 u. s. w.

2) Es ist bekannt, dass, so wie die Körper in Form und Eigenschaften verschieden sind, auch ihr Sättigungsvermögen zu einander ein verschiedenes ist; allein nach stöchiometrischen Verhältnissen geordnet, bleibt die Sättigungseapazität der ganzen Elementenreihe im Vergleich zu einem einzelnen Stoffe stets dieselbe; d. h. wenn die Grundstoffe, wie auf vorstehender Tabelle, in Aequivalentszahlen angesetzt stehen, so wird jeder einzelne Körper dieser ganzen Reihe mit jedem anderen derselben in eine Verbindung treten können, welche man als gesättigt betrachtet.

Also:		2 Pfund = 64 Loth enthalten also:	
1. Phosphor-	säure	$\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ Phosphor} = 392,310 \\ 5 \text{ Oxygen} = 500,000 \\ \hline = 892,310 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Phosphorsäure} = 13,05 \\ \text{Oxygen} = 7,31 \end{array} \right.$
1. Natron		$\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ Natrium} = 581,794 \\ 2 \text{ Oxygen} = 200,000 \\ \hline = 781,794 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Natron} = 11,45 \\ \text{Natrium} = 8,52 \\ \text{Oxygen} = 2,93 \end{array} \right.$
		$\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ Hydrogen} = 12,479 \\ 1 \text{ Oxygen} = 100,000 \\ \hline = 112,479 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Wasser} = 39,50 \\ \text{Hydrogen} = 4,38 \\ \text{Oxygen} = 35,12 \end{array} \right.$
		$24 \times 102,497 = 2699,496$	$64 \text{ Loth. Loth } 64.$
		Summa 4373,600	

Es wurde schon früher im Allgemeinen angedeutet, dass in denselben Verhältnissen, welche bei den einfachen Stoffen (nämlich den + elektrischen zu den — elektrischen) stattfinden, auch wieder die Verbindungen zusammengesetzter Körper stehen; d. h. es verbinden sich wieder eben so viel Verhältnisse (Atome) eines zusammengesetzten negativen mit einem dessgleichen positiven, als in der Grundmischung oder einfachen Verbindung stattgefunden hatte. Z. B. *Kali* ist aus 1 Verhältniss Kalium und 1 Verh. Sauerstoff zusammengesetzt, sonach verbindet es sich wieder in dem Verhältniss 1 : 1 mit Schwefelsäure, Salpetersäure u. s. w. zu schwefelsaurem und salpetersaurem Kali.

Die bisher angeführten Gesetze der Verbindung in bestimmten Verhältnissen finden auf organische Körper nur sehr beschränkte einzelne Anwendung (bei organischen Säuren), da hier die zusammengesetzten Körper erster Ordnung wenigstens aus drei Grundstoffen gebildet sind, und zwar so, dass keiner als wahre Einheit aufgestellt werden kann, da sie sich in allen Verhältnissen mit einander verbinden können.

Ueber Wärme und Temperatur.

Man unterscheidet *absolute*, *relative* und *specifische* Wärme.

Absolute Wärme ist nicht zu bestimmen, da man keinen Körper bis zum Verluste alles Wärmestoffes abkühlen kann; oder vielmehr, da man nicht weiss, ob überhaupt eine Körperform ohne allen Wärmestoff bestehen kann.

Die specifische Wärme, gebundener Wärmestoff, ist die jedem Körper eigenthümlich zukommende Menge Wärmestoffes, welche er seinem jeweiligen Aggregatzustande gemäss besitzt, und welche in einen Vergleich gebracht, in allen Körpern verschieden ist, sich daher bei chemischen Prozeduren, wobei eine Veränderung des Aggregatzustandes stattfindet, entweder durch Freiwerden (z. B. bei Mischung der Schwefelsäure mit Wasser, bei Löschen des Kalkes), oder durch Gebundenwerden (z. B. bei Auflösung von Salmiak, Salpeter und Glaubersalz in Wasser), oder bei Vermischung gleicher Gewichtstheile verschiedener Stoffe von ungleichen Temperaturen dadurch zu erkennen giebt, dass man den Wärmegrad alsdann untersucht und die sich ergebende Differenz mit den vorigen Temperaturen in Vergleich stellt.

Die relative Wärme verschiedener Körper verhält sich analog zu deren specifischem Gewichte, und zeigt sich dann, wenn gleiche Raumtheile verschiedener Stoffe bei ungleichen Temperaturen ohne chemische Wechselwirkung mit einander vermengt werden, und man hierauf die Zahl des Wärmegrades mit dem specifischen Gewichte derselben multiplicirt.

Die Ergebnisse, welche specifische und relative Wärme darbieten, zeigen uns, dass alle Körper verschiedene Wärmecapacität besitzen, und dass sonach der Wärmestoff als Abstrat betrachtet, sowohl bei chemischen als mechanischen Umwandlungen des Aggregationszustandes der Körper eine nicht unbedeutende Rolle spielt.

Temperatur.

Durch Temperatur wird das stärkere oder mindere Gefühl der Wärme bezeichnet, welches wir sinnlich wahrzunehmen fähig sind; da aber unser Gefühl keinen gleichförmig bestimmten Maasstab abgiebt, um den höhern oder niedern Wärmegrad eines Körpers damit bezeichnen zu können, so hat man dafür entsprechende Mittel gewählt, welche nach einem graduirten Maasstabe uns den Temperaturzustand der Körper anzeigen, und solche mit dem Namen Thermometer (Wärmemesser) bezeichnet.

Durch Thermometer kann also nur der freie Wärmestoff oder Mangel desselben in verschiedenen Zuständen der Körper angezeigt werden, welches bei allen natürlichen oder durch Kunst bewirkten Veränderungen von Wichtigkeit für den wissenschaftlichen Beobachter ist.

Da hier der Ort nicht ist, über die Construction dieser allgemein bekannten Instrumente ein Näheres zu berichten, sondern nur auf Anwendung derselben dasjenige zu bemerken, was zur richtigen Vergleichung verschiedener Thermometergrade nöthig ist, die bei chemischen Untersuchungen angegeben sind, oder zur Bezeichnung des Temperaturgrades gewählt werden, so mag es mit dem Gesagten und folgend noch Berichteten genügen. Die gebräuchlichsten Thermometer sind:

1) *Das Fahrenheit'sche*. Es ist bei 32 Graden unter dem Gefrierpunkte des Wassers mit 0 bezeichnet, und der Siedepunkt des Wassers bei dem 180^{ten} Grade bemerkt.

2) *Das Reaumur'sche*. Es ist bei dem Gefrierpunkte des Wassers mit 0 bezeichnet, und der Siedegrad des Wassers mit 80 angemerkt.

3) *Das Celsius'sche*. Es ist bei dem Gefrierpunkte des Wassers mit 0 und bei dem Siedepunkte desselben mit 100 bezeichnet.

4) *Das Wedgwood'sche Pyrometer* (Hitzemesser). Es ist nach dessen Angabe bei $+ 1077^{\circ}$ Fahrenheit, oder bei $+ 464^{\circ}$ Reaumur mit 0 bezeichnet, und reicht bis zu $240^{\circ} = 32277^{\circ}$ F. oder 14331° R.

Um durch Berechnung die nach Fahrenheit angegebenen Wärmegrade in Reaumur'sche oder Celsius'sche zu verwandeln, findet folgendes Verhältniss statt.

Es sind nämlich 9° F. = 4° R. oder = 5° C. mit Abzug oder Zuzählung von 32° , wenn über oder unter dem 0 Grade zu berechnen ist.

Die beigefügte Tabelle stellt diesen Vergleich ausführlich dar, sowie auch das specielle und modificirte Verhalten verschiedener Körper mit und zu dem Wärmestoffe; sie gewährt daher in vorkommenden Fällen einen schnellen Ueberblick und Einsicht.

Vergleichung der Thermometer-Scalen von Fahrenheit, Celsius und Reaumur.

Fahrenheit.	Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumur.	Fahrenheit.	Celsius.	Reaumur.
212	100	80	175	79,44	63,56	138	58,89	47,11	101	38,33	30,67
211	99,44	79,56	174	78,89	63,11	137	58,33	46,67	100	37,78	30,22
210	98,89	79,11	173	78,33	62,67	136	57,78	46,22	99	37,22	29,78
209	98,33	78,67	172	77,78	62,22	135	57,22	45,78	98	36,67	29,33
208	97,78	78,22	171	77,22	61,78	134	56,67	45,33	97	36,11	28,89
207	97,22	77,78	170	76,67	61,33	133	56,11	44,89	96	35,55	28,44
206	96,67	77,33	169	76,11	60,89	132	55,55	44,44	95	35	28
205	96,11	76,89	168	75,55	60,44	131	55	44	94	34,44	27,56
204	95,55	76,44	167	75	60	130	54,44	43,56	93	33,89	27,11
203	59	76	166	74,44	59,56	129	53,89	43,11	92	33,33	26,67
202	94,44	75,56	165	73,89	59,11	128	53,33	42,67	91	32,78	26,22
201	93,89	75,11	164	73,33	58,67	127	52,78	42,22	90	32,22	25,78
200	93,33	74,67	163	72,78	58,22	126	52,22	41,78	89	31,67	25,33
199	92,78	74,22	162	72,22	57,78	125	51,67	41,33	88	31,11	24,89
198	92,22	73,78	161	71,67	57,33	124	51,11	40,89	87	30,55	24,44
197	91,67	73,33	160	71,11	56,89	123	50,55	40,44	86	30	24
196	91,11	72,89	159	70,55	56,44	122	50	40	85	29,44	23,56
195	90,55	72,44	158	70	56	121	49,44	39,56	84	28,89	23,11
194	90	72	157	69,44	55,56	120	48,89	39,11	83	28,33	22,87
193	89,44	71,56	156	68,89	55,11	119	48,33	38,67	82	27,78	22,22
192	88,89	71,11	155	68,33	54,67	118	47,78	38,22	81	27,22	21,78
191	88,33	70,67	154	67,78	54,22	117	47,22	37,78	80	26,67	21,33
190	87,78	70,22	153	67,22	53,78	116	46,67	37,33	79	26,11	20,89
189	87,22	69,78	152	66,67	53,33	115	46,11	36,89	78	25,55	20,44
188	86,67	69,33	151	66,11	52,89	114	45,55	36,44	77	25	20
187	86,11	68,89	150	65,55	52,44	113	45	36	76	24,44	19,56
186	85,55	68,44	149	65	52	112	44,44	35,56	75	23,89	19,11
185	85	68	148	64,44	51,56	111	43,89	35,11	74	23,33	18,67
184	84,44	67,86	147	63,89	51,11	110	43,33	34,87	73	22,78	18,22
183	83,89	67,11	146	63,33	50,67	109	42,78	34,22	72	22,22	17,78
182	83,33	66,67	145	62,78	50,22	108	42,22	33,78	71	21,67	17,33
181	82,78	66,22	144	62,22	49,78	107	41,67	33,33	70	21,11	16,89
180	82,22	65,78	143	61,67	49,33	106	41,11	32,89	69	20,55	16,44
179	81,67	65,33	142	61,11	48,89	105	40,55	32,44	68	20	16
178	81,11	64,89	141	60,55	47,44	104	40	32	67	19,44	15,56
177	80,55	64,44	140	60	48	103	39,44	31,56	66	18,89	15,11
176	80	64	139	59,44	47,56	102	38,89	31,11	65	18,33	14,67

Fahren-heit.	Cel-sius.	Reau-mur.	Fahren-heit.	Cel-sius.	Reau-mur.	Fahren-heit.	Cel-sius.	Reau-mur.	Fahren-heit.	Cel-sius.	Reau-mur.
64	17,78	14,22	37	2,78	2,22	11	11,67	9,33	15	26,11	20,89
63	17,22	13,78	36	2,22	1,78	10	12,22	9,78	16	26,67	21,33
62	16,67	13,33	35	1,67	1,33	9	12,78	10,22	17	27,22	21,78
61	16,11	12,89	34	1,11	0,89	8	13,33	10,67	18	27,78	22,22
60	15,55	12,44	33	0,55	0,44	7	13,89	11,11	19	28,33	22,87
59	15	12	32	0	0	6	14,44	11,56	20	28,89	23,11
58	14,44	11,56	31	0,55	0,44	5	15	12	21	29,44	23,56
57	13,89	11,11	30	1,11	0,89	4	15,55	12,44	22	30	24
56	13,33	10,67	29	1,67	1,33	3	16,11	12,89	23	30,55	24,44
55	12,78	10,22	28	2,22	1,78	2	16,67	13,33	24	31,11	24,89
54	12,22	9,78	27	2,78	2,22	1	17,22	13,78	25	31,67	25,33
53	11,67	9,33	26	3,33	2,67	0	17,78	14,22	26	32,22	25,78
52	11,11	8,89	25	3,89	3,11	1	18,33	14,67	27	32,78	26,22
51	10,55	8,44	24	4,44	3,56	2	18,89	15,11	28	33,33	26,67
50	10	8	23	5	4	3	19,44	15,56	29	33,89	27,11
49	9,44	7,56	22	5,55	4,44	4	20	16	30	33,44	27,56
48	8,89	7,11	21	6,11	4,89	5	20,55	16,44	31	35	28
47	8,33	6,67	20	6,67	5,33	6	21,11	16,89	32	35,55	28,44
46	7,78	6,22	19	7,22	5,78	7	21,67	17,33	33	36,11	28,89
45	7,22	5,78	18	7,78	6,22	8	22,22	17,78	34	36,67	29,33
44	6,67	5,33	17	8,33	6,68	9	22,78	18,22	35	37,22	29,78
43	6,11	4,89	16	8,89	7,11	10	23,33	18,67	36	37,78	30,22
42	5,55	4,44	15	9,44	7,56	11	23,89	19,11	37	38,33	30,67
41	5	4	14	10	8	12	24,44	19,56	38	38,89	31,11
40	4,44	3,56	13	10,55	8,44	13	25	20	39	39,44	31,56
39	3,89	3,11	12	11,11	8,89	14	25,58	20,44	40	40	32
38	3,33	2,67									

Eigenthümliches und modificirtes Verhalten verschiedener Körper mit und zu dem Wärmestoffe.

Schmelzpunkt verschie- dener Körper.	Schmelztiiegel	Zink . . . 288 ⁰ R.
Emaillfarben 6 ⁰ W.	hessische . 150 ⁰ W.	Chlorzinn . 228 ⁰ „
Messing . . . 21 ⁰ „	Kobalt . . . 145 ⁰ „	Blei . . . 249 ⁰ „
Silber . . . 22 ⁰ „	Eisen . . . 155 ⁰ „	Wismuth . 196 ⁰ „
Kupfer . . . 27 ⁰ „	Palladium . 158 ⁰ „	Zinn . . . 182 ⁰ „
Gold . . . 32 ⁰ „	Mangan	Gusseisen . 163 ⁰ „
Rhodium	Nickel } 160 ⁰ „	Arsenik . 144 ⁰ „
Stabeisen	Chrom	Tellur . . . 142 ⁰ „
Schweißhitze } 95 ⁰ „	Molybdän 160 ⁰ „	Jod . . . 140 ⁰ „
Quarz	Platin . . . 175 ⁰ „	Schwefel . 90 ⁰ „
Porzellan . . 95 ⁰ „	Wolfram . 176 ⁰ „	Selen . . . 80 ⁰ „
Alumium . . 136 ⁰ „	Iridium . . 275 ⁰ „	Natrium . . 72 ⁰ „
Stahl . . . 150 ⁰ „	Kadmium . 364 ⁰ R.	Kalium . . . 46 ⁰ „
	Antimon . 345 ⁰ „	Wachs 49 bis 58 ⁰ „

Wallrath . . .	36 ⁰ R.	Schwefel . . .	114	Messing	1,00187500
Phosphor . . .	28 ⁰ „	Weinöl (Aetherin)	224	Flintglas	1,00081166
Talg . . .	27 ⁰ „	Jod	140	Krystallgl.	1,00087199
Brom . . .	15 ⁰ „	Oxaläther . . .	147	Spiegelgl.	1,00089089
Anisöl . . .	8 ⁰ „	Benzoeäther . .	167	Glasröhr.	1,00089694
Olivenöl . . .	2 ⁰ „	Phosphor . . .	232	ohne Blei.	
Wasser . . .	0 ⁰ „	Bor	256		
		Quecksilber . .	284		
	Grade unter 0, R.			<i>Wärmestrahlungs - Ver-</i>	
Milch . . .	1 ⁰ „	<i>Verdampfungspunkt ei-</i>		<i>mögen.</i>	
Weinessig . .	2 ⁰ „	<i>niger Körper.</i>		Gold, Silber, . .	12
Flusssäure .		Quecksilber . .	19 ⁰ R.	Kupfer und Zinn }	12
Bergamottöl }	4 ⁰ „	Jod	85 ⁰ „	Eisen, polirtes .	15
Wein . . .	5 ⁰ „	Kalium (vor)		Blei „	19
Terpentinöl .	8 ⁰ „	Natrium . . .		Quecksilber . . .	20
Blausäure . .	12 ⁰ „	Tellur . . .		Blei, angelaufenes	45
Ammoniak . .		Antimon . . .		Eis	85
Schwefeläth. }	35 ⁰ „	Blei		Tusche, chines.	88
Quecksilber .	40 ⁰ „	Zinn		Glas	90
Salpetersäure	44 ⁰ „	Kupfer . . .		Flaumfedern . .	96
		Silber . . .		Schreibpapier . .	98
	<i>Siedepunkt verschiede-</i>	Kadmium (vor)		Wasser	100
	<i>ner Körper.</i>	Barytium . . .			
	Grade n. Reaumur bei mitt-	Strontium . . .		<i>Wärmezurückwerfungs-</i>	
	lerem Barometerstande.	Wismuth . . .		<i>Fermögen.</i>	
Salmiakgeist (minus)	-3	Zink		Glas, geöltes . .	5
Hydro-Chloräther	+10	Gold (heftiger)		Glas	10
Hydrofluorsäure	12			Zinnamalgam . .	10
Chlorcyan . .	14	<i>Lineare Ausdehnung fe-</i>		Blei	60
Salpeteräther .	16	<i>ster Körper durch Tem-</i>		Stahl	70
Hydrocyansäure	26	<i>peraturerhöhung.</i>		Staniol	80
Schwefeläther .	28	Von 1 b. 100=1,00000000.		Silber	90
Brom	38	Antimon	1,00108333	Messing	100
Chlorsilicium .	40	Gold	1,00147506	Bronze	
Ameisenäther .	44	Platin	1,00098395		
Hydrojodäther .	55	Palladium	1,00100000	<i>Specifiche Wärme ver-</i>	
Chlorstickstoff .	57	Quecksilb.	1,01772000	<i>schiedener Körper.</i>	
Essigäther . . .	59	Silber	1,00198874	Wasser=1,0000.	
Sauerstoffäther .	60	Kupfer	1,00184113	Oxygen	0,2361
Weingeist . . .	63	Wismuth	1,00139167	Schwefel	0,2085
Steinöl	68	Zinn	1,00248330	Azot	0,2754
Salpetersäure (1,47)	68	Blei	1,00286600	Holzkohle . . .	0,2631
Wasser	80	Gusseisen	1,00111000	Antimon	0,0507
Essigsäure . . .	80	Schmiedei-		Tellur	0,0912
Chloräther . . .	89	sen	1,00122045	Hydrogen . . .	3,2936
Essig	95	Stahl bei 65 ⁰		Gold	0,0298
Weinsteinsäure	96	gehärt.	1,00132956	Platin	0,0314
Hydrojodsäure	100	„ gewalzt	1,00296800	Quecksilber . .	0,0290
Aetherische Oele		Bronze	1,00181697	Silber	0,0557
mehrenth. bei 100-108				Kupfer	0,0949
				Wismuth	0,0288
				Zinn	0,0514

Blei	0,0293	Atmosphärische	Arterien-Blut	0,9130
Kobalt	0,1498	Luft	Venen-Blut	0,9030
Nickel	0,1035	Kohlenoxyd-	<i>Wärmeleitungsvermögen</i>	
Eisen	0,1100	gas	<i>einiger Metalle.</i>	
Zink	0,0927	Kohlensäure	Eisen	332
Kalk gebrannt	0,2169	Kohlenwasser-	Kupfer	310
Kalkhydrat	0,4391	stoffg., ölbild.	Zink	401
Glas	0,1770	Wasserdampf	Nickel	421
Schwefelsäure	0,3346	Eis	Silber	441
Salzsäure	0,6000	Weingeist	Gold	455
Salpetersäure	0,6300	Schwefeläther	Zinn	666
Ammoniak	1,0300	Terpentinöl	Blei	841
Sauerstoff	0,2361	Leinöl	Quecksilber	843
Wasserstoff	3,2936	Baumöl, ordin.	Spiessglanz	879
Stickstoffoxyd	0,2369	Olivenöl, rein.		

Ueber das Licht (Lichtstoff?)

In Betracht dass durch Einwirkung des Lichtes bei chemischen Processen öfters mannigfaltige Modificationen der hervorgebrachten Effekte eintreten, welche der Aufmerksamkeit des wissenschaftlichen Beobachters nicht entgehen dürfen, indem sie oft wichtige Aufschlüsse über die Natur des in Untersuchung genommenen Körpers geben, und dem gemäss dem Gange der Analyse eine partielle Richtung andeuten; so ist es nothwendig, dass man die bereits erforschten Wirkungen des Lichtes kenne, welche es in vorbemerktm Sinne äussert; sie werden hier in kurzgefassten Anmerkungen vorgebracht.

Nach allen bisher hypothetisch aufgestellten Theorien über Licht und Wärme ist durchaus nichts mehr erwiesen, als *dass* sie sind und sich in ihren Wirkungen kund geben; *was* aber dieselben eigentlich sind, oder von welcher Art ihr Bestand ist, wurde durch keine glaubhaft dargestellt, und, steht daher auch jedem Denker frei, sich eine eigene Ansicht darüber zu bilden. Die meinige ist in dieser Beziehung folgende.

Da es ganz unnöthig ist, Licht und Wärme als eigene Stoffe anzunehmen, deren specielle Eigenschaften wir durch sinnliche Wahrnehmung kennen, so betrachte ich sie auch nur als thätige Kraftäusserung der Materie, welche sich in polarer Differencirung derselben kund giebt; sie sind demnach Eigenschaft der Materie bei gewissen Modificationen derselben; dergleichen auch Electricität und Magnetismus. Sämmtliche Erscheinungen sind die Kraftäusserung polarer Spannung, welche, als Grundkraft betrachtet, die Thätigkeit in der organischen wie in der unorganischen Natur bedingt; oder mit andern Worten: Licht und Wärme, Electricität und Magnetismus sind ähnliche Kraftäusserungen materieller Polarität auf das Gemeingefühl und die Sehorgane, wie es der Schall dem Ohre, der Geruch den Geruchsorganen, die Alteration durch Reizbarkeit der Nerven für die innere Empfindung ist; daher auch eben so vorübergehend oder ausgleichend in ihren Wirkungen als diese, und nur vortretend in polarisch angeregter

Spannung, für welche die verschiedenartigen Naturkörper auch verschiedene Neigung und Empfänglichkeit besitzen.

Alle durch Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus hervorbrachten Wirkungen, sind daher mehr und minder positives oder negatives Verhalten der Partikeln gegeneinander selbst und treten vor, oder verschwinden mit ihrer innern Umwandlung, auf welcher alle Thätigkeit in der Natur direkt oder indirekt begründet ist.

Die Materie ist sonach nicht Träger oder Vehikel besonderer Kräfte, die wir vereinzelt in ihren Wirkungen kennen lernen, sondern sie ist selbst das Princip ihrer Erregung durch die Thätigkeit einer einzigen Urkraft hervorgerufen, welche in Polarisirung der Materie bezeichnet und thätig ist.

Möge diese kurze Abschweifung von dem Plane dieses Werkes mir desshalb vergeben werden, dass sie vielleicht einzelnen Anklang findend, zu genaueren Forschungen veranlasst; indem ich nur die Skizze einer Hypothese hier niederlegte, deren weitere Bearbeitung mich seit geraumer Zeit beschäftigte.

Vorgedachte Ansicht bedingt auch keine Abänderung in den Erfahrungssätzen, welche von der Wirkung des Lichtes in optischer und chemischer Beziehung aufgestellt sind, und die sich bei analytischen Untersuchungen in folgender Weise ergeben; nämlich:

Durch Licht können chemische Zersetzungen und Verbindungen bewirkt werden, als Desoxydationen auf Silber-, Gold- und Quecksilber-Praeparate; Bleichen der Farbstoffe entweder durch direkte Einwirkung oder vermittelt der Wasserzersetzung; dessgleichen auch bewirken die blauen und violetten Lichtstrahlen eine Oxydation bei mehreren Körpern. Das Licht entwickelt aus wässrigem Chlor, sowie aus concentrirter Salpetersäure Sauerstoff; — in einem Gemenge von Wasserstoff und Chlorgas bewirkt es die Vereinigung beider zu Hydrochloresäure; — wenn man es auf ein Gemenge von Chlorgas mit Kohlenoxydgas einwirken lässt, so bildet sich Phosgengas, wobei in beiden Fällen wegen erfolgender Detonation gehörige Vorsicht bei einem entsprechenden Apparate wohl zu beobachten ist. Ferner bewirkt das Licht eine Veränderung vegetabilischer Farbstoffe, besonders wenn solche, in Weingeist oder Oel gelöst, seiner Einwirkung blosgestellt werden; — und endlich bewirkt es auch bei der Krystallisation einen höhern oder geringern Grad der Durchsichtigkeit der sich bildenden Krystalle, und die Krystallbildung selbst geht durch seine Einwirkung auf die Laugen rascher von Statten. Silber-, Blei- und Quecksilberoxyde verändern durch Desoxydation ihre Farbe; — Goldoxyd und Chlorgold werden zu Metall reducirt; — Deutochlorquecksilber (Sublimat), in Wasser oder Weingeist gelöst, verwandelt sich durch partielle Zersetzung in Calomel; — Protochlorid des Goldes, Platins, Kupfers, Eisens in Aether gelöst; schwefelblausaures Eisen und Jodstärkmehl, in Wasser gelöst, werden durch das Licht entfärbt; — Chlorsilber (Hornsilber) und Protochlorquecksilber (Calomel) werden vom Lichte violett; — das gelbe Perchlorid des Urans in wässriger Auflösung grün; — Goldsolution purpurroth, und der Phosphor roth gefärbt.

In dioptrischer Beziehung, nemlich durch Brechung der Lichtstrahlen bei dem Uebertritte aus einem dünneren in einen dichteren durchsichtigen Körper, oder umgekehrt, ist das Licht in elektro-chemischer Hinsicht gleichfalls wichtig, indem es das positive oder negative Verhalten erwählter Stoffe anzeigt, oder, insofern es bekannt ist, bestätigt, und ist deshalb besonders bei Gasanalysen sehr zu beachten, wie es die nachstehende Tabelle zeigt.

Lichtbrechungsvermögen verschiedener Gasarten.

Stickgas	1,020.	Kohlensäuregas	1,526.
Stickstoffoxydgas	1,030.	Hydrochlorgas	1,527.
Kohlenoxydgas	1,157.	Stickstoffoxydulgas	1,710.
Ammoniakgas	1,309.	Oelbild: Kohlenwasser-	
2tes Chlorkohlenstoffgas	1,487.	stoffgas	2,302.
1tes „	1,576.	Chlorgas	2,623.
Kohlenwasserstoffgas	1,504.	Cyngas	2,832.

Doppelte und zugleich starke Strahlenbrechung besitzen alle Edelsteine, besonders der Diamant, nach diesem der Rubin, Smaragd, Topas, Saphir, Korund, Amethyst, Hyacinth etc., sowie auch das kohlen-saure und chromsaure Bleioxyd, was von der kubischen oder oktädrischen Krystallform derselben herrührt.

Ueber Electricität und Elektro-Chemismus.

Die Electricität als eine eigene oder als modificirte, die Natur in Bewegung erhaltende Urkraft betrachtet, giebt sich uns (nach Umständen mehr oder weniger bemerkbar) in mächtigem Einflusse auf alle chemischen Erscheinungen kund, und es ist deshalb eine nähere Kenntniss derselben in Bezug auf die folgende Abhandlung der analytischen Chemie von grosser Wichtigkeit, da sie gleichsam als Gesetzgeberin in diesem Reiche herrscht; denn durch Electricität werden die vorhandenen Naturkörper polarisirt, und dadurch vermögend, ein positives und negatives Verhalten in verschiedenen Graden gegen einander zu äussern, welches Grundbedingung aller chemischen Verbindungen und Zersetzungen, oder mit andern Worten die Potenz der chemischen Verwandtschaftsgrade ist, deren die mannigfaltigen Natur- und Kunstgebilde fähig sind.

Aus dieser polaren Thätigkeit gehen weiterhin auch die Gesetze der Massen- oder Atomverhältnisse hervor, welche eine mathematische Berechnung der quantitativen Mischungsverhältnisse zulassen, wovon bereits das Wichtigste abgehandelt worden. Ferner giebt uns die Electricität in vielfältig modificirten Erscheinungen Zeichen und Winke zu näherer Erkenntniss der Ursachen und Wirkungen, auf welche wir die geeignete Verfahrungsweise bei der Einleitung chemischer Processe basiren; und endlich haben wir auch in vorerwähnten Anzeigen einen sicheren, gleichförmigen Maasstab zur Beurtheilung der Erscheinungen selbst und zur Unterscheidung von andern, auf ähnliche Weise hervorgebrachten Effekten.

Da mit Zuverlässigkeit vorauszusetzen ist, dass jedem Pharmaceuten die physikalischen Bedingungen der Hervorbringung elektrischer

seher Kraftentwicklung durch vorhergegangenen Elementarunterricht bekannt sind, so übergehe ich füglich einen näheren Bericht derselben, und erwähne nur hier das Wichtigste in elektrochemischer Beziehung, welches zum Theil schon in dem Vorerwähnten enthalten, und noch weiter in Folgendem zusammengefasst werden kann.

Die wichtigste Eigenschaft der Elektrizität ist ihre Polarität, d. h. ihr in polarer Richtung sich äusserndes positives und negatives Verhalten in den mit ihr begabten, oder ihrer gesteigert direkten Einwirkung unterworfenen Naturkörpern.

Kräftiger als die negative (—) Elektrizität zeigt sich in gedachter Beziehung die positive (+) Elektrizität; diese nämlich wirkt verbrennend, oxydirend, säurebildend, daher sie auch durch Kraft der Anziehung die — elektrischen Stoffe zu ihrem Pole führt und daselbst ausscheidet; jene hingegen wirkt desoxydirend, basenerzeugend und die + elektrischen Stoffe zu ihrem Pole leitend.

Es ist hieraus ersichtlich, dass in der Elektrizität ein nach Umständen kräftiges Mittel zur Zerlegung, Oxydation und Desoxydation der Naturkörper uns zu Gebote steht, welches, mit Sachkenntniss und Umsicht geleitet, schon sehr wichtige Resultate geliefert hat und, wie mit Grund zu erwarten steht, noch weiter liefern wird, wozu sich besonders die galvanische, oder durch Berührung erzeugte Elektrizität eignet, welche dadurch ihren Vortritt gewinnt, dass die in heterogenen Körpern ruhende, ausgeglichene Elektrizität, bei genauer Berührung mit einander, in gegenseitiger Anregung den zu ihrer Vereinigung überflüssigen Antheil von Elektrizität ausscheidet und zu unserer Verfügung stellt, welches bei in mässigem Abstände gehaltenen Polspitzen grösstentheils unter Entwicklung von Licht und Wärme stattfindet.

In Hinsicht gegenseitiger Erregungsfähigkeit (als Elektromotore) verhalten sich z. B. folgende Stoffe, in der Ordnung, worin sie hier aufgeführt sind, so, dass der nächstfolgende sich zu dem vorhergehenden stets positiv (+) elektrisch verhält, welches zugleich seine geringere Verwandtschaft zu dem Sauerstoffe bezeichnet; nämlich: Schwefel, Kohle, Platin, Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Wis-muth, Arsenik, Antimon, Blei, Zinn, Eisen, Zink, nach welcher Ordnung in zwei gewählten Stoffen die galvanischen Batterien zusammengesetzt werden.

Stellt man die Elektrizität in Vergleich mit der früheren Theorie des Feuers, so ergiebt sich nun eine ganz andere Ansicht darüber, und zwar diese: Die bei, durch Verbrennen bewirkter, Vereinigung der Körper erfolgende Erscheinung von Feuer (Licht und Wärme) beruht nicht sowohl auf der Verbindung des Sauerstoffes mit dem brennbaren Körper, sondern vielmehr auf der in Anregung gebrachten Elektrizität in den sich verbindenden Stoffen, da dieselbe Erscheinung auch unter günstigen Umständen auf anderen Vereinigungswegen, und zwar ohne Veränderung der Dichtigkeit oder Verminderung der specifischen Wärme der betreffenden Stoffe hervorgebracht wird; auch zeigt sich das elektrische Feuer in jeder Hinsicht dem auf anderem Wege hervorgebrachten ganz analog, denn gleich jenem be-

wirkt es Entzündung brennbarer Stoffe; es erhitzt, schmilzt, bringt ins Kochen und zum Glühen, verflüchtigt und bewirkt, wie bereits gesagt worden, verschiedene Umwandlungen der Körper, sowohl durch Oxydation, als auch durch Desoxydation, welchem gemäss wohl die richtigste Erklärung des Feuers und seiner höhern Intensität, des Lichtes, in der Vereinigung entgegengesetzter Elektricitäten gegeben ist.

Als Beispiele elektro-chemischer Wirkungen können folgende angeführt werden, und zwar:

a) zerlegende.

<i>Von</i>	<i>am + Pole</i>	<i>am — Pole ausgeschieden.</i>
Wasser	Oxygen	Hydrogen.
Schwefelsäure . .	Oxygen	Schwefel.
Salpetersäure . .	Oxygen	Azotgas.
Selensäure	Oxygen	Selen.
Hydrocyansäure .	Cyan	Hydrogen.
Hydrothionsäure .	Schwefel	Hydrogen.
Hydrojodsäure . .	Jod	Hydrogen.
Hydrochlorsäure .	Chlor	Hydrogen.
Ammoniak	Azotgas	Hydrogen.
Salzen	die Säure	die Base.
Glas	die Kieselsäure .	Kali.
Lakmustinktur . .	rothe Färbung .	grüne Färbung durch das Alkali des Glases.

b) reduicrende.

<i>Von</i>	<i>am Oxygen-, Kupfer-, Silber- oder + Pole</i>	<i>am Hydrogen-Zink oder — Pole ausgeschieden.</i>
Auflösung des Salpeters in Wasser	Salpetersaures Kali	Ammoniak.
Befeuchtetes Kali od. Natron	Kalium- oder Natrium- Hyperoxyd u. Oxygen	Kalium oder Natrium.
Arseniksäure . . .	arsenigte Säure	Arsenikwasserstoff.
Gold-, Platin-, Silber- und Quecksilber-Salze	Oxygen u. Säure	regulinisches Metall.

Wie aus dem Vorstehenden zu ersehen ist, lässt sich auch bei chemischen Analysen durch Electricität die Ordnung der Körper finden, ob sie wenigstens in relativer Hinsicht in die Kategorie der elektro-positiven oder negativen Stoffe gehören; so scheidet man z. B. die Acidate dadurch, dass man den positiven Drath der galvanischen Säule in die Solution derselben einsetzt, dagegen den negativen in ein anderes Glas, welches distillirtes Wasser enthält, und die beiden Flüssigkeiten durch ein Gewinde von angefeuchtetem Asbest mit einander in Berührung bringt, worauf sich an dem positiven Pole die Metalle ablagern und die negativen Säuren bei dem positiven Pole verbleiben, wobei man aber den rechten Zeitpunkt in Acht neh-

men muss, um die Kette zu unterbrechen, damit keine weitere Zerlegung stattfindet.

In der Gasanalyse dient die Elektrizität als Reagens, entweder durch Verbindung gemengter Gasarten mittelst einschlagender Funken, oder durch Entbindung und Zerlegung von Gasarten und Bestimmung ihrer quantitativen Verhältnisse bei Verminderung des Volums in dem Eudiometer.

Beispiele der Zerlegung sind:

Ammoniakgas zu Wasserstoff und Azotgas.
Oelbildendes Wasserstoffgas zu Wasserstoff und Kohle.

Beispiele der Verbindung sind:

Sauerstoff und Azotgas	zu Salpetersäure.
„ „ schwefelige Säure	„ Schwefelsäure.
„ „ Hydrothiongas	„ wässriger Schwefelsäure.
„ „ Phosphorwasserstoff	„ Phosphorsäure.
„ „ Kohlenoxydgas	} „ Kohlensäure.
„ „ oelbild. Wasserstoffgas	
„ „ Ammoniakgas	„ Stickstoffgas und Wasser.
„ „ Hydrogen	„ Wasser.
Chlor „ Hyrogen	„ Hydrochlorsäure.

Zweite Abtheilung.

Praktische Regeln und Grundsätze zum richtigen Gebrauche und zweckmässiger Anwendung der Reagentien.

Ueber Begriff und Gebrauch von Reagentien sowohl im Allgemeinen als in specieller Beziehung.

Unter Reagentien werden Substanzen in verschiedenen, man kann sagen in allen Formen verstanden, welche vermöge ihres eigenthümlichen Verhaltens gegen andere Stoffe irgend ein Erkennungszeichen letzterer abgeben, wodurch man überzeugt wird, mit welchem Stoffe man es zu thun hat, oder umgekehrt: bei Vorwissen der Wirkung eines Reagenzes, dasselbe zur Ausscheidung (isolirter Darstellung) gewisser Stoffe aus ihren Verbindungen anwendet, jedoch letzterer Gebrauch in beschränkterem Sinne genommen. Es ist demnach jeder Körper, welcher durch chemische Gegenwirkung das Vermögen besitzt, sichere Kennzeichen von einer zu suchenden oder vorhandenen Substanz abzugeben, um selbige genau zu erkennen, mit dem Namen eines Reagenzes zu bezeichnen, und die grössere oder geringere Intensität gedachter Wirkungen giebt sodann Veranlassung zu einer Classification der Reagentien in *entscheidende* oder *bestätigende*.

Unter entscheidenden Reagentien werden solche verstanden, deren Wirkung so auffallend, eigenthümlich ausgezeichnet, sicher und scharf vortretend, auch bei der geringsten Gegenwart des zu ermittelnden Stoffes, ist, dass über dessen Vorhandenseyn kein Zweifel statt finden kann; dergleichen sind z. B. das Schwefelwasserstoffgas auf Zink, welches mit demselben einen weissen, in kaustischem Kali unlöslichen Niederschlag hervorbringt, wo es in irgend einer Verbindung vorkommt, was aber mit andern Metallen nicht derselbe Fall ist. Ferner: die Barytsalze auf Schwefelsäure und deren Verbindungen, oder umgekehrt, indem der Baryt mit Schwefelsäure einen weissen in, keiner Säure auflöslichen Niederschlag, selbst noch bei 40000-facher Verdünnung der Probeflüssigkeit, bewirkt.

Bestätigende Reagentien sind solche, welche zwar, einzeln in ihren Wirkungen beobachtet, noch Zweifel über die Natur des in Untersuchung stehenden Körpers zulassen, jedoch in Zusammenstellung mit andern Merkmalen und Erfolgen von Reaktion zu einem sicheren Schlusse berechtigen.

Es ist einleuchtend, dass, um bei analytischen Arbeiten auf sichere Erfolge und genaue Resultate rechnen zu können, eine umfassende Kenntniss der Wirkungen aller zur Reaktion in Anwendung kommenden Stoffe unumgänglich nöthig ist, und desshalb zuvor gehörig einstudirt und klar aufgefasst werden muss, damit man durch entsprechende Wahl, Maas und Folge bei genauer Betrachtung der hervorgerufenen Erscheinungen in den Stand gesetzt werde, den Gang einer Analyse mit theoretisch-praktischer Sicherheit zu leiten und genaue richtige Folgerungen daraus zu ziehen.

Für einen speciellen Ueberblick der wichtigsten Reagentien und ihrer Wirkungen kann folgende tabellarische Anordnung derselben benutzt werden; worin die mit einem Sternchen bezeichneten als entscheidende Reagentien angesehen werden können.

Reagentien:	angewandt zur Prüfung:
<i>Ammonium</i> , ätzendes . . .	{ auf Kupfer-, Kobalt-, Eisen-, Mangan-, Uran-, Nickel-, Chromoxyd, Quecksilberoxydsalze, Thonerde und Magnesia; auf freie Säuren; zur Abscheidung der Erden von Alkalien und bei Silbersalzen in Bezug deren Auflöslichk. in Wasser.
bernsteinsaures	{ zur Trennung des Eisens von Nickel, Kobalt, Mangan, analog dem bernsteinsauren Natron.
klee-saures . . .	{ auf Gold durch Reduction; zur Unterscheidung des Eisenoxyds vom Oxydul; zur Trennung des Kalkes von Magnesia, und zur quantitativen Bestimmung des Kalkes.
wasserstoff-schwefeliges	{ auf Metalle in alkalisch gemachten Solutionen, im Uebrigen wie Schwefelwasserstoff.
kohlensaures	{ auf Kalk, Baryt und Blei; zur Trennung der Beryllerde von der Thonerde; des Kadmiums von Kupfer; des Urans von Kobalt, Nickel und Zink, sowie auch zur quantitativen Bestimmung des Wismuths.
phosphorsaures	{ auf Kalk, Baryt, Strontian; Talk-, Thon-, Beryll-, Kieselerde; auf Molybdän-, Tellur-, Tantal-, Titan-, Wolfram-, Antimonsäure; auf Uran-, Cerer-, Mangan-, Kadmium-, Kobalt-, Nickel-, Kupfer-, Wismuth-, Blei-, Eisen-, Zinn-, Zink-, Silber- und Chromoxyd; bei Löthrohrversuchen durch verschiedenartige Färbung des Glases.
schwefeligsau-res . . .	{ auf Tellur und Selen; bei letzterem auch in quantitativer Hinsicht.
<i>Baryt</i> , Oxydhydrat . .	{ auf Schwefelsäure, Kohlensäure und quantitative Bestimmung der Salpetersäure.
essigsaurer . .	{ zur Trennung der fixen Alkalien von Erden.
Wild, Pharmacie.	

Reagentien:	angewandt zur Prüfung:
<i>Baryt</i> , kohlensaurer	} zur Scheidung der schwefeligen- von der Schwefelsäure, im übrigen wie salpetersaurer Baryt.
salzsaurer . .	
salpetersaurer	
<i>Bleioxyd</i> . . .	} hauptsächlich auf Schwefelsäure, sowie auch auf phosphorsaure Salze.
essigsaurer . .	
salpetersaurer	
<i>Borsäure</i> . . .	} zur Bestimmung des Wassergehaltes in Säuren und Salzen; bei Fluorverbindungen und zur Bestimmung d. Sättigungscapacität organischer Körper.
essigsaurer . .	
salpetersaurer	
<i>Borsäure</i> . . .	} zur quantitativen Bestimmung der Arseniksäure, der phosphorsauren Thonerde und Alkalien.
essigsaurer . .	
salpetersaurer	
<i>Chlor</i>	} auf Schwefel-, Hydrothion-, Salz-, Phosphor-, Arsenik- und Chromsäure, wie auch auf Jod und Brom.
essigsaurer . .	
salpetersaurer	
<i>Chlorammonium</i>	} verglast, zur Entdeckung der Phosphorsäure auf pyrochemischem Wege.
essigsaurer . .	
salpetersaurer	
<i>Chlor</i>	} auf *Schwefelselen, Arsenik, Antimon, Kobalt, Nickel, Kupfer, Quecksilber, oelbild. Kohlenwasserstoffgas, Kohlenoxydgas u. freie Hydrojodsäure.
essigsaurer . .	
salpetersaurer	
<i>Chlorammonium</i>	} auf Iridium; zur Abscheidung des Platins aus Erzen und dessen quantit. Bestimmung; als mitwirkendes Mittel bei Scheidung der <i>Thonerde von Kali</i> ; der <i>Magnesia von Thonerde</i> , Kalk, Chrom, Mangan, Eisen, Kobalt, Zink und Urant; zur Scheidung des <i>Eisens von Mangan</i> und Kobalt, sowie auch des <i>Mangans von Thonerde</i> , Kalk, Kobalt und Zink.
essigsaurer . .	
salpetersaurer	
<i>Chlorgold</i> . . .	} auf Eisenoxydul, Zinnoxidul, schwefelige Säure und Oxalsäure.
mit <i>Chlornatrium</i> (Natriumgoldchlorid)	
zur quantit. Bestimmung des Eisenvitriols.	
<i>Chlorkalium</i> . .	} zur Abscheidung des Platins von Iridium, Rhodium und Palladium, und zur quantit. Bestimmung des letzteren.
essigsaurer . .	
salpetersaurer	
<i>Chlorplatin</i> . .	} zur Unterscheidung des Kalis von Natron und Entdeckung in seinen Verbindungen, mit Ausnahme derjenigen mit Schwefel.
essigsaurer . .	
salpetersaurer	
mit <i>Chlornatrium</i> (Natriumplatinchlorid)	} zur Scheidung und quantit. Bestimmung des Kalis von Natron und Lithion.
zur Scheidung und quantit. Bestimmung des Kalis von Natron und Lithion.	
<i>Chlorquecksilber</i>	
zur Trennung der <i>phosphorigen von der Phosphorsäure</i> , des <i>Zinnoxiduls von Zinnoxid</i> , und zur Unterscheidung des <i>*Eiwisses von Schleim</i> und Gallerte.	

Reagentien: angewandt zur Prüfung:

<i>Chlorsilber</i> . . .	}	zur quantitat. Bestimmung des Kohlengehaltes in mehreren Metallen.
<i>Chlorwasserstoff-säure</i>		auf Silber, Quecksilber, Blei, Benzoesäure u. freies Ammonium.
<i>Chlorzinn</i> . . .	}	auf Gold und zur quantit. Bestimmung des Quecksilbers.
<i>Eisen</i>		zur Reduktion des Schwefelarseniks und vieler Metalle, sowie auf pyrochemischem Wege auf Phosphorsäure, und zur Reduktion und Entschwefelung von Metallen.
<i>Eisenoxyd,</i> schwefelsaures	}	auf Benzoe-, Bernstein-, Mekon-, Gerb-, Gallus- und Schwefelblausäure, und auch auf Arsenik.
<i>Eisenoxydul,</i> schwefelsaures		auf *Arsenik, Kleesäure, Stickstoffoxydgas und zur quantit. Bestimmung des Goldes.
<i>Eiweissstoff</i> . . .	}	auf *Chlorquecksilber (Sublimat) bei 15000facher Verdünnung.
<i>Ferment,</i> ausgewaschene Bierhefe . . .		zur Bestimmung des Zuckergehaltes durch Bildung von Weingeist und Kohlensäure mittelst Gährung.
<i>Fluorcalcium</i> . . .	}	auf Gyps, sowie auch in Verbindung mit schwefelsaurem Kali, auf Boraxsäure.
<i>Fluorwasserstoff-säure</i>		auf Kieselerde als Auflösungsmittel und auf Kieselerdehaltige Fossilien, sowie auch zur Trennung der Borsäure von feuerbeständigen Basen.
<i>Gallussäure</i> <i>Galläpfeltinktur</i> auch gesättigt mit Ammonium angewandt	}	auf Iridium <i>Entfärbung</i> ; Gold nach dem Grade der Verdünnung <i>violett, purpurfarben</i> oder <i>schwarzbraun</i> ; Osmium ebenfalls nach Verhältniss der Verdünnung <i>purpurfarben</i> oder <i>schwarz</i> ; dergleichen auch *Eisen, entweder <i>blau</i> oder <i>blauschwarz</i> ; Silber, Kupfer, Molybdän, Uran, Chrom und Yttrium <i>braun</i> ; Quecksilbersalze und Titan <i>gelbbraun</i> ; Platin, Tellur, Blei, Thon- und Beryllerde <i>hellgelb</i> ; Zinn <i>gelb</i> ; Wismuth und Tantal <i>pomeranzengelb</i> ; Nickel und Yttrium <i>schmutzige weiss</i> ; Antimon und Kobalt <i>gelblichweiss</i> ; Zirkon <i>weiss</i> ; ausserdem auch noch auf Pflanzenalkaloide, besonders auf Morphinum, auf Chinadecokte, Thierleim und Kleber.
<i>Gold</i>		auf Salpetersäure und Chlorquecksilber.
<i>Goldchlorid</i> . . .	}	auf Oxalsäure, schwefelige Säure, Zinn- und Eisenoxydul.
<i>Goldchloridnatr.</i> <i>Natrium auro-</i> <i>perchloratum</i>		zur quantitativen Bestimmung des Eisens.

Reagentien:	angewandt zur Prüfung:
<i>Jod</i>	auf *Stärkmehl.
<i>Indigoauflösung</i>	auf Salpetersäure, bei Erhitzung bis zum Sieden.
<i>Kali,</i>	auf Ammoniak, Quecksilberoxyd, Mangan; ferner zur quantit. Bestimmung des Kupfers, Kobalts, Nickels und der Thonerde; zur Unterscheidung des Eisenoxyduls vom Oxyde; zur Scheidung der Magnesia von Thon- und Beryllerde; dessgleichen bei verschiedenen Gasarten und zum Aufschliessen von Fossilien.
ätzendes	
chromsaures	auf Silber, Quecksilber, Blei, Zinn und Kupfer.
hydrojodsaures	wie das vorhergehende und auch auf Wismuth.
kieselsaures	auf *arabisches Gummi und zur Scheidung der Phosphorsäure von Thonerde.
kleesaures	mit entsprechender Modification wie Kleesäure.
einfach kohlen-saures	auf Thonerde, Kalk, Baryt, Strontian, Mangan, Zink, Kadmium, Eisen, Wismuth, Zinn, Antimon, Silber, Kupfer, Kobalt, Nickel, und in quantit. Hinsicht auf Blei und Zink.
doppelt kohlen-saures	zur Scheidung der Thonerde von Magnesia und Kalk, übrigens wie das vorhergehende.
schwefel-blau-saures	auf Eisen, durch bluthrothe Färbung.
einfach schwefelsaures	zur Scheidung des Baryts von Kalk, und des Cersers von Eisen oder Yttererde.
doppelt schwefelsaures	auf Rhodium, Iridium, Platin, zur Ausscheidung des Tantals, und bei Löthrohrversuchen auf Borsäure, Lithion, Brom und Jod.
<i>Kaliumeisen-cyanid</i>	auf *Eisen- und Zinnoxidul; ferner auch auf Silber, Quecksilber, Kupfer, Mangan, Wismuth, Uran, Kadmium, Nickel und Kobalt.
<i>Kaliumeisen-cyanür</i>	auf *Kupfer, *Eisen, Titansäure, Chrom, Yttererde und noch verschiedene Metalle.
<i>Kalkwasser</i>	in quantit. Hinsicht auf Kohlensäure in Mineralwässern, ausserdem auf Schwefel-, Phosphor-, arsenige- und Arseniksäure, sowie auch auf Citronen-, Aepfel-, Wein- und Oxalsäure.
<i>Kalk,</i>	auf Citronen- und andere organische Säuren; auf Phosphorsäure, Ausscheidung des Wolframiums, und zur quantit. Bestimmung der Flusssäure.
salzsaurer	
schwefelsaurer	auf Oxalsäure und zur Ausscheidung des Kalkes von Magnesia.
<i>Kieselsäure</i>	auf Schwefel und Schwefelsäure vor dem Löthrohre, und zur Zerlegung der phosphorsauren Thonerde.

Reagentien:

angewandt zur Prüfung:

<i>Kieselflusssäure</i>	{	auf Baryt in quantit. Hinsicht, und zur Scheidung des Baryts von Strontian und Kalk.
<i>Kleesäure</i>	{	auf Kalk, Blei, Eisen-oxydul und Oxyd; zur quantit. Bestimmung des Goldes, und auf Silber, Quecksilber, Kupfer, Wismuth, Zinn, Kobalt, Nickel, Kadmium, Zink, Mangan.
<i>Kobaltoxyd,</i> salpetersaures	{	auf Thonerde vor dem Löthrohre, dergleichen auch auf Talkerde, Kieselerde, Beryllerde, Baryt, Kalk, Strontian, Titansäure und Zinkoxyd.
<i>Kohlenstickstoff-</i> <i>säure</i>	{	auf Kali in spirituöser Solution.
<i>Kupfer</i>	{	auf Silber, Quecksilber und Salpetersäure.
<i>Kupferchlorid</i>	{	zur quantit. Bestimmung des Schwefels und des Phosphors.
<i>Kupferoxyd</i>	{	auf Chlor, Brom und Jod auf pyrochemischem Wege.
schwefelsaures	{	auf * Arsenige- und Arseniksäure, Blausäure, und zur Scheidung des Jod von Brom und Chlor.
<i>Lakmuspapier</i>	{	auf freie Säuren und saure Salze.
geröthetes	{	auf freie Alkalien und Schwefelkalien.
<i>Löthrohr</i>	{	zur Oxydation und Reduction auf pyrochemischem Wege mit Zusatz entsprechender Flussmittel.
<i>Manganüberoxyd</i>	{	in Verbindung mit Schwefelsäure auf Chlorsalze durch Entbindung von Chlor.
<i>Natron</i> bernsteinsaures	{	zur Trennung des Eisenoxyduls von Mangan; auch ist zu demselben Zwecke das benzoesaure Natron zu gebrauchen.
boraxsaures (Borax)	{	zu Löthrohrversuchen als Auflösungsmittel zur Erhaltung klarer Flüsse, wobei die Färbungen genau beobachtet werden können, welche die verschiedenen Substanzen zeigen. Auch findet der Borax zur Absorption von Salz-, Fluorbor-, Hydrofluor- und Hydrothionsäure passende Anwendung.
kohlensaures	{	vor dem Löthrohre zur Reduction von Metallen und Prüfung der Körper auf ihre Löslichkeit beim Schmelzen.
phosphorsaures	{	auf Magnesia und Lithion, wie auch durch weisse oder gefärbte Niederschläge auf Metalle; in letztere Kategorie gehören insbesondere Silber, Kupfer, Kobalt, Nickel.

Reagentien:	angewandt zur Prüfung:
<i>Natron</i> , phosphorsaures mit Ammoniak	bei Löthrohrversuchen durch Wirkung der freien Phosphorsäure auf die zu prüfenden Körper, und Erkennen in ihrer Schmelzbarkeit, Färbung oder Bildung farbloser Glasflüsse.
schwefelsaures	
<i>Nickeloxyd</i> , salpetersaures	vor dem Löthrohre auf Kali durch blaue, auf Natron durch braune Färbung des Glases. Gleiche Wirkung zeigt oxalsaures Nickeloxyd.
<i>Phosphor</i>	auf Sauerstoff und zu regulinischen Metallauscheidungen.
<i>Phosphorige Säure</i>	zur regulinischen Ausscheidung leicht reducirbarer Metalle.
<i>Platinschwamm</i>	zur quantitativen Bestimmung des Oxygens.
<i>Quecksilber</i>	zur Reduction des Silbers, Platins, Osmiums, und zur Unterscheidung der Salpetersäure von salpetersauren Salzen.
blausaures	zur Scheidung des Palladiums von Platin.
salpetersaures	auf Ammoniak, sowie auf Chlor, Hydrochlor- und Ameisensäure; ferner auf Gold, Platin u. Chrom in qualitat. und quantitativer Hinsicht.
<i>Rhabarberpigment</i>	auf Kalk und Kali bei 10,000facher Verdünnung noch wirksam.
<i>Sauerstoff</i>	auf Wasserstoff und Stickstoffoxydgas.
<i>Salpetersäure</i>	auf Harnsäure und Brucin, sowie zur Prüfung auf Löslichkeit und zur Oxydation verschiedener Stoffe.

auf Metalle in durch Färbung und Auflöslichkeit modificirten Niederschlägen mit Ausnahme des Titan, Tantal, Cerer und Chrom, und zwar wie folgt:

	a) in neutralen-, in Schwefelammonium meist unlöslich.	b) in alkalischen, mit Ausnahme des Niki- kel unlöslich in Schwe- felammonium.	c) in angesäuerten Solut. mit Ausnahme d. Iridium in Schwe- felammonium unauflöslich.
<i>Schwefel- wasser- stoff.</i>	Kadmium, gelb.	Zink, weiss.	Arsenik
	Zinnoxydul, braun.	Mangan, roth.	Wolfram } gelb.
	Osmium, braunschw.	Uran	Antimon } gelb.
	Silber,	Nickel } schwarz.	Zinnoxyd
	Quecksilber	Kobalt } schwarz.	Selen, roth.
	Kupfer	Eisen	Molybdän
	Wismuth		Gold
	Blei		Platin } schwarzbraun.
			Palladium }
			Iridium }
		Rhodium } schwarz.	
		Tellur }	

Reagentien: angewandt zur Prüfung:

<i>Schwefeläther</i>	}	auf Jallappenharz und zur Scheidung verschiedener Substanzen bei Pflanzenanalysen, z. B. des Chinins von Cinchonin etc.; ferner auf Chlor, Quecksilber, Gold, Silber, Eisen und auf Osmiumoxyd.
<i>Schwefelige Säure</i>		zur Reduction des Tellurs und der selenigen Säure.
<i>Schwefelsäure</i>	}	auf *Baryt, *Kalk und Strontian.
<i>Silber</i>		auf selenige Säure und Selen, Osmiumoxyd, Schwefelleber und Schwefelmetalle vor dem Löthrohre.
<i>essigsames</i>	}	auf Chlor, in Salzverbindungen einer gemeinschaftlichen Base mit verschiedenen Säuren.
<i>salpetersames</i>		auf Hydrochlor-, Arsenik-, arsenige-, Phosphor- und Ameisensäure, sowie in quantitativer Hinsicht auf Hydrocyan- und Hydrothionsäure.
<i>Stärkmehl</i>		auf freies Jod.
<i>Terpentinöl</i>	}	auf Myrrhen, Kaoutchouc, Schwefel, Phosphor, Kampher.
<i>Thierleim</i>		auf Gerbestoff in vegetabilischen Substanzen.
<i>Thonerde, schwefelsaure</i>		auf Kali, durch Bildung von Kalialaun.
<i>Wasserstoff</i>		auf Sauerstoff und zur Metallreduction.
<i>Weingeist</i>	}	zur Reduction des Manganoxyds und der Chromsäure; zur quantit. Bestimmung des Kalks, Strontians und Platins; zur Trennung des Kalis von Natron, des Kalks von Baryt und Strontian, des Baryts von Strontian und des Bleis von Quecksilber; ferner auf Ricinusöl, Copaiva- und Perubalsam, auf ätherische Oele, Harze, Kampher, Jod, Morphin-, Chinin-, und Jodinsalze.
		auf Kali; zur Trennung verschiedener Metalloxyde und Erden, wie z. B. der Titansäure von Zirkonerde.
<i>Weinsteinsäure</i>		
<i>Zink</i>	}	zur regulinischen Metallausscheidung, besonders für Blei, Eisen und Selen.
<i>Zinn</i>		zur Metallreduction auf nassem und trockenem Wege.

Im Allgemeinen lässt sich die Gesamtwirkung aller Reagentien unter folgenden Erscheinungen zusammenfassen, in Entfärbung oder Farbenveränderung, Trübung, flockige, körnige, krystallinische, langsam oder schnell erfolgende Präcipitation, Auflösung auf nassem oder pyrochemischem Wege, Oxydation, Reduction, Sublimation, Verflüchtigung, Verdichtung und Gasentbindung.

Nebst der Kenntniss der durch Reaktion hervorgebrachten Haupt-

wirkungen, bedarf es aber auch noch derjenigen, welche die verschiedenen Modificationen unter gewissen Umständen voraussetzen; nämlich in Bezug der Auflöslichkeit in besonderen Lösungsmitteln, des Grades der Concentration der anzuwendenden Wärme, der grösseren oder geringeren Empfindlichkeit des angewandten Reagenzes, der Zeit, in welcher sich ein gewisser Effect ergeben muss, der entsprechenden Auswahl der Reagentien, der Anwendung mehrerer in einer geeigneten Folge nach einander, sowie der nöthigen mechanischen Beihülfe u. s. w., welches zu lehren nur weitläufige Beschreibungen veranlasst, die selten einen erspriesslichen Nutzen gewähren, wenn man nicht praktisch zu solchem Wissen gelangt, was ich hiermit Jedem angelegentlichst empfehle, dem es um eine vollkommene Ausbildung ernstlich zu thun ist, wesshalb ich auch nur die nöthigen Anweisungen und Mittel an die Hand gebe, durch welche man befähigt wird, den praktischen Weg mit Sicherheit einzuschlagen, der dann leicht und stufenweise zum gewünschten Ziele führt.

Man sehe sofort vorzüglich auf chemische Reinheit der Reagentien, dergleichen auch auf das in Anwendung kommende Wasser zur Lösung, Verdünnung und zur Auswaschung der Präcipitate, ferner auf klare Solutionen durch Filtriren bewerkstelligt, sowie auf Reinlichkeit aller in Gebrauch genommenen Gefässe und Geräthschaften. Wo freie Säuren oder Alkalien dem beabsichtigten Erfolge hinderlich sind, stumpfe man sie mit den geeigneten Mitteln ab, oder sind dieselben flüchtiger Natur, so entferne man sie durch Erwärmung der Solution. Man achte auf den entsprechenden Grad der Verdünnung oder Concentration der zu prüfenden Solutionen und der in Anwendung kommenden Fällungsmittel, insofern diese flüssig sind, wie es sich zum Theil von selbst ergibt, theils auch bei Gelegenheit in diesem Werke angezeigt ist. Man prüfe die erhaltenen Ausscheidungen nach den an ihrem Orte bemerkten Angaben auf ihre Auflöslichkeit in Säuren oder Alkalien, und lasse überhaupt auch den geringfügigst scheinenden Effect nicht ausser Acht, bevor man sich nicht von dessen Ursache theoretisch oder praktisch in's Reine gesetzt hat; und endlich beobachte man die grösste Genauigkeit bei Wägungen, Raumvermessung, Vergleichsstellung, Berechnung und Aufzeichnung des folgerechten oder nach eigener Ansicht gewählten Ganges analytischer Proceduren, wozu in dem folgenden Abschnitte über analytische Chemie die gehörigen Bemerkungen und Winke gegeben sind, — so wird man in kurzer Zeit mehr an Umsicht gewinnen, als specielle Beschreibungen jemals zu bewirken im Stande sind, und dem so gebildeten Pharmaceuten seine gewöhnlichen Arbeiten im Gebiete der pharmaceutischen Chemie als Appendix seines gründlichen Wissens erscheinen, wobei man in keine Verlegenheit gerathen kann, wenn man nur einige praktische Übung damit verbindet.

Ueber den Gebrauch der Reagentien im Allgemeinen auf nassem und trockenem Wege nun noch Folgendes:

Sobald man durch Reagentien eine Einwirkung auf andere Stoffe beabsichtigt, so ist gegenseitig genaues Durchdringen ein Haupt-

erforderniss, wesshalb man die Stoffe in den entsprechenden Zustand versetzen muss, wenn sie es ihrer Natur nach nicht etwa schon sind, d. h. man muss sie in flüssige Form zu bringen suchen, sei es nun auf nassem oder trockenem Wege, mit oder ohne Erhöhung der Temperatur. Ersteres geschieht durch Anwendung flüssiger Auflösungsmittel, letzteres durch Schmelzen mit einem passenden Zusatze in einem Tiegel oder vor dem Löthrohre im Kleinen.

Die Auflösung bedingt bei den meisten Naturkörpern eine Verkleinerung der Masse (pülvorn), wobei zu beobachten ist, dass keine fremdartigen Stoffe durch gewaltsame Abreibung untermischt werden, und sind desshalb die Reibschalen oder Mörser von solcher Art zu wählen, dass dieses nicht leicht geschehen kann; in manchen Fällen ist auch das Schlämmen nöthig und zulässig.

Nachdem diese Vorarbeit geschehen ist, wird die Auflöslichkeit der Substanz ermittelt, und zwar so, dass man mit dem schwächsten Auflösungsmittel den Anfang macht und weiter nach Art der Substanz andere versucht, bis das entsprechende gefunden ist, was aber, besonders bei vegetabilischen Substanzen, nicht leicht der Fall ist.

Bei anorganischen Naturkörpern prüft man zuerst mit Wasser, dann mit Salzsäure, weiter mit Salpetersäure und endlich mit einem Gemische beider (Goldscheidewasser), sowie auch mit Hydrofluorsäure. Im Falle sich auf alles dieses kein Erfolg zeigt, so wird die Auflösung mit kohlensaurem oder kaustischem Kali versucht, und Falls auch hierdurch keine Einwirkung stattfindet, so geschieht die Aufschliesung des Fossils auf pyrochemischem Wege durch Zusammenschmelzen mit dem vier- bis fünffachen Gewichtsbeitrag der zu untersuchenden Substanz, von kohlensaurem Kali, nach genauer Untermengung beider in einem Platin- oder Silbertiegel, und zwar am geeignetsten über der Weingeistlampe mit doppeltem Luftzuge. Nach gehöriger Schmelzung und nachherigem Erkalten wird nun durch Wasser die Auflösung bewerkstelligt, und wenn solche nur theilweise erfolgt, der Rückstand mit Säuren, wie vorbemerkt, in Auflösung gebracht.

Die auf solche Art bewirkte Auflösung kann nun eine gesättigte, wenig verdünnte (concentrirte), eine totale (vollkommne), welche Alles in Auflösung gebracht hat, oder eine partielle (unvollkommne), wobei ein Rückstand verblieben ist, seyn; dessgleichen kann selbige neutral, basisch oder sauer nach den hierüber bekannten Begriffen erfunden werden, worauf denn die gehörige Rücksicht genommen werden muss.

Um nun die in Solution gebrachten Stoffe einzeln darzustellen, werden sofort die, — nach bereits wahrgenommenem Verhalten, sowie auch nach natürlichem Vorkommen und Merkmalen des zu untersuchenden Körpers — gewählten und einem geregelten Gange der Analyse entsprechenden Fällungsmittel in Anwendung gebracht, wie solches weiterhin speciell angezeigt werden soll; hier ist nur zu erwähnen, dass man das Fällungsmittel successive in kleinen Portionen bis zum Verschwinden weiterer Reaction oder in manchen Fällen bis nach Verlauf eines gewissen Zeitraumes einzutragen hat, nach Umständen auch wohl die Solution erwärmt und den entstan-

denen Niederschlag durch ein zuvor gewogenes, trocknes, von weissem, ungeleimtem von Kalk und Eisen freiem Papiere gefertigtes, glattes, den Trichter nicht überragendes Filter absondert, auswascht, trocknet und weiter damit verfährt, wie bei den folgenden einzelnen Fällen ausführlich angegeben wird.

In Bezug der Anwendung des Löthrohres, um auf trockenem Wege theilweise Analysen oder Vorprüfungen der zu untersuchenden Körper auszuführen, ist folgendes Verfahren zu beobachten.

Vor Allem mache man sich genau mit der Wirkung der innern und äussern Flamme bekannt, welche sich in Folgendem unterscheidet. Man bemerkt nämlich im Innern derselben, unmittelbar über dem Dochte, einen dunkeln, kegelförmigen Kern, welchen eine hellblaue Flamme umgiebt, die wieder in ihrer ganzen Peripherie von einer weissen, helleuchtenden, etwas abgestumpften Flammenparthie umflossen ist, und welche, wie auch der innere blaue Flammenkegel sich bei dem Einblasen von Luft in eine Spitze endigt, woselbst die Hitze am stärksten ist, weil hier die sich im Innern entbindenden Gasarten durch Begünstigung des zutretenden Sauerstoffes der Luft verbrannt werden.

Die Oxydation geschieht vor der äussern Flammenspitze und zwar bei gehöriger Temperatur ohne Berührung von derselben am leichtesten; dagegen die Reduktion im Innern dieser weissen Flamme stattfindet, zunächst, wo die blaue sich endigt, und muss man sich hierin durch Uebung eine gewisse Fertigkeit und Sicherheit aneignen suchen, welche auch von einem gleichförmigen, nach Bedarf modificirten Einblasen der Luft mittelst des Löthrohres abhängig ist. Zu solcher Einübung bedient man sich am zweckmässigsten eines Zinnkornes, welches man ohne eintretende Oxydation flüssig zu erhalten sich bemühen muss, wodurch man es zu einer hinreichenden Fertigkeit bringen kann.

Als gewöhnliche Unterlage dient Kohle von Nadelhölzern nach dem Querschnitte genommen, und in der Mitte mit einer kleinen Vertiefung, zur Aufnahme der Substanz geeignet, versehen. Ausserdem bedient man sich auch füglich eines dünnen, an einem Ende ringförmig zugebogenen Platindrathes, worin man die Substanz befestigt und so der Wirkung der Flamme darbietet. Andere Bedürfnisse ergeben sich meist von selbst, wie z. B. Zange, Messer, Ambos, Hammer, Mikroskop, Glasröhren, Glaskölbchen u. s. w.

Die hauptsächlichsten Verhaltensregeln sind ferner: Man bestimmt die Grösse der Proben nach der Natur des Körpers und dem damit beabsichtigten Zwecke, von der Grösse eines Senfkornes bis zu der einer Erbse, und versucht zuvor, ob selbige in einem Glaskölbchen durch Erhitzung decrepitiert, Wasser oder einen andern flüchtigen Stoff ausscheidet, der sich durch Gesicht und Geruch erkennen lässt; sodann beobachtet man das Verhalten der Probe im Innern und Aeussern der Flamme, ohne eine Schmelzung eintreten zu lassen, in Bezug auf ihre Oxydationsfähigkeit, und schreitet dann zur Schmelzung der Substanz entweder für sich, wenn es möglich ist, oder durch Zusatz eines entsprechenden Flussmittels, wozu der fein gepulverte Körper mit einem solchen genau vermengt und etwas angefeuchtet, auf der

Kohle in einigen Zusammenhang gebracht, alsdann in den Platindrath gefasst, weiter in der Flamme zu einer Glasperle geschmolzen wird.

Als Flussmittel bedient man sich gewöhnlich:

a) *Des Natrons*; dieses bildet mit Kieselerde und Molybdänsäure ein farbloses Glas, mit Antimonsäure und Wismuth ein weisses, mit Titan, Tantal und Blei ein gelbes, mit Cerer ein braungelbes, mit Kobalt ein grünes, mit Mangan ein blaugrünes Glas.

b) *Des boraxsauren Natrons*, welches folgende Effekte bewirkt: mit Erden, Molybdän-, Wolfram-, Titan-, Tellur-, Tantal- und antimöniger Säure, dessgleichen mit Wismuth, Blei und Zink mehr oder minder klare, farblose Flüsse; mit Kupfer grün, mit Chrom smaragdgrün, mit Kobalt blau, mit Cerer roth, mit Eisen dunkelroth, mit Molybdän amethystfarben, mit Nickel röthlichgelb, mit Uran dunkelgelb, mit Kadmium gelblich, mit Zink emailweiss, mit Silber milchweiss opalisirend;

c) *des phosphorsauren Natrons*; dieses bewirkt folgende Färbungen der Flüsse: mit den Erden, Antimoniumsäure, Tantal, Tellur, Cadmium, Wismuth, Blei, Zinn und Zink mehr oder weniger klare, ungefärbte Flüsse; mit Chrom, Uran, Kupfer und Molybdän grüne; mit Wolfram und Kobalt blaue; mit Mangan amethystfarbene; mit Nickel röthlichgelbe; mit Cerer rothe; mit Eisen dunkelrothe.

Gang der Analyse; specielles Verfahren.

Dieser Gang ist verschieden, je nachdem die zu untersuchende Verbindung in Wasser lösbar ist oder nicht.

I.

Prüfung auf Metalle.

Zuerst muss man die Substanz in einer kleinen Glasröhre glühen; dieses Glühen hat den Zweck, zu erfahren, ob organische Substanzen zugegen sind; es geschieht aber auch, um zu erfahren, ob in der Verbindung ein flüchtiger Körper enthalten ist; dieser legt sich alsdann im kälteren Theile der Röhre an. Es geschieht aber auch, um zu erfahren, ob sich in der Verbindung Wasser befinde, welches sich gleichfalls im kälteren Theile der Röhre verdichtet. Die Gegenwart von organischen Substanzen ergiebt sich nicht blos aus dem Schwarzwerden bei dem Glühen, es muss vielmehr gleichzeitig sich ein brenzlicher Geruch verbreiten, Kohlenwasserstoff, Kohlenoxydgas u. s. w. entweichen. Z. B. man hat ein vollkommen weisses Hydrat, so wird dieses beim Glühen schwarz, ohne dass sich organische Substanzen dabei befinden.

Um sich zu überzeugen, ob die Verbindung in Wasser löslich sei, muss man den Körper zwei- bis dreimal mit Wasser behandeln; verschwindet der Körper auch nicht sichtbar und wird die Flüssigkeit doch weiss, so muss man dieselbe doch abfiltriren und das klare Filtrat auf einem Platinblech verdampfen.

Hat man eine Auflösung von einem Körper erhalten, so sieht man zunächst nach, wie sie auf blaues und rothes Lakmuspapier reagirt; welches Resultat sich auch dabei ergeben mag, so wird die Flüssigkeit immer mit Salzsäure angesäuert; sollte dadurch ein Niederschlag entstehen, so kehrt man sich an diesen nicht, bemerkt aber das Factum, weil sich daraus auf die Gegenwart von Silber, Quecksilberoxydul, Blei u. dgl. schliessen lässt. Auch kann man in solchem Falle eine andere Portion der Flüssigkeit mit Salpetersäure ansäuern, wiewohl man diese Säure gern vermeidet. Zu der gesäuerten Flüssigkeit bringt man alsdann Schwefelwasserstoff, entweder Schwefelwasserstoffgas oder Schwefelwasserstoffwasser; letzteres führt die Unannehmlichkeit mit sich, dass die Flüssigkeit zu sehr verdünnt wird, und darum ist ersteres angenehmer. Dieser Schwefelwasserstoff wird zur Flüssigkeit gebracht, bis dieselbe stark darnach riecht. Darauf erwärmt man die Flüssigkeit, um die Abscheidung der Schwefelmetalle zu begünstigen und auch den Ueberschuss des Gases zu entfernen, um gewisse Metalle noch niederschlagen, die durch das Gas gelöst sein könnten. Nach dem Erkalten werden die Schwefelmetalle von der Flüssigkeit durch ein Filtrum geschieden, mit Wasser ausgesüsst und die Flüssigkeit mit dem Aussüßwasser einseitigen bei Seite gestellt; ehe man dies aber thut, muss man sich nochmals überzeugen, ob auch alle aus einer sauren Flüssigkeit fällbaren Metalle heraus sind. Die Schwefelmetalle aber, die sich auf dem Filter befinden, werden noch feucht mit etwas kaustischem Ammoniak und darauf mit Schwefelammoniak kalt übergossen. (Die Schwefelmetalle nimmt man am besten durch Absprützen mit destillirtem Wasser ab.) Jedoch schadet ein gelindes Erwärmen mit dem Schwefelammoniak nichts. Verschwindet bei dieser Digestion Alles, und wird die Flüssigkeit vollkommen klar, so geht daraus hervor, dass der Schwefelammoniak bloß electro-negative Schwefelmetalle, nämlich: Arsenik, Antimon, Zinn oder Gold herausgeschlagen hat. Bleibt bei der Digestion aber noch ein Rückstand, so kann ausser obigen Metallen noch niedergeschlagen sein: Quecksilber, Silber, Blei, Kupfer, Wismuth, Cadmium. Im letzteren Falle muss man die Solution von dem Ungelösten durch ein Filtrum scheiden. Es werden alsdann die nicht gelösten Schwefelmetalle bei Seite gelegt und erst die Auflösung untersucht. Die schwefelammoniakalische Auflösung wird nämlich vorsichtig mit verdünnter Salzsäure gesättigt, so dass die Salzsäure nur schwach vorwaltet. Man nimmt alsdann den Niederschlag und filtrirt ihn ab, süsst ihn auch etwas aus. Wäre er *schön roth* von Farbe, so deutete dies auf blosses Antimon, wäre er *schwarz* auf Gold, *gelb* auf Zinn oder Arsenik, und in diesem Falle braucht man nur auf jedes einzelne der Metalle seine Aufmerksamkeit zu richten. Weil dies aber doch immer sehr unsicher bleibt, so thut man am besten, den Niederschlag aus der schwefelammoniakalischen Auflösung mit Salzsäure zu übergießen und tropfenweise Salpetersäure hinzuzusetzen; es lösen sich alsdann gedachte vier Schwefelmetalle auf, und man prüft alsdann die Auflösung, in verschiedene Theile getheilt, folgendermassen:

Auf *Gold* durch *Zinnsolution*, auf *Zinn* durch *Goldsolution*, auf

Arsenik durch *Kalkwasser*, auf *Antimon* durch den rothen Niederschlag mit Schwefelwasserstoff.

Es ist diese Erkennung der vier Metalle mit den grössten Schwierigkeiten verknüpft; es dürfte aber wohl selten sein, alle vier zusammen zu finden. Wenn das Schwefelammoniak endlich kein elektro-negatives Metall aufgelöst hat, so kommt durch Zusatz von Salzsäure in der Regel ein weisser Niederschlag; dieser ist Schwefelmilch — (Lac. sulph.).

Wenn sich nun in Schwefelammoniak der aus einer sauren Flüssigkeit mittelst Schwefelwasserstoff erhaltene Niederschlag nicht ganz aufgelöst hat, so nimmt man das, was sich nicht lösen wollen, vom Filter ab, giesst reine Salpetersäure darauf und digerirt es damit; es treten hier wiederum drei Fälle ein:

- 1) es wird Nichts gelöst;
- 2) es wird Alles gelöst;
- 3) es wird nur theilweise gelöst.

Wenn Nichts gelöst wird, so kann der schwarze Rückstand nur Schwefelquecksilber sein; alsdann wird die davon abfiltrirte Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoff nicht im mindesten gefärbt. Wenn Alles gelöst wurde, so geht daraus hervor, dass kein Schwefelquecksilber vorhanden war, und man hat alsdann nur auf Kupfer, Blei, Silber, Wismuth und Cadmium zu prüfen. Wurde nur ein Theil gelöst, so ist das Unlösliche immer Schwefelquecksilber und die oben genannten fünf Metalle können in der Flüssigkeit enthalten sein; in diesem Falle wird die Solution in mehrere Theile getheilt, nachdem sie zuvor mit kohlen-saurem oder kaustischem Ammoniak vorsichtig neutralisirt worden ist; hierunter versteht man das Zusetzen von Ammoniak so lange, bis sich ein Niederschlag zeigt; alsdann theilt man sie in fünf Theile. Man vermischt dann einen Theil, um Silber zu finden, mit Salzsäure, um Blei zu finden, mit Schwefelsäure, um Kupfer zu finden, mit Kaliumeisencyanür. Hat sich durch diese Versuche nichts ergeben, so kocht man die Flüssigkeit mit kaustischem Kali; entsteht dadurch ein weisser Niederschlag, so kann entweder Wismuth oder Cadmium darin sein; den Niederschlag filtrirt man ab und sieht, ob kaustisches Ammoniak etwas auflöst; löst kaustisches Ammoniak ihn auf und giebt Schwefelwasserstoff einen gelben Niederschlag, so hat man Cadmium. Gesetzt aber, bei den vorigen drei Proben hätte sich entweder Silber oder Blei oder Kupfer ergeben, so schlägt man erst das Silber mit Chlorwasserstoff heraus, das Blei mit Schwefelsäure und prüft dann. Hatte die Probe aber Kupfer ergeben, so müsste man die Flüssigkeit mit kohlen-saurem Ammoniak übersättigen. Wismuth und Cadmium bleiben gelöst und werden untersucht, wie früher angegeben ist.

Die im sauren Zustande von Metallen befreite Flüssigkeit wird dann mit Ammoniak neutralisirt (sollte dadurch ein gefärbter Niederschlag entstehen, so nimmt man darauf keine Rücksicht), reichlich mit Schwefelammoniak vermischt, die Flüssigkeit gelinde erwärmt und die gebildeten Schwefelmetalle abfiltrirt; diese werden dann vom Filtrum abgenommen, in einer Porcellanschale mit Salzsäure übergossen, und wenn sie ihre Farbe verloren haben, zu der kochenden

Solution so lange tropfenweise Salpetersäure gemischt, bis die Flüssigkeit eine gelbe Farbe angenommen hat und stark nach Chlor riecht; man filtrirt sie darauf, löst darin reichlich Salmiak und übersättigt hierauf mit kaustischem Ammoniak; entsteht dadurch ein brauner Niederschlag, so kann selbiger Eisenoxyd oder ein Gemenge von diesem mit Thonerde sein; man scheidet ihn durch ein Filtrum, stellt das Filtrat einstweilen bei Seite und untersucht diesen Niederschlag, wie folgt: Man löst ihn in Salzsäure und kocht die Solution mit einem Ueberschuss; von kaustischem Kali, war Thonerde dabei, so findet sich diese im kaustischen Kali gelöst und wird in der alkalischen Flüssigkeit durch Zusatz von Salmiak in der Form eines weissen flockigen Niederschlages erkennt; das Eisenoxyd bleibt durch das kaustische Kali ungelöst. Die eisenfreie Flüssigkeit kann noch Mangan und Zink enthalten; um diese zu scheiden, wird die Flüssigkeit gleichfalls mit einem reichlichen Ueberschusse von kaustischem Kali gekocht, und wenn sich kein Ammoniakgeruch mehr verbreitet, filtrirt; erhält man dadurch einen weissen Niederschlag, der auf dem Filtrum allmählig dunkelbraun und fast schwarz wird, so deutet dies auf Mangan; ein weisser Niederschlag, der an der Luft unverändert bleibt, würde einen Kieselerdegehalt im kaustischen Kali andeuten. Zink findet man nach Abscheidung des Mangans in der alkalischen Flüssigkeit durch Schwefelammoniak; es entsteht dann nämlich ein weisser Niederschlag von Schwefelzink.

II.

Prüfung auf Erden.

Die mittelst Schwefelwasserstoff und Schwefelammoniak von ihrem Metallgehalte befreite Flüssigkeit kann noch Erden und Alkalien enthalten; dass solche noch zugegen sind, ersieht man durch Abdampfen einiger Tropfen derselben auf Platinblech; zeigt sich hierbei ein Rückstand, so verfährt man, wie folgt: Man vermischt die klare Flüssigkeit mit einem Ueberschusse von kohlen saurem Ammoniak und erwärmt sie zu mehrer Sicherheit; entsteht dadurch ein weisser Niederschlag, so scheidet man ihn durch ein Filtrum und untersucht ihn auf Baryt, Strontian und Kalk dadurch, dass man ihn in Salpetersäure löst und die Flüssigkeit mit einer in der Kälte gesättigten Auflösung von Schwefelkali niederschlägt; es fallen dadurch Baryt und Strontian, und Kalk bleibt in der Flüssigkeit; oxalsaures Ammoniak bewirkt, wenn Kalk zugegen war, einen weissen Niederschlag. Ob der durch Schwefelkali erhaltene Niederschlag blos Baryt oder ein Gemenge von Baryt und Strontian war, kann man nicht anders als mit Hülfe einer neuen salzsauren Solution der mit kohlen saurem Ammoniak niedergeschlagenen Erden erkennen. *Kieselflussssäure* bringt nämlich, wenn Baryt zugegen war, einen Niederschlag hervor; ob noch Strontian dabei war, zeigt die rothe Flamme des mit Alkohol vermischten, angezündeten Rückstandes. Die mit kohlen saurem Ammoniak niedergeschlagene Flüssigkeit kann von Erden nur noch Magnesia enthalten; ob solche dabei ist, zeigt phosphors. Natron an, welche, da die Flüssigkeit ammonikalisch ist, durch das Reagens gleich angezeigt werden wird.

III.

Prüfung auf Alkalien.

Hat man zwar Erden, aber unter diesen keine Magnesia gefunden, so ist die Prüfung auf Alkalien leicht und einfach; man verdampft die erdenfreie Flüssigkeit (welche aber nicht mit Natron phosphoric. vermischt sein darf) zur Trockne und glüht den Rückstand, bis keine weissen Dämpfe mehr entwickelt werden; es bleibt alsdann blos Kali oder Natron, oder ein Gemenge von beiden übrig; giebt der Rückstand, ein wenig in Wasser gelöst, mit Chlorplatin keinen Niederschlag, so zeigt dieses die Abwesenheit von Kalien; entsteht dagegen ein gelber Niederschlag, so hat man entweder Kali allein oder gemengt mit Natron zu erwarten; welches der Fall sei, ersieht man nach dem Abfiltriren des gelben Präcipitates, durch Zusatz von Salmiak zur klaren Flüssigkeit, Abfiltriren des Niederschlags und Verdampfen des Filtrats zur Trockne, zeigt sich hierbei ein Rückstand, so deutet dieser auf Natron.

Ammoniak wird bei jeder Untersuchung unmittelbar durch Kochen der zu untersuchenden Verbindung mit flüssigem Aetzkalium gefunden; der Geruch entscheidet darüber mit hinreichender Sicherheit.

IV.

Prüfung auf Säuren.

Zunächst prüft man allemal auf Schwefelsäure mit Chlorbarytium, wodurch ein weisser, in Salzsäure unlösbarer Niederschlag entstehen muss. Wenn *Phosphorsäure* zugegen war, so findet man diese in der mit Salzsäure angesäuerten, vom schwefelsauren Baryt abfiltrirten klaren Flüssigkeit durch einen weissen Niederschlag mit kaustischem Ammoniak; hierbei ist allerdings vorausgesetzt, dass etwa vorhandene durch kaustisches Ammoniak fällbare Basen vorher aus der Verbindung abgeschieden seien.

Salzsäure erkennt man durch den weissen, in Salpetersäure unlösbaren Niederschlag mit salpetersaurem Silber.

Salpetersäure findet man durch Kupferfeile, wenn diese, mit dem trocknen Salz und concentrirter Schwefelsäure vermischt, rothe Dämpfe entwickelt; auch durch Indigoauflösung oder durch mit Indigo gefärbte Papierstreifen, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, dass von dem Erwärmen der Flüssigkeit mit dem Papier ein Zusatz von concentrirter Schwefelsäure gegeben werden muss.*

Kohlensäure verräth sich durch das Aufbrausen beim Zusatz einer Säure; tritt ein solches Brausen unter Verbreitung eines Geruches nach faulen Eiern ein, so deutet dieses auf eine Schwefelverbindung.

Borsäure findet man durch Uebergiessen der trocknen Verbindung mit Schwefelsäure und Alkohol; angezündet verbrennt letzterer alsdann mit einer grünen Flamme.

Fluor verräth sich durch das Aetzen einer über die mit Schwefelsäure vermischten und erwärmten Verbindung gehaltenen Glasplatte.

flüs-
cht;
tigt
ner
von
ellt
tag,
tem
det
hen
sen
das
och
ig-
em
tet,
em
lies
lert
en.
hen
ein

von
ien
Ab-
bei
are
md
vie-
ihn
ure
mg
an,
rkt,
rch
ge
ilfe
iak
ch,
on-
an-
ge-
ob
keit
ird.

Dritte Abtheilung.

Theoretisch-analytische Chemie der anorganischen Naturkörper.

Einleitung und Eintheilung der Grundstoffe.

Theoretisch-analytische Chemie.

Zerlegende Chemie, im Gegensatze von der synthetischen, welche sich vorzüglich mit Abscheidung ungleichartiger Substanzen aus einem gleichartigen Ganzen beschäftigt. Die analytische Chemie zerfällt in 1) qualitative, und 2) quantitative; die qualitative beschäftigt sich damit, zu ermitteln, welche Substanzen überhaupt in Mischungen enthalten sind. Durch quantitative Untersuchung erhält man die Menge der einzelnen Bestandtheile. Der quantitativen Untersuchung muss immer erst die qualitative vorhergehen; denn kennt man erst die einzelnen Bestandtheile genau, und in welcher Verbindung sie vorhanden sind, so kann man leicht einen Körper auffinden, womit man die Menge abscheidet. Die analytische Chemie ist ein Theil der reinen, aber auch zugleich der praktischen Chemie.

Basen nennt man in der Chemie einen elektro-positiven Körper, einen Körper, der sich stets zum negativen Pol einer voltaischen Säule begiebt, und welcher sich mit elektro-negativen Körpern (Säuren) zu einem Salze verbinden kann. Sie werden eingetheilt in 1) alkalische, 2) erdige, 3) metallische und 4) organische Basen.

Unter *Alkalien* versteht man die Verbindung zweier Körper, zweier chemischen Elemente, und zwar mehrentheils die Verbindung von einem metallischen Elemente mit Sauerstoff; nur Ammoniak macht hiervon eine Ausnahme, indem es nur aus Stickstoff und Wasserstoff besteht; dieses nennt man daher auch flüchtiges Alkali, während die andern feuerbeständige heißen. Die Alkalien sind also zusammengesetzt nach Art der anorganischen Körper; denn organische Körper sind immer aus mehr als zwei Grundstoffen zusammengesetzt. Die Alkalien zeichnen sich auch noch aus durch den eigenthümlichen laugenhaften Geschmack, durch die Einwirkung auf gewisse Pflanzenfarben, dass sie im Feuer schmelzbar und mit Fettigkeiten leicht in Wasser lösliche Seifen bilden.

Alkaloide unterscheiden sich von den Alkalien dadurch, dass sie immer zwei bis vier Grundstoffe haben, dass sie bitter schmecken

und giftig auf den thierischen Körper wirken, dass sie nur in Weingeist und Aether löslich sind, und im Feuer werden sie in Wasser, Sauerstoff und Kohlenstoff verwandelt oder zersetzt.

Alkalien giebt es vier, nämlich Kali, Natron, Lythion und Ammoniak.

Reagentien nennt man solche einfache oder zusammengesetzte Körper, welche, wenn sie mit einem andern Körper in Berührung gesetzt werden, das Dasein dieses Körpers durch sehr auffallende Erscheinungen und Veränderungen kund geben; so z. B. ist jede Säure ein Reagens auf Kohlensäure in irgend einer Verbindung; ebenso erscheint, wenn Schwefelwasserstoff mit einem Antimonpräparat in Berührung kommt, ein purpurrother Niederschlag. Man muss wissen, wie viel Reagens man braucht, um eine möglichst geringe Substanz anzuzeigen. —

A l k a l i e n.

Kali.

Auf *Kali* wirkt am empfindlichsten: 1) *Kohlenstickstoffsäure*, 2) *Platinchlorid*, 3) *Weinsteinsäure*, 4) *Ueberchlorsäure* und 5) *Kieselstoffsäure*.

Kohlenstickstoffsäure besteht aus Kohlen-, Stick- und Sauerstoff, und wird bereitet, wenn man in ein sehr geräumiges Glas zwanzig Theile chemisch reine Salpetersäure von 1,43 specifischem Gewicht thut, und nach und nach sehr behutsam ungefähr $1\frac{1}{2}$ Theile fein zerriebenen Indigo zuträgt, während man das Glas möglichst kalt zu erhalten sucht; hernach wird die Lösung in einer Porcellanschale gekocht, und indem Stickstoffoxyd entweicht, entwickeln sich rothe Dämpfe; alsdann muss man tropfenweis so lange Salpetersäure zusetzen, bis die Bildung der rothen Dämpfe nachlässt; hierauf lässt man es erkalten, damit sich Krystalle ausscheiden können. Schiessen wirkliche Krystalle an, so werden sie nochmals aufgelöst, filtrirt und abermals krystallisirt. Sollten sich keine Krystalle bilden, was zuweilen der Fall ist, so mischt man Wasser hinzu, worauf die Kohlenstickstoffsäure pulverförmig niederfällt, welche Masse man durch Auflösen und Krystallisiren reinigen muss. Man thut am besten, die erhaltenen Krystalle in eine verdünnte Auflösung von Kali subcarb. zu geben, wo die Kohlensäure entweicht und sich kohlenstickstoffsaures Kali bildet. Dieses wird durch hinzugegebene verdünnte Schwefelsäure zersetzt, es bildet sich schwefelsaures Kali, welches ungelöst bleibt, die Kohlenstickstoffsäure wird frei und krystallisirt in hellgelben rhombischen Octaëdern und röthet Lakmuspapier; erhitzt man sie schwach, so sublimirt sie und löst sich in Weingeist und Aether. — Wird diese mit reinem Kali oder Kalisalz zusammengebracht, so entsteht ein hellgelber krystallinischer Niederschlag, und dies ist kohlenstickstoffsaures Kali, welches zu seiner Lösung 260 Theile heisses Wasser erfordert; es zeigt diese Kohlenstickstoffsäure einen noch geringeren Gehalt von Kali an, als Platinauflösung, und wirkt nicht auf Ammoniak.

Platinchlorid (Platinauflösung) wird bereitet, indem man in einen kleinen Glaskolben Platinafleck oder Platinaschwamm legt; dieses über-

Wild, Pharmacie.

giesst man mit reiner Salzsäure, erwärmt es und tröpfelt vorsichtig Salpetersäure hinzu, giesst die klare Auflösung ab, und wiederholt dieses, bis Alles aufgelöst ist; diese Lösung dampft man in einer Platinaschale bis zu einer braunen Masse ab, übergiesst diese mit höchst rectificirtem Weingeist und filtrirt Alles. Der Process hierbei ist folgender: Der Wasserstoff der Salzsäure verbindet sich mit dem Sauerstoff der Salpetersäure zu Wasser; das Platin verbindet sich mit dem Chlor zu Platinchlorid; aus der Salpetersäure wird salpeterichte Säure und Stickstoffoxyd. Dieses Platinchlorid bringt sowohl in reinem Kali, als auch in Kalisalzen einen gelben Niederschlag hervor, der aus Chlorkalium und Chlorplatin zusammengesetzt ist; im Wasser ist er lösbar. Es ist gut, wenn man die Kalilösung mit Spiritus bereiten kann; vermuthet man, dass Schwefel mit Kali verbunden ist, so muss erst der Schwefel entfernt werden, weil sich sonst Schwefelplatin bildet; auch darf kein Ammoniak vorhanden sein, denn dasselbe verhält sich zum Platin ebenso wie das Kali.

Weinsteinsäure. Die Anwendbarkeit derselben beruht nur darauf, dass die Weinsteinssäure mit dem Kali ein Salz (Cremor tartari) bildet, welches in Wasser schwer löslich ist; soll die Weinsteinssäure wirken, so muss sowohl die Flüssigkeit vom zu untersuchenden Salz, als die von der Weinsteinssäure so concentrirt als möglich sein; alsdann wird man sogleich einen Niederschlag entstehen sehen. Salpeter- und Salzsäure verhindern die Reaction der Weinsteinssäure, womit der Weinstein besser löslich ist in solchen Säuren, als in blossen Wasser.

Ueberchlorsäure (früher oxydirte Chlorsäure genannt) erhält man aus der Chlorsäure, wenn man dieselbe destillirt; erst geht Wasser über; beginnt die Säure sich zu zersetzen, so kommt Chlorgas und Sauerstoff; in der Retorte bleibt eine dickliche Flüssigkeit, welche Ueberchlorsäure ist; bringt man hiermit Kali in Berührung, so entsteht ein weisser Niederschlag, überchlorsaures Kali, besonders in Weingeist unlösbar; beim Glühen wird viel Sauerstoff entbunden.

Kieselflussssäure. Man nimmt gleiche Theile fein pulverisirten Flussspath (Fluor und Calcium) und Sand (Silicium und Sauerstoff), thut beides in eine Retorte, übergiesst es mit sechs Theilen concentr. Schwefelsäure und erwärmt es, wo denn das Gas durch eine Entbindungsröhre in ein mit Wasser gefülltes Glas geleitet wird; hierin entsteht zugleich ein starker gallertartiger Niederschlag; man giesst das Ganze auf ein Colatorium; was durchfließt ist Kieselflussssäure, was zurückbleibt ist Kieselsäure. Kommt diese mit Kali zusammen, so erfolgt ein unscheinbarer, durchscheinender Niederschlag; ist die kalihaltige Flüssigkeit nicht concentrirt genug, so kommt der Präcipitat gar nicht zum Vorschein, auch wenn man sehr viele Kieselflussssäure zugiesst, was ausserdem doch geschehen muss. Der Niederschlag ist eine Doppelverbindung von Fluorkalium und Fluorsilicium. Auch darf kein Alkali in der Auflösung vorhanden sein.

Schwefelsaure Thonerde. Die Anwendbarkeit derselben beruht darauf, dass die schwefelsaure Thonerde mit dem Kali ein Doppelsalz, (Alaun) hervorbringt; weil aber auch die schwefelsaure Thonerde mit schwefelsaurem Ammoniak ein ähnliches Doppelsalz bildet, muss

man sich, wie beim Platinchlorid, vorher überzeugen, dass kein Ammoniak vorhanden sey. Bereitet wird die schwefelsaure Thonerde indem man Alaun in zwanzig Theilen Wasser auflöst, und der Auflösung so lange kohlenensaures Ammoniak zumischt, bis dasselbe vorherrscht; es entsteht ein Niederschlag, welcher schwefelsaure Thonerde ist. Man filtrirt das Ganze, der Niederschlag wird gehörig ausgewaschen, in Schwefelsäure noch feucht aufgelöst, die Auflösung bis zur Trockne abgedampft und der Rückstand stark ausgeglüht, aus welchem man durch Auflösung in Wasser die schwefelsaure Thonerde auszieht. Die Auflösung muss ebensowohl, wie die zu untersuchende Kalilauge, sehr concentrirt sein; auch ist nicht zu vergessen, dass man wohl bemerkt, ob es schwefelsaures, salpetersaures Salz oder Chlorkalium ist. Auch tritt die Reaction schneller ein, wenn die Lauge etwas sauer gehalten wird. —

Auf trockenem Wege Kali zu entdecken, giebt es verschiedene Methoden: 1) die von Harkort entdeckte; man macht sich eine Boraxperle, löst Nickeloxyd darin auf, wovon die vorher weisse Masse bräunlich wird; hat man dieses mit der zu untersuchenden Masse in Berührung gebracht, so wird die Perle vor dem Löthrohre mit bläulicher Farbe brennen, wenn Kali wirklich vorhanden ist. 2) Professor Fuchs in Landshut hat folgende Methode angegeben: Die zu prüfende Substanz wird mittelst Platindraht, welcher in ein Oehr gebogen ist, geschmolzen, wobei die äussere Flamme mit violetter Farbe brennt, besonders bei Chlor-, Jod- und Bromkali.

Quantitative Bestimmung. Ist das Kali an Schwefelsäure gebunden vorhanden, so dampft man die Flüssigkeit vorsichtig in einer Platinschale ab; es darf aber keine Säure prädominiren; das entstandene Salz wird recht lange getrocknet und geglüht, damit es nicht feucht werde. Sehr oft erhält man Kali mit Ueberschuss an Schwefelsäure; alsdann wird vorsichtig ein Stückchen Ammon. carb. in den Tiegel gelegt, denn die Schwefelsäure verdampft in der Atmosphäre des Ammon. carb. weit leichter, als in seiner eignen. Man kann den Moment sehr leicht erkennen, indem das vorher flüssige Salz auf einmal nach der Entfernung der überschüssigen Schwefelsäure als neutrales kohlenensaures Kali fest wird. Ausserdem kann man das Kali recht gut bestimmen, wenn es als Chlorkalium vorkommt; man muss die Auflösung abrauchen, und die trockene Masse in einem bedeckten Tiegel glühen, worauf Chlorkalium zurückbleibt.

Ist *kohlensaures Kali* vorhanden, so bestimmt man es nicht gern als solches, sondern man vermischt die Auflösung mit Salzsäure, raucht dieselbe ab, und erhält Chlorkalium, welches auch geglüht wird.

Ist *salpetersaures Kali* in einer Flüssigkeit, so kann man sie auch wohl gleich abdampfen, aber weil das Salz leicht Wasser zurückhält, so muss man es bei einer Temperatur, welche die des kochenden Wassers nicht übersteigt, schmelzen. Es ist aber am besten, die Salpetersäure durch Zusatz von Schwefelsäure gleich zu zersetzen, um schwefelsaures Kali zu bilden.

Natron.

Eigentlich hat man bis jetzt noch kein ganz zuverlässiges Reagens auf Natron. Die Kohlenstickstoffsäure, die Ueberchlorsäure, Weinsteinsäure und schwefelsaure Thonerde bewirken keine solche Veränderung, wie beim Kali.

Nur die *Kieselflusssäure* bringt, wenn die Natronlauge recht concentrirt ist, einen gallertartigen Niederschlag, Kieselfluornatrium, hervor.

Durch das Löthrohr entdeckt man Natron eher und besser.

Durch eine *negative Probe*, indem eine Boraxperle, mit Nickeloxyd gemischt (wobei sie bräunlich wird), mit dem zu untersuchenden Salz in Berührung setzt, wo sich die Farbe braun erhalten wird.

Durch eine *positive Probe*, indem das Salz auf einen Platindraht gebracht und erhitzt wird. Auf der äusseren Seite brennt die Flamme stark gelb. —

Die *Natronsalze* bekommen grösstentheils an der Luft einen mehlartigen Ueberzug; Kochsalz und salpetersaures Natron machen eine Ausnahme, indem diese eher feucht werden.

Man bestimmt das Natron am besten als schwefelsaures Natron, weil dasselbe nicht decrepitirt, wie das schwefelsaure Kali; löst dann das schwefelsaure Natron auf, raucht es ab und glüht es.

Auch als Chlornatrium liesse es sich bestimmen; auch als kohlen-saures Natron; man muss es dann sorgfältig schmelzen, weil es sonst leicht Wasser zurückhalten könnte.

Die Trennung des Kali vom Natron (quantitativ).

Man thut am besten, die Flüssigkeit mit Platinauflösung zu mischen, worauf ein Niederschlag entsteht, welchen man auf einem Filtrum sammelt, trocknet, vor dem Löthrohre glüht und auf die gelbe Flamme achtet. Hat man sich auf diese Weise überzeugt, dass Kali und Natron in dem Salze enthalten sind, so muss man sie in salzsaure Salze verwandeln. Man dampft die Lösung beider zur Trockne ab, glüht sie und nimmt das Gewicht von der geglühten Masse. Das Salz wird darauf mit viermal so viel Natriumplatinchlorid (welches ein Doppelsalz ist) vermischt. Diese Mischung löst man in wenigem Wasser auf, dampft sie zur Trockne ab und zieht die trockne Masse mit 60 p. c. haltigem Weingeist aus, wodurch das Chlornatrium und überschüssige Natriumplatinoxyd aufgelöst werden und mit dem Weingeist übergehen, das Chlorkalium und Chlorplatin bleiben zurück. Man filtrirt die Flüssigkeit, der Rückstand wird ausgewaschen und so lange getrocknet, bis kein Gewichtsverlust mehr stattfindet, und darauf gewogen, um aus dem Gewicht die Menge des Chlorkaliums zu berechnen. Weiss man, wie viel Chlorkalium vorhanden ist, so ist es nicht schwer, das Gewicht des Chlornatriums zu finden. Blosses Platinchlorid ist nicht anzuwenden, weil dieses schon vom Weingeist zerlegt wird; darum muss man die Doppelverbindung, Natriumplatinchlorid, haben. Dieses Reagens wird auf folgende Art gewonnen: Man nimmt eine gewöhnliche Platinauflösung, vermischt sie mit ebensoviele Kochsalz, filtrirt Alles und stellt sie an die Luft, worauf sich die gelben Krystalle ausscheiden, welche leicht in Wasser und Weingeist löslich sind.

Lithion.

Das beste Reagens ist basisch phosphorsaures Natron; man darf nicht gewöhnliches Natr. phosph. nehmen, ohne die Lösung durch Aetzammoniak basisch gemacht zu haben. Der Niederschlag, welcher bei einer zu untersuchenden Flüssigkeit entsteht, ist basisch phosphorsaures Lithion. Kalk sowohl als Magnesia werden auch dadurch gefällt, aber das Lithion wird nicht durch kohlenensaures Kali oder Natron niedergeschlagen, wie dies bei Kalk und Magnesia der Fall ist. Weinsteinsäure, Ueberchlorsäure und Platinlösung verhalten sich zum Lithion ganz indifferent. Ist die Auflösung sehr concentrirt, so giebt die Platinlösung doch einen unbedeutenden Niederschlag.

Kohlenstickstoffsäure dagegen giebt einen Niederschlag von kohlenstickstoffsaurem Lithion, welches gelb ist. Ausserdem kann man es noch vor dem Löthrohre erkennen, und zwar durch die schöne, lebhaft carminrothe, äusser Flamme. Auch brennen die Auflösungen der Lithionsalze mit carminrother Flamme, und es eignet sich Chlorlithion am besten hierzu.

Die quantitative Bestimmung ist ebenso, wie beim Kali und Natron, nur nicht als Chlorlithion, sondern als schwefelsaures Lithion, weil jenes immer feucht wird.

Vom Kali trennt man das Lithion durch Natriumplatinchlorid; in der Auflösung bleibt das Chlorplatin und Chlorlithion; das Platin schlägt man durch Schwefelwasserstoff nieder, das Lithion wird als basisch phosphorsaures Salz nachher niedergeschlagen. 100 p. c. von diesem Salz enthalten 15 p. c. Lithion.

Hat man aber Lithion in einem Mineralwasser, so vermischt man dieses mit einem Ueberschuss von kohlensaurem Natron und dampft es damit zur Trockne ein; was übrig bleibt, wird in reinem Wasser gelöst und filtrirt. Diesem Filtrat wird phosphorsaures Natron zugesetzt; man dampft Alles ab, bis es ganz trocken geworden ist; dieses Pulver wird in Wasser ganz aufgelöst und genau beobachtet, *ob etwas ungelöst bleibt*. Sollte sich etwas Weniges nicht lösen, so ist es gut, dasselbe näher zu untersuchen, weil dieses Doppelsalz grosse Aehnlichkeit besitzt mit phosphorsaurer Magnesia und phosphorsaurem Kalk. Man bringt die zu prüfende Verbindung auf einem Platinblech mit kohlensaurem Natron zum Schmelzen, wo man sehen wird, dass das Lithionsalz mit grosser Leichtigkeit zu einer klaren Masse fliesst; diese vorher klare Masse wird nach dem Erkalten trübe. Wenn statt Lithion phosphorsaurer Kalk ungelöst geblieben wäre, so würde keine so klare Masse beim Schmelzen erschienen sein.

Ammoniak.

Es unterscheidet sich sehr wesentlich von den bisher angeführten Alkalien, sowohl im reinen, als im an Säuren gebundenen Zustande dadurch, dass es sehr flüchtig ist, und dadurch, dass sich manche Ammoniaksalze unzersetzt verflüchtigen, z. B. Ammon. carb. und chlorwasserstoffsäures Ammoniak. Anders ist es bei dem schwefelsauren und salpetersauren Ammoniak, wo sich nämlich die Säure von

dem Salze trennt, indem sich erst das Ammoniak, dann die Säure verflüchtigt. Endlich giebt es Ammoniaksalze, bei welchen sich niemals Alles verflüchtigt, wie das phosphorsaure Ammoniak, welches jedesmal Phosphorsäure zurücklässt. Dieses Verhalten setzt uns in den Stand, die Gegenwart dieser Verbindungen zu erkennen: indem sich das Ammoniak durch seinen eigenthümlichen stechenden Geruch von den übrigen Alkalien auszeichnet; jedoch kann man bei der Hitze ohne grosse Unannehmlichkeit den Geruch nicht ermitteln, deshalb bedient man sich eines Glasstäbchens, welches man mit einer Säure befeuchtet hat, am besten mit Chlorwasserstoffsäure. Es entstehen alsdann weisse Nebel, indem sich chlorwasserstoffsaures Ammoniak bildet; nur ist es eine Hauptsache, dass die Chlorwasserstoffsäure nicht rauche; indem sie alsdann vorher mit so viel Wasser erst vermischt werden muss, bis sie an der Luft keine Dämpfe mehr ausstösst. Dieses Verhalten der Chlorwasserstoffsäure gegen Ammoniak ist eins der wichtigsten. Man darf nicht erwarten, dass diese Reaction gleich eintrete, wenn nicht das Ammonium frei oder an eine solche Säure gebunden ist, welche durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt wird; dass man nämlich die zu prüfende Verbindung vorher mit einem feuerbeständigen Alkali oder mit einer alkalischen Erde zusammenreibt, z. B. mit Kali caust. oder ätzendem Kalk. In Ermangelung der Chlorwasserstoffsäure könnte man in diesem Falle auch Salpetersäure oder Essigsäure nehmen, nur sind diese beiden nicht so empfindlich. Man kann auch kohlen-saure Alkalien nehmen, aber die Wirkung ist weit schwächer, als Geruch und Verhalten gegen Chlorwasserstoffsäure sind. Wenn man mit einem Ammoniaksalz Platinlösung zusammenbringt, sieht man eben einen solchen Niederschlag, wie beim Kali; man darf den Präcipitat nur glühen; bleibt blosses metallisches Platin zurück, so war der Niederschlag entstanden durch chlorwasserstoffsaures Ammonium; ausserdem darf man den Niederschlag nur mit Liq. kal. caust. übergiessen, so bildet sich dann auch der Ammoniakgeruch.

Schwefelsaure Thonerde reagirt auf Ammoniak ähnlich wie beim Kali. Wird Ammoniak mit derselben in Berührung gebracht, so bildet sich ein krystallinischer Niederschlag; dieser ist ein Doppelsalz, ähnlich dem Alaun, aus schwefelsaurem Ammoniak und Thonerde bestehend; wenn man aber die kleinen Krystalle glüht, so kann man leicht den Unterschied zwischen Ammoniak und Kali finden; der Kali-alaun lässt ein Gemenge von Thonerde und schwefelsaurem Kali zurück, während der Ammoniakalaun bloss Thonerde zurücklässt.

Weinstein kann gleichfalls täuschen. Wenn in einer Verbindung Ammoniak oder Kali ist, und die Lösung ist sehr concentrirt, so bekommt man einen Niederschlag von saurem weinsteinsaurem Ammoniak; man erkennt aber den Irrthum, wenn man die Krystalle glüht. Reagirt nun die zurückgebliebene schwarze Masse blaufärbend auf geröthetes Lakmuspapier, so rührt dies von Kali her; verhält sich die Masse indifferent, so ist Ammoniak vorhanden. Die bei dem Kali angeführten übrigen Reagentien reagiren durchaus nicht auf Ammoniak.

Quantitative Bestimmung. Man bestimmt die vorhandene Menge

von Ammoniak immer am besten durch den Verlust. Jedes sauerstoffhaltige Ammoniaksalz enthält chemisch gebundenes Wasser, und es kommt sehr darauf an, dieses zu entfernen; denn bliebe es in dem Salz, so würde es eine falsche Gewichtsbestimmung verursachen. Man vermischt deshalb die Ammoniakverbindung mit einer starken Base, z. B. mit gebranntem Kalk, oder mit einer Barytverbindung, oder mit kaustischem Kali, welche sämtliches Wasser an sich ziehen. Die Mischung wird erhitzt und die Menge des Wassers gesucht; man thut die vorher gewogene Base hinzu, welche das Wasser einsaugt, wornach sich das Gewicht des Wassers bestimmen lässt; alsdann sucht man auch die Säure wo möglich quantitativ zu bestimmen, indem man schon zwei Haltpunkte hat. Bei kohlen- und salpetersaurem Ammoniak muss man die sich entwickelnden Ammoniakdämpfe in verdünnte Chlorwasserstoffsäure leiten, wo man chlorwasserstoffsaures Ammoniak erhält, evaporirt es und wiegt die erhaltene Menge des chlorwasserstoffsauren Ammoniak. Diese letztere Operation ist häufig das einzige Mittel, um Ammoniak zu entdecken.

Chlorcalcium darf durchaus nicht zum Entwässern des Ammoniakgases angewandt werden, indem das Chlorcalcium das Ammoniakgas einsaugt, und so zu einem weissen Körper aufschwillt.

Erden.

Unter einer Erde versteht man im Allgemeinen den Gegensatz von Alkali, nämlich: dass sie an und für sich schwer schmelzbar sind, und dass sie mit Säuren schwer lösliche Salze bilden; diese Eigenschaften haben alle Erden gemein. Alle Erden sind entweder:

- a) alkalische Erden, oder
- b) eigentliche Erden.

Zu den alkalischen rechnet man 1) Baryt, 2) Strontian, 3) Kalk, 4) Magnesia. Zu den eigentlichen rechnet man 1) Thonerde, 2) Beryllerde, 3) Yttererde, 4) Circonerde, 5) Thorerde.

Alkalische Erden heissen sie deshalb, weil sie in mehreren Eigenschaften mit den Alkalien übereinstimmen.

- 1) Sie schmecken laugenhaft, wie diese;
- 2) sie wirken auf Pflanzenfarben ebenso wie Alkalien;
- 3) sie sind auch ebenso in Wasser löslich, nur nicht in gleichem Maasse;

4) Baryt, Strontian und Kalk geben mit Oelen und Fetten Seifen, und zwar in Wasser schwer lösliche.

Die eigentlichen Erden dagegen schmelzen gar nicht, reagiren nicht im mindesten auf geröthetes Lakmuspapier, lösen sich in Wasser gar nicht auf, und geben auch keine Seifen.

Das chemische Verhalten der Magnesia weicht sehr ab von dem des Baryts, Strontians und Kalks; 1) diese geben mit Schwefelsäure nur schwer lösliches Salz, Magnesia dagegen ein leicht lösliches; 2) Baryt, Strontian und Kalk werden nicht getrübt, wie dies bei Magnesia und den eigentlichen Erden der Fall ist.

Baryt.

Baryt erkennt man in seinen Verbindungen am besten dadurch, dass man Schwefelsäure hinzubringt, indem er mit derselben einen weissen, unlöslichen Niederschlag giebt; dieser schwefelsaure Baryt ist nur in 43,000 Theilen Wasser löslich, aber in Salz- und Salpetersäure unlösbar. Nur kommt dieser Niederschlag spät zu Stande, wenn viel freie Säure und wenig Baryt vorhanden ist. Es giebt wenige Körper in der Chemie, welche solche Affinität zu einander haben; Schwefelsäure also ist das beste Reagens.

Kieselflusssäure, mit dieser entsteht ein weisser crystallinischer Niederschlag, Kieselfluorbaryum, in Salz- und Salpetersäure unlöslich. Bei diesem Reagens bleibt aber immer noch etwas Baryt in der Auflösung, was bei Anwendung der Schwefelsäure nicht der Fall ist.

Liq. kali. caust. giebt auch einen Niederschlag von Baryterdehydrat.

Liq. ammon. caust. giebt keinen Niederschlag, hat aber die Flüssigkeit einige Zeit gestanden, dann trübt sich dieselbe in der Regel, indem alsdann der *Liq. am. caust.* Kohlensäure aus der Luft anzieht, wodurch sich ein Niederschlag von kohlenurem Baryt bildet.

Kleesäure, selbst *Oxalium*. Diese beiden verändern keine Auflösung von Baryt, mag sie auch noch so concentrirt sein, wird aber Ammoniak zugesetzt, so entsteht ein Niederschlag; kleesaurer Baryt.

Vor dem Löthrohre kann man den Baryt nicht sicher bestimmen. Man soll nämlich Flussspath mit schwefelsaurem Baryt vor dem Löthrohre schmelzen, wo eine kleine Perle entsteht, die nach dem Erkalten trübe und emailleartig wird, aber schwefelsaurer Strontian und schwefelsaurer Kalk verhalten sich ebenso, wesshalb die Probe nicht sicher ist.

Die quantitative Bestimmung geschieht am besten durch Schwefelsäure, indem man die Flüssigkeit erst ansäuert, und zwar am besten mit Salzsäure, auch wohl mit Salz- und Salpetersäure; dann setzt man so lange verdünnte Schwefelsäure hinzu, bis aller Baryt heraus ist; darauf muss man die Flüssigkeit so lange erwärmen, bis sich der schwefelsaure Baryt auf dem Boden des Gefässes abgelagert hat; dann filtrirt man die Flüssigkeit und wäscht den Niederschlag so lange aus, bis das Wasser rein abläuft; darauf trocknet und glüht man ihn mit dem Filter. Manche bestimmen den Baryt quantitativ durch kohlenures Ammoniak, aber das gewöhnliche darf man nicht so anwenden, indem dieses stets doppeltkohlenures Ammoniak enthält, deshalb muss man dieses erst mit *Liq. am. caust.* vermischen, der Präcipitat wird dann geglüht.

Auch die Scheidung des Baryt von Kali und Natron, wird immer vermittelt verdünnter Schwefelsäure unternommen, wo das Kali oder Natron, oder jedes andere Alkali in der Auflösung bleibt, und schwefelsaurer Baryt zu Boden fällt.

Strontian.

Baryt bildet gleichsam den Uebergang zum Strontian. Nur die Schwefelsäure, dieses Hauptreagens beim Baryt ist beim Strontian nicht

so sicher anzuwenden; denn der Niederschlag von schwefelsaurem Strontian ist mehr löslich als schwefelsaurer Baryt. Der Niederschlag kommt erst später zum Vorschein, als beim Baryt mit Schwefelsäure, und besonders ist dies der Fall, wenn freie Säure vorhanden ist; alsdann kommt der Präcipitat erst viel später. Auch kann man den Baryt durch Schwefelsäure vom Strontian dadurch unterscheiden, dass nicht aller Strontian niedergeschlagen wird, und dass man das Ganze noch eine Zeit lang stehen lässt, so sieht man, dass, wenn man nach einiger Zeit noch Schwefelsäure zusetzt, ein Niederschlag von schwefelsaurem Strontian entsteht, weil schwefelsaurer Strontian sich noch in der Flüssigkeit befindet.

Ein andres Reagens, gut geeignet Strontian von Baryt zu unterscheiden, ist Kieselflussssäure; Barytsalze werden durch dieselbe niedergeschlagen, Strontiansalze bleiben ganz unverändert.

Chromsaures Kali giebt in den Strontiansalzen auch keinen Niederschlag, wohl aber in den Barytsalzen.

Oxalsäure und *saure oxalsäure Salze* zeigen die nämliche Wirkung, wie bei den Barytsalzen, nur dass sie nicht sogleich oxalsäuren Strontian bilden; dagegen wird er auf der Stelle hervorgehoben, sobald Ammoniak zugesetzt wird.

Strontiansalze brennen, mit Weingeist übergossen, mit rother Flamme, besonders beim Umrühren, oder nachdem der Alkohol verbrannt, zeigt sich die Flamme am meisten, besonders beim Chlorstrontian. Man muss deshalb eine Strontianverbindung zu Chlorstrontian zu machen suchen. Vor dem Löthrohre bemerkt man die rothe Flamme nur, ehe das Strontiansalz geschmolzen ist; nach dem Schmelzen bemerkt man keine rothe Flamme mehr. Schwefelsauren Strontian erkennt man auch vor dem Löthrohre; zwischen Platin genommen, färbt sich die Flamme röthlich. Wird schwefelsaurer Strontian mit Flussspath und Kohle vor dem Löthrohre behandelt, so erhält man eine Perle, welche emailleartig wird.

Quantitative Bestimmung. Ist blos Strontian in der Flüssigkeit enthalten, so thut man am besten, es so zu bestimmen, wie bei den Alkalien angeführt worden ist, durch Abrauchen, durch Verwandeln in Chlorstrontian u. s. w. Häufig bestimmt man ihn auch als schwefelsauren, nur ist dieser viel leichter lösbar. Ist der Strontian in Alkohol löslich, so wird der Auflösung Schwefelsäure zugesetzt und man glüht ihn nach dem Trocknen. Kohlensaurer Strontian giebt beim Glühen keine Kohlensäure ab. Hat man Strontian mit Alkalien in einer Auflösung zugleich, so trennt man ihn am besten von den Alkalien durch Schwefel- oder Kohlensäure; man entfernt alsdann die Säure durch Zusatz von kohlensaurem Ammoniak, in dessen Atmosphäre die Schwefelsäure sich ziemlich leicht verflüchtigt.

Die Scheidung des Baryts vom Strontian geschieht am besten so: Man löst das Gemenge von Baryt oder Strontian im Ueberschuss von Strontian oder Essigsäure auf, welche man mit Kieselflussssäure vermischt, wodurch sich ein Niederschlag von kieselflusssaurem Baryt bildet; der Niederschlag kommt ganz allmählig, und zwar in Körnern; man filtrirt denselben ab, trocknet und glüht ihn, und aus seiner Menge

bestimmt man den Barytgehalt durch Berechnung. Aller Baryt kommt aber aus der Auflösung doch nicht heraus, sondern es bleibt immer noch ein Theil darin; diesen kieselfluss-sauren Baryt muss man durch etwas weniges Schwefelsäure niederschlagen. Die Flüssigkeit aber enthält noch den Strontian; man fügt derselben noch mehr Schwefelsäure zu, erhält hierauf einen Niederschlag von schwefelsaurem Strontian, den man abfiltrirt, trocknet und glüht.

Die Verbindung von Strontian mit Barytium wird durch Auflösung in Salzsäure, in Chlorstrontium und Chlorbarytium verwandelt, welches zur Trockne abgeraucht und scharf geglüht wird; darauf digerirt man sie mit absolutem Alkohol, wo sich nur das Chlorstrontium auflöst; es muss aber sehr viel Alkohol zum Auflösen haben.

Kalk.

Das beste Reagens ist Oxalsäure und oxalsäure Salze; diese verändern eine jede Kalkauflösung auf der Stelle, wenn man eine Basis hinzusetzt; dadurch wird die freie Säure abgestumpft, und der Niederschlag nimmt bedeutend zu. Der Niederschlag ist oxalsaurer Kalk, leicht lösbar in Salz- und Salpetersäure, schwerer in Essigsäure. Durch dieses Verhalten kann man den Kalk sehr leicht von Baryt und Strontian unterscheiden. Oxalsaurer Kalk geglüht, giebt kohlen-sauren Kalk.

Schwefelsäure bringt in einer concentrirten Auflösung von Kalksalzen einen Niederschlag, schwefelsauren Kalk, hervor, der sehr voluminös ist. In sehr verdünnten Auflösungen entsteht aber gar kein Niederschlag.

Alkohol; wird Chlorealcium in demselben aufgelöst, so brennt die Flamme roth, ähnlich wie beim Strontian.

Alle in Wasser unlöslichen Salze werden entweder in Salz- oder Salpetersäuren aufgelöst, und dann sieht man zu, ob Schwefelsäure oder Alkohol einen Niederschlag darin hervorbringen; am besten ist es, dass man die Auflösung mit Alkohol verdünnt und dann die Schwefelsäure zusetzt; entsteht ein Niederschlag, so filtrirt man ihn ab, und um ihn vom schwefelsauren Baryt oder Strontian zu unterscheiden, wird er mit Wasser ausgesüsst, in einer grossen Menge Wasser gekocht und filtrirt. Giebt nun in diesem Filtrat oxalsaures Ammonium oder Baryt. nur. einen Niederschlag, so geht daraus hervor, dass der Niederschlag in der unlösbaren Verbindung Kalk war.

Quantitative Bestimmung. Ist Kalk in einer Auflösung enthalten, so muss man diese durch Abdampfen concentriren, mit starkem Weingeist vermischen und Schwefelsäure zusetzen, worauf schwefelsaurer Kalk entsteht (in Weingeist unlöslich), man trocknet und glüht ihn. Ein schärferes Resultat giebt es, wenn man Oxalsäure anwendet; ist die Flüssigkeit neutral, so muss man gleich oxalsaures Ammoniak hinzubringen; die Flüssigkeit trübt sich und der Niederschlag sondert sich ab; man muss die Flüssigkeit so lange erwärmen, bis Alles zu Boden gefallen ist. Ist die Flüssigkeit nicht neutral, so muss sie erst mit Ammoniak gesättigt werden. Der Niederschlag (oxalsaurer Kalk) wird hinlänglich ausgewaschen, stark ausgetrock-

net und scharf geglüht, indem sich die Kleesäure in Kohlenoxyd verwandelt und verflüchtigt, während die Kohlensäure an den Kalk gebunden bleibt.

Man trennt den Kalk von den Alkalien dadurch, dass man die Flüssigkeit mit oxalsaurem Ammoniak vermischt und über Nacht stehen lässt; ist sie kalt geworden, so sondert man den oxalsauren Kalk ab, dieser wird abgeraucht und geglüht; der Rückstand zeigt alsdann die Menge des alkalischen Salzes an. Dann berechnet man, wie viel vom Alkali vorhanden ist; die Säure, welche da war, muss aber eine feuerbeständige sein. Nur wenn Schwefelsäure oder schwefelsaure Salze zugegen sind, ist es schwierig, seinen Zweck zu erreichen, weil das schwefelsaure Ammoniak beim Zersetzen umhersprützt, ehe es sich verflüchtigt. Es muss daher das Abdampfen in einer sehr geräumigen Platinaschale vorgenommen werden; und muss erhitzt werden, bis kein Dampf mehr emporsteigt; alsdann wird das rückständige alkalische Salz in einen Platintiegel gebracht, zur Trockne verdampft und nach dem Glühen gewogen; sollte freie Säure vorhanden sein, so wird sie mittelst kohlsauren Ammoniaks entfernt. Kalk trennt man vom Baryt am besten dadurch, dass man die Flüssigkeit, in welcher beide Erden enthalten sind, mit recht vielem Wasser verdünnt; sollte die Flüssigkeit freie Säure enthalten, so schadet dies nichts; freies Ammoniak aber muss man durch Uebersättigen mit Salzsäure entfernen. Ausserdem könnte das kaustische Ammoniak leicht Kohlensäure aus der atmosphärischen Luft anziehen, wodurch ein Niederschlag von kohlsaurem Baryt entstehen würde; man setzt also verdünnte Schwefelsäure hinzu, der Niederschlag wird ausgewaschen, getrocknet und geglüht; der Kalk aber wird mittelst oxalsaurem Ammoniaks gefällt. — Beide Erden muss man in Chlormetalle verwandeln, sie dann scharf glühen und etwaige Ammoniakverbindungen entfernen. Die Chlormetalle werden in ein gut verschliessbares Glas gethan, mit absolutem Alkohol übergossen und digerirt, worauf Chlorcalcium sich löst und Chlorbarytium zurückbleibt.

Von Strontian unterscheidet man den Kalk dadurch, dass man die Auflösung mit kohlsaurem Ammoniak niederschlägt, um beide Erden im kohlsauren Zustande zu erhalten; man spült die erhaltenen Erden gut ab und trägt sie in verdünnte Salpetersäure, aber mit grosser Vorsicht (man muss nämlich nicht zu viel Salpetersäure anwenden und den Neutralisationspunkt sorgfältig zu ermitteln suchen, indem salpetersaurer Kalk und Strontian in sauren Flüssigkeiten schwer löslich sind), und dampft sie ab. Ist Alles bis zur Trockne abgeraucht, so verschliesst man es in einer Flasche und lässt es kalt werden, giesst alsdann doppelt so viel absoluten Alkohol darauf und schüttelt die Flasche zugebunden in der Kälte. Nur der salpetersaure Kalk wird vom Alkohol aufgenommen, der salpetersaure Strontian bleibt ungelöst übrig; man sammelt denselben auf einem Filter, süsst ihn mit Alkohol fleissig aus, und bedeckt den Trichter mit einer Glasplatte, damit keine Feuchtigkeit angezogen werde. Den in Spiritus aufgelösten Kalk schlägt man mit Schwefelsäure nieder, trocknet und glüht ihn; der salpetersaure Strontian aber wird in Wasser aufgelöst; man

bringt Schwefelsäure hinzu, giesst es in einen Tiegel und glüht es, wo man schwefelsauren Strontian erhält.

Ist Kalk, Strontian und Baryt zusammen, so wird die Auflösung, in der sie sich befinden, mit kohlensaurem Ammoniak präcipitirt, die kohlensuren Erden in Salzsäure gelöst, zur Trockne gebracht und geglüht. Das Erhaltene bringt man in eine Flasche und digerirt es mit absolutem Alkohol; so löst derselbe Chlorcalcium und Chlorstrontium auf, während Chlorbaryum übrig bleibt, welches in Wasser gelöst und mit Schwefelsäure niedergeschlagen wird. Aus der Auflösung von Chlorstrontium und Chlorbaryum wird der Alkohol entfernt durch Abdampfen; man fügt dann einen grossen Ueberschuss von Salpetersäure zu, wodurch die Salzsäure entfernt wird, und so bildet sich ein salpetersaures Salz. — Man braucht auch nur die Flüssigkeit, in der sich die drei Erden befinden, mit Kieselflussssäure zu vermischen, wodurch kieselflusssaure Baryt herausfällt, welchen man abfiltrirt; Strontian und Kalk schlägt man mit Schwefelsäure heraus, trocknet und glüht sie, und wird mit der dreifachen Menge kohlensuren Natrons vermischt und calcinirt. Nach dem Calciniren zieht man die Masse mit Wasser im Platintiegel aus, wo kohlensaurer Strontian und kohlensaurer Kalk zurückbleibt.

Magnesia (Bittererde, Talkerde).

Diese macht den Uebergang von den alkalischen zu den eigentlichen Erden. Von den Alkalien selbst unterscheidet sie sich dadurch, dass sie mit kohlensaurem Kali einen Niederschlag bildet. Von dem Baryt und Strontian unterscheidet sie sich dadurch, dass sie mit Schwefelsäure eine leicht lösbare Verbindung giebt, während Baryt und Strontian eine schwer lösbare geben. Vom Kalk unterscheidet sie sich durch ihr Verhalten zur Oxalsäure; diese giebt nämlich in neutralen Auflösungen mit der Magnesia niemals einen Niederschlag, es entsteht aber sogleich einer, wenn man Ammoniak zusetzt, also die Säure abgestumpft hat.

Die Magnesia wird nur erkannt durch phosphorsaures Natrum, indem es in Auflösungen der Magnesiasalze einen Niederschlag von phosphorsaurer Magnesia hervorbringt; die Flüssigkeit muss aber concentrirt und neutral sein. Uebrigens kann man in der Kälte durch phosphorsaures Natron die geringste Menge Magnesia finden, durch einen geringen Zusatz von Ammoniak wird eine Trübung entstehen, in kaustischem Kali unlösbar.

Kaustisches Kali giebt einen weissen voluminösen Niederschlag.

Kali carbonicum giebt einen Niederschlag von basisch kohlensaurer Magnesia; er bleibt aber ganz aus, wenn viele Ammoniaksalze, besonders Salmak, vorhanden sind.

Kali carboric. acidul. darf keine Veränderung hervorbringen.

Kaustisches Ammoniak giebt in concentrirter Auflösung einen Niederschlag (Magnesiahydrat), ist aber weniger empfindlich als kaustisches Kali.

Kohlensaures Ammoniak giebt in der Kälte keinen Niederschlag, sondern er entsteht blos, wenn es gekocht wird.

Vor dem Löthrohre entdeckt man Magnesia mittelst salpetersaurer Kobaltauflösung; wenn man beides stark erhitzt, so zeigt sich eine blassrothe oder phirsichrothe Färbung, in Gegenwart von Alkalien bleibt aber die Reaction aus.

Magnesia kann man auch mit der grössten Vorsicht nicht genau quantitativ bestimmen, denn alle Verbindungen der Magnesia sind nicht so schwer löslich in Wasser, als es zu wünschen wäre. In dem Falle, dass in der Flüssigkeit keine anderen feuerbeständigen Substanzen sind als Magnesia, dampft man die Flüssigkeit zur Trockne ab, glüht das trockne Salz in einem Platintiegel, und wenn nicht etwa schwefelsaure Magnesia vorhanden war, so setzt man alsdann Schwefelsäure hinzu, und dampft wiederum zur Trockne ab, um die überschüssige Schwefelsäure zu entfernen; und dies kann man mit um so grösserer Sicherheit thun, als die schwefelsaure Magnesia von den schwefelsauren Salzen eins der wenigen ist, welche beim Glühen keine Spur von Schwefelsäure abgeben. Wäre dagegen in der Flüssigkeit etwa Ammoniak, so kann man zwar auch die Magnesia als schwefelsauer quantitativ bestimmen, man muss aber in diesem Falle, wenn nicht schon Schwefelsäure in der Flüssigkeit enthalten ist, die Schwefelsäure nicht eher hinzusetzen, als bis die Ammoniaksalze durch Glühen entfernt sind.

Wenn nun in einer Flüssigkeit neben Alkalien noch feuerbeständige Alkalien sind, und es nicht verlangt wird, dass das Alkali nicht mitbestimmt wird, so verfährt man folgendermassen: Man bedient sich zur Bestimmung der Magnesia des einfach kohlensauren Kalis, und zu diesem Zwecke vermischt man die Auflösung mit diesem einfach kohlensauren Kali, und dampft Alles zur staubigen Trockne ein; nur muss man die Masse fortwährend mit einem Glasstabe umrühren. Hat man das Ganze eingedampft, so übergiesst man es mit heissem Wasser, und filtrirt es; auf dem Filter bleibt die basisch kohlensaure Magnesia, welche man ununterbrochen mit heissem Wasser aussüsst; sie wird dann getrocknet, geglüht und ihr Gewicht bestimmt. Die Abwaschflüssigkeiten enthalten aber noch Magnesia; man muss deshalb die Flüssigkeit mit Natr. phosph. vermischen (zuvor aber wird das Natr. phosph. mit kautischem Ammoniak vermischt). Man lässt es ruhig stehen, und es kommt allmählig ein krystallinischer Niederschlag von halbphosphorsaurer Ammonick-Magnesia zum Vorschein, welcher in der Flüssigkeit, worin er enthalten war, ganz unlöslich, in reinem Wasser aber nicht ganz unlöslich ist; er darf deshalb nicht zu lange ausgesüsst werden; darauf wird er getrocknet und geglüht. Nach dem Glühen bleibt basisch phosphorsaure Magnesia, und 100 Theile von dieser entsprechen 40 pct. Magnesia.

Wenn Ammoniakverbindungen in einer Flüssigkeit ausser Magnesia sind, so bedient man sich auch des kohlensauren Kalis; man muss aber eine sehr grosse Quantität kohlensaures Kali hinzusetzen und so abrauchen; es darf auch keine Spur von Ammoniakgeruch durch Ammoniakdampf mittelst Salzsäure mehr bemerkt werden. Kohlensaures Natron darf nicht angewandt werden, weil die Magnesia mit demselben ein Doppelsalz bildet, welches in der Hitze nicht zerlegt werden kann.

Trennung der Magnesia von Kali und Natron.

Man muss etwa gleichzeitig vorhandenes Ammoniak durch Glühen entfernen; alsdann verwandelt man die erdigen Alkalien in schwefelsaure Salze, z. B. durch Daraufgiessen von Schwefelsäure; sobald aber ein Ueberschuss von derselben vorhanden ist, muss derselbe durch kohlen-saures Ammoniak entfernt werden. Hat man sich nun diese neutrale Verbindung verschafft, so nimmt man das Gewicht von dem Gemenge, löst es in Wasser auf, und fügt essigsauren Baryt im Ueberschuss hinzu, die Flüssigkeit wird erwärmt, der entstandene schwefelsaure Baryt abfiltrirt und mit Wasser gehörig ausgesüsst. In der Flüssigkeit sind essigsaurer Magnesia und essigsaurer Alkalien. In einer Platinschale dampft man sie zur Trockne ab, und glüht sie, bis alles Organische zerstört ist. Die schwarze Masse, die man dadurch erhält, zieht man mit heissem Wasser aus; hierin lösen sich kohlen-saures Natron und kohlen-saures Kali auf; diese verändert man in Chlorverbindungen; kohlen-saure Magnesia und kohlen-sauren Baryt, welche zurückblieben, werden in Salzsäure aufgelöst. Man erhält schwefelsauren Baryt, welchen man abfiltrirt; schwefelsaure Magnesia bleibt in der Auflösung, und wird hiernach durch Abrauchen und Glühen bestimmt. Wenn Baryt oder Strontian, oder auch beide zugleich, neben Magnesia in der Auflösung vorhanden sind, so wird sie blos mit Acid. sulph. dil. vermischt, der entstandene Niederschlag abfiltrirt, und die in der Flüssigkeit enthaltene Magnesia wird als schwefelsaure bestimmt oder mit Kali carb. niedergeschlagen.

Kalk von Magnesia zu trennen, ist schwieriger. Man muss die Flüssigkeit, in der sich beide Erden befinden, mit vielem Salmiak vermischen; die Flüssigkeit wird mit Wasser verdünnt und dann mit kaustischem Ammoniak in schwachem Ueberschuss versetzt; entsteht ein Niederschlag, so ist dies ein Zeichen, dass nicht genug Ammoniak in der Flüssigkeit ist; man muss sich dann beeilen, Salzsäure zuzusetzen, wodurch der Präcipitát wieder aufgelöst wird; ist die Flüssigkeit vorher sauer gewesen, so muss sie mit Ammoniak neutralisirt werden; alsdann setzt man klee-saures Ammoniak hinzu und filtrirt den entstandenen klee-sauren Kalk ab. Die Magnesia, die nicht niedergeschlagen ist, wird mittelst kohlen-sauren Kalis, wie gewöhnlich bestimmt.

Man muss die Flüssigkeit mit kohlen-saurem Kali vermischen und zur Trockne abdampfen. Zieht man alsdann dieses mit heissem Wasser aus, so bleibt der kohlen-saure Kalk und kohlen-saure Magnesia übrig, während das Alkali aufgelöst ist; obiger Niederschlag wird alsdann in einem Ueberschuss von Schwefelsäure aufgelöst, abgeraucht und geglüht. Die Verbindung besteht alsdann aus schwefelsaurem Kalk mit schwefelsaurer Magnesia; dies wird gewogen, auf ein Filtrum gebracht und mit einer Auflösung von Gips ausgewaschen; dieser nimmt nun blos die schwefelsaure Magnesia auf; sie mit Gips gesättigt ist, kann sie keinen schwefelsauren Kalk lösen, sondern nur Magnesia.

Wenn Kalk und Magnesia an Phosphorsäure gebunden sind, so

nimmt man, wenn die Verbindung nicht schon gelöst ist, Salzsäure dazu; die klare Auflösung wird mit Schwefelsäure und Weingeist vermischt, dann fällt der schwefelsaure Kalk heraus, wird abfiltrirt, getrocknet und gewogen. Die in der Flüssigkeit vorhandene Magnesia wird nach Entfernung des Alkohols mit Ammoniak vermischt, wo phosphorsaure Ammoniakmagnesia herausfällt, welche man glüht, worauf basisch phosphorsaure Magnesia übrig bleibt.

Thonerde.

Thonerde bildet gleichsam den Uebergang von den Erden zu den Metallen. Sie unterscheidet sich von den Metallen dadurch, dass schwefelwasserstoffhaltiges Ammonium einen weissen Niederschlag hervorbringt, welcher in kaustischem Kali leicht löslich ist; der Schwefelwasserstoff entweicht, während sich bei den Metallen ein Schwefelmetall bildet. Der Niederschlag von reiner Thonerde unterscheidet sich durch seine Löslichkeit ganz wesentlich von dem Niederschlag, welcher beim Zink ebenfalls entsteht, obigem ganz ähnlich sieht, aber in kaustischem Kali nicht löslich ist.

Kaustisches Ammoniak bewirkt ebenfalls einen Niederschlag von reiner Thonerde, in kaustischem Kali unlöslich, und kommt immer in Auflösungen vor, in welchen sich Thonerde befindet.

Kohlensaures Ammoniak bewirkt ebenfalls einen weissen Niederschlag von reiner Thonerde; die Flüssigkeit braust mächtig, weil Kohlensäure und Thonerde sich nie mit einander verbinden.

Kohlensaures Kali giebt unter Brausen ebenfalls einen Niederschlag.

Doppelkohlensaures Kali verhält sich ebenso, und es ist bei diesem gleichgültig, ob viel Salmiak zugegen ist, oder nicht.

Kaustisches Kali bewirkt ebenfalls einen weissen Niederschlag, welcher sich leicht und vollständig im Ueberschuss von kaustischem Kali wieder auflöst. Hat man eine solche Auflösung vor sich, so wird diese durch einen Zusatz von Salmiak weiss präcipitirt, indem sich das Chlor des Kalis bemächtigt und so das freie Ammoniak präcipitirt wird.

Phosphorsaures Natron giebt immer einen weissen Präcipitat, in kaustischem Kali löslich, was bei der Magnesia nicht der Fall ist.

Der Thonerde und den thonerdehaltigen Salzen ertheilt, vor dem Löthrohre auf Kohlen erhitzt, die salpetersaure Kobaltsolution eine schöne blaue Flamme.

Quantitative Bestimmung.

Diese macht man am besten durch kohlensaures Ammoniak, wenn nicht etwa die Kohlensäure vermieden werden muss; ausserdem ist kaustisches Ammoniak am vorzüglichsten. Kaustisches Ammoniak löst immer sehr geringe Mengen Thonerde auf, kohlensaures Ammoniak dagegen mehr. Man könnte auch kohlensaures Kali dazu nehmen, dieses ist aber desshalb nicht so gut, weil man das Kali von der präcipitirten Thonerde nur schwer trennen kann. Ist man gezwungen, es doch anzuwenden, so muss man den kalihaltigen Niederschlag in Salzsäure lösen und mit kohlensaurem Ammo-

niak präcipitiren. Ueberhaupt ist der Niederschlag, den man durch die erwähnten drei Reagentien erhält, sehr voluminös, wesshalb es schwierig ist, denselben auszusüssen; man muss daher immer heisses Wasser nehmen und das Aussüssen sehr lange fortsetzen, dann auf dem Filter trocknen und glühen, wobei er sehr leicht decrepirt. Aus der Menge der *rein* erhaltenen Thonerde bestimmt man den Gehalt überhaupt.

Von den *Alkalien* trennt man die Thonerde, indem man die Verbindung mit kohlen-saurem Ammoniak niederschlägt. Bei Alaun z. B. muss die Auflösung mit kohlen-saurem Ammoniak vermischt, digerirt und die Thonerde abfiltrirt werden; in dem Filtrat ist das Ammoniak-salz mit dem Kalisalz enthalten. Die Thonerde hat man auf dem Filter, man trocknet und glüht sie. Die aufgelösten Alkalien werden abgeraucht und dann bestimmt.

Baryt und Thonerde zu trennen. Man schlägt den Baryt durch Schwefelsäure aus der Auflösung nieder, und bestimmt die Thonerde durch kohlen-saures Ammoniak.

Strontian und Thonerde. Mittelst kaustischen Ammoniacks schlägt sich die Thonerde nieder, und lässt Strontian unverändert in der Flüssigkeit; nur darf nicht Ammoniak zu sehr im Ueberschuss da sein; ist dies aber doch der Fall, so muss man sie schnell abfiltriren, weil sonst das freie Ammoniak aus der Luft Kohlensäure anzieht, und durch dieses kohlen-saure Ammoniak könnte alsdann leicht ein Theil des Strontian gefüllt werden; aus der Flüssigkeit wird der Strontian mittelst Schwefelsäure geschieden.

Kalk und Thonerde. Man vermischt die Flüssigkeit mit kaustischem Ammoniak und erhält dadurch einen Präcipitat von Thonerde; man filtrirt dieselbe ab, und fällt den Kalk mit Oxalsäure aus der Flüssigkeit.

Magnesia und Thonerde. Man vermischt die neutrale Auflösung mit einer recht grossen Menge Salmiak und schlägt die Thonerde mit kaustischem Ammoniak nieder. Dieser Präcipitat enthält aber Spuren von Magnesia; man filtrirt also die Thonerde ab, spült sie mit Wasser nach, löst sie mit Salzsäure auf und kocht sie reichlich mit kaustischem Kali. Die übrig gebliebene Magnesia wird abfiltrirt, wiederum in Salzsäure aufgelöst und zu der übrigen Flüssigkeit gegossen; dann stumpft man das Kali ab, und schlägt die Thonerde mit kohlen-saurem Ammoniak nieder.

Oder: Man muss beide Erden in Salzsäure lösen und mit kaustischem Kali vermischen; Magnesia wird aufgelöst, Thonerde dagegen nicht; bei der Magnesia bleibt aber immer etwas ungelöste Thonerde.

Oder: Die Auflösung wird mit doppelt kohlen-saurem Kali vermischt, die Thonerde fällt nieder, die Magnesia dagegen nimmt alle Kohlensäure auf, und bildet doppelkohlen-saure Magnesia, in Wasser leicht löslich. Die Thonerde enthält aber immer etwas Kali, deshalb muss man sie in Salzsäure auflösen und mit kohlen-saurem Ammoniak niederschlagen.

Kalk und Magnesia zugleich mit Thonerde. Hier fragt es sich, in welchem Verhältnisse ein jedes vorhanden ist. Ist wenig Kali vor-

handen, so schlägt man die Thonerde erst mit kaustischem Ammoniak nieder, nachdem man vorher viel Salmiak zugethan hat, und filtrirt es schnell, damit nicht das Ammoniak Kohlensäure aus der Luft anziehe, weil man sonst Spuren von kohlensaurem Kalk erhält. Dann schlägt man den Kalk mit kleesaurem Ammoniak nieder, und erhält oxalsauren Kalk. Magnesia wird mit kohlensaurem Natron bestimmt.

Man kann auch den Kalk und die Magnesia durch doppelkohlen-saures Kali scheiden; erst fällt Thonerde heraus, Magnesia und Kalk bleiben gelöst; man trennt diese beiden doppelkohlen-sauren Salze durch Schwefelsäure, indem man sie in schwefelsaure Salze verwandelt, durch Auswaschen mit Gypswasser, indem sich mit demselben die Magnesia auflöst und schwefelsaurer Kalk zurückbleibt.

Kalk, Magnesia, Thonerde und Alkalien. Man löst erst die Verbindung auf, bestimmt dann die Thonerde durch kaustisches Ammoniak, dann den Kalk mit kleesaurem Ammoniak; die zurückgebliebenen Ammoniaksalze bringt man durch Glühen heraus, worauf die gegenwärtigen Alkalien und Magnesia in schwefelsaure umgewandelt werden, und verfährt mit essigsäurem Baryt, wie bei der Magnesia angeführt ist.

Beryllium und Beryllerde.

Das Beryllium kommt mit Silicium verbunden im Beryll, Helvin, Euklas und Smaragd verbunden als Oxyd (Beryllerde) vor, und wird durch Reduktion mittelst Kalium dargestellt. Die Ausscheidung der Beryllerde von dem Silikat ist folgende: Das gepülverte Fossil wird durch Schmelzen mit Kali aufgeschlossen und sodann mit Salzsäure behandelt, welche die Beryllerde auflöst und das Silicium ausscheidet. Die filtrirte Flüssigkeit wird alsdann mit kaustischem Ammoniak versetzt, wodurch die Beryllerde gleichzeitig mit Thonerde niedergeschlagen wird. Der ausgewaschene Niederschlag wird nun mit kohlensaurem Ammoniak digerirt, wodurch die Beryllerde mit Hinterlassung des Aluminiumoxyds aufgelöst wird, und die abfiltrirte Solution verdampft, worauf man kohlensaures Beryllium erhält, welches, getrocknet und geglüht, das Berylliumoxyd (Beryllerde) darstellt.

Von der Alaunerde ist das Berylliumoxyd dadurch zu unterscheiden, dass es in Gemeinschaft mit Kali und Schwefelsäure keinen Alaun bildet, und durch Erhitzen mit salpetersaurem Kobaltoxyd keine blaue Masse darstellt, wie es bei der Thonerde der Fall ist.

Das Cyaneisenkalium schlägt es nicht nieder, wodurch es sich vom Yttriumoxyd unterscheidet; sowie noch dadurch, dass es sich in Kaliumoxyd auflöst, welches auf Yttererde diese Einwirkung nicht äussert.

Yttrium und Yttererde.

Die Yttererde (Yttriumoxyd) kommt in einigen seltenen Fossilien, namentlich mit Silicium, Cerer- und Eisenoxydul im Ytterit, mit Fluor im Orthit, Pyrorthit und Yttercererit, sowie mit Tantal und Phosphorsäure im Yttrotantalit in Schweden und Norwegen vor.

Um die Yttererde aus dem Ytterit darzustellen, wird das gepül-

Wild, Pharmacie.

verte Fossil mit Goldscheidewasser gekocht, zur Trockne eingedampft, und der Rückstand in verdünnter Salzsäure aufgelöst, welche das Siliciumoxyd zurücklässt. In die filtrirte Auflösung werden sodann Krusten von schwefelsaurem Kali im Ueberschusse (d. h. mehr als die Flüssigkeit auflösen kann) eingelegt, welche eine Ausscheidung des Cererocydul in Verbindung mit Kali und Schwefelsäure bewirken. Aus der hierauf durch Abfiltriren und Auswaschen mit schwefelsaurer Kalilösung gewonnenen Solution wird das Eisen durch bernsteinsaures Ammoniak gefällt und abgesondert; sodann die Yttererde nebst Manganocydul durch Aetzammoniak niedergeschlagen, und der feuchte Niederschlag mit kohlensaurem Ammoniak digerirt, welcher die Yttererde allein aufnimmt, worauf sodann durch Abdampfen der Auflösung und Glühen des Rückstandes die Yttererde gewonnen wird.

Von der Beryllerde unterscheidet sie sich dadurch, dass sie vom Kaliumoxyd nicht aufgelöst wird. Mit Cyaneisenkalium giebt die Yttererde einen weissen Niederschlag; mit Schwefelsäure bildet sie ein langsam lösliches amethystfarbenes Salz, und durch Ammoniak wird sie als Hydrat gefällt.

Zirkonium und Zirkonerde.

Das Zirkonium kommt in der Natur an Kieselsäure gebunden im Zirkon, Eudyalit und Hyacinth vor, und wird metallisch durch Glühen des Fluorzirkoniumkaliums mit Kalium dargestellt, indem man aus der geglühten Masse das entstandene Fluorkalium durch Digeriren mit Wasser auslaugt, den Rückstand mit Salzsäure behandelt und zuletzt mit Salmiakauflösung und Weingeist auswascht. Das Zirkonium bleibt nach diesem als ein schwarzes, kohlenartiges Pulver auf dem Filter zurück.

Die Zirkonerde (Zirkonoxyd) erhält man, wenn das gepülverte Zirkon mit kohlensaurem Kali geglüht und nach dem Erkalten mit kaustischem Natron vermischt wird, um es dadurch noch völlig aufzuschliessen. Die erhaltene Masse wird in Salzsäure aufgelöst, filtrirt und zur Trockne abgedampft, der Rückstand sodann mit stark verdünnter Salzsäure nochmals digerirt, wobei das Silicium ungelöst zurückbleibt, und aus der abfiltrirten Flüssigkeit wird sodann die Zirkonerde mit Ammoniak niedergeschlagen, ausgewaschen, getrocknet und durch Glühen von dem Hydratwasser befreit.

War die Zirkonerde eisenhaltig, so löst man dieselbe in Weinsteinsäure auf, und schlägt sie mittelst kaustischen Ammoniaks daraus nieder, wo das Eisen in der Solution gelöst zurückbleibt.

In der Hydrochloresäure, der Weinsteinsäure, Schwefelsäure und in kohlen-sauren Alkalien ist die Zirkonerde auflöslich.

Gallussäure schlägt die Zirkonerde gelb nieder. Durch schwefelsaures Kali wird sie als basisches Salz präcipitirt, wobei sich das Fällungsmittel in saures, schwefelsaures Kali umbildet.

Andere Reagentien können hier füglich übergangen werden, da zur Erkennung und Ausscheidung des Zirkons aus dem bereits Gesagten das Hinreichende hervorgeht, um im Vergleiche zu anderen Erden nicht verwechselt zu werden.

Metalle.

Metalle unterscheiden sich von den Erden und Alkalien durch ihr Verhalten gegen Schwefelwasserstoff, indem sie in Schwefelmetalle umgewandelt werden, ausgenommen Chrom, Tantal, Titan und Cerer, welche wegen ihrer sehr geringen Verwandtschaft zum Schwefel nicht präcipitirt werden. Es findet aber ein bedeutender Unterschied in diesem Verhalten gegen Schwefelwasserstoff statt, indem manche Metalle aus ihren Auflösungen durch denselben nicht niedergeschlagen werden, wenn die Auflösung sauer ist, z. B. Eisen. Manche Metalle werden dagegen aus ihren alkalischen Auflösungen nicht gefällt, z. B. Arsenik. Manche Metalle werden unter allen Umständen gleich gut gefällt, mag die Auflösung sauer, alkalisch oder neutral sein, z. B. Kupfer. Dieses Verhalten giebt Veranlassung, die Metalle in drei Klassen zu theilen. Man theilt sie desshalb ein:

- I. in solche, welche unter allen Umständen durch Schwefelwasserstoff präcipitirt werden, als: Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei, Wismuth, Osmium, Kadmium und Zinnoxidul;
- II. in solche, welche nur aus sauren Auflösungen gefällt werden. Es sind dies die elektro-negativen, welche hierher gehören, als: Arsenik, Antimon, Platin, Gold und Zinnoxid, Palladium, Iridium, Rhodium, Selen, Tellur, Wolfram, Molybdän;
- III. in solche, welche aus einer alkalischen oder basischen Auflösung vollständig gefällt werden, als: Eisen, Zink, Mangan, Kobalt, Nickel, Uran.

Unter einer sauren Auflösung ist hier immer eine solche verstanden, welche nur von Mineralsäuren herrührt, unter einer alkalischen immer das kaustische Ammoniak. Das Verhalten des Schwefelwasserstoffs zu einer neutralen Verbindung giebt kein Unterscheidungszeichen ab; wenn man nicht die ausnimmt, welche zur letztern Klasse gehören, so werden die andern alle aus einer neutralen Verbindung präcipitirt, weil erst ein gewisses Uebermaass von Säure oder Alkali den Niederschlag verschwinden machen kann. Diese Niederschläge sind nichts Anderes als reine Schwefelmetalle; die Form derselben ist sehr verschieden, und daraus erkennt man die Natur der Metalle.

Aehnlich wie Schwefelwasserstoff verhält sich auch das sogenannte Schwefelammoniak, richtiger schwefelwasserstoffhaltiges Schwefelammonium. Dieses schlägt die Metalle, welche durch Schwefelwasserstoff unter allen Umständen präcipitirt werden, eben so gut nieder. Bei denen, welche nur aus sauren Auflösungen präcipitirt werden, ist die Anwendung bedenklich, weil die Schwefelverbindungen der Metalle in Schwefelammoniak leicht löslich sind. Es ist aber das Schwefelammoniak dem Schwefelwasserstoff unbedingt vorzuziehen, wenn man Metalle vor sich hat, die nur aus alkalischen Verbindungen durch Schwefelwasserstoff präcipitirt werden können.

Schwefelwasserstoffgas bereitet man am besten aus Schwefeleisen und 1 Theil Schwefelsäure mit 4 Theilen Wasser verdünnt. Schwefeleisen muss bereitet werden, indem man Schmiedeeisen heiss macht und Schwefel zusetzt.

Schwefelammoniak wird bereitet, indem man Liq. am. caust. mit 2 Theilen Wasser verdünnt und hierin so lange Schwefelwasserstoffgas leitet, bis eine Auflösung von Magnes. sulph. nicht mehr präcipitirt wird.

Diejenigen Metalle, welche aus einer sauren oder neutralen Verbindung — es sei denn, dass die Säure Mineralsäure sei — nicht präcipitirt werden, sind: Mangan, Zink und Eisen.

Metalle, welche aus alkalischen oder basischen Auflösungen vollständig mit Schwefelwasserstoff gefällt werden.

Mangan.

Leitet man in eine schwefelsaure Manganauflösung Schwefelwasserstoff, so tritt keine Veränderung ein; leitet man aber Schwefelammoniak hinzu, so erhält man einen fleischrothen Niederschlag. Diese Farbe kann man aber erst dann erkennen, wenn man den Präcipitat abfiltrirt hat; ist die Flüssigkeit noch darüber befindlich, so erscheint er gelblich fleischroth, und er ist metallisches Mangan, mit Schwefel verbunden. Die Zersetzung ist folgende: Man hat schwefelsaures Manganoxydul und bringt Schwefelammonium hinzu; es wird Schwefelwasserstoff entwickelt, woher auch das Brausen entsteht; alsdann verbindet sich der Sauerstoff des Metalls mit dem Wasserstoff des Ammoniums zu Wasser, und dadurch entsteht aus dem Ammonium Ammoniak, welches sich mit der Säure des Manganoxyduls zu schwefelsaurem Ammoniak verbindet; aber der Schwefel von dem Reagens geht mit dem Mangan in Verbindung, und es bildet sich Schwefelmangan, ein Schwefelmetall. Hat man Mangan in Chlorverbindungen, z. B. Manganchlorür, so wird auch zunächst der Schwefelwasserstoff vom Reagens abgeschieden; alsdann verbindet sich aber auch sogleich der Schwefel mit dem Metall zu Schwefelmangan, und das Chlor mit dem Ammonium zu Chlorammonium. Das Schwefelammonium ist das beste Reagens für Manganoxydul und Manganoxyd, weil kein anderes Metall mit demselben einen solchen fleischrothen Niederschlag giebt.

Atzkalium giebt in den Auflösungen einen weissen Niederschlag, welcher Manganoxydulhydrat ist; dieser Präcipitat behält aber nicht lange seine weisse Farbe, denn sobald er mit der Luft in Berührung kommt, wird er erst gelb, dann braun, zuletzt schwarz, als eine Folge davon, dass er Sauerstoff aus der Luft absorhirt und sich in Manganoxydul verwandelt hat. Es schadet dabei nichts, ob Salmiak in der Flüssigkeit ist; der Präcipitat kömmt doch zum Vorschein, doch mit dem Unterschiede, dass derselbe nicht so leicht braun wird. Beinahe ebenso verhält sich *flüssiges Atzammoniak*; es giebt auch einen solchen weissen Niederschlag, welcher auch nichts weiter ist, als Manganoxydulhydrat; aber er bleibt ganz aus, wenn in der Flüssigkeit Salmiak vorhanden ist, oder wenn dieselbe stark sauer ist und sich viel Salmiak dadurch erzeugen kann. Hieraus kann man also auch sehen, dass sich der entstandene Präcipitat auch in einer Salmiaklösung

wieder auflösen lässt; es darf aber noch keine Oxydationsstufe eingetreten sein, d. h. der Niederschlag darf noch nicht schwarz oder braun geworden sein. Hat man zu einer Flüssigkeit, in der sich viel Salmiak befindet, flüssiges Aetzammoniak gethan, so wird dieselbe allmählig braun.

Kohlensaures Kali giebt auch einen weissen Niederschlag, welcher aber nicht braun wird; es ist dieser Präcipitat kohlensaures Manganoxydul; in Salmiakauflösungen ist er wenig oder gar nicht lösbar.

Kohlensaures Ammoniak verhält sich ebenso.

Oxalsäure und oxalsaurer Salze sind von geringerem Werthe als die vorigen Reagentien; beide geben allmählig einen Niederschlag von oxalsaurem Manganoxydul; es darf die Flüssigkeit aber nicht verdünnt, keine freie Säure und nicht viel Salmiak darin sein, weil sonst der Niederschlag ausbleibt; Salz- und Salpetersäure schaden am wenigsten.

Kaliumeisencyanür (eisenblausaures Kali). Es besteht aus Cyankalium und Eisencyanür, d. h. aus metallischem Eisen und Cyan (das dem Oxydul proportional ist); es schlägt das schwefelsaure Manganoxydul nieder, indem sich der Sauerstoff des Manganoxyduls mit dem Kalium des Cyankalium zu Kaliumoxyd (Kali) verbindet, welches sich mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Kali verbindet. Darauf vereinigt sich das metallische Mangan mit dem Cyan vom Cyankalium zu Mangancyanid, welches sich mit dem unzersetzten Eisencyanür vereinigt; es fällt zu Boden als Mangancyanid mit dem Eisencyanür, welches einen pflanzschrothen Niederschlag bildet. Hätte man statt des schwefelsauren Manganoxyduls Manganchlorür, so würde die Verbindung folgendermassen sein: Das Chlor verbindet sich mit dem Kalium zum Chlorkalium, und das Mangan mit dem Cyan zu Mangancyanid, und wird so mit dem Eisencyanür zu Boden fallen.

Vor dem Löthrohre erkennt man es am besten dadurch, dass man es mit Soda zusammenschmelzt, wo es dann eine grüne Farbe bekommt.

Das Manganoxyd, eine schwächere Base als Manganoxydul, verhält sich demselben doch ziemlich analog. Vor dem Löthrohre und bei Schwefelammoniak verhält es sich ebenso wie das Manganoxydul, aber Schwefelwasserstoff verhält sich verschieden; bringt man denselben mit einem Manganoxysalze in Verbindung, so entsteht ein unbedeutender weisser Niederschlag, und dieser ist Schwefel, welcher dadurch ausgeschieden wird, dass sich der Sauerstoff des Oxydes mit dem Wasserstoff des Reagens zu Wasser verbindet und so Manganoxydul entsteht. Ebenso ist noch das Verhalten bei Aetzkalium, flüssigem Aetzammonium und kohlensaurem Kali verschieden. Bei den Manganoxysalzen gab es einen weissen Präcipitat, bei den Oxydsalzen giebt es einen braunen, und er wird unter jeder Bedingung braun, selbst wenn auch noch so viel Salmiak zugegen wäre; der Niederschlag ist dann Manganoxydhydrat.

Kaliumeisencyanür giebt einen graugrünlichen Niederschlag, dessen Zusammensetzung bis jetzt noch nicht gehörig ermittelt ist.

Das *Superoxyd* von Mangan kann nicht gut in einer Auflösung vorhanden sein, weil es sich nie mit einer Säure verbinden kann,

ohne Sauerstoff abzugeben; es bildet sich dann immer Manganoxyd und Manganoxydul. Es ist nur daran kenntlich, dass es 1) mit einer starken Mineralsäure, z. B. Schwefelsäure, stark Sauerstoffgas entwickelt; 2) mit Salzsäure übergossen entwickelt es schon in der Kälte Chlor, welche Eigenschaft es übrigens auch mit dem Manganoxyd und Oxydhydrat theilt. Will man daher wissen, welche von den drei Verbindungen man vor sich hat, so muss man die zu untersuchende erhitzen; das Manganoxydhydrat giebt dann nämlich Wasser ab, und das Oxyd giebt keines ab. Auch kann man es durch den blossen Strich auf Porcellain unterscheiden; Mangansuperoxyd giebt einen schwarzen, Manganoxyd einen braunen Strich.

Quantitative Bestimmung. Sie hat im Allgemeinen viel Aehnlichkeit mit der Magnesia. Ist in einer Flüssigkeit nichts weiter als Mangan, so bestimmt man es am besten mit Kali carb. e tartar.; die Fällung muss aber in der Hitze geschehen, und man muss die vermischte Flüssigkeit zur Trockne abrauchen. Ist Salmiak vorhanden, so muss man so lange von dem Kali hinzusetzen, bis kein Ammoniakgeruch mehr wahrgenommen wird, und dann die trockne Masse mit heissem Wasser ausziehen. Nach dem Auswaschen bleibt ganz weisses kohlen-saures Manganoxyd übrig; beim Glühen zersetzt es sich erst, indem es sich in Manganoxydroxydul verwandelt. Der Grund davon ist, dass es in der Rothglühhitze nicht verändert wird.

Kaustisches Kali kann das kohlen-saure Kali nicht gut zersetzen, weil hier nämlich jederzeit Oxydulhydrat niederfällt, obgleich man es auch durch Glühen in Oxydoxydul verwandeln könnte; aber es bedarf mehr Hitze, als man ihm mit einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge, deren man sich doch gewöhnlich beim Analysiren bedient, geben könnte. Ausserdem kann man es, wenn es in einer Flüssigkeit allein ist, durch Schwefelsäure bestimmen, wo sich schwefel-saures Manganoxydul bildet; dies ist aber nicht so gut, wie bei der Magnesia, weil dieses nämlich die Schwefelsäure nicht so fest gebunden hält und sich leicht von derselben trennt, was bei der Magnesia nicht der Fall ist.

Hätte man Manganoxyd aufgelöst, so ist es immer besser, dasselbe vorher in Manganoxydul zu verwandeln, und zwar desshalb, weil man es nachher nicht ohne viele Mühe und Zeitverlust in Oxydoxydul verwandeln kann. Man verwandelt das Oxyd am besten in Oxydul dadurch, dass man es mit Salzsäure behandelt, wo sich nach und nach Manganchlorid bildet, und durch Kochen in Manganchlorür übergeht; hat man sich dieses verschafft, so behandelt man es mit kohlen-saurem Kali, wie es überhaupt geschieht. Hat man Superoxyd, so glüht man es geradezu, wo sich Oxydoxydul bildet, und verfährt dann, wie angeführt ist, weiter.

Alkalien von Mangan zu trennen. Man macht die Flüssigkeit ein wenig ammoniakalisch, und fügt alsdann Schwefelammoniak hinzu, filtrirt das Schwefelmangan ab, welches eine fleischrothe Farbe hat, löst es dann in Salzsäure auf, erhitzt dies, und schlägt es mit kohlen-saurem Kali nieder. Das in der Flüssigkeit enthaltene Kali wird, wie bei den Alkalien angeführt ist, bestimmt.

Baryt von Mangan zu trennen. Man giebt zu der Auflösung Schwefelsäure, und verfährt so wie bei der Scheidung des Baryts von der Magnesia.

Strontian von Mangan zu trennen. Man sorgt zuerst dafür, dass recht viel Salmiak in der Flüssigkeit sei; ob man genug darin habe, kann man daraus abnehmen, dass, wenn man einige Tropfen kaustisches Ammoniak hinzubringt, kein Niederschlag mehr entsteht; alsdann fügt man Schwefelammoniak hinzu und filtrirt das Schwefelmangan ab. Man muss aber beim Filtriren den Zutritt der atmosphärischen Luft vermeiden, weil sonst die freies Ammoniak haltende Flüssigkeit Kohlensäure bildet, welche das schwefelsaure Mangan verunreinigt. Das Schwefelmangan wird dann mit Salzsäure gekocht, und der Strontian, wie früher bei demselben angeführt wurde, quantitativ bestimmt. Dieses Verfahren ist besser, als das mit Schwefelsäure, weil der schwefelsaure Strontian nicht so unlöslich ist, als man gewöhnlich annimmt.

Mangan von Kalk zu trennen. Das Verfahren ist je nach dem verschiedenen Gehalte beider Substanzen verschieden. Ist viel Kalk und wenig Mangan vorhanden, so vermischt man die Flüssigkeit mit einer solchen Menge von Salmiak, dass kaustisches Ammoniak keinen Niederschlag mehr bewirkt; darauf mischt man das Ganze mit kleesauerm Ammoniak und filtrirt so schnell als möglich den oxalsauren Kalk ab.

Oder: Ist viel Mangan und wenig Kalk vorhanden, so darf man das vorherige Verfahren nicht anwenden, weil sonst oxalsaurer Kalk mit oxalsaurem Mangan verunreinigt werden würde; man muss deshalb eine gehörige Menge Salmiak hinzubringen und dann Schwefelammoniak zusetzen. Das entstandene Schwefelmangan filtrirt man schleunigst ab, weil sonst kohlsaurem Kalk entstehen und das Schwefelmangan dadurch verunreinigt werden würde. Das Schwefelmangan wird dann in Salzsäure gelöst und mit kohlsaurem Kali präcipitirt. Die Kalkflüssigkeit, welche übrig bleibt, muss man so behandeln, dass man durch Zusatz von überschüssiger Salzsäure das überschüssige Schwefelammoniak entfernt; dann neutralisirt man sie und präcipitirt den Kalk als oxalsauren.

Magnesia von Mangan zu trennen. Man bringt in die Flüssigkeit viel Salmiak, ebenso wie bei dem vorigen, und setzt dann Schwefelammoniak hinzu, welches man aber vorher sorgfältig geprüft haben muss, ob auch kein freies Ammoniak dabei ist. Hat sich das Schwefelmangan vollständig abgesetzt, so filtrirt man es süsst es mit schwefelammoniakhaltigem Wasser aus, und löst es, hinterher in Salzsäure, bis sich kein Geruch nach Schwefelwasserstoff mehr zeigt; dann schlägt man es mit kohlsaurem Kali nieder, und bestimmt es, wie bei der quantitativen Bestimmung des Mangans angeführt ist. (Aber in keinem Falle kann man das Mangan als schwefelsaures bestimmen, weil es an der Luft immer gleich zersetzt und oxydirt werden würde.)

Die Flüssigkeit, welche die Magnesia noch enthält, wird mit Salzsäure gekocht, zur Trockne abgedampft und die Magnesia als schwefelsaure bestimmt. Strohmeyer giebt eine dritte Methode an: Mangan wie Magnesia müssen aufgelöst sein; in diese Auflösung leitet man

einen Strom von Chlor, oder setzt Chlorwasser hinzu, wodurch sich Manganchlorid bildet; setzt man nun zu dieser Flüssigkeit doppeltkohlensaures Kali, so entweicht die Kohlensäure, und man bekommt einen Niederschlag von Manganoxyd; dieses filtrirt man ab, dampft die Flüssigkeit scharf ein, zieht den Rückstand mit kochend heissem Wasser aus, und erhält die Magnesia als basisch kohlensaure, welche geglüht werden muss, um sie ganz rein zu erhalten.

Zink.

Dieses Metall kann in einer Flüssigkeit nur als Oxyd vorhanden sein, weil dies die einzige Salzbase ist, welche das Zink hat. Alle Auflösungen des Zinks reagiren sauer, wenn sie auch nach ihrer stöchiometrischen Zusammensetzung als neutrale Salze angesehen werden müssen. *Schwefelammoniak* ist das beste Reagens, um Zinkoxyd zu erkennen, indem es einen weissen Niederschlag von schwefelsaurem Zink bildet. Dieser ist unlösbar im Ueberschuss von Schwefelammoniak und auch im kaustischen Kali unlöslich, wodurch er sich von dem, den man mit demselben Reagens aus Thonerde erhält, unterscheidet. Der Präcipitat hat keine blendende Weisse, sondern sieht grau aus, sobald nur eine Spur von Eisen zugegen war.

Schwefelwasserstoff giebt in den Auflösungen von Zinksalzen auch einen weissen Niederschlag; dieser ist nichts weiter als Schwefelzink, verschwindet aber wieder in dem Maasse, als die Säure des Zinksalzes frei wird.

Kaliumeisencyanid, auch rothes blausaures Eisenkali genannt, ist in mancher Beziehung dem blausauren Kali vorzuziehen. Bereitet wird es folgendermassen: Man löst gewöhnliches Kaliumeisencyanür in kaltem Wasser auf, und leitet hierzu einen Strom von Chlorgas, aber recht langsam, und so lange, bis die Flüssigkeit beim Kerzenlichte roth erscheint; dann giesst man die Flüssigkeit in ein hohes Gefäss und überlässt es sich zur Krystallisation selbst, und es krystallisirt das Salz beim gewöhnlichen Abdampfen heraus. Die Zersetzung dabei ist folgende: Es bildet sich Chlorkalium und Eisencyanid, und letzteres krystallisirt mit dem Kali zusammen aus. Dieses Kaliumeisencyanid giebt in den Auflösungen des Zinks einen gelbrothen Niederschlag; er ist zusammengesetzt aus Eisencyanid mit Cyanzink, und auflösbar in Salzsäure. Das gewöhnliche Kali borussic. giebt auch einen Niederschlag in den Zinkauflösungen, er ist aber weiss und gallertartig und in Salzsäure nicht lösbar; auch ist dieser Niederschlag anders zusammengesetzt.

Kaustisches Kali, *Liq. ammon. caust.* und *Ammon. carb.* geben einen Niederschlag von Zinkoxydhydrat, welcher jedoch beim Ueberschuss derselben verschwindet. *Kali carb.* giebt auch einen weissen Niederschlag, aus kohlensaurem Zinkoxyd und Zinkoxydhydrat bestehend, welcher im Ueberschuss ganz unlöslich, im kaustischen Kali aber löslich ist; er bleibt aus, wenn in der Flüssigkeit Salmiak ist.

Natrium phosphoric., *Oxalsäure* und oxalsäure Salze geben auch weisse Niederschläge, welche in Säuren und Alkalien lösbar sind.

Vor dem Löthrohre geben Zinkoxyd und die Zinkoxydsalze mit salpetersaurer Kobaltlösung eine schöne grüne Färbung. Mit Soda ver-

mengt und an der innern Flamme erhitzt, beschlagen sie die Kohle mit einem weissen Rauche.

Die quantitative Bestimmung geschieht am besten durch Kali carb., die Präcipitation muss aber in der Hitze geschehen und auch das Aussüssen mit heissem Wasser unternommen werden; weil aber kohlen-saures Kali keinen Präcipitat giebt, so muss darauf gesehen werden, ob Ammoniaksalze da sind, und dann muss genau so verfahren werden, wie bei der Magnesia angeführt ist. Ist das Ganze zur Trockne abgeraucht, so muss heisses Wasser darauf gegossen und so gekocht werden, dann getrocknet und in einem Platintiegel geglüht. Man darf Schwefelammoniak nehmen, wenn die Flüssigkeit nicht sauer ist, weil man sonst erst die Säure mit Ammoniak entfernen muss; dann filtrirt man das Schwefelzink ab, süsst es mit schwefelammoniakhaltigem Wasser aus, löst es in Salzsäure, bis aller Schwefelwasserstoff vollständig entfernt ist, und präcipitirt es dann mit kohlen-saurem Kali. Als schwefelsaures Salz lässt es sich nicht bestimmen, weil es beim Glühen immer etwas Säure abgiebt.

Zink von Alkalien zu trennen. Man muss zuerst die Auflösung mit Ammoniak versetzen, dann wird Schwefelammoniak hinzugethan, und der Niederschlag, Schwefelzink, wird abfiltrirt; dann löst man es in Salzsäure auf, kocht es damit so lange, bis sich kein Geruch von Schwefelwasserstoff mehr zeigt, und schlägt es dann mit kohlen-saurem Kali nieder. Die Alkalien erhält man dann durch Abrauchen, wie sie ursprünglich an die Säuren gebunden waren.

Zink von Baryt zu scheiden, gelingt durch Zusatz von Schwefel-säure. Aus der barytfreien Flüssigkeit bestimmt man das Zink auf die gewöhnliche Weise.

Zink und Strontian. Die Auflösung beider muss in eine gut verschlossene Flasche gethan, dann kaustisches Ammoniak im Ueberschuss, und dann Schwefelammoniak zugesetzt werden; es sondert sich alsdann das Schwefelzink ab, welches man filtrirt und mit schwefelammoniakhaltigem Wasser aussüsst; der in der abfiltrirten Flüssigkeit zurückgebliebene Strontian wird quantitativ bestimmt, wie beim Strontian angeführt ist.

Zink und Kalk zu trennen, kann 1) auf die nämliche Weise geschehen, wie man Zink und Strontian trennt; besser ist es aber, dass man die Auflösung beider mit einem Ueberschuss von Ammoniak vermischt; dann setzt man kleesaures Ammoniak hinzu, wo blos kleesaurer Kalk niederfällt; der Niederschlag, welchen kleesaures Ammoniak mit Zinkoxyd bildet, fällt nicht zu Boden, weil dieses oxalsaure Zink in kaustischem Ammoniak löslich ist. In der abfiltrirten Flüssigkeit steckt noch das Zink; diese vermischt man daher mit kohlen-saurem Kali und dampft sie auch, mit diesem vermischt, zur Trockne ein; es wird sodann mit kochendem Wasser ausgezogen, und was übrig bleibt, wird wie gewöhnlich behandelt; der Rückstand ist basisch kohlen-saures Zinkoxyd, welches geglüht wird.

Zink und Magnesia zu trennen. Man muss zunächst recht viel Sal-miak in die Flüssigkeit bringen; am besten sieht man, ob genug zuge-than ist, wenn kaustisches Ammoniak keinen Niederschlag mehr her-

vorbringt. Dann wird Schwefelammoniak zugethan und die Flüssigkeit lässt man absetzen; im Schwefelammoniak darf aber nicht zu viel freies Ammoniak sein. Man verfährt dann mit dem Niederschlag, wie schon oft erwähnt ist. Die aufgelöste Magnesia abzuscheiden, muss man das Filtrat erst sauer machen und dann die Magnesia mit kohlen-saurem Kali niederschlagen.

Zink und Thonerde zu trennen. Hierzu nimmt man zu einer gehörig verdünnten Flüssigkeit kaustisches Ammoniak, welches die Thonerde niederschlägt, und das Zinkoxyd bleibt dann in der Flüssigkeit. Hieraus schlägt man es mit Schwefelammoniak nieder, und bestimmt es durch kohlen-saures Kali.

Zink und Mangan zu trennen, ist sehr schwierig. Mit kaustischem Kali kann man sie nicht genau scheiden, sondern man muss die Flüssigkeit, in der sich beide befinden, mit kohlen-saurem Kali niederschlagen, wo man einen Niederschlag von basisch kohlen-saurem Zinkoxyd und kohlen-saurem Manganoxydul erhält. Diesen Niederschlag glüht man nun scharf, so dass die Kohlensäure von beiden entfernt wird. Die geglühte Masse bringt man in ein Reductionsrohr, welches mit einer Entbindungsflasche, in der man Chlor aus Mangan, Salz und Schwefelsäure entwickelt, in Verbindung gebracht wird; man leitet es am besten, damit es trocken auf die beiden Oxyde komme, vorher durch Chlorecalcium. Unter die Kugel an dem Reductionsrohre stellt man eine Spirituslampe, und giebt Feuer; durch das über die Oxyde hinstreichende Chlor werden beide in Chlormetalle verwandelt, indem der Sauerstoff der Oxyde abgegeben wird und sich Chlorzink und Chlormangan bilden. Die Hitze der Spirituslampe scheidet nun beide von einander; das Chlorzink ist nämlich flüchtig, das Chlormangan bleibt. Es gehört aber sehr viel Hitze dazu, weil sich sonst nicht alles Chlorzink verflüchtigt. Das Rohr von dem Kugelapparate ist knieförmig gebogen. Der Schenkel mündet in eine Flasche mit Wasser, das mit kaustischem Ammoniak vermischt ist *); ist alles Chlorzink in der Flasche, so setzt man kohlen-saures Kali in grossem Ueberschuss hinzu, und dampft ab, wo man basisch kohlen-saures Zinkoxyd erhält; dies wird geglüht, und reines Zinkoxyd bleibt übrig. Das Chlormangan wird in Wasser gethan, welches durch etwas Salzsäure geschärft ist, worin es sich auflöst; man präcipitirt dies mit kohlen-saurem Kali, filtrirt das kohlen-saure Manganoxydul ab, glüht es, und verwandelt es allmählig in Oxydoxydul. In Salzsäure beide von Anfang an zu lösen, ist nicht praktisch.

Eisen.

Das Eisen kann in einer Verbindung nur als Oxyd oder Oxydul enthalten sein; man muss deshalb das Verhalten der beiden kennen.

Schwefelammoniak, welches sowohl in den Oxydulauflösungen, als auch in den Oxydlösungen einen schwarzen Niederschlag hervorbringt, welcher Schwefeleisen ist, sich an der Luft ungemein leicht oxydirt und in Oxyd verwandelt; man muss ihn deshalb ge-

*) Das kaustische Ammoniak wird deshalb zugesetzt, damit das Chlorzink, im Falle es sich zerlegen wollte, durch das kaustische Ammoniak gelöst gehalten wird.

gen Oxydation schützen. Die dunkelgrüne Färbung, die zuweilen durch Schwefelammoniak hervorgebracht wird, rührt von Schwefel-eisen oder organischen Substanzen her; stellt man diese Flüssigkeit an einen dunkeln Ort, so sondert sich auch ein Niederschlag von Schwefeleisen ab.

Schwefelwasserstoff bringt in Oxydullösungen keine Veränderung hervor; aber in den Oxydlösungen bringt es einen weissen Niederschlag hervor, welcher Schwefel ist. Es verbindet sich nämlich der Sauerstoff des Eisenoxyds mit dem Wasserstoff des Reagens zu Wasser; es bildet sich Eisenoxydul, und der Schwefel fällt in Verbindung von Wasser.

Kaliumeisencyanid giebt in den Oxydullösungen einen blauen Niederschlag, welcher sich in Salzsäure nicht löst und Eisencyanürcyanid (Berlinerblau) ist. Wenn aber eine Auflösung Eisenoxyd enthält, dann geschieht gar nichts.

Kaliumeisencyanür, Kali ferro-borussic. (blausaures Eisenkali) verhält sich gerade umgekehrt; es fällt bei Oxyd Berlinerblau von derselben Farbe; hätte man aber ein Oxydulsalz, so bekommt man einen weissen Niederschlag, welcher blosses Eisencyanür ist; er wird aber schnell hellblau, weil dieses Eisencyanür zerlegt.

Oxalsäure und oxalsäure Salze; nämlich die Oxydulsalze werden hierdurch *gelb* niedergeschlagen, als oxalsaures Eisenoxydul, welches leicht in allen Säuren löslich, im Wasser aber ganz unlöslich ist. Die Oxydsalze werden gar nicht gefällt, weil oxalsaures Eisenoxyd zu leicht löslich ist.

Kali causticum giebt in den Oxydulauflösungen erst einen weissen Eisenoxydulhydrat-Niederschlag; dann wird er grau, dann grün, dann braun. Die Oxydsalze werden braun niedergeschlagen, Eisenoxydhydrat.

Liq. amm. caust. verhält sich gegen die Oxydulsalze ebenso, wie sich Kali caust. verhält; ist aber viel Salmiak vorhanden, so bleibt der Niederschlag aus; bei Oxydsalzen verhindert der Salmiak den Niederschlag durchaus nicht.

Kali carbonic. giebt in den Oxydulauflösungen einen weissen kohlen-sauren Eisenoxydul-Niederschlag, wird später aber auch grün, und zuletzt braun. In den Oxydauflösungen giebt es unter starkem Brausen einen braunen Eisenoxydhydrat-Niederschlag.

Ammonium carb. verhält sich ganz genau ebenso wie Kali carbonicum.

Natrum phosphoric. giebt in den Oxydulauflösungen einen weissen Niederschlag von phosphorsaurem Eisenoxydul, welches allmählig grün wird. Die Oxydsalze werden zwar auch weiss niedergeschlagen, aber der Niederschlag ist daran zu erkennen, dass er später braun wird, wenn man kaustisches Ammoniak darauf bringt.

Vor dem Löthrohre sieht man, dass beide, Oxyd und Oxydul, mit Borax erhitzt, eine Perle geben, die in der äussern Flamme dunkelroth erscheint; nimmt man Phosphorsalz, so ist die Färbung in der innern Flamme grünlich; kalt erscheint die Perle farblos; mit Soda erhitzt, werden beide Verbindungen zu Metall reducirt.

Die quantitative Bestimmung kann nur als Oxyd geschehen, desshalb muss man jede andere Verbindung, sowohl metallisches Eisen, als Oxydoxydul und Oxydul, erst in Oxyd verwandeln. Man kann das Eisen auf mannigfache Weise in Oxyd verwandeln; indem man Salpetersäure, Königswasser oder am besten Chlor hinzusetzt. Die Auflösungen müssen aber erst durch Abdampfen concentrirt werden. Man sieht gewöhnlich schon dadurch den Punkt, wenn die Flüssigkeit eine braune Färbung annimmt. Mit Salpetersäure eine Oxydullösung gemischt, färbt die Flüssigkeit fast schwarz, wird jedoch beim Erwärmen wieder klar; es entsteht diese Färbung daher, dass die Salpetersäure in Stickstoffoxyd und Sauerstoff verwandelt wird. Stickstoffoxyd wird von der Eisenoxydul-Auflösung verschluckt. Ist das Eisen gehörig oxydirt, so schlägt man es aus der erwärmten Auflösung mit Aetzammoniak nieder; nach gehörigem Aussüssen wird es scharf getrocknet, geglüht und der Gehalt berechnet. Kaustisches Kali wirkt wegen der Verbindung, die es etwa damit eingeht, nicht so vortheilhaft. Kohlensaures Kali und Ammoniak sind wegen der Bildung des doppelt kohlensauren Salzes auch nicht anwendbar, da dieses das Eisen wenig auflöst. Wenn man es mit Schwefelammoniak niederschlägt, muss die Flüssigkeit neutral sein und stets erwärmt werden; ist die überstehende Flüssigkeit gelb, so ist alles Eisen ausgeschieden; ist sie aber grünlich, so muss man sie noch etwas stehen lassen und den Niederschlag mit schwefelammoniakhaltendem Wasser auswaschen; dann löst man in Salzsäure, vermischt mit Chlorwasser, damit man Eisenchlorid erhalte, schlägt mit Aetzammoniak nieder, bestimmt u. s. w.

Als Schwefeleisen darf man es nicht bestimmen; auch darf man das Eisen mit dem Filter nicht statt mit Salzsäure mit Königswasser behandeln, weil sonst die organischen Stoffe des Papiers verändert werden, und kein Niederschlag entsteht.

Ist *Eisenoxyd und Alkalien* gleichzeitig vorhanden, so muss man die Flüssigkeit mit kaustischem Ammoniak übersättigen; dann fällt das Eisenoxyd heraus; dieses wird abfiltrirt, ausgesüsst, getrocknet und geglüht. Das Alkali wird aus der Flüssigkeit auf bekannte Weise ausgeschieden.

Ist *Eisenoxyd und Baryt* gleichzeitig vorhanden, so bringt man Schwefelsäure hinzu, wo der schwefelsaure Baryt präcipitirt.

Ist *Strontian oder Kalk mit Eisenoxyd* gleichzeitig vorhanden, so giebt man kaustisches Ammoniak hinzu, wo das Eisenoxyd herausfällt, und die beiden Erden bleiben in der Flüssigkeit; man muss dabei aber sehr schnell verfahren, weil man sonst einen Niederschlag von kohlensaurem Strontian oder Kalk erhält.

Ist *Magnesia mit Eisenoxyd* gleichzeitig vorhanden, so muss man die Flüssigkeit reichlich mit Salmiak vermischen; wäre sie sauer, so braucht man sie nur mit Ammoniak zu neutralisiren. Ob man genug dazu habe, ist schwierig zu ermitteln, weil man die Probe mit kaustischem Ammoniak nicht anwenden kann, indem dann das Eisenoxyd herausfällt und Magnesia gelöst bleibt. In der Regel gesellt sich etwas Magnesia dem Eisenoxyde zu, und desshalb muss man den Niederschlag in Chlorwasserstoffsäure lösen, die Flüssigkeit sorgfältig

tig neutralisiren und mit bernsteinsaurem Ammoniak fällen; man bekommt bernsteinsaures Eisenoxyd, und Magnesia bleibt gelöst; dann wird die Flüssigkeit, in der die Magnesia befindlich ist, zu der gethan, welche man vermittelst kaustischen Ammoniaks gefällt hat, und man bestimmt sie dann ganz besonders.

Ist *Thonerde mit Eisenoxyd* gleichzeitig vorhanden, so muss man die Scheidung dadurch bewerkstelligen, dass man die Auflösung mit einem beträchtlichen Ueberschuss von kaustischem Kali kocht; es bleibt dann das Eisenoxyd ungelöst, und die Thonerde wird durch das kaustische Kali gelöst und bleibt in der Flüssigkeit. Das Eisenoxyd kann aber von dieser Beschaffenheit nicht gebraucht werden, sondern muss erst in Salzsäure gelöst und dann mit kaustischem Ammoniak präcipitirt werden, denn es hängt immer noch eine Kleinigkeit von kaustischem Kali daran. Die Thonerde gewinnt man aus der Auflösung in kaustischem Kali dadurch, dass man das freie Alkali mit Salzsäure abstumpft und sorgfältig auswascht.

Ist *Mangan und Eisenoxyd* gleichzeitig vorhanden, so ist es am schwierigsten, beide von einander zu trennen. Es handelt sich darum, wie das Verhältniss beider Substanzen ist. Ist *viel Eisenoxyd* und *wenig Mangan* vorhanden, so hat man eine vollständig neutrale Auflösung; man setzt bernsteinsaures Ammoniak oder bernsteinsaures Natron hinzu, wo sogleich ein zimmtbrauner Niederschlag, welcher bernsteinsaures Eisen ist, entsteht; er wird abfiltrirt, und da er etwas voluminös ist, mit Wasser ausgesüsst, getrocknet und sodann in einem Platintiegel scharf geglüht; man muss aber dabei immer einen Luftzug, vermittelst eines kalten Körpers, hinzubringen, weil sonst durch den Kohlenstoff der Bernsteinsäure ein Theil Eisenoxyd reducirt werden würde. Desshalb hat Berzelius vorgeschlagen, das bernsteinsaure Eisenoxyd, wenn es noch auf dem Filtrum ist, mit kaustischem Ammoniak zu übergiessen; es bildet sich dann bernsteinsaures Ammoniak, und Eisenoxyd bleibt auf dem Filtrum. Man muss reine Bernsteinsäure nehmen, weil die gewöhnliche noch empyreumatisches Oel enthält. Bernsteinsaures Ammoniak darf nicht angewandt werden, weil es stets saures bernsteinsaures Ammoniak bildet. Man muss deshalb bei Bereitung des bernsteinsauren Ammoniaks die Masse zur Trockne abrauchen, nicht etwa krystallisiren lassen, und muss es so im trocknen Zustande als Reagens aufbewahren. Das bernsteinsaure Natron hat insofern den Vorzug, weil es stets ein neutrales Salz ist.

Anstatt des bernsteinsauren Ammoniaks oder Natrons kann man auch benzoesaures Ammoniak oder Natron nehmen. Der Niederschlag mit den benzoesauren Salzen fällt aber viel heller aus, und ist viel lockerer und voluminöser; man hat dann auch viel grössere Mühe mit dem Aussüssen desselben. Alsdann enthält die Benzoessäure die meiste Kohlensäure, und die Gefahr wegen der Reducirbarkeit ist deshalb auch weit grösser. Alle diese Umstände sind Veranlassung geworden, dass man das bernsteinsaure und benzoesaure Ammoniak abgeschafft hat.

Ist die Flüssigkeit nicht ganz neutral, so muss man erst eine recht grosse Menge Salmiak hineinbringen, und dann kaustisches

Ammoniak vorsichtig hinzusetzen, nachdem es vorher mit zehn Theilen Wasser verdünnt ist; man darf es jedoch nur tropfenweis hinzusetzen und muss es umrühren, weil die ganze Menge Eisenoxyd durch einen zu viel hinzugesetzten Tropfen herausfallen würde. Hätte man ein klein wenig zu viel Salmiak hinzugesetzt, so erwärmt man das Ganze, wo dann häufig das Eisenoxyd wieder verschwindet; geschieht es aber nicht, so tröpfelt man etwas Salzsäure hinzu, und auf diesen Sättigungspunkt kommt Alles an. Man setzt dann das bernsteinsaure Salz hinzu, filtrirt das entstandene bernsteinsaure Eisenoxyd ab, trocknet und glüht es. Aus der eisenfreien Flüssigkeit wird nun das Mangan mit kohlen-saurem Kali herausgeschlagen, und so, wie bei dem Mangan angeführt ist, verfahren. Oder man bestimmt das Mangan als schwefelsaures, wobei man aber vorher das Ammoniak entfernen muss.

Ist *wenig Eisenoxyd* und *viel Mangan* vorhanden, so muss man eine grosse Menge Salmiak in die Flüssigkeit bringen, und dann tropfenweis kaustisches Ammoniak hinzuthun. Vor dem Ueberschuss muss man sich aber sehr hüten, und das Abfiltriren sehr rasch bewerkstelligen. Sollte sich etwas Eisen mit Mangan verbunden haben, so darf man den Niederschlag nur in Salzsäure auflösen, neutralisiren und dann bernsteinsaures Ammoniak zur Fällung anwenden.

Zink von Eisen zu scheiden. Das Verfahren hierbei hängt davon ab, ob viel Zink und wenig Eisen vorhanden ist, oder ob der umgekehrte Fall stattfindet. Ist *wenig Zink* und *viel Eisen* vorhanden, so muss man die Auflösung mit kaustischem Ammoniak in beträchtlichem Ueberschuss übersättigen; es fällt dann das Eisenoxyd heraus, während das Zinkoxyd gelöst bleibt. Der Niederschlag wird abfiltrirt, ausgesüsst, getrocknet und geglüht. Das Zinkoxyd wird vermittelst kohlen-sauren Ammoniaks niedergeschlagen.

Ist *viel Zinkoxyd* und *wenig Eisen* vorhanden, so muss man die Scheidung mit bernsteinsaurem Ammoniak vornehmen; die Flüssigkeit muss dann aber ganz neutral sein.

Ist *Zinkoxyd* und *Eisenoxydul* vermischt, so muss man zunächst das Eisenoxydul in Oxyd verwandeln, und zwar am sichersten mittelst Chlorwassers, wo alsdann das Eisen zu Oxyd, und die Scheidung, wie schon angeführt, unternommen wird; man muss aber dann das Ganze etwas erwärmen.

Ist *Eisenoxyd* und *Eisenoxydul* zusammen, so muss man 1) eine Auflösung der Verbindung in Salzsäure bereiten (sollten noch fremde Stoffe dabei sein, so muss ihr Gewicht besonders bestimmt werden). Die salzsaure Auflösung wird alsdann mit Salpetersäure gekocht und darauf kaustisches Ammoniak hinzugesetzt. Der Niederschlag ist Eisenoxyd, welches ausgesüsst, getrocknet und scharf geglüht wird.

2) Man wiegt sich eine bestimmte Menge der Verbindung ab und legt diese, fein gerieben, in einen Reductionsapparat mit einer Kugel, mit dem man eine Gasentbindungsflasche in Verbindung bringt, aus welcher man Wasserstoffgas aus Zink und Schwefelsäure entwickelt. Die andere Seite des Rohres hat man mit Chlorealcium in Verbindung gesetzt, um das Gas ohne Feuchtigkeit zu erhalten; dann stellt

man eine Lampe mit doppeltem Luftzuge darunter, und der Reductionsprocess wird auf einmal vor sich gehen. Sieht man keine Bildung von Wasser mehr erfolgen, so lässt man das Ganze abkühlen, wiegt dann das Rohr, in welchem sich das Chlorcalcium befindet, und so viel es mehr wiegt, ist das Gewicht des gebildeten Wassers.

Man muss die zu untersuchende Verbindung luftdicht in eine Flasche verschliessen; ehe man sie aber dann wiegt, muss man alle Luft aus der Flasche treiben, indem man sie mit kohlen-saurem Gas füllt; hinterher löst man die Verbindung in Salzsäure auf, wo keine Oxydation stattfinden kann; die Auflösung muss aber *ganz klar* sein. Dann setzt man *ganz klares* Schwefelwasserstoff-Wasser hinzu; man sieht, dass das Eisenoxydul, eine Reduction ausübend, zu Eisenoxyd wird, indem der Wasserstoff vom Schwefelwasserstoff sich mit dem Sauerstoff des Oxyds verbindet und Schwefel abgesondert wird; den Zutritt der Luft muss man aber sehr vermeiden. Aus der Menge des Schwefels berechnet man die Menge des reducirten Eisenoxyds.

Uran.

Das Uran kommt als Oxyd in der Pechblende, als Oxydhydrat in dem Uranthon und Uranocker, — mit Phosphor und Schwefel in dem Uranvitriol, Urankalk und Uranglimmer, sowie auch vererzt in Verbindung mit Blei, Zink, Kupfer, Arsenik als kieselsaures Uranoxydul vor, und wird vorzugsweise durch Reduction des in einer Glasröhre glühend erhaltenen Chlorurankaliums mittelst Wasserstoffgas in grauschwarzen Krystallen erhalten, nachdem man das salzsaure Kali ausgewaschen hat; welche zerrieben ein dunkelrothes Pulver darstellen, das man bisher noch nicht zusammenschmelzen konnte, und eben so wenig kann das Uran aus seinen Auflösungen durch andere Metalle in regulinischer Form reducirt werden. Das Uran ist in Salz- und Schwefelsäure unauflöslich, dagegen wird es von Salpetersäure leicht aufgelöst. Das *Uranoxydul* wird sowohl durch Glühen des Metalls bei dem Zutritt der Luft, als auch durch partielle Reduction des Oxydes, gleichfalls durch Glühen erhalten, welches mit Säuren grüngefärbte Salze liefert. *Uranoxyd* oder *Uransäure* wird aus der Pechblende folgendermassen dargestellt: Das feingepülverte Erz wird in Chlor-salpetersäure aufgelöst, sodann aus der Solution mittelst Hydrothion-säure das Blei, Kupfer und Arsenik abgeschieden, und hierauf durch Erwärmung das überflüssige Chlorwasserstoffgas fortgetrieben; hierauf wird die Solution mit Salpetersäure gekocht und die darin enthaltenen Metalle (Eisen, Kobalt, Zink, Uranoxyd) durch Ammoniak als Hydrate gefällt. Der so erhaltene Niederschlag wird mit kohlen-saurem Ammoniak digerirt, wodurch derselbe mit Zurücklassung des Eisens aufgelöst wird; die abgesonderte Solution wird sodann zur Trockne verdampft, der Rückstand wieder in Salzsäure aufgelöst und aus der erhaltenen Solution das Uranoxyd durch im Ueberschusse zugesetztes Ammoniak ausgeschieden, welches, durch gelindes Erhitzen von letzterem befreit, das Uranoxyd als ein gelbes Hydrat liefert, welches aber leicht in den Zustand des Oxyduls zurücktritt

Es liefert sowohl als Base mit Säuren, wie auch als Säure mit Basen, Salze von gelber Färbung.

Das Uranoxydhydrat löst sich in kohlensauren Alkalien auf, und bildet mit selbigen schwerlösliche Doppelsalze.

Zu bemerken ist auch noch, dass das Uranoxyd bei der Ausscheidung aus seinen Verbindungen sehr leicht mit dem Auswaschwasser durch das Filtrum geht, wesshalb man beim Analysiren die Vorsicht beobachtet, in dem Waschwasser etwas Salmiak aufzulösen.

Als Reagentien für das *Uranoxydul* dienen *Kali* und *Ammoniak*, welche in Auflösungen desselben einen schmutziggrünen Niederschlag bewirken, der sehr bald die gelbe Farbe des Oxydhydrats annimmt.

Gallussäure bewirkt gleichfalls einen grünen, *Cyaneisenkalium* einen rothbraunen, und *hydrothionsaure Salze* einen schwarzbraunen Niederschlag mit demselben.

Für die *Oxydsalze* dient das *bernsteinsaure Ammoniak* als sehr empfindliches Reagens, welches einen gelben Niederschlag bewirkt; *Cyaneisenkalium* liefert einen rothbraunen, *Hydrothionschwefel-Ammonium* einen schwarzen und *Gallussäure* einen chokoladebraunen Niederschlag.

Von der Yttererde unterscheidet sich das Uranoxyd dadurch, dass letzteres mit Oxalsäure ein in Wasser auflösliches Salz bildet, welches mit der Yttererde nicht der Fall ist.

Kobalt.

Dieses Metall kommt im Mineralreiche in folgenden Fossilien vor: mit Arsenik, Schwefel und Nickel verbunden im Glanzkobalt, Speiskobalt, Kobaltblüthe; mit Nickel und Mangan im Erdkobalt; auch im Kupferschiefer, Kupferkies, Schwefelkies, Fahlerz; sowie noch ferner mit Nickel, Wismuth, Gold, Silber und Glaserz und mehreren andern Erzen. Die Darstellung des Metalls geschieht gewöhnlich aus dem Speis- und Glanzkobalt, wie folgt:

Man röstet das gepulverte Erz, um das Metall zu oxydiren und Arsenik, wie auch Schwefel zu verflüchtigen; hierauf löst man es in Salpetersäure auf und beseitigt den unaufgelösten Rückstand. Die Solution wird nun mit kohlensaurem Kali neutralisirt; dann derselben so lange von einer essigsäuren Bleiauflösung zugesetzt, als noch ein Niederschlag von gebildetem arseniksaurem Blei- und Eisenoxyd bemerkbar ist; hierauf lässt man Hydrothionsäure in die Auflösung einwirken, neutralisirt dieselbe wieder durch kohlensaures Kali, und bewirkt durch Zusatz von bernsteinsaurem Ammoniak eine weitere Ausscheidung von Eisen, sowie auch nach vorheriger Ansäuerung der Solution eine Abscheidung von Kupferoxyd durch Hydrothionsäure. Hierauf wird die Solution abfiltrirt, durch Erwärmung derselben das Schwefelwasserstoffgas ausgetrieben und mit kohlensaurem Natron völlig zerlegt. Der gebildete Niederschlag ist nun Kobalt- und Nickeloxyd mit wenigem Eisen. Er wird mit Wasser ausgewaschen und mit aufgelöster Oxalsäure digerirt, welche das noch vorhandene Eisenoxyd aufnimmt. Der rückständige Präcipitat wird nun ausgewaschen und in flüssigem Ammoniak aufgelöst, mit Wasser verdünnt

und offen zur Verdunstung des Ammoniaks an die Luft gesetzt, wo sich das kleesaure Nickeloxyd ausscheidet und kleesaures Kobaltoxyd gelöst bleibt.

Die in dem Niederschlag und in der Auflösung abgesonderten Metallsalze werden nun durch Filtriren von einander getrennt und nach Eindampfung des flüssigen Kobaltsalzes wird dasselbe durch Glühen mit Kohle in einem Graphittiegel zu Kobaltmetall reducirt. Dieses ist grauweiss von Farbe, metallglänzend, etwas dehnbar, bei 140° W. schmelzbar, nicht durch Luft oder Wasser oxydirbar, und feuerbeständig. Es bildet mit Sauerstoff ein Oxyd, ein Ueberoxyd und eine Säure.

Kobaltoxyd erhält man entweder durch Verbrennen des Metalls bei Zutritt der Luft, oder indem man die vorbemerkte Oxalverbindung des Kobalts mit kohlensaurem Kali niederschlägt und den ausgewaschenen Präcipitat schnell trocknet und glüht; oder auf dieselbe Art, wenn mit demselben Fällungsmittel eine Auflösung von Chlorkobalt oder salpetersaurem Kobaltoxyde zersetzt wird.

Nach Art der Darstellungsweise wird das Kobaltoxyd als ein mehr oder minder hell- und dunkelgraues, auch blaues Pulver erhalten, welches nur schwierig zu einem schwarzen Glase schmilzt, mit Wasser ein röthlich-blaues Hydrat bildet, in welchem Zustande es leicht durch Luftzutritt und erhöhte Temperatur sich in Ueberoxyd verwandelt; mit Säuren giebt es in verschiedenen Nüancen roth gefärbte Salze, und ist in ätzenden Alkalien auflöslich.

Kobaltüberoxyd wird, wie oben bemerkt worden, durch Erhitzen des Oxyds bei Zutritt der Luft gebildet, oder auch durch Zersetzung des salpetersauren Kobaltoxydes durch Glühen, wo es ein schwarzes, nur in Salzsäure auflösliches Pulver bildet.

Kobaltsäure wird nach Berzelius aus Kobaltsalzen, besonders salpetersaurem Kobaltoxyd in Berührung mit kaustischem Ammoniak und nachherigem Luftzutritt gebildet, wo sie mit dem Ammoniak in Verbindung tritt und mit demselben ein Salz darstellt, welches gleichzeitig Salpetersäure zu enthalten scheint. Man hat sie noch nicht im isolirten Zustande dargestellt.

Reagentien auf Kobalt sind folgende:

Hydrothionsäure bewirkt in neutralen und alkalisch gemachten Auflösungen einen schwarzen Niederschlag; dessgleichen auch *hydrothionsaure Salze* (Ammoniak).

Kaustisches Kali bewirkt einen blauen, an der Luft grün, und bei Kochen mit Wasser roth werdenden Niederschlag.

Ammoniak giebt einen grünen, im Ueberschusse des Fällungsmittels auflöslichen, dabei die Solution roth färbenden Niederschlag.

Oxalsalze bewirken bis zu 1000facher Verdünnung einen pfirsichrothen Niederschlag.

Vor dem Löthrohre giebt sich Kobalt durch eine blaue Färbung der mit Borax oder Phosphorsalz hervorgebrachten Glasperle zu erkennen, welche nach Umständen heller oder dunkler von Farbe zum Vorschein kommt.

Wild, Pharmacie.

Nickel.

Das Nickelmetall kommt in der Natur meist in Begleitung des Kobaltes in folgenden Erzen vor: mit Kobalt, Arsenik, Eisen und Kupfer im Kupfernickel, Arseniknickel, Nickelocker, Nickelschwärze; — mit Schwefel und Arsenik im Haarkies und Nickelglanz; — mit Schwefel und Spiessglanz im Nickelspiessglanzerze, sowie auch mit Eisen in Meteorsteinen. Der grössere oder geringere Gehalt an Nickel in den Erzen bedingt verschiedene Methoden der Darstellung des Metalls, wie z. B. bei dem Kobalt zu ersehen ist, wo es als Nebenprodukt mit Oxalsäure verbunden erhalten, und weiter durch Glühen mit Kohle bei hohen Hitzegraden metallisch dargestellt wird. Eine von Wöhler angegebene, sehr praktische Methode, das Nickel aus dem Kupfernickel und Kobaltspeise zu gewinnen, ist folgende: Das gepülverte Erz wird mit drei Theilen Schwefelkalium (Kali und Schwefel) vermengt, bei mässiger Hitze geschmolzen, und die Masse mit Wasser gut ausgelaugt; sofern sich dann noch Spuren von Arsenik in dem Rückstande zeigen, wird dieselbe Operation wiederholt. Das so erhaltene Schwefelnickel wird entweder in Salpetersäure, oder besser in Schwefelsäure mit Zusatz von etwas Salpetersäure aufgelöst, und im Uebrigen nach der bei dem Kobalt angegebenen Weise die Ausscheidung der in Auflösung befindlichen Metalle, sowie auch die weitere Darstellung des Nickel- und Kobaltoxydes bewerkstelligt. Die Reduktion des Nickeloxydes erfordert, wie schon bemerkt worden, einen hohen Grad von Hitze bei abgehaltenem Zutritte der Luft, und wird auch wohl durch Wasserstoffgas bewirkt, wenn man die Operation im Kleinen ausführt.

Das Nickelmetall ist fast silberweiss, im reinen, arsenikfreien Zustande sehr dehnbar, attraktorisch und retraktorisch, und hat in neuerer Zeit eine nicht unbedeutende Anwendung zur Darstellung des Argentans (Legirung von Kupfer, Zink und Nickel) gefunden. Es bildet verschiedene Oxydationsstufen, und zwar nach Berzelius die folgenden:

Nickelsuboxyd, ein dunkelbraunes, in Salpetersäure auflösliches Pulver, welches man durch Glühen des Metalls bei Luftzutritt erhält, und welches fünf Procente Sauerstoffgehalt besitzt.

Nickeloxydul, welches man durch Glühen des Oxydes in einer Glasröhre unter Einwirkung eines Stromes von Ammoniakgas erhält, oder auch durch Fällung einer Auflösung von Chlornickel mittelst kaustischen Kalis, wo man in beiden Fällen ein erbsengelbes Pulver erhält, welches das Nickeloxydul ist.

Nickeloxyd erhält man durch Glühen des salpetersauren Nickeloxydes, oder durch Fällung mittelst kaustischen Kalis aus der Solution eines Nickelsalzes und durch nachheriges Glühen des Hydrates, als ein graues Pulver, dessen Sauerstoffgehalt 21 Procente beträgt. Das Hydrat desselben hat eine apfelgrüne Farbe. Nickeloxyd ist in Säuren leicht auflöslich, und bildet mit selbigen grüngelbte Salze; ebenso geht es auch mit Alkalien, Thonerde und Bitterde leicht sehr innige Verbindungen ein.

Nickelüberoxyd erhält man entweder durch Behandlung des Oxydes mit Chlorwasser, indem sich ein Theil desselben zu Chlornickel bildet, und der andere Theil dadurch einen grösseren Sauerstoffgehalt gewinnt; oder auch durch gelindes Erhitzen des salpetersauren Nickelsalzes. Ein schwarzes, sowohl bei Erhitzung, als bei Auflösung in Mineralsäuren, Sauerstoffgas entbindendes Pulver, dessen Sauerstoffgehalt 28 Procente beträgt.

Zweites Nickelüberoxyd wird nach Thenard erhalten, wenn das Nickeloxydhydrat mit Wasserüberoxyd behandelt wird. Es ist ein schmutziggrünes Pulver und in mancher Beziehung von dem vorherwähnten Ueberoxyde zwar abweichend in seinem Verhalten, jedoch in seiner wirklichen Existenz als eigenes Oxyd noch bezweifelt, was auch in Bezug auf die niederen Oxydationsstufen des Nickels zum Theil der Fall ist.

Reagentien auf Nickel in seinen Verbindungen sind folgende:

Kaustisches Kali und Ammoniak bewirken einen apfelgrünen Niederschlag. Kohlensaure Alkalien zeigen Rückwirkung.

Sauerkleesäure bewirkt gleichfalls einen grünen Niederschlag.

Cyaneisenkalium bewirkt einen gelbgrünen Niederschlag.

Schwefelwasserstoff bewirkt in alkalisch vorwaltenden Solutionen einen schwarzen Niederschlag; dergleichen auch die Hydrosulphuride.

Vor dem Löthrohre ertheilt Nickel der aus Borax oder phosphorsaurem Natron gebildeten Perle eine rothe Färbung, welche bei dem Erkalten wieder verschwindet.

Metalle, die unter allen Umständen durch Schwefelwasserstoff präcipitirt werden.

Cadmium.

Schwefelwasserstoff bringt unter allen Umständen in den Auflösungen des Cadmiums einen gelben Niederschlag hervor, der eine verschiedene Nüance von Gelb besitzt, je nachdem die Flüssigkeit minder oder mehr concentrirt war; der Niederschlag fällt zuweilen sogar ins Orangefarbene, ist übrigens in Schwefelammoniak durchaus unauflöslich, wodurch sich Schwefelcadmium namentlich von Schwefelarsenik unterscheidet; letzteres löst sich nämlich darin sehr leicht auf. Ausserdem ist das Schwefelcadmium gar leicht in Salzsäure lösbar, wodurch es sich auch ganz besonders vom Schwefelarsenik unterscheidet, das sich in Salzsäure fast gar nicht auflöst.

Kaustisches Kali giebt damit einen weissen, im Ueberschuss des Reagens unlöslichen Niederschlag von Cadmiumhydrat.

Kohlensaures Kali und

Kohlensaures Ammoniak verhalten sich ganz ebenso.

Ammoniakflüssigkeit giebt in den Cadmiumauflösungen einen weissen, im Ueberschuss sehr leicht löslichen Niederschlag.

Kaliumeisencyanür bewirkt einen weisslich gelben, in Salzsäure löslichen Präcipitat.

Kaliumeisencyanid giebt einen rein gelben, in Salzsäure ebenfalls löslichen Niederschlag.

Vor dem Löthrohre beschlagen die mit Soda vermengten Cadmiumverbindungen die Kohle braunroth.

Quantitative Bestimmung. Am besten unternimmt man sie durch kohlen-saures Kali. Kohlen-saures Ammoniak ist weniger geeignet: es entsteht ein weisser Niederschlag, der beim Glühen an der Luft braun wird, indem nämlich Kohlensäure und Wasser entweichen. Da das Cadmiumoxyd leicht reducirt wird, so muss man dasselbe vorsichtig vom Papiere nehmen, weil sonst die Reduktion leicht eintreten könnte. Die Bestimmung mittelst Schwefelwasserstoffs und Schwefelammoniaks ist nicht zu empfehlen, weil man es fast gar nicht verhindern kann, dass das Schwefelcadmium nicht mit Schwefel verunreinigt wird. Es kann nämlich schon die atmosphärische Luft auf die schwefelwasserstoffhaltige Flüssigkeit wirken, wodurch sich der Sauerstoff der Luft mit dem Wasserstoff des Reagens verbindet und Schwefel abgeschieden wird.

Cadmium von Alkalien, Erden, von Oxyden des Mangans, Eisens und Zinks zu trennen. Dies geschieht dadurch, dass man die Flüssigkeit mit Salzsäure ansäuert; namentlich darf man bei Gegenwart von Zink die Säure nicht sparen. Alsdann leitet man durch die Flüssigkeit Schwefelwasserstoff, und wenn sie stark darnach riecht, filtrirt man das Schwefelcadmium ab, löst dasselbe nach vorherigem Aussüssen in Chlorwasserstoffsäure, und kocht, bis aller Schwefelwasserstoff entfernt ist. Darauf präcipitirt man mit kohlen-saurem Kali, wie angeführt ist.

Wismuth.

Schwefelwasserstoff bringt in den Auflösungen unter allen Umständen einen schwarzen Niederschlag hervor, und nur wenn die Flüssigkeit vielleicht sehr verdünnt war, erscheint er braun. Er ist unlöslich in Schwefelammoniak, und kann, mit Soda vermengt, in der innern Flamme vor dem Löthrohre leicht reducirt werden.

Kaustisches Kali giebt einen weissen, im Ueberschuss des Reagens unlöslichen Niederschlag. Hierdurch unterscheidet sich das Wismuth vom Blei, das einen ähnlichen, aber im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag giebt.

Aetzammoniak,

Kohlen-saures Kali und

Kohlen-saures Ammoniak verhalten sich ebenso wie kaust. Kali.

Kaliumeisencyanür giebt einen weissen, in Salzsäure unlöslichen Niederschlag.

Kaliumeisencyanid giebt einen blassgelben, in Salzsäure aber löslichen Niederschlag.

Jodkalium ist weniger sicher; es giebt einen braunen, im Ueberschuss des Reagens leicht löslichen Niederschlag von Jodwismuth.

Chromsaures Kali giebt einen gelben Niederschlag von Wismuthoxyd, der in Salpetersäure auflöslich ist.

Die Wismuthsalze, wenn man sie in Wasser bringt, zersetzen sich in basische und saure, und veranlassen dadurch ein Milchichtwerden der Flüssigkeit; es wird dies gewöhnlich als ein sehr entscheidendes Kennzeichen angegeben. Sobald aber freie Säure vorhanden ist, bleibt die Reaction aus, und selbst organische schwächere Säuren können die Reaction verhindern, z. B. Essigsäure. Zu einem Versuche darf man nie zu viel Wasser anwenden, weil dann die Reaction leicht ausbleibt.

Vor dem Löthrohre beschlagen die Wismuthsalze, mit Soda vermengt und der innern Flamme ausgesetzt, die Kohlen gelb, und ausserdem werden leicht Metallkörner erhalten, die unter dem Hammer leicht zerspringen.

Quantitative Bestimmung. Man unternimmt sie am besten mittelst kohlenensauren Ammoniaks, indem man die salpetersaure Auflösung, gleichviel ob klar oder milchicht, ob neutral oder sauer, mit einem Ueberschuss desselben versetzt.

Kohlenensaures Kali darf man nicht nehmen, weil sonst immer an dem noch so sorgfältig ausgesüssten Niederschlag Kali hängen bleibt.

Kohlenensaures Natron schlägt das Wismuth nie vollständig heraus. Hat man kohlenensaures Ammoniak zu einer solchen Auflösung gebracht, so muss es nicht nur im Ueberschuss angewandt werden, sondern man muss auch das Ganze auf der Capelle hinstellen; denn es bleibt in der ersten Zeit durch das überschüssige Ammoniak ein kleiner Theil Wismuth aufgelöst; in dem Maasse aber, wie lange es stehen bleibt, scheidet sich das Wismuthoxyd vollständig ab. Man bringt dann den Niederschlag auf ein Filtrum, süsst ihn aus, trocknet ihn, nimmt ihn vom Filtrum ab, und glüht ihn in einem Porcellantiegel, wobei er seine weisse Farbe in Gelb verändert, und aus Wismuthhydrat in blosses Oxyd übergeht. Zum Schmelzen kommt er nicht, die Hitze sei denn ausserordentlich stark. Auf diese Weise darf man aber nicht verfahren, wenn die Auflösung Salzsäure enthält, oder wenn man die Solution mittelst Königswassers bewerkstelligt hat; denn alsdann würde stets, wenn man auch noch so viel kohlenensaures Ammoniak nehmen wollte, keine vollständige Zersetzung erlangt werden. Immer würde man beim Präcipitat Chlorwismuth finden, wovon man sich überzeugen kann, wenn man den Präcipitat in einer Glasröhre erhitzt, wo sich ein Sublimat von Chlorwismuth bildet. In solchem Falle muss man die Solution mit Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium präcipitiren, und das Schwefelwismuth hinterher in Salpetersäure auflösen, worauf man es dann mit kohlensaurem Ammoniak niederschlägt.

Wismuth von Alkalien zu trennen. Am besten geschieht dies durch kohlenensaures Ammoniak; Wismuth fällt heraus und die Alkalien bleiben ungelöst.

Wismuth von Erden oder Oxyden des Eisens, Mangans, Zinks zu trennen. Man schlägt das Wismuth durch Schwefelwasserstoff aus der sauren Solution heraus. Die Solution muss aber zu diesem Behufe verdünnt werden, und zwar mit Essigsäure, weil sie sonst leicht mil-

chicht wird. Der Schwefelwasserstoff wird durchgeleitet, das Schwefelwismuth abfiltrirt, in Salpetersäure gelöst und mit kohlen-saurem Ammoniak präcipitirt.

Wismuth von Cadmium zu trennen. Darüber kennt man bis jetzt noch kein Verfahren.

Blei.

Schwefelwasserstoff schlägt es unter allen Umständen nieder, mehrentheils schwarz, und dieser Niederschlag ist in Schwefelammonium unlöslich; wenn die Solution Salzsäure enthält und verdünnt ist, so erscheint der Niederschlag bisweilen roth wie Kermes, wird aber, wenn mehr Schwefelwasserstoff hinzukommt, braun und dann schwarz.

Schwefelsäure, oder besser schwefelsaure Salze, schlagen das Blei weiss, als schwefelsaures Bleioxyd nieder. Der Niederschlag ist in verdünnten Säuren ziemlich unauflöslich, wird dagegen von starker Salpetersäure leicht und vollständig aufgenommen. Ebenso ist der Niederschlag in Aetzkalilauge vollständig lösbar, wodurch er sich sehr gut von dem unterscheidet, welchen Baryt, Strontian und Kalk mit Schwefelsäure geben; denn letzterer ist unlösbar; nicht zu gedenken, dass dieser Niederschlag von schwefelsaurem Bleioxyd, und auch vom Schwefelammonium schwarz gefärbt wird.

Kaustisches Kali giebt einen weissen Niederschlag von Bleioxydhydrat, welcher im Ueberschuss von kaustischem Kali löslich ist; hierdurch unterscheidet sich Bleioxyd von Wismuth.

Aetzammoniakflüssigkeit giebt auch einen weissen Niederschlag, vermuthlich auch Bleioxydhydrat, und ist im Ueberschuss des Reagens unlösbar. Dieses Verhalten gilt nur von der Solution des salpetersauren und Chlorbleies, denn essigsäures Bleioxyd wird durch Aetzammoniakflüssigkeit nicht getrübt; erst nach längerem Stehen an der Luft bildet sich ein Präcipitat von überbasisch essigsäurem Bleioxyd.

Kohlensaures Kali und

Kohlensaures Ammoniak geben einen weissen Niederschlag, seiner Natur nach kohlen-saures Bleioxyd, im Ueberschuss der Reagentien unlösbar.

Kaliumeisencyanür giebt einen gelblich weissen Niederschlag, der in Salzsäure nicht löslich ist.

Kaliumeisencyanid giebt keinen Niederschlag.

Chlorwasserstoffsäure schlägt die Bleiaufösungen nur dann nieder, wenn sie nicht zu sehr verdünnt sind; daher auch der schon gebildete Präcipitat sich durch reichlichen Zusatz von Wasser wieder auflöst. Hierdurch unterscheiden sich Chlorsilber und Chlorblei. Aetzammoniakflüssigkeit giebt auch ein Unterscheidungszeichen, indem sie das Chlorsilber auflöst, Chlorblei aber nicht.

Chromsaures Kali giebt einen gelben Präcipitat; mitunter ist er orangefarbig, je nachdem die Flüssigkeit sauer oder neutral war; der Präcipitat ist in Salpetersäure löslich, der von Wismuth dagegen nicht; kaustisches Kali nimmt den Niederschlag leicht auf.

Jodkalium giebt einen gelben Niederschlag, Jodblei, im Ueberschuss des Reagens leicht lösbar.

Vor dem Löthrohre, mit Soda vermengt und in der innern Flamme erhitzt, bekommt man ein Korn, welches dehnbar ist; ausserdem beschlägt es die Kohle auch gelb.

Quantitative Bestimmung. 1) Am besten durch oxalsaures Ammoniak; die Flüssigkeit muss neutral oder alkalisch sein, weil das oxalsaure Bleioxyd in jeder Säure lösbar ist. Man stellt die Flüssigkeit, in welcher sich der Niederschlag befindet, hin, filtrirt ihn nach dem Absetzen ab, süsst ihn gehörig aus, trocknet und nimmt ihn sorgfältig vom Filtrum ab. Es ist dies Letztere desshalb nöthig, damit nicht etwa die Kohle des Papiers beim nachherigen Glühen eine Reduction veranlasse. Man unternimmt das Glühen am besten in einem Porcellantiegel, und es bleibt reines Bleioxyd übrig, weil sich die Oxalsäure in Kohlenoxyd und Kohlensäure zerlegt. Platintiegel anzuwenden, ist gefährlich, weil Platin und Blei eine leicht flüssige Legirung geben, und so den Tiegel verletzen.

2) Das Blei mit kohlensaurem Ammoniak niederzuschlagen; nur muss man das Reagens vorher mit etwas kaustischem Ammoniak vermischen, damit das etwa vorhandene doppelkohlensäure Ammoniak entfernt wird; die Flüssigkeit wird erwärmt, abfiltrirt, und der Niederschlag in einem Porcellantiegel geglüht, worauf reines Bleioxyd übrig bleibt.

3) Mit Schwefelsäure, indem das Bleioxyd mit Schwefelsäure eine schwer lösliche Verbindung giebt. Man muss die Auflösung zur Trockne verdampfen und die überschüssige Schwefelsäure entfernen, weil sie sonst leicht etwas Bleioxyd aufgelöst enthalten würde. Man erhitzt dann das schwefelsaure Bleioxyd in einem Platintiegel, und muss bemüht sein, die Luft abzuhalten, damit nicht etwa sich etwas schwefelsaures Bleioxyd verflüchtige; alsdann wird das schwefelsaure Bleioxyd gewogen und der Gehalt des Bleioxyds berechnet.

Alkalien, Erden oder Oxyden des Eisens, Mangans und Zinks von Blei zu trennen. Am besten geschieht dies mittelst des Schwefelwasserstoffes, indem Blei aus der sauren Flüssigkeit gefällt wird, und die andern Substanzen nicht. Chlorwasserstoffsäure darf aber zum Säuern nicht angewandt werden; besser nimmt man Salpetersäure. Man leitet alsdann Schwefelwasserstoff durch die Flüssigkeit, bis sie stark darnach riecht, filtrirt das Schwefelblei ab, süsst es aus und bringt es noch feucht in ein Becherglas, oder besser in eine Platinschale, und giesst recht vorsichtig rauchende Salpetersäure darauf, damit sich schwefelsaures Bleioxyd bilde. Dieses muss dann aber erhitzt werden, damit die Dämpfe der überschüssigen Salpetersäure davon gehen; alsdann wird das schwefelsaure Bleioxyd bei abgehaltener atmosphärischer Luft geglüht. Dieses Glühen geschieht desshalb, um die vom Filtrum herrührenden organischen Stoffe vom Bleioxyd zu entfernen.

Oder: man bringt das Schwefelblei noch feucht in ein Glas, giesst Chlorwasserstoffsäure darauf und setzt Salpetersäure hinzu, wodurch Königswasser gebildet und das Blei gelöst wird; man dampft es zur Trockne ein und zerstört hierdurch, sowie durch die Einwirkung des Königswassers, alles Organische, was vom Filtrum herrührt. Die trockne Masse wird mit Schwefelsäure übergossen und erhitzt, damit

die überschüssige Säure davon gehe, worauf das schwefelsaure Bleioxyd geglüht und bestimmt wird. Man verfährt desshalb so, weil das Schwefelblei nicht zu bestimmen wäre, indem jederzeit freier Schwefel dabei ist.

Als Chlorblei ist es auch nicht praktisch zu bestimmen.

Cadmium und Blei zu trennen. Man vermischt die Auflösung mit Schwefelsäure, dampft es dadurch zur Trockne ein, zieht die Masse mit Wasser aus, so dass das schwefelsaure Bleioxyd übrig und schwefelsaures Cadmium gelöst bleibt, welches man dann mit kohlen-saurem Kali, wie bekannt, niederschlägt. Diese Methode ist nur in Ermangelung einer bessern anzuwenden.

Wismuth und Blei zu trennen. Ebenfalls mit Schwefelsäure; man dampft die Mischung so lange ein, bis sich Schwefelsäure zu verflüchtigen anfängt; dann hört man auf, weil in der Flüssigkeit freie Säure bleiben muss, damit sich der schwefelsaure Wismuth klar auflösen kann. Es wird dann mit Wasser übergossen, wo das schwefelsaure Bleioxyd übrig bleibt, und wie gewöhnlich bestimmt wird. Das schwefelsaure Wismuthoxyd schlägt man mit kohlen-saurem Ammoniak nieder. Oder man bewerkstelligt die Scheidung mittelst kaustischen Kalis, insofern schwefelsaures Bleioxyd darin aufgelöst und Wismuthoxyd ungelöst bleibt.

Kupfer.

Es wird von Schwefelwasserstoff unter allen Umständen niedergeschlagen, wie die bisher angeführten Metalle; man erhält einen dunkeln, fast schwarzen Niederschlag von Schwefelkupfer, in Schwefelammoniak unlösbar.

Kaliumeisencyanür giebt einen rothbraunen, in Salzsäure unlös-baren Niederschlag. Er kommt gar nicht zum Vorschein, wenn die Flüssigkeit ammoniakalisch ist; dies ist eins der empfindlichsten Reagentien, und viel empfindlicher als kaustisches Ammoniak.

Metallisches Eisen ist noch empfindlicher bei kleinen Quantitäten, insofern es sich mit einer rothen Kupferhaut überzieht, die aber nur alsdann vorzugsweise zum Vorschein kommt, wenn die Flüssigkeit etwas sauer ist und etwas erwärmt wird.

Durch diese Reagentien kann man immer das Kupfer finden; sie lassen niemals im Stich, wo die andern, noch anzuführenden, versagen, und besonders in solchen Fällen, wo eine grosse Menge organischer Substanzen vorhanden sind, welche dadurch die Reactionen sehr unsicher machen.

Kaustisches Ammoniak. Setzt man dieses zu einer Solution, so entsteht dadurch ein grüner Niederschlag; man darf aber nur wenig zusetzen, indem sich sonst ein basisches Salz bildet, welches sich leicht im Ueberschuss von Ammoniak in eine blaue Flüssigkeit löst; diese erhält man grösstentheils, wenn man auf Kupfer untersucht. Die Nickelaufösungen werden durch kaustisches Ammoniak auch blau gefärbt; es findet indess doch einiger Unterschied statt, indem die Färbung nie so intensiv ist. Auch darf man die Flüssigkeit nur mit Aetzkalilauge vermischen, um einen in der Kälte blauen Nieder-

schlag zu erhalten, welcher schwarz erscheint, wenn die Flüssigkeit gekocht wird. Nickel dagegen giebt einen apfelgrünen Niederschlag, und in der Kälte bleibt derselbe ganz aus.

Kaustisches Kali. Bringt man dieses in eine Lösung, so dass das Kali vorwaltet, so erhält man einen hellblauen Niederschlag von Kupferoxydhydrat; dieser wird schwarz, wenn man die Flüssigkeit kocht; setzt man nicht so viel kaustisches Kali zu, dass es prädominirt, so entsteht ein hellgrüner Niederschlag, welcher ein basisches Salz ist.

Kohlensaures Kali verhält sich ebenso, und der Niederschlag ist dann basisch kohlensaures Kupferoxyd.

Kohlensaures Ammoniak verhält sich wie Aetzammoniakflüssigkeit.

Vor dem Löthrohre entdeckt man das Kupfer am besten mit Soda, insofern es, der innern Flamme auf Kohle ausgesetzt, eine Reduction bewirkt. Schlämmt man alsdann die Kohle ab, so bleibt das Kupfer mit eigenthümlich kupferrother Farbe zurück.

Quantitative Bestimmung. Am besten geschieht diese durch kaustisches Kali. Eine Hauptbedingung ist dabei, dass die kupferhaltige Auflösung mit recht vielem Wasser verdünnt sei; ist die Flüssigkeit zu concentrirt, so bleibt jederzeit Kupferoxyd gelöst. Alsdann muss man die Lösung heiss machen, am besten in einer Platin- oder Porcellanschale, weil man sonst einen blauen Niederschlag von Kupferoxydhydrat erhält, der so voluminös ist, dass er nur sehr schwer ausgesüsst werden kann. In der erhitzten Flüssigkeit dagegen erhält man gleich einen schwarzen Niederschlag von Kupferoxyd, welcher mit heissem Wasser ausgesüsst wird, um jede Spur von Kali zu entfernen. Dann wird das Kupferoxyd getrocknet, in einem Platintiegel geglüht, und sofort mit demselben gewogen, weil das Kupferoxyd leicht Feuchtigkeit aus der Luft anzieht. Durch kohlensaures Kali kann man die Bestimmung nicht machen, weil jederzeit Kupferoxyd zurückbleibt, man muss dann die Flüssigkeit ganz vollständig trocken eindampfen und mit Wasser ausziehen. Ebenso ist das Verfahren mit metallischem Eisen unpraktisch, weil das Kupfer auf diese Weise mechanisch mit Kohle vermengt wird, und selbst das beste Eisen immer etwas Kohle enthält.

Alkalien, Erden, Oxyde des Mangans, Eisens oder Zinks von Kupfer zu trennen. Man macht die Flüssigkeit mit Salzsäure sauer, und leitet einen Strom von Schwefelwasserstoffgas durch, bis man durch den Geruch dasselbe als vorwaltend erkennt; es fällt nun Schwefelkupfer nieder, welches man rasch abfiltriren muss, weil die in der Flüssigkeit frei gewordene Säure das Schwefelkupfer alsbald wieder auflöst, und weil das Schwefelkupfer sich an der Luft sehr leicht oxydirt. Dies Letztere kann man dadurch beseitigen, dass man das Schwefelkupfer mit schwefelwasserstoffhaltigem Wasser aussüsst. Ist es gehörig ausgesüsst, so bringt man es noch feucht mit dem Filtrum in ein Becherglas, und giesst nun Königswasser darauf. (Salpetersäure thut zwar die nämlichen Dienste, aber mit Königswasser gelingt es schneller.) Bei der Digestion bleibt gelber Schwefel als Rückstand, den man abfiltrirt, aussüsst, und die kupferhaltige Lösung mit kausti-

schem Kali niederschlägt. Die organische Substanz des Filtrums verhindert, dass alles Kupfer niedergeschlagen wird; daher ist es am besten, dass man zu der Lösung in Königswasser Schwefelsäure zusetzt und damit abraucht; die Schwefelsäure zerstört das organische Wesen; die trockne Masse zieht man mit Wasser aus, und behandelt sie, wie bekannt. Man darf niemals die Auflösbarkeit des Kupferoxyds in kaustischem Ammoniak anwenden, um dasselbe vom Eisen zu trennen, denn das Eisen, welches vom kaustischen Ammoniak gefällt wird, behält immer noch eine gewisse Menge Kupferoxyd bei sich; die Anwendung des kaustischen Ammoniaks in noch so grossem Ueberschuss würde vergeblich sein.

Eben so wenig haltbar ist das Verfahren, durch Kochen in kaustischem Kali Kupfer von Zink zu trennen; das kaustische Kali löst freilich das Zinkoxyd auf, doch behält es auch eine Quantität Kupferoxyd zurück, und beide auf diese Weise scharf zu trennen, ist unmöglich.

Kupfer von Cadmium zu trennen. Nach Stromeyer am besten durch kohlen-saures Ammoniak; nur muss man die mit einem reichen Ueberschuss versehene Flüssigkeit längere Zeit an der Luft stehen lassen, damit sich das kohlen-saure Cadmiumoxyd, welches in Ammoniak unlösbar ist, gehörig abscheiden kann. Man schlägt nachher aus der Lösung das Kupfer mit kaustischem Kali nieder.

Wismuth von Kupferoxyd zu trennen. Ebenfalls durch kaustisches Ammoniak; man digerirt aber die mit kohlen-saurem Ammoniak vermischte Flüssigkeit längere Zeit auf der Capelle, filtrirt, wenn sich das Wismuthoxyd völlig abgeschieden hat, dasselbe ab, und süsst es mit kohlen-saurem Ammoniak aus. Durch kaustisches Kali wird Kupfer gefällt.

Bleioxyd von Kupfer zu trennen. Dadurch, dass man die Lösung, in der sich beide Metalle befinden, mit Schwefelsäure vermischt, darauf zur Trockne abraucht, und die trockne Masse mit Wasser auszieht. Es bleibt schwefelsaures Bleioxyd zurück, und man hat schwefelsaures Kupferoxyd aufgelöst, was man hinterher mit kaustischem Kali niederschlägt. Da aber die kupferfreie Flüssigkeit wohl noch etwas Blei enthält, weil schwefelsaures Bleioxyd in Wasser nicht ganz unlöslich ist, so neutralisirt man die Flüssigkeit, und fügt nun oxalsaures Ammoniak hinzu. Hierdurch gewinnt man noch die kleine Menge von Blei, welche in der Flüssigkeit vorhanden ist. Auch zu dieser Scheidung hat man kohlen-saures Ammoniak empfohlen, weil das kohlen-saure Kupferoxyd hierin löslich, und kohlen-saures Bleioxyd nicht löslich ist. Diese Methode ist aber nicht zu empfehlen, denn mag man noch so viel Auflösung von kohlen-saurem Ammoniak zum Aussüßen anwenden, so erhält man das kohlen-saure Kupferoxyd doch immer mit Blei vermengt.

Osmium.

Dieses Metall kommt gediegen im Platinsande, Platinerze, sowie auch mit Iridium in einzelnen Körnern vor, und wird auf folgende Weise isolirt dargestellt.

Man mischt den bei der Ausscheidung des Platins aus dem Erze

in Chlorsalpetersäure unauflöslichen Rückstand, oder auch die Iridiumosmiumkörner mit Salpeter, und destillirt das Osmiumoxyd bei Glühhitze in einer Retorte mit kalt gehaltener Vorlage über, worin Wasser enthalten ist. Das in dem Wasser aufgelöste Osmiumoxyd wird mit etwas Salpetersäure versetzt, und sodann mit Quecksilber geschüttelt, wodurch es sich mit diesem amalgamirt. Das so erhaltene Osmiumamalgam wird mittelst Auspressens durch dünnes Leder von dem grössten Theile des Quecksilbers befreit, und der Rückstand von dem Uebrigen durch eine Destillation abgeschieden. Das so erhaltene Osmium bildet eine graublaue zusammenhängende Masse mit Metallglanz. Frisch reducirtes Osmium löst sich in Salpetersäure und Goldscheidewasser auf; jedoch nach dem Glühen verliert es seine Auflöslichkeit in denselben gänzlich.

Osmiumprotoxyd (Osmiumoxydul) wird erhalten, wenn man das einfache Chlorosmiumkalium mittelst Kalis zersetzt, wo es ein schwärzlich grünes, noch etwas kalihaltiges Hydrat bildet, das sich in Säuren langsam auflöst.

Osmiumdeutoxyd wird durch Auflösung des Peroxyds in überschüssigem Ammoniak erhalten. Es bildet ein dunkelbraunes, noch etwas Ammoniak haltiges, in der Hitze leicht zersetzliches Hydrat, welches mit Säuren Salzverbindungen eingeht.

Osmiumtrioxyd (Oxyd) wird als ein schwarzes Hydrat durch Zersetzung des doppelt Chlorosmiumkaliums mit kohlensaurem Natron erhalten. Es löst sich in Säuren leicht auf, kann aber auf andere Weise mit Basen zu Salzverbindungen gebracht werden.

Osmiumperoxyd wird durch eine Destillation nach Vermischung der chlorsalpetrigen Auflösung des Osmiumoxyds mit Salpetersäure gewonnen, wo es sich in weissen glänzenden Krystallen sublimirt, die in Masse einen gelblichen Schein haben. Oder: man erhält es durch Verbrennen des Metalls bei dem Zutritte der Luft. Es ist in Wasser auflöslich, dergleichen auch in Alkohol und Aether; letztere bedingen aber eine successive Reduction, und können sonach als Reagentien auf dasselbe angewandt werden; ebenso verhalten sich auch Hydrothionsäure und hydrothionsaure Salze.

Als weiteres Reagens auf Osmium dient die Gallussäure, welche in sauren Auflösungen desselben einen purpurfarbenen, in das Blaue, und später in das Schwarze übergehenden Niederschlag bewirkt.

Metalle bilden in Auflösungen des Osmiums regulinische Ausscheidung.

Vor dem Löthrohre in dem Reductionsfeuer geben die Osmiumoxyde ein ungewöhnlich helles Licht, und bei der Verflüchtigung des Oxydes zeigt der Rand der Flamme eine violette Färbung, wobei auch der eigenthümliche Geruch des Osmiumoxyds sehr bemerkbar vortritt.

Silber.

Es wird von Schwefelwasserstoff unter allen Umständen niedergeschlagen, und zwar schwarz, als Schwefelsilber, welches sowohl in kaustischem Ammoniak, als in Schwefelammoniak unlösbar ist.

Es verhält sich also gegen Schwefelammoniak wie gegen Schwefelwasserstoff.

Chlorwasserstoffsäure giebt einen weissen käsigen Niederschlag, Chlorsilber, welcher in kaustischem Ammoniak leicht lösbar, in jeder Säure aber unlösbar ist. Durch Einwirkung des Lichtes wird das Chlorsilber violett, wahrscheinlich als Folge davon, dass Chlor sich entbindet und metallisches Silber ausgeschieden wird.

Kaustisches Ammoniak giebt, wenn man recht wenig zusetzt, erst einen braunen Niederschlag, blosses Silberoxyd; fügt man mehr Ammoniak hinzu, so löst es den Niederschlag bis zur vollständigen Klarheit; dies ist der Fall, wenn man eine neutrale Auflösung von einem Silbersalz vor sich hat; hat man eine saure Auflösung, so entsteht kein Niederschlag; vermischt man aber eine mit kaustischem Ammoniak versetzte Silberauflösung noch ferner mit dieser Flüssigkeit, so erhält man stets einen weissen Niederschlag, welcher eine Verbindung von Silberoxyd mit kaustischem Ammoniak ist.

Ätzkali ist nicht gut anzuwenden, weil es gewöhnlich Chlorkalium enthält; hat man das reine Kali, so ist der Niederschlag braun, reines Silberoxyd, im Ueberschuss von kaustischem Kali nicht lösbar.

Phosphorsaures Natron bewirkt in neutralen Lösungen einen gelblichen Niederschlag. Dieser ist basisch phosphorsaures Silberoxyd, und löst sich sowohl in Ammoniak, wie in Salpetersäure vollständig auf. Die Flüssigkeit wird dadurch, dass man phosphorsaures Natron hinzusetzt, sauer, indem ein basisches Salz entsteht. —

Geglühtes phosphorsaures Natron giebt einen weissen Niederschlag, neutrales phosphorsaures Silberoxyd; in diesem Falle ist die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit neutral, und in kaustischem Ammoniak löslich.

Jodkalium giebt einen gelblichen Niederschlag von Jodsilber. Dieser hat das Charakteristische, dass er in kaustischem Ammoniak fast unlösbar ist, leicht löslich dagegen im Ueberschuss von Jodkalium. Salpetersäure löst ihn nicht auf.

Chromsaures Kali giebt einen dunkelrothbraunen Niederschlag von chromsaurem Silberoxyd, in Salpetersäure und Ammoniak unlöslich.

Kaliumeisencyanür giebt einen gelblich weissen Niederschlag.

Kaliumeisencyanid giebt einen rothbraunen Niederschlag.

Schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol) schlägt es weiss nieder; der Niederschlag ist metallisches Silber.

Zinnchlorür (Zinnsalz) giebt Anfangs einen weissen Niederschlag von Chlorsilber; durch längere Einwirkung wird er jedoch auch grau, indem sich metallisches Silber abscheidet.

Vor dem Löthrohre erkennt man es besonders daran, dass es, mit Soda erhitzt, ausserordentlich leicht reducirt wird.

Quantitative Bestimmung. Am besten durch Salzsäure; man muss aber dazu die Solution gehörig verdünnen, erwärmen und mit Salpetersäure ansäuern. Man filtrirt darauf den Niederschlag ab, und süsst ihn mit gesäuertem Wasser aus. Das Wasser kann man durch Salz-

oder besser durch Salpetersäure säuern, weil sonst das Chlorsilber durch das Filtrum läuft. Man trocknet den Niederschlag besonders scharf, nimmt ihn sodann vom Filtrum, verbrennt dieses zu Asche, und schmilzt darauf das Chlorsilber in Porcellantiegeln. Aus der Menge des Chlorsilbers wird der Silbergehalt berechnet.

Die Salzsäure kann in diesem Falle *nicht* ersetzt werden durch eine Auflösung von Chlorkalium, Koehsalz oder Ammoniak, weil diese immer etwas auflöst. Enthält die Flüssigkeit aber ein solches Salz, wodurch das Chlorsilber in derselben zurückgehalten wird, so muss man sie zur Trockne verdampfen, und die trockne Masse mit Salpetersäure erhitzen, welche die Chloralkalien zersetzt. Das Chlorsilber aber wird durch die Salpetersäure nicht zersetzt. Zieht man die Masse mit Wasser aus, so lösen sich die salpetersauren Salze auf, und Chlorsilber bleibt zurück.

Alkalien von Silber zu scheiden; ebenso von Erden und allen bisher erwähnten Metalloxyden. Dies geschieht auf gleiche Weise, wie eben angeführt; nur beim Trennen von Blei muss die Solution sehr verdünnt sein, weil sonst das Chlorsilber mit Chlorblei verunreinigt wird.

Als Schwefelsilber kann man es zwar auch bestimmen, es ist aber besser, wenn man das Schwefelsilber in Salpetersäure auflöst und dann mit Salzsäure niederschlägt.

Quecksilber.

Es kann sowohl als Oxyd als auch als Oxydul in einer Flüssigkeit sein. Diese Lösungen von Quecksilber werden durch Schwefelwasserstoff unter allen Umständen niedergeschlagen; immer erhält man, wenn es lange genug darauf eingewirkt hat, einen schwarzen Niederschlag von Schwefelquecksilber, in Schwefelammoniak unlösbar. Es findet aber ein Unterschied hier statt, je nachdem Oxyd oder Oxydul aufgelöst ist: beim Oxydul bewirkt Schwefelwasserstoff auf der Stelle einen schwarzen Niederschlag; dieser ist eine dem Oxydul entsprechende Verbindung, aber im Minimo von Schwefel und ausserdem daran kenntlich, dass es von Schwefelsäure in der Kälte nicht verändert wird, und dass es beim Erhitzen in Metall und in eine höhere Schwefelungsstufe zerfällt. Bei einer Oxydlösung erscheint der Niederschlag erst weiss, wird später gelb und dann schwarz. Der Grund hiervon ist, dass, wenn der Niederschlag weiss oder gelb ausfällt, er eine Verbindung von noch unzersetztem Quecksilbersalz mit Schwefelquecksilber ist. War genug Schwefelwasserstoff hineingeleitet, so wird er vollständig in Schwefelquecksilber verwandelt. Dieses Schwefelquecksilber sublimirt sich unzersetzt, und wird eben so wenig in der Kälte als in der Hitze von Salpetersäure angegriffen. Durch dieses Letztere unterscheidet sich das Quecksilber von allen bisher angeführten Schwefelmetallen.

Salzsäure giebt in den Oxydulauflösungen einen weissen Niederschlag von Quecksilberchlorür. Von Chlorsilber unterscheidet es sich dadurch, dass es vom kaustischen Ammoniak nicht gelöst, sondern schwarz wird; ebenso durch kaustisches Kali, indem Quecksilberoxydul ausgeschieden wird.

Kaustisches Ammoniak giebt in den Oxydulsalzen einen schwarzen Niederschlag, eine Verbindung von Quecksilberoxydul mit einem Ammoniaksalz. In den Oxydauflösungen dagegen entsteht ein weisser Niederschlag, eine Verbindung von Quecksilberoxyd mit einem Ammoniaksalz. In einer grossen Menge von Salmiak ist dieser Niederschlag lösbar, ebenso in kohlensaurem Ammoniak.

Aetzkali schlägt die Oxydullösungen schwarz nieder, Quecksilberoxydul; die Oxydlösungen citronengelb, Quecksilberoxydhydrat. Setzt man weniger Aetzkali hinzu, so entsteht ein rothbrauner Niederschlag, welcher ein Oxychloratum ist, d. h. eine Verbindung von Oxyd mit Quecksilberchlorid (wenn man nämlich Sublimat genommen hat). Ueberhaupt ist der Niederschlag ein basisches Salz.

Der Niederschlag mit kaustischem Kali erscheint weiss, wenn in der Flüssigkeit Ammoniaksalze waren, oder auch, wenn viel freie Säure darin war.

Beim Vorhandensein organischer Stoffe erscheint er auch weiss.

Kohlensaures Kali verhält sich fast ebenso.

Jodkalium giebt in den Oxydlösungen einen schönen scharlachrothen Niederschlag von Quecksilberjodid, im Ueberschuss von Jodkalium und in Salzsäure auflösbar. In einer Oxydullösung erhält man einen grünlichgelben Niederschlag von Quecksilberjodür, im Ueberschuss von Jodkalium und in Salzsäure auflöslich.

Kaliumeisencyanür schlägt die Oxydullösungen weiss gallertartig nieder, seiner Zusammensetzung nach Quecksilbereisencyanür. Bei Oxydauflösungen bekommt man auch einen weissen Niederschlag, der aber nach kurzer Zeit blau wird (Berlinerblau), während in der Flüssigkeit Quecksilbercyanid aufgelöst enthalten ist.

Kaliumeisencyanid schlägt die Oxydulsalze rothbraun nieder, Quecksilbereisencyanid, welches nach längerer Zeit weiss wird; die Oxydauflösungen werden nur dann (gelb) niedergeschlagen, wenn sie salpeter- oder schwefelsauer sind; die Lösungen von Quecksilberchlorür (Sublimat) werden gar nicht gefällt.

Metallisches Kupfer überzieht sich bei einer sehr geringen Menge von Quecksilber, wenn die Flüssigkeit warm und sauer ist, mit einem weissen Fleck von metallischem Quecksilber, welches in der Hitze wieder davon geht. Hierdurch unterscheidet sich dieser Fleck von dem, welchen das Silber verursacht und welcher in der Wärme nicht flüchtig ist.

Metallisches Gold verhält sich ganz genau so, wie metallisches Kupfer. Auf trockenem Wege kann man sich von der Gegenwart des Quecksilbers überzeugen, wenn man die Verbindung in eine unten zugeschmolzene Glasröhre bringt, mit Soda vermennt und erhitzt; es entsteht sodann ein grauer Anflug, welcher metallisches Quecksilber ist.

Quantitative Bestimmung. Ist es allein in einer Flüssigkeit, und zwar blosses Oxyd oder Oxydul, so sucht man es zu reduciren, was auf mancherlei Weise geschehen kann. Am besten eignet sich dazu phosphorichte Säure; in Ermangelung einer ganz reinen phosphorichten Säure kann man auch diejenige nehmen, welche durch das blosse

Zerfliessen des Phosphors an der Luft entsteht. Der Vortheil, den die phosphorichte Säure vor andern Reductionsmitteln hat, besteht darin, dass das Quecksilber leicht grosse Kugeln giebt, alsdann, dass sie Salpetersäure am leichtesten zerstört. Salpetersäure darf nämlich durchaus nicht zugegen sein, sobald das Quecksilber reducirt werden soll, denn sonst würde die Salpetersäure das ausgeschiedene metallische Quecksilber immer wieder auflösen. Es muss daher auch hinlänglich viel phosphorichte Säure angewandt werden. Könnte man die phosphorichte Säure immer rein und in grosser Menge haben, so würde sie unbedingt den Vorzug verdienen; da dies aber nicht der Fall ist, so wird Zinnsalz (Zinnchlorür) angewandt, wie es im Handel vorkommt. Nur muss das Zinnsalz in Salzsäure haltigem Wasser gelöst werden, weil es sich im gewöhnlichen Wasser in ein saures und basisches Salz zerlegt. Es ist ganz gleichgültig, ob das Quecksilber als Oxyd oder als Oxydul vorhanden, ob es an Chlor oder Brom gebunden, und ob die zu analysirende Verbindung in Wasser löslich ist oder nicht. Nur schwefelsaures Quecksilber kann man auf diese Weise nicht reduciren, weil sich sonst Schwefelquecksilber bildet und die Zersetzung nicht vollständig erfolgt. Salpetersäure darf unter keiner Bedingung vorhanden sein, weil sie aus dem Zinnsalz Zinnoxid niederschlagen würde, und man dadurch keine Kugeln von metallischem Quecksilber erhält. Ist nur wenig Salzsäure in der Flüssigkeit, so kann man etwas Salzsäure zusetzen und damit tüchtig kochen; die Salzsäure zersetzt die Salpetersäure, es entwickelt sich Chlor und Stickstoffoxyd, wodurch man seinen Zweck erreicht. Ist viel Salpetersäure vorhanden, so ist dieses Verfahren nicht anwendbar.

Die Reduction mit Zinnsalz unternimmt man am besten in einem Glaskolben, den man verschliessen kann, und der vorher durch Behandlung mit etwas kaustischem Kali und Wasser von der Fettigkeit befreit wird, die solchen Gefässen in der Regel anhängt. Alsdann vermischt man die Quecksilberverbindung mit Salzsäure, giesst hinterher die gesäuerte Zinnsalzlösung hinzu, und kocht das Ganze mehrmals auf, aber nur wenige Minuten lang, weil sonst mit den Wasserdämpfen zugleich Quecksilberdämpfe sich verflüchtigen. Aus dem letzten Grunde muss man auch immer einen Kolben nehmen; man verschliesst denselben und lässt ihn kalt werden, giesst hierauf die Flüssigkeit von den Kugeln des metallischen Quecksilbers ab, spült sie mit etwas mit Salzsäure gesäuertem Wasser nach, trocknet es dann mit Löschpapier ab, und lässt es noch einige Zeit an der Luft stehen. In der Wärme darf man es wegen seiner Flüchtigkeit nicht trocknen. Bisweilen ereignet es sich, dass durch den Zusatz von Zinnsalz eine Reduction zwar gleich erfolgt, dass sich aber keine Kugeln bilden wollen; man sieht dann auch, dass ein schwarzer Niederschlag fein zertheilt in der Flüssigkeit herumschwimmt, oder dass das reducirte Quecksilber wie ein Häutchen die Flüssigkeit bedeckt, welches durch aufgegossenes Wasser niederfällt. Ist Ersteres der Fall, so bringt man den Niederschlag durch Erwärmen zum Absetzen, sondert ihn ab und kocht ihn in einem verschlossenen Kolben mit Salzsäure, wodurch man ebenfalls Kugeln erlangt. Länger als 24 Stunden darf man aber

deren Bildung nicht abwarten, denn nach dieser Zeit vereinigen sich die Quecksilbertheilchen nicht mehr zu Kugeln. Endlich muss man auch die Flüssigkeit und das Abwaschwasser sammeln und in ein Glas giessen, wo man sie stehen lässt und abwartet, ob sich noch Spuren von reducirtem Quecksilber zu Boden schlagen. Ist eine grosse Menge Salpetersäure da, so muss man das Quecksilber mittelst Schwefelwasserstoffes niederschlagen; es fällt Schwefelquecksilber zu Boden, welches aber nicht gut als Schwefelquecksilber zu bestimmen ist, weil immer noch Schwefel dabei sein kann. Desshalb muss man das Schwefelquecksilber noch besonders analysiren: nachdem man es ausgesüsst hat, bringt man es noch feucht in ein gut verschliessbares Gefäss, übergiesst es darin mit Chlorwasserstoffsäure, leitet einen Strom Chlorgas hinein, und fährt damit so lange fort, bis sich die schwarze Farbe des Schwefelquecksilbers ganz verloren hat, und das Filtrum von dem Schwefel gelb erscheint. Wird die Gasentbindungsröhre herausgenommen, und die Flasche in warmen Sand gestellt, so entweicht das freie Chlor; man filtrirt dann die Flüssigkeit, süsst den gelben Schwefel aus, und aus der darüber stehenden Flüssigkeit schlägt man das Quecksilber mittelst Zinnsalzes nieder. Ebenso muss auch der Niederschlag, den man mit Schwefelammoniak erhalten hat, behandelt werden.

Ein älteres Verfahren ist: dass man das Quecksilber durch Hitze aus der Verbindung zu scheiden sucht. Zu dem Behuf wird die abgewogene Substanz mit Kalk und kohlensaurem Kali vermischt; der Retortenhalshals wird vor der Lampe in eine feinere Röhre ausgezogen und in eine Vorlage gesteckt, in der sich Wasser befindet (das Rohr darf aber nicht unter das Wasser reichen). Man legt dann glühende Kohlen um die Retorte, und kühlt die Vorlage beständig mit Wasser; dann trennt sich das Quecksilber und sammelt sich in die Vorlage unter dem Wasser. Ist Alles kalt geworden, so wird der Retortenhalshals mit einer Feile abgeschnitten; man spült das darin befindliche Quecksilber ab, trocknet und wiegt es. Wenn die Verbindung, die so analysirt werden soll, flüchtig ist, wie Sublimat, Calomel, Zinnober, so muss man die Mischung vorher anfeuchten, wodurch die Zersetzung vollständig erreicht wird. Hat man aber Amalgam vor sich, so reicht gewöhnlich schon die Hitze aus, um die Menge des Quecksilbers zu bestimmen.

Sind in einer Flüssigkeit Quecksilberoxyd und Quecksilberoxydul zusammen vorhanden, so muss die Flüssigkeit mit recht vielem Wasser verdünnt und es muss Chlorwasserstoffsäure im Ueberschuss hinzugesetzt werden. Es wird dadurch das Oxydul als Quecksilberchlorür niedergeschlagen; nur muss man die Flüssigkeit einige Zeit stehen lassen, weil sonst das Calomel milchicht mit durch das Filtrum geht. Ein Erwärmen der Flüssigkeit darf durchaus nicht stattfinden, denn sonst wird das Quecksilberchlorür in Chlorid verwandelt, und man erhält ein durchaus unrichtiges Resultat. Das Quecksilberoxyd wird aus der Flüssigkeit durch Zinnsalz nachher regulinisch niedergeschlagen.

Befinden sich in einer Flüssigkeit Alkalien, Erden, die Oxyde

von Eisen, Mangan, Zink, so macht man die Flüssigkeit mit Salzsäure sauer, und leitet Schwefelwasserstoffgas hindurch; es fällt das Schwefelquecksilber nieder, und wird abfiltrirt. Man kann es aber wiederum nicht wagen, es als Schwefelquecksilber zu bestimmen, weil man sonst erst wissen müsste, dass kein Oxydul vorhanden ist, welches sich in der Hitze in Metall reducirt. Auch müsste man wissen, dass kein Eisenoxyd vorhanden ist. Desshalb muss dieses Schwefelquecksilber so behandelt werden, wie vorher angeführt ist, wenn es aus einer Salpetersäure haltenden Flüssigkeit ausgeschieden werden soll.

Für den Fall, dass in einer Flüssigkeit Cadmium und Wismuth enthalten wären, kennt man keine genaue Methode, diese Metalle von Quecksilber zu scheiden.

Vielleicht, dass es gelänge, wenn man eine solche Verbindung mit phosphorichter Säure behandelte, da *Cadmium und Wismuth* durch phosphorichte Säure nicht reducirt werden.

Hat man *Blei und Quecksilber*, so kommt es darauf an, in welcher Verbindungsweise sie vorhanden sind. Sind beide als Oxyde vorhanden, so würde man beide mit Chlorkohlenstoffsäure übergießen, wodurch sich Quecksilberchlorid und Chlorblei bildet; die freie Säure entfernt man zunächst durch Abdampfen davon, und die beiden Chlorometalle digerirt man sodann mit Weingeist, welcher das Quecksilberchlorid vollständig auflöst und das Chlorblei zurücklässt; man süsst dieses noch fleissig mit Weingeist aus, trocknet und wiegt es. Das Quecksilberchlorid, das in Weingeist gelöst ist, befreit man von demselben durch Verdampfen, und reducirt nun, nachdem es vorher in Wasser gelöst und verdünnt ist, mit Zinnsalz. Wenn man aber beide, Blei und Quecksilber, in einer Auflösung hat, so leitet man Schwefelwasserstoff hindurch, verschafft sich dadurch ein Gemenge von Schwefelblei und Schwefelquecksilber, süsst sie aus und trocknet sie; darauf werden sie gewogen. Eine gewisse Menge wird in einen Kugelapparat gebracht: die eine Röhre desselben setzt man mit einer Gasentwickelungsflasche in Verbindung, in der durch Kochsalz, Mangan und Schwefelsäure Chlor entwickelt wird; das Chlor muss aber dadurch, dass man es über Chlorcalcium leitet, entwässert werden. Das andere Ende des Kugelapparates leitet man in eine Flasche mit Wasser; man erhitzt die Metalle, und lässt das Chlor darüber hinstreichen; es entsteht Chlorschwefel, welcher überdestillirt und sich zersetzt in Salzsäure und Schwefelsäure. Hinterher kommt Quecksilberchlorid (Sublimat), welches man mit einer Spirituslampe wegtreibt. Das Chlorblei bleibt übrig und wird gewogen. Das Quecksilberchlorid löst man auf und reducirt es durch Zinnsalz, wie schon angeführt ist.

Um Quecksilber und Kupfer zu trennen, verfährt man im Wesentlichen ebenso; nur erleidet die Methode dadurch eine Abänderung, dass das Schwefelkupfer an der Luft nicht so unveränderlich ist, als Schwefelblei. Der Niederschlag muss desshalb unter Schwefelsäure in einer Luftpumpe getrocknet werden; alsdann bringt man von diesem getrockneten Niederschlag eine bestimmte Quantität in einen Kugelapparat und lässt Chlor darüberstreichen; es entsteht Chlor-

schwefel, welcher sich in der Flasche sammelt; dann kommt Quecksilberchlorid, und nun entsteht eine Verbindung von Kupfer mit Chlor, aber weder Kupferchlorid noch Kupferchlorür, sondern nur ein Gemenge von Kupfer und Chlor. Der Umstand, dass diese Verbindung niemals eine bestimmte ist, nöthigt, dieselbe noch besonders zu analysiren, indem man sie in salzsäurehaltigem Wasser auflöst und mit Aetzkali fällt. — Eine andere Methode ist die, dass man mit Schwefelwasserstoff niederschlägt, aber nicht mit Chlor behandelt, sondern an der Luft anhaltend erhitzt; alsdann entweicht Schwefelquecksilber und auch freier Schwefel, und es bleibt eine Verbindung von Kupfer mit Schwefel im Minimo über. Dies Verfahren ist zwar einfacher, aber keineswegs so genau.

Sollte man Kupfer- und Quecksilberoxyd haben, dann erhitzt man sie, wo Quecksilberoxyd fortgeht und Kupferoxyd übrig bleibt.

Hat man Quecksilberoxyd und Silberoxyd zusammen, so kann man sie durch Salzsäure scheiden, indem Chlorsilber niederschlägt und Quecksilberoxyd aufgelöst bleibt.

Hat man Quecksilberoxydul und Silberoxyd, so muss man ersteres zuvor in Oxyd verwandeln, denn als Quecksilberoxydul kann man sie nicht scheiden.

Metalle, welche nur aus sauren Auflösungen durch Schwefelwasserstoff vollständig gefällt werden.

Platin.

Platin kommt vor in Verbindung mit Gold, Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium, Kupfer, Blei, Titan und Chromeisen, wobei die Erze noch eingemengte Steinkörner, Hyacinthen etc. enthalten.

Das Gold wird durch Amalgamiren der Erze mit Quecksilber unterschieden, und das Titaneisen vorläufig durch den Magnet-möglichst beseitigt. Der Rückstand des fein gepulverten Erzes wird nun mit Salpetersäure durch Digestion aufgelöst, indem man von Zeit zu Zeit etwas Salpetersäure zusetzt, welches in einer Tubulatretorte mit Vorlage bewerkstelligt wird, um das sich verflüchtigende Osmiumoxyd aufzufangen. Die saure Auflösung wird sodann mit kaustischem Natron abgestumpft, hierauf das Palladium mittelst Cyanquecksilber daraus niedergeschlagen und durch Filtriren von der Solution abgetrennt; hierauf wird die etwas verdünnte Solution mit Salpetersäure angesäuert, und das Platin aus derselben durch eine Auflösung von Chlorammonium als Platinoxidammoniak gefällt. Der Präcipitat wird auf dem Filtrum mit Wasser gut ausgewaschen, wodurch das etwa mitgefällte Iridium abgetrennt wird; jedoch darf das Auswaschen nicht weiter fortgesetzt werden, sobald das Wasser eine gelbliche Farbe annimmt.

Das so erhaltene Platinoxidammoniak wird nun durch Glühen reducirt, wo man das Platin als einen schwammartigen grauen Masse (Platinschwamm) erhält.

Dass sowohl in der Solution, woraus das Platin gefällt wurde, als auch in dem bei dem Glühen des Platinoxidammoniaks sich verflüchtigenden Ammonium noch Platin enthalten ist, ergiebt sich aus den obwaltenden Umständen; jedoch können diese Verluste leicht durch weitere Behandlung, sowie durch Glühen in verschlossenen Gefäßen beigebracht werden.

Als Reagens auf Platin dient, wie aus dem bereits Erörterten seiner Darstellung hervorgeht, vorzüglich das Chlorammonium, mit welchem es bei zweihundertfacher Verdünnung noch einen gelben Niederschlag bildet.

Ferner wird es aus seinen Verbindungen mit Chlor, sowie in den damit gebildeten Salzen durch Aetzkali als Platinoxidhydrat mit schwarzer Farbe niedergeschlagen.

Die mit Platinoxid gebildeten Doppelsalze geben mit Chlorammonium und Chlorkalium einen gelben, mit Schwefelwasserstoff einen schwarzen Niederschlag. Durch Phosphor und Metalle wird Platin gleichfalls ausgeschieden, und zwar frei von Sauerstoff.

In Salzen, worin das Platin als Oxydul enthalten ist, kann es durch andere Metalle leicht ausgeschieden werden, wo hingegen Cyan keine Reaktion äussert, was ein charakteristisches Merkmal abgiebt.

Wo das Platin als Oxyd in Salzen vorhanden ist, zeigen selbige eine rothe oder rothbraune Farbe, die als Solution orangegelb ausfällt. Chlorkalium und Chlorammonium schlagen das Oxyd daraus mit gelber Farbe nieder, und das salzsaure Zinnoxidul rothbraun.

Platinoxid mit Schwefelsäure verbunden, geräth in Berührung mit Alkohol ins Glühen.

Iridium.

Das Iridium kommt in der Natur im Platinsande, Platinerze, sowie auch mit Osmium verbunden in kleinen Körnern vor, und seine Darstellung geschieht gleichzeitig bei der des Platins und Osmiums, wie folgt.

Der Rückstand bei der Auflösung, des Platinerzes in Goldscheidewasser wird gepulvert, zu gleichen Theilen mit Salpeter vermischt, und in einer Porzellanretorte mit tubulirter Vorlage, welche wässriges Ammoniak enthält, so lange geglüht, als noch eine Sublimation von Osmium bei gleichzeitiger Gasentbindung wahrzunehmen ist; die zurückbleibende Salzmasse wird sodann mit Wasser ausgewaschen, welches das osmiumsaure Kali auflöst. Der Rückstand, welcher gewöhnlich Iridium-, Titan- und Eisenoxyd enthält, wird in Salzsäure aufgelöst und mit Salpetersäure vermischt ins Kochen gebracht, wobei die Solution durch höhere Oxydation ihres Inhaltes eine rothe Farbe erhält; man setzt nun so viel kaustisches Ammonium hinzu, dass die Flüssigkeit noch etwas sauer reagirt, und kocht selbige eine halbe Stunde lang; hierauf wird sie filtrirt, durch Einkochen verdichtet und mit einer gesättigten Auflösung von Salmiak vermischt, wodurch ein schwarzer Niederschlag von salzsaurem Iridiumoxyd mit Ammoniak hervorgebracht wird; diesen scheidet man ab; worauf man die Flüssigkeit durch nochmaliges Einkochen und Fällungen

mit Salmiak noch weiter von ihrem Iridiumgehalt entbindet. Das so erhaltene Doppelsalz giebt nun geglüht und ausgewaschen das reducirte Iridium als eine graue, dem Platinschwamme ähnliche Masse, welche nur bei den höchsten Hitzeegraden zusammengeschmolzen werden kann. Für sich allein ist das Iridium in keiner Säure auflöslich, und kann daher nur durch Glühen mit Kali oxydirt werden.

Iridiumoxydul wird durch Zerlegung des Chloriridiums mittelst Kaliallösung in der Siedhitze, oder mit Schwefelwasserstoffgas, welches man durch die Solution streichen lässt, erhalten. Es erscheint als ein schwarzes Pulver, welches in Säuren nur bei Siedhitze aufgelöst wird, und mit selbigen schmutziggrüne Salze bildet.

Das *Sesquioxidul des Irids*, durch Glühen des Metalls mit Kali oder Salpeter erzeugt, ist schwarz, und wie das vorige in Säuren unauflöslich; aber das Hydrat desselben, aus Doppelchloriridium und Chlorkalium durch Glühen mit kohlen-saurem Kali und Auswaschen der rückständigen Masse gewonnen, ist dunkelbraun, und bildet mit Säuren braune oder rothe Salzverbindungen.

Iridiumoxyd kommt nur in seinen Verbindungen mit Alkalien vor, und ist noch nicht isolirt dargestellt worden. Die iridiumsauren Salze sind theils grün, theils purpurroth.

Sesquiridiumoxyd wird aus dem dreifachen Chloriridium und Chlorkalium, mittelst kohlen-sauren Kalis, als ein braungelbes Hydrat erhalten, zerlegt sich aber wieder in der Hitze. Dessen anderweitige Salzverbindungen sind bis jetzt noch unzureichend ermittelt.

Als Reagentien dienen auf die Iridiums-salze: *das metallische Eisen und Zink; Hydrothionsäure; salzsaures Zinnoxidul; schwefelsaures Eisenoxydul* und vorzüglich *der Ammoniakalaun*. Bei Anwendung des letzteren bildet sich mit dem Iridiumoxyd ein sapphirblauer Niederschlag, wenn die Auflösung alkalisch gemacht wurde. *Gallussäure* bewirkt verschiedenfarbige Niederschläge im Verhältniss der Oxydationsstufe, in welcher das Iridium vorhanden ist.

Palladium.

Es kommt im Platinsande gediegen in brasilianischen und uralischen Platinerzen, sowie als Selenpalladium im Harzgebirge vor.

Seine Darstellung geschieht, indem man zu der Auflösung des Platinsandes oder Erzes in Königswasser (nachdem sich dieselbe durch ruhiges Stehen geklärt hat, von dem unaufgelösten Sedimente rein abgegossen, und die freie Säure durch kaustisches Natron abgestumpft, oder durch Verdampfen entfernt worden) — so lange von einer Auflösung des Cyanquecksilbers zusetzt, als noch ein hellgelber Niederschlag bemerkt wird; aus diesem erhält man durch starkes Glühen rein metallisches Palladium.

Das Palladium zeigt nur geringe Verwandtschaft zum Sauerstoffe; es wird von Salz- und Schwefelsäure im concentrirten Zustande in der Hitze nur wenig aufgelöst, mehr aber von Salpetersäure, und vollkommen von Chlorsalpetersäure.

Aus der Auflösung von Salpetersäure wird das Hydrat des Palladiumoxyduls durch Zusatz von Kali rothgelb präcipitirt, welches mit

Säuren braunrothe Salze bildet, aus denen frisch bereiteter Eisenvitriol das Palladium metallisch niederschlägt. Ammoniak in Verbindung mit Gallussäure giebt einen bläulichgrünen Niederschlag mit demselben.

Aus den Salzen des Palladiumoxydes bewirkt Cyaneisenkalium einen orangefelben, salzsaures Zinnoxidul einen smaragdgrünen, Cyanquecksilber einen hellgelben Niederschlag; Eisen, Kupfer, Zink und andere Metalle scheiden das Palladium metallisch aus.

Rhodium.

Dieses Metall kommt im Platinsande und in Platinerzen mit allen bei dem Platin genannten Metallen vermischt vor, und wird, nachdem aus der durch Goldscheidewasser bewirkten Auflösung des Erzes das Platin und Palladium grösstentheils ausgeschieden ist, durch Einsetzen eines Zinkstabes, in Gemeinschaft mit den übrigen Metallen, aus besagter Solution niedergeschlagen. Der erhaltene Präcipitat wird mit Salpetersäure digerirt, welche, Platin und Rhodium zurücklassend, die übrigen Metalle auflöst. Der verbliebene Rückstand wird nun wieder in Königswasser aufgelöst, mit Chlornatrium versetzt und zur Trockne eingedampft. Die verbleibende Salzmasse wird nun mit Weingeist digerirt, wodurch das Platin in Verbindung mit Chlornatrium aufgelöst wird, und das Rhodium in ähnlicher Verbindung zurückbleibt. Das vorhandene Rhodiumsalz wird nun in Wasser aufgelöst, und mittelst Zinks das Rhodium als metallisches Pulver ausgeschieden; oder man glüht die Salzmasse stark aus, und laugt sodann das Kochsalz von dem reducirten Metalle aus, welches man im Knallgasgebläse zusammenschmelzen kann.

Nur in Verbindung mit andern Metallen ist das Rhodium in Säuren auflöslich, für sich allein aber in keiner. Fast ebenso verhält sich das Oxydul und Mitteloxyd, welche hingegen mit elektro-positiven Salzbasen Verbindungen eingehen; das Oxyd aber giebt mit Säuren feste Verbindungen, woraus das Rhodium mittelst Hydrothionsäure schwarzbraun, durch Zinnoxidul und Kalium in gelben Flocken niedergeschlagen wird, die bei letzterem, im Ueberschusse zugesetzt, sich wieder auflösen; Eisen und Zink aber fällen das Rhodium aus seinen Verbindungen metallisch, wobei es eine dunkle Farbe hat.

Andere, sonst gewöhnliche Reaktionsmittel verhalten sich indifferent.

Tellur.

Dieses Metall kommt gediegen mit Gold, Silber, Blei, Kupfer, Wisnuth, Selen und Arsenik in verschiedenen Erzen vor, und wird durch eine etwas verwickelte Procedur aus selbigen metallisch dargestellt, wie folgt.

Das tellurhaltige Erz wird in Goldscheidewasser aufgelöst, und die Solution alsdann mit vielem Wasser verdünnt, wodurch sich unreine Tellursäure niederschlägt, welche abgeschieden und mit Hydrothionschwefelammoniak in Digestion gesetzt wird; dadurch werden die Tellursäure, das Gold und die vorhandenen negativ-elektrischen Metalle

aufgeflost, die übrigen aber zurückgelassen. Die abgesonderte Solution wird zur Trockne eingedampft und der Rückstand mit Salpeter geglüht, wodurch schwefel-, tellur-, selen- und arseniksaures Kali gebildet werden, wenn nämlich letztere in dem Fossile zugegen sind. Durch Auslaugen mit Wasser werden nun alle Kaliverbindungen, bis auf das tellursaure Kali und Gold, beseitigt. Der Rückstand, mit kohlen-saurem Kali geschmolzen, wird, mit Hinterlassung des Goldes, sodann in Wasser löslich, woraus man das Tellur durch schwefelichte Säure metallisch niederschlägt. Das reine Metall ist in concentrirter Schwefelsäure, Salpetersäure und Chlorsalpetersäure auflöslich.

Die Tellursäure (Telluroxyd) wird durch Verbrennen des Metalls an der Luft, oder durch Auflösung desselben in Salpetersäure und durch gelindes Glühen der zur Trockne verdampften Solution erhalten. Diese verbindet sich sowohl mit Säuren, als auch mit den positiv-elektrischen Basen zu Salzen.

Mit Wasserstoff verhält sich das Tellur dem Schwefel analog, indem es Hydrotellursäure bildet, welche aus Metallauflösungen Tellurmetalle niederschlägt.

Als die ausgezeichnetsten Reagentien auf Tellurverbindungen sind folgende zu bemerken:

Metallisches Zink und Eisen fällen das Tellur als schwarzes Pulver. Hydrothionsäure bewirkt in alkalischen Verbindungen nur einen partiellen, dagegen in Auflösungen, wo sich die Tellursäure basisch verhält, einen schwarzen Niederschlag; in letzteren bewirken auch Alkalien einen weissen Niederschlag, der aber im Ueberschusse derselben wieder löslich ist.

Hydrothionsaure Salze bilden einen schwarzbraunen, im Ueberschusse gleichfalls löslichen Niederschlag.

Verdünnung mit Wasser bewirkt in Chlortellurauflösungen einen isabellgelben Niederschlag.

Vor dem Löthrohre unterscheidet sich das Telluroxyd vom Antimonoxyde dadurch, dass es einen farblosen Flecken auf der Unterlage zurücklässt, der sich erst bei viel höherer Temperatur verliert; auch bewirkt das Tellur in der reducirenden Flamme eine grüne Färbung des Randes, da hingegen das Antimon dieselbe bläulich oder ungefärbt lässt.

Wolfram.

Das Wolfram kommt in der Natur nur als Säure vor, und zwar mit Calciumoxyd im Tungstein, mit Eisen und Manganoxydul im Wolfram, und mit Bleioxyd verbunden im Scheel-Bleispath. Aus den genannten Erzen wird auf folgende Weise die Wolframsäure abgeschieden, aus welcher das Metall durch Reduction dargestellt wird. Ein Theil fein gepulvertes Wolframerz wird mit zwei Theilen kohlen-sauren Kalis zusammen geschmolzen, die hierauf pulverisirte Masse mit siedendem Wasser rein ausgelaugt, und die filtrirte Flüssigkeit mit Salpetersäure versetzt, welche die Wolframsäure mit Gehalt von Kieselsäure und etwas Kali niederschlägt. Der abgesonderte Niederschlag wird sodann mit Hydrothionammoniak aufgelöst, und aus die-

ser Solution mittelst Salpetersäure die Wolframsäure präcipitirt, welche mit durch Salpetersäure angeschwängertem Wasser ausgewaschen, getrocknet und gelinde geglüht wird.

Das Wolframmetall wird durch Glühen der Wolframsäure mit Kohlen, wie oben gesagt worden, vorzüglicher aber durch Reduction aus dem wolframsauren Kali mittelst Wasserstoffgas in der Glühhitze erhalten, wo es sich als ein hellgraues, krystallinisches, metallglänzendes Pulver darstellt.

Wolframoxyd wird als ein braunes oder rothbraunes Pulver erhalten, wenn wolframsaures Kali mit Salmiak zusammengeschmolzen, die erhaltene Masse mit Wasser ausgewaschen, und dann mit schwacher Kalilauge gekocht wird. Der verbleibende Rückstand wird mit Wasser ausgewaschen und getrocknet als Wolframoxyd aufbewahrt.

Auch erhält man es durch Reduction der Wolframsäure mittelst Wasserstoffgas bei mässiger Hitze. Es ist nicht in Säuren, aber in Kalilauge auflöslich, indem es wolframsaures Kali bildet.

Wolframsäure wird auf die oben beschriebene Art aus dem Fossile erhalten; jedoch reiner durch Verbrennen des Wolframoxydes. Sie ist ein blossgelbes, gegen das Licht gehalten grünliches Pulver, welches in ätzenden Alkalien leicht löslich ist, mit den Mineralsäuren salzartige Verbindungen eingeht, und mit Basen und ihren eigenen Oxyden wolframsaure Salze bildet, welche meist farblos und in Wasser schwer löslich sind. Das wolframsaure Wolframoxyd erscheint als ein schönes, indigoblaues Pulver.

Reagentien für Wolframsäure und wolframsaure Salze sind besonders *Mineralsäuren*, dergleichen auch *salpetersaures Kupfer-*, *Silber-* und *Bleioxyd*, welche sämmtlich weisse Niederschläge bewirken.

Vor dem Löthrohre entdeckt man die Wolframsäure, indem man die sie enthaltende Substanz mit phosphorsaurem Natron und Ammoniak im Reductionsfeuer zusammenschmilzt, wo sie ein blaues Glas bildet. Ist gleichzeitig Kieselerde vorhanden, so erscheint diese Färbung nur dann, wenn man etwas Zinn zusetzt. Bei einem Eisengehalte erscheint eine blutrothe Färbung beim Erkalten der Glasperle, welche sich bei Umschmelzung mit Zusatz von Zinn in ein schönes Grün verwandelt.

Molybdän.

Als Fossil kommt das Molybdän mit Schwefel im Molybdänglanz, als Oxyd im Molybdänocker, als Säure mit Blei verbunden im Bleispath, sowie auch mit Eisen- und Manganoxyd vor. Das Molybdänmetall wird durch Desoxydation des Oxyds oder der Säure, mittelst Wasserstoffgas oder Kohle, in der Glühhitze dargestellt, wo man es im erstern Falle als aschgraues Pulver, im andern aber, wenn gehörige Hitze hervorgebracht wurde, als zusammengeschmolzenes, silberweisses, glänzendes Metall erhält.

Durch Glühen bei dem Zutritte der Luft oxydirt sich das Molybdän, und bei stärkerer Erhitzung nimmt es den höhern Grad der Oxydation als Säure an. In concentrirter Schwefel- und Salpetersäure ist es auflöslich, und zwar als saure Verbindung mit denselben.

Zur Prüfung auf das Molybdänoxydul dienen (mit Ausnahme des Ammoniaks) die ätzenden und kohlen-sauren Alkalien, welche es als Hydrat aus seinen Verbindungen mit schwarzer Farbe niederschlagen, welches sowohl in Wasser, als auch, nach dem Glühen, in Säuren unauflöslich ist; ungeglüht aber löst es sich in letzteren mit schwarzer Färbung, und auch in kohlen-saurem Ammoniak auf.

Das *Molybdänüberoxydul* wird aus Verbindungen, worin es sich basisch verhält, durch Cyaneisenkalium, und in solchen, wo es die Stelle einer Säure vertritt, als blauer Niederschlag ausgeschieden. Mit Galläpfeltinktur bildet es einen dunkelbraunen Niederschlag.

Für das Molybdänoxyd dient vorzugsweise das Actzkali, welches das Oxyd als dunkelbraunes Hydrat niederschlägt. Molybdänsaure Salze werden durch Zusatz *stärkerer Säuren* zersetzt, und scheiden die Molybdänsäure als ein gelbliches Pulver aus. *Essigsäures Blei- und Baryumoxyd* geben weisse, in Salpetersäure leicht auflösliche Niederschläge; dergleichen auch *salpetersäures Silber* und *Quecksilber, Zinnoxidul* und *metallisches Zinn*, in Berührung mit molybdänsauren Solutionen, bewirken eine blaue Färbung derselben.

Chlormolybdän bewirkt in einer concentrirten molybdänsauren Ammoniakauflösung einen blauen, in Wasser auflöslichen Niederschlag, welcher sauer reagirt, und sich wie molybdänige Säure verhält.

Schwefelwasserstoffgas bringt in angesäuerten Auflösungen der Molybdänsalze einen dunkelbraunen Niederschlag (Schwefelmolybdän) hervor.

Gold.

Schwefelwasserstoff bewirkt damit einen dunkeln, in Schwefelammoniak leicht und vollständig lösbaren Niederschlag von Schwefelgold, besonders dadurch ausgezeichnet, dass es sich in der Luft ausserordentlich leicht oxydirt; es entsteht nämlich Schwefelsäure, und das Gold wird metallisch.

Zinnchlorür (Zinnsalz) giebt in recht verdünnten Goldauflösungen eine purpurrothe Färbung. Ist die Solution concentrirt, so erfolgt auch ein dunkler Niederschlag; woraus derselbe besteht, ist noch unentschieden.

Schwefelsäures Eisenoxydul (Eisenvitriol) bewirkt zuerst eine blaue Färbung; später scheidet sich ein braunes Pulver, metallisches Gold, aus. Ist die Auflösung concentrirt, so kommt die blaue Färbung nicht zum Vorschein, sondern man bekommt gleich einen braunen Niederschlag. Die Zersetzung hierbei ist folgende: Das schwefelsaure Eisenoxydul zerfällt in metallisches Eisen und in schwefelsaures Eisenoxyd; das metallische Eisen bemächtigt sich des Chlors von der Goldauflösung; dadurch fällt das Gold regulinisch zu Boden, und man hat nun eine Auflösung von Chloreisen und schwefelsaurem Eisenoxyd.

Oxalsäure und ihre Salze geben eine dunkelgrünliche, beinahe schwärzliche Färbung; in der Hitze stellt sich diese schneller ein, und dabei entwickelt sich Kohlensäure; das Gold wird hier förmlich in Lamellen ausgeschieden. Es wird das Wasser zerlegt; der Sauer-

stoff des Wassers verbindet sich mit der Oxalsäure zu Kohlensäure, welche davon geht; der Wasserstoff des Wassers geht zum Chlor, bildet Salzsäure, und Gold fällt nieder.

Kaustisches Ammoniak giebt einen gelben Niederschlag von Goldoxydammoniak (Knallgold).

Kohlensaures Ammoniak verhält sich ebenso.

Kaustisches Kali giebt Anfangs eine grünliche Färbung, welche nach und nach in einen Niederschlag von Goldoxyd übergeht.

Salpetersaures Quecksilberoxydul giebt einen Niederschlag von metallischem Gold.

Kaliumeisencyanür giebt eine smaragdgrüne Färbung.

Kohlensaures Kali

Zweifach kohlensaures Kali

Phosphorsaures Natron

Kaliumeisencyanid

} geben keine Veränderung.

Quantitative Bestimmung. Wenn keine andere feuerbeständige Basis in der Auflösung vorhanden ist, so kann man sie nur eindampfen und glühen; es bleibt alsdann das regulinische Gold zurück; indess ist dieses Gold gewöhnlich auf der ganzen inwendigen Oberfläche des Gefässes verbreitet, wesshalb man es nicht gut sammeln kann. — Salpetersaures Quecksilberoxydul giebt auch metallisches Gold, aber dieser Niederschlag ist immer mit einer gewissen Menge Quecksilber verunreinigt, wesshalb man ihn sehr scharf glühen muss, um alles Quecksilber zu vertreiben.

Besser ist es, das Gold durch schwefelsaures Eisenoxydul zu reduciren, die Goldauflösung darf aber durchaus keine Salpetersäure und kein freies Königswasser enthalten; desshalb muss man die Goldsolution zur Trockne so weit verdampfen, bis sich Chlor entwickelt. Sollte sich hierbei regulinisches Gold ausscheiden, so hat dieses keinen Nachtheil. Man löst die trockne Masse dann in viel salpetersäurehaltigem Wasser auf, und setzt den Eisenvitriol hinzu (Eisenchlorür thut dieselben Dienste); es scheidet sich ein braunes Pulver aus: regulinisches Gold. Man filtrirt es ab, süsst es aus, trocknet und glüht es. — Oxalsäure scheidet das Gold in Lamellen und nicht regulinisch ab; es geht die Reduction zwar langsam von Statten, sie erfolgt aber eben so vollständig, wie beim Eisenvitriol. Die Flüssigkeit muss vorher stark durch Salzsäure gesäuert werden, und das Gefäss, worin man die Reduction vornimmt, muss wegen der Entweichung der Kohlensäure sehr geräumig sein. Nimmt man Oxalsalze statt Oxalsäure, so muss man nur ein solches Salz nehmen, welches mit Salz- und Salpetersäure leicht lösliche Verbindungen giebt, z. B. oxalsaures Kali, Ammoniak; es darf auch hier nicht an einem grossen Ueberschuss von Salzsäure fehlen, weil sie das oxalsäure Salz zerlegen und die Oxalsäure frei machen muss. Salpetersäure darf nicht gegenwärtig sein, weil sich sonst Königswasser bildet, welches das Gold wieder auflöst.

Gold von Alkalien, Erden und von den Oxyden des Mangans, Zinks oder Eisens zu scheiden.

- 1) Durch Kleesäure; die Flüssigkeit muss aber gehörig sauer sein.
- 2) Durch Schwefelwasserstoff aus einer sauren Auflösung; nur darf

die Solution nicht etwa warm sein; auch muss das Schwefelgold schleunigst abfiltrirt werden, denn sonst oxydirt der Schwefel zu Schwefelsäure, und es entsteht metallisches Gold.

Gold von Cadmium, Wismuth, Kupfer und Blei aus einer Solution zu scheiden. Man übersättigt die Flüssigkeit mit kaustischem Ammoniak, versetzt sie mit einem grossen Ueberschuss von Schwefelammoniak, und stellt das Ganze bedeckt an einen warmen Ort. Man filtrirt sodann die Solution des Schwefelgoldes ab, wäscht die Metalle mit schwefelhaltigem Wasser nach, und scheidet das Gold aus dem Filtrat durch Zusatz von Schwefelsäure; es fällt Schwefelgold nieder, welches man glüht, und so erhält man metallisches Gold. — Auch kann man die drei erstgenannten Metalle durch Oxalsäure vom Golde trennen; bei Blei aber ist die Methode nicht anwendbar, weil es mit Salzsäure einen schwer löslichen Niederschlag giebt.

Gold von Silber zu trennen. Hier richtet es sich nach dem Verhältniss beider. Macht das Silber nicht mehr als 15 pCt. aus (z. B. im Ducaten), dann wird die Mischung mit Königswasser gekocht; es entsteht Chlorsilber, welches ungelöst bleibt, während das Gold sich löst. Chlorsilber wird wie gewöhnlich behandelt und das Gold durch Oxalsäure bestimmt. Ist die Menge des Silbers beträchtlicher als 15 pCt., so entsteht eine grössere Menge Chlorsilbers, welches den noch nicht angegriffenen Theil der Legirung umgiebt, so dass das Königswasser nicht darauf wirken kann. Desshalb bedient man sich folgender Methode: Man schlägt sich ein Blech von dieser Legirung, und digerirt dies mit Salpetersäure, worin sich das Silber auflöst und das Gold zurückbleibt. Das Silber wird mit Salzsäure niedergeschlagen, und das Chlorsilber bestimmt. Das Gold muss aber noch einmal in Königswasser gelöst werden, damit man sicher sein kann, dass kein Silber mehr dabei ist. Ist aber die Menge des Silbers noch beträchtlicher, z. B. 80 pCt. Silber und 20 pCt. Gold, so wird die Legirung mit ihrer dreifachen Menge metallischen Bleies (durch Glühen des essigsauren Bleies erhalten) in einem Porcellantiegel geglüht, und mit Salpetersäure behandelt, das Silber aber mit Chlorblei niedergeschlagen.

Gold von Quecksilber zu trennen. Dies geschieht entweder durch blosser Anwendung von Hitze, wo das Quecksilber sich verflüchtigt, oder durch Schwefelwasserstoff, indem das Schwefelquecksilber in Schwefelammoniak unlösbar ist, wesshalb dessen Anwendung hier nicht stattfinden kann.

Z i n n.

Es kommt sowohl oxydirt als oxydulirt vor.

Schwefelwasserstoff bewirkt in der Solution des Zinnoxiduls einen kaffeebraunen Niederschlag von Schwefelzinn im Minimo; er stellt sich sogleich ein, und ist in Schwefelammoniak eigentlich ganz unlösbar. Weil aber das Schwefelammoniak sich meistens etwas zersetzt hat, und in Folge der Zersetzung eine gelbe Farbe zeigt, so löst sich der Niederschlag doch auf; und wenn man ein unzersetztes Schwefelammoniak vor sich hat, in welchem kein freier

Schwefel ist, so kann man das Schwefelzinn doch leicht lösbar machen, wenn man Schwefelblumen hinzusetzt. Bringt man dann Salzsäure hinzu, so entsteht ein gelber, kein brauner Niederschlag, Schwefelzinn im Maximo, welches überhaupt in jeder Zinnoxidauflösung entsteht; er kommt aber nicht so schnell zum Vorschein, wie der in den Oxydauflösungen, und wird von Schwefelammoniak leicht und vollständig aufgelöst.

Goldsolution bewirkt in der verdünnten Solution des Zinnoxidul eine purpurrothe Färbung; ein Niederschlag erfolgt, wenn die Solution concentrirt ist. In den Oxydaufösungen entsteht gar kein Niederschlag.

Kaustisches Kali schlägt die Oxydulsolution weiss nieder (Oxydhydrat), im Ueberschuss von kaustischem Kali löslich. Erwärmt man diese Mischung, so sondert sich metallisches schwarzes Zinn ab, und in der Solution findet sich Zinnoxid und kaustisches Kali. Diese letztere Erscheinung findet bei Zinnoxid nicht statt, obgleich auch ein weisser, im Ueberschuss löslicher Niederschlag erfolgt.

Aetzammoniak bewirkt in den Oxydauflösungen einen weissen, im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag; in Oxydsolutionen giebt es auch einen weissen, durch kaustisches Kali löslichen Niederschlag.

Kohlensaures Kali giebt in den Oxydulsolutionen einen weissen, im Ueberschuss unlöslichen Niederschlag; Oxyd unterscheidet sich durch die mächtige Entwicklung von Kohlensäure, und der Niederschlag, welcher entsteht, ist im Ueberschuss löslich (Oxydhydrat).

Oxalsäure bewirkt einen weissen Niederschlag von oxalsaurem Oxydul; in Oxydsolutionen bewirkt sie gar keine Veränderung.

Jodkalium giebt in Oxydulsolutionen Anfangs einen weissen, käsigen, ins Gelbliche übergehenden Niederschlag, der nach einiger Zeit eine zinnberrothe Farbe annimmt; erwärmt man das Ganze, so entstehen zinnberrothe Nadeln, in Salzsäure und in Jodkalium löslich. Oxydsolutionen werden gar nicht verändert.

Kaliumeisencyanür schlägt die Oxydulsolutionen weiss und gallertartig nieder; in den Oxydsolutionen tritt eine Veränderung nicht sogleich ein, indess nach einiger Zeit entsteht eine Trübung, es bildet sich eine steife Gallerte, die in Salzsäure verschwindet.

Kaliumeisencyanid schlägt die Oxydulsolutionen weiss nieder, und die Oxydaufösungen gar nicht.

Ausserdem geben folgende Reagentien noch weisse Niederschläge, die im Ueberschuss unlöslich sind, und wo es gleichviel ist, ob Oxyd oder Oxydul vorhanden ist:

Zweifach kohlen-saures Kali,
Kohlen-saures Ammoniak und
Phosphor-saures Natron.

Vor dem Löthrohre, gleichviel ob Oxyd oder Oxydul, mit Sodá vermengt und in der innern Flamme erhitzt, giebt Zinn ein Metallkorn, welches sich unter dem Hammer ausplatteln lässt. Wenn das Metallkorn zu einer grünen Perle von Phosphorsalz, die Kupferoxyd aufgelöst enthält, gesetzt wird, so wird die Perle durch das entstehende Kupferoxydul in der äusseren Flamme braunroth gefärbt.

Quantitative Bestimmung. 1) Am besten als Oxyd; und zwar ver-

wandelt man es zu dem Behuf mittelst Salpetersäure in die eigenthümliche Modification von Zinnoxid, welche in allen Säuren unlösbar ist. Es bedarf nichts weiter, als dass man die Verbindung mit Salpetersäure vermischt und damit zur Trockne bringt; in der Solution kann eine jede beliebige Säure sein. Ist man sicher, dass zugleich keine andere feuerbeständige Basis zugegen ist, so darf man die Auflösung nur geradezu mit Salpetersäure vermischen, abrauchen und glühen. Auch darf man in diesem Falle nicht unbeachtet lassen, dass, wenn man Stücke von kohlenurem Ammoniak in den Tiegel wirft, die Entfernung jeder Spur von Säure ungewöhnlich beschleunigt wird. So verfährt man auch, wenn Oxydul in der Flüssigkeit ist.

2) Mittelst Schwefelwasserstoffs, welcher das Zinn vollständig aus seinen Solutionen niederschlägt. Die Solution muss jedoch zu dem Behuf schwach sauer und verdünnt sein, ferner muss nach dem Hindurchleiten des Schwefelwasserstoffs das Ganze so lange mässig erwärmt werden, bis sich aller Schwefelwasserstoff entfernt hat (was sich durch den Geruch am besten kund giebt), denn der Schwefelwasserstoff hält immer noch Spuren von Schwefelzinn gelöst. Als Schwefelzinn bestimmt man es nicht gern, weil man alsdann sicher sein müsste, dass nur Oxyd oder nur Oxydul vorhanden ist, aber kein Gemenge von beiden zugleich. Deshalb bringt man das Gemenge in ein Stöpselglas, giesst rauchende Salpetersäure darauf, und digerirt es eine Zeit lang; hierauf bringt man das Ganze in ein Platingefäss, dampft es darin ein und glüht es unter Zusatz von kohlenurem Ammoniak heftig, so entweicht die gebildete Schwefel- und Salpetersäure; als Rückstand erhält man reines Zinnoxid, aus dessen Menge man den Gehalt an Zinn berechnet.

Hat man Zinnoxid und Oxydul zusammen in einer Solution, und will man erfahren, wie viel von jedem darin ist, so tröpfelt man dieselbe in eine Solution von Quecksilbersublimat, sorgt aber dafür, dass der Sublimat im Ueberschuss vorhanden ist; dann erwärmt man das Ganze, und es entsteht ein schuppiger krystallinischer Niederschlag, Calomel (Quecksilberchlorür); nach einiger Zeit filtrirt man den Niederschlag ab, süsst ihn aus, und trocknet ihn bei gelinder Wärme, wiegt ihn und berechnet die Menge des Oxyduls oder Chlorürs, was in der Solution vorhanden war. Uebrigens kann man auch das in der Solution noch vorhandene Oxyd quantitativ bestimmen, wenn man das vorhandene Zinn und Quecksilber mit Schwefelwasserstoff heraus schlägt und mit Schwefelammoniak digerirt; es löst das Schwefelzinn auf, und Schwefelquecksilber bleibt zurück.

Von den Alkalien, Erden und den Oxyden des Eisens, Mangans und Zinks lässt sich das Zinn auf zweifache Weise trennen: 1) mittelst Salpetersäure, und 2) durch Schwefelwasserstoff. Im letztern Falle säuert man vorher die Solution durch Salzsäure an; sollte etwa die Verbindung in fester Form sein, so versucht man, sie durch Salzsäure zu lösen; gelingt das nicht, so behandelt man sie mit Schwefelsäure, oder schmilzt sie mit kohlenurem Kali oder Natron, und löst sie in Salzsäure.

Von Blei, Kupfer, Silber, Quecksilber, Cadmium und Wismuth scheidet man Zinn folgendermassen: Man verschafft sich die Metalle als Schwefelmetalle aus einer gesäuerten Auflösung, und digerirt den Niederschlag mit Schwefelammoniak, am besten in einem Glaskolben, den man locker verstopft, worauf man die Solution filtrirt, die ungelösten Metalle absondert, und die Auflösung des Zinnes in Schwefelammoniak mit Salzsäure niederschlägt. Es fällt Schwefelzinn heraus; dieses wird ausgesüsst, und durch Salpetersäure in Zinnoxid verwandelt. Hat man Zinnoxid vor sich, so setzt man bei der Digestion mit Schwefelammoniak Schwefelblumen hinzu, damit es um so besser gelöst werde.

Zinn von Gold zu trennen. Darüber ist noch kein Verfahren aus Erfahrung bekannt; nach einer theoretischen Ansicht geschähe es durch Chlor; Chlorgold ist nicht flüchtig, Chlorzinn ist aber flüchtig.

Antimon.

Antimonoxyd. Das beste Reagens ist Schwefelwasserstoff und seine Salze; es giebt, wenn die Solutionen neutral sind, bloß eine rothe Färbung; sind sie aber sauer, so kommt ein blutrother Niederschlag, welcher Schwefelantimon im Minimo des Schwefels ist = Kermes (Sulphur stibiat. rubr.), in Schwefelammoniak leicht und vollständig lösbar.

Kaustisches Kali giebt einen weissen Niederschlag von Antimonoxyd, im Ueberschuss unlöslich; ebenso verhalten sich:

Kohlensaures Kali,

Zweifach kohlensaures Kali,

Kohlensaures Ammoniak und

Aetzammoniak.

Kaliumeisencyanür giebt einen weissen, in Salzsäure unlöslichen Niederschlag.

Kaliumeisencyanid giebt keinen Niederschlag.

Vor dem Löthrohre erkennt man es daran, dass es mit Soda, in der innern Flamme behandelt, ein Metallkorn liefert, welches die Eigenthümlichkeit hat, dass es im geschmolzenen Zustande, ohne von Neuem erhitzt zu werden, einen dicken, weissen Rauch verbreitet; lässt dieser Rauch nach, so umzieht sich die zurückgebliebene Metallkugel mit einem Netzwerk von Antimonoxydkristallen.

Antimonichte Säure unterscheidet sich vom Oxyd durch mehrere Eigenschaften: 1) Wenn man sie erhitzt, schmilzt sie nicht, während das Antimonoxyd sehr leicht schmilzt; 2) sie verflüchtigt sich nicht; 3) sie wird keineswegs so leicht reducirt, wie das Oxyd; so z. B. wird das Antimonoxyd vor dem Löthrohre durch die innere Flamme schon reducirt, während antimonichte Säure nur mit Soda vermengt reducirt werden kann, wobei sie die Kohle mit einem weissen Rauche beschlägt; 4) sie giebt mit Schwefelwasserstoff keinen solchen blutrothen Niederschlag, sondern er ist mehr orange-farben und hat einen Stich ins Gelbe; er ist in Schwefelammoniak eben so leicht lösbar, als der vom Antimonoxyd. Vermischt man die

schwefelammoniakalische Auflösung der antimonichten Säure mit Salzsäure, so wird sie ganz gelb gefällt, so dass man von Antimon gar nichts vermuthet; 5) die Solutionen der antimonichten Säure in Salzsäure werden durch kohlen-saures Kali, kaustisches Kali, kaustisches Ammoniak und kohlen-saures Ammoniak immer weiss niedergeschlagen, als Hydrat der antimonichten Säure.

Antimonsäure unterscheidet sich schon dadurch von den bisher erwähnten Oxydationsstufen des Antimons, dass sie 1) selbst im trocknen Zustande Lakmus röthet; 2) von der antimonichten Säure ist sie durch ihre gelbe Farbe unterschieden, und ihr Hydrat ist auch weiss; 3) dadurch, dass sie, erhitzt, Sauerstoff entwickelt; 4) dadurch, dass sie mit Schwefelwasserstoff orangefarben gefällt wird; der Niederschlag ist in Schwefelammoniak eben so gut löslich, als der von den beiden früheren Oxydationsstufen; 5) ihre Solutionen werden durch kaustisches und kohlen-saures Kali, kaustisches und kohlen-saures Ammoniak auch weiss niedergeschlagen. Die Niederschläge sind theilweise in den genannten Reagentien lösbar, aber nicht vollständig; am besten sind sie lösbar in kaustischem Kali, durch Kohlen-säure aber sehr leicht wieder niederschlagen.

Die quantitative Bestimmung geschieht am besten aus der sauren Solution durch Schwefelwasserstoff; es ist hier gleichviel, welche Oxydationsstufe man vor sich hat. Man muss die Solution, ehe man sie mit Schwefelwasserstoff behandelt, mit Weinstein-säure vermischen; alsdann kann man sie verdünnen, wie man will, es wird nie ein Milchichtwerden eintreten. Wenn die Flüssigkeit stark nach Schwefelwasserstoff riecht, so lässt man sie an einem warmen Orte stehen, damit aller Schwefelwasserstoff entweicht; alsdann filtrirt man sie durch ein gewogenes Filtrum, süsst sie aus, trocknet und wiegt. Man kann jedoch das Antimon nur als Schwefelantimon bestimmen, wenn man versichert ist, dass eine der drei Oxydationsstufen in der Flüssigkeit war. Gemenge derselben dürfen es nicht sein, man erhält sonst Schwefelverbindungen von verschiedener Zusammensetzung. Es ist aber doch bedenklich, weil die Flüssigkeit immer Schwefelwasserstoff enthalten muss, und dieser durch die Luft so zersetzt werden kann, dass Schwefel mit niederfällt. Um sich zu überzeugen, dass man nur eins der Oxyde und welches habe, muss man den Niederschlag mit Salzsäure behandeln; die dem Oxyd proportionale Stufe ist leicht und vollständig lösbar; bleibt aber ein Rückstand von Schwefel, so war der Niederschlag der antimonichten Säure dem der Antimonsäure proportional. Es ist daher in allen Fällen das Gerathenste, diesen Schwefelniederschlag noch einmal zu analysiren, und zwar: 1) Man nimmt von dem gewogenen Filtrum eine bestimmte Quantität ab, bringt dies in einen kleinen Kolben, und giesst behutsam rauchende Salpetersäure darauf (hat man keine rauchende, so kann man auch gewöhnliche Salpetersäure, aber kochend, darauf giessen, damit nicht Schwefelwasserstoff entwickelt werde, weil die Menge des Schwefels in dem Niederschlag ganz genau ermittelt werden soll). Ist dies geschehen und die Masse ganz weiss geworden, so setzt man, um das Antimon-

oxyd aufzulösen, Salzsäure hinzu, und gewinnt dadurch eine klare Auflösung, welche aus Chlorantimon und Schwefelsäure besteht, und viel freie Säure enthält; zu grösserer Sicherheit setzt man noch Weinsteinssäure hinzu, damit sie nicht milchicht werde, und nachher Chlorbarytium, wodurch schwefelsaurer Baryt herausgefällt wird. Zum bessern Absondern wird die Flüssigkeit erwärmt, dann abfiltrirt, mit heissem Wasser ausgesüsst, getrocknet und geglüht. Durch Rechnung erfährt man nun aus der Menge des schwefelsauren Baryts den Gehalt der Schwefelsäure darin, und aus der Menge der Salzsäure erfährt man wiederum die Menge des Schwefels; zieht man nun den Schwefel von der Menge des in Arbeit genommenen Schwefelantimons ab, so hat man die Menge des regulinischen Antimons.

2) Man bringt eine gewisse Menge Schwefelantimon vom Filtrum in einen Kugelapparat, leitet Wasserstoffgas (aus Zink und Schwefelsäure) darüber hin, und giebt dann vorsichtig Feuer, so geht Schwefelwasserstoff weg und metallisches Antimon bleibt in der Kugel zurück; dieses metallische Antimon wiegt man, und erfährt daraus die Menge des Metalls in der Schwefelverbindung. Diese Methode ist aber nicht so genau, und es ist immer $\frac{1}{2}$ pCt. Verlust; denn entweder kann sich ein Theil Schwefelantimon verflüchtigen, oder das entweichende Schwefelwasserstoffgas nimmt ein wenig Antimon mit, so dass, wenn man das Gas gegen das Ende anzündet, man einen weissen Antimonrauch zum Vorschein kommen sieht. Wenn die zu reducirende Verbindung blos dem Oxyde proportional war, so erhält man nur Metall und Schwefelwasserstoff; wenn aber die Verbindung der antimonichten Säure oder der Antimonsäure proportional war, so sieht man, dass sich im kälteren Theile der Röhre ausser dem Schwefelwasserstoff noch Schwefel absondert.

Sind die drei Oxydationsstufen in einer Flüssigkeit zusammen, so weiss man bis jetzt noch kein Mittel, um dieselben zu bestimmen.

Antimon mit Alkalien zugleich in einer Flüssigkeit kann man dadurch am besten von einander trennen, dass man die Verbindung sauer macht und dann einen Strom Schwefelwasserstoff hineinleitet; Weinsteinssäure darf nicht zugesetzt werden, weil sie nachher die Fällung der Erden verhindert, höchstens den Baryt ausgenommen; deshalb setzt man besser Salzsäure hinzu, und wird die Flüssigkeit dennoch milchicht, so muss man sie lieber so lassen und Schwefelwasserstoff hindurchleiten; man darf ferner nicht vergessen, dass Salzsäure das Schwefelantimon gern auflöst, und dass man deshalb die Flüssigkeit gehörig verdünnen muss.

Zink, Eisen und Mangan von Antimon zu trennen. Man schlägt das Antimon ebenfalls mittelst Schwefelwasserstoffes aus der sauren Flüssigkeit nieder; zum Ansäuern nehme man Weinsteinssäure.

Quecksilber, Silber, Kupfer, Wismuth, Blei und Cadmium von Antimon zu trennen. Man löst alle diese Metalle in einer Säure auf (in Salpetersäure oder in Königswasser), vermischt zunächst die Auflösung mit kaustischem Ammoniak, setzt Schwefelammoniak in grosser Menge hinzu (wobei eine Hauptbedingung ist, dass das Schwefelammoniak freien Schwefel enthält), so lösen sich alle die

genannten Metalle nach deren Fällung in Schwefelammoniak nicht wieder auf, mit Ausnahme des Schwefelantimons; die unlöslichen Schwefelmetalle werden daher abfiltrirt und mit schwefelammoniakhaltigem Wasser fleissig und ohne Unterbrechung ausgesüsst. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit schlägt man das Schwefelantimon mit Essigsäure heraus, und bestimmt den Schwefel, wie schon angeführt ist.

Alkalien, Erden, Zink-, Eisen- und Manganoxyd kann man auf dieselbe Weise vom Antimon trennen, das Verfahren ist aber nicht so genau, wie das vorher angeführte.

Gold und Antimon, und zwar in einer Legirung, legt man gefeilt in einen Kugelapparat, und leitet darüber einen Strom Chlorgas, sodann destillirt man das Chlorantimon in die Flasche, wohin das eine Rohr von dem Kugelapparat geleitet ist; in dieser Flasche ist eine Solution von Weinsteinssäure mit Salzsäure vermischt. Aus dieser Flüssigkeit schlägt man das Chlorantimon mit Schwefelwasserstoff heraus, und das Gold, das als Chlorgold im Kugelapparat geblieben ist, wird, wie beim Golde angeführt ist, mittelst Kleesäure reducirt.

Ebenso das *Antimon von Blei, Kupfer und Silber zu scheiden*, ist nicht so rathsam, und die angegebene Methode mit Schwefelammoniak ist vorzuziehen; desshalb, weil die Legirung sich mit einer Chlorverbindung umgiebt, wodurch ein Theil unzersetzt bleibt. Sehr gut ist dieses Verfahren anzuwenden, wenn die Legirung in einer Säure gelöst und mit Schwefelwasserstoff niedergeschlagen ist.

Mit Salpetersäure lässt sich das Antimon in Legirungen nicht so gut bestimmen, wie Zinn.

Zinn und Antimon. Hat man eine Legirung, so löst man sie in Salzsäure auf, und setzt einen Zinnstab hinein, so schlägt das Zinn das Antimon als ein schwarzes Pulver heraus; man filtrirt und trocknet, bis alles Wasser entfernt ist, und bestimmt die Menge des Antimons aus dem Verlust an Zinn.

Hat man eine unbestimmte Menge dieser Verbindung in einer Auflösung, so muss man die Solution mit Zink niederschlagen, wodurch man erfährt, wie viel feste Substanz zugegen war; man löst diese in Salzsäure auf, und setzt einen Zinnstab hinein, wodurch man die Menge des Antimons und die des Zinns erfährt.

Arsenik.

Eine Solution von arsenichter Säure in Wasser wird durch Schwefelwasserstoff gelblich gefärbt. Einen Niederschlag sieht man in einer Solution von Arsenik in Wasser nicht entstehen; setzt man aber etwas Salzsäure hinzu, so kommt ein feuriggelber Niederschlag zum Vorschein; dies ist Schwefelarsenik, der arsenichten Säure proportional, und wird von kaustischem Kali, kohlen-saurem Ammoniak, Aetzammoniak und auch von Schwefelammoniak leicht und vollständig gelöst. Hierdurch unterscheidet sich der Niederschlag von Schwefelcadmium, welches in den genannten Flüssigkeiten durchaus unlöslich ist. Setzt man zu einer solchen Solution Salzsäure, so kommt der Niederschlag wieder zum Vorschein. Salzsäure

löst den Schwefelarsenik nur schwierig auf, rauchende Salpetersäure aber löst ihn vollständig. Schwefelammoniak bewirkt in der wässerigen Solution der arsenichten Säure keine Veränderung, fügt man aber hinterher Salzsäure hinzu, so zeigt sich ein gelber Präcipitat ebenfalls von Schwefelarsenik.

Salpetersaures Silberoxyd giebt in der wässerigen Solution fast keinen Niederschlag, sondern bewirkt blos ein Opalisiren; stumpft man aber die Säure ab, so dass man sich ein arsenichtsäures Salz verschafft, so kommt ein Niederschlag von basisch arsenichtsäurem Silberoxyd, in Salpetersäure lösbar; nimmt man aber viel Salpetersäure, und versucht nachher durch Ammoniakzusatz den Niederschlag von Neuem zu erhalten, so erscheint er nicht wieder, woraus hervorgeht, dass der Niederschlag von arsenichtsäurem Silberoxyd in salpetersaurem Ammoniak nicht ganz unlösbar ist. Ferner ist der Niederschlag löslich in kaustischem Ammoniak, — sämtlich Eigenschaften, die er mit dem basisch phosphorsauren Silberoxyd gemein hat; er unterscheidet sich nur einigermaßen davon, indem das phosphorsaure Silberoxyd blasser von Farbe und in Essigsäure schwieriger lösbar ist.

Schwefelsaures Kupferoxyd giebt in der Solution der arsenichten Säure beinahe keine Veränderung; fügt man aber Kali oder Ammoniak hinzu, so kommt ein grüner Präcipitat; dies ist arsenichtsäures Kupferoxyd, lösbar in Salzsäure, in kaustischem Ammoniak und in kaustischem Kali, und zwar in letzterem mit *blauer* Farbe; fügt man zu der alkalischen Auflösung Salzsäure, so kommt der grüne Niederschlag wieder zum Vorschein.

Kalkwasser giebt in der Solution der arsenichten Säure einen bedeutenden, in jeder Säure leicht lösbaren Niederschlag von arsenichtsäurem Kalk; auch zeichnet er sich aus durch seine Auflöslichkeit in Ammoniaksalzen, namentlich im Salmiak, und dies geht so weit, dass, wenn man einen Niederschlag von arsenichtsäurer Kalkerde hat, er vollkommen wieder verschwindet, wenn man Salmiak hinzugebt. Ist auch kaustisches Ammoniak in der Flüssigkeit, so schadet dies nichts: Salmiak löst den Niederschlag doch wieder auf. Chlor-natrium, wie auch salpetersaures Kali, lösen auch etwas, aber doch verhältnissmässig sehr wenig auf.

(*Barytwasser* kann das Kalkwasser durchaus hier nicht ersetzen.)

Chlorcalcium (*Calcaria muriatica*) giebt in einer verdünnten Solution, und wenn freie Säure zugegen ist, keinen Niederschlag; sobald aber die freie Säure abgestumpft wird, kommt ein Niederschlag von arsenichtsäurem Kalk zum Vorschein.

Chlorbarytium vermag auch in diesem Falle das Chlorcalcium nicht zu ersetzen.

Auf trockenem Wege, vor dem Löthrohre kann man die arsenichte Säure daran erkennen, dass sie, mit Soda vermengt, in der innern Flamme auf Kohle erhitzt, einen Knoblauchgeruch verbreitet, der ziemlich lange anhält. Dieser Geruch ist eine Folge von dem hierbei entstehenden metallischen Arsenik, welcher einen solchen Geruch nur in dem Falle verbreitet, wenn er wieder Sauerstoff aus der Luft annimmt. Weisser Arsenik, arsenichte Säure, hat gar keinen Geruch;

Wild, Pharmacie.

mengt man aber den weissen Arsenik nicht mit Soda, so schlägt der Versuch fehl, weil sich derselbe früher verflüchtigt, als die Reduction eintreten kann. Noch sicherer kann man auf trockenem Wege verfahren, wenn man eine kleine Quantität in ein Glasröhrchen bringt, das nach unten zu sich verengert, und in diesen engern Theil einen Splitter von einer Kohle legt. Erhitzt man nun die Röhre der Art, dass die Dämpfe der arsenichten Säure über die Kohle hinstreichen, wo sie ihren Sauerstoff abgeben, und wo Kohlenoxyd entweicht, so legt sich metallischer Arsenik an die Röhre an.

Arseniksäure.

Sie wird durch Schwefelwasserstoff auch gelb niedergeschlagen; der gelbe Niederschlag kommt aber nicht sogleich zum Vorschein, sondern erst nach längerem Stehen, oder wenn man die Flüssigkeit aufgeköcht hat, indem dann der Schwefelwasserstoff weggeht, welcher noch einen Theil Arsenik gelöst hat. Der Niederschlag ist *mattgelb*. Wenn man ihn noch so sorgfältig mit Wasser ausgesüsst hat, so färbt er blaues Lakmuspapier doch jederzeit roth. Der Niederschlag ist in kaustischem Kali, kohlen-saurem Kali, Aetzammoniak und Schwefelammoniak, sowie auch in Salpetersäure vollständig lösbar.

Folgendermassen kann man die Niederschläge von Arseniksäure und arsenichter Säure unterscheiden. Man löst den Niederschlag, von dem man wissen will, ob er der Arseniksäure oder der arsenichten Säure proportional sei, in Aetzammoniak auf, vermischt dann die klare Solution mit salpetersaurem Silberoxyd, wodurch ein schwarzer Niederschlag (Schwefelsilber) herausfällt, filtrirt ab, und vermischt das klare Filtrat vorsichtig mit Salpetersäure; zeigt sich dadurch ein gelber Niederschlag, so ersieht man daraus, dass das Schwefelarsenik, welches man vor sich hatte, der arsenichten Säure proportional war; zeigt sich aber ein brauner Niederschlag, so war das Schwefelarsenik der Arseniksäure proportional. Letzterer Fall gründet sich auf den Umstand, dass salpetersaures Silberoxyd in einer Flüssigkeit, welche Arseniksäure enthält, allemal einen braunen Niederschlag giebt, der in Salpetersäure und in Ammoniak löslich ist.

Schwefelsaures Kupferoxyd giebt einen blauen Präcipitat; dies ist arseniksaures Kupferoxyd, und er unterscheidet sich vom Kupferoxydhydrat dadurch, dass er durch Kochen nicht schwarz wird; in Salpetersäure und kaustischem Ammoniak ist er leicht und vollständig lösbar.

Kalkwasser giebt auch einen weissen Niederschlag von arsenik-saurem Kalk; Ammoniaksalze, wie auch freie Säuren, lösen ihn auf. Ist aber kaustisches Ammoniak zugegen, so wird die Lösbarkeit in Ammoniaksalzen dadurch bedeutend verringert.

Bleisalze, namentlich essigsäures und salpetersaures Blei, geben einen weissen Niederschlag von arseniksaurem Blei, in Salpetersäure lösbar. Erhitzt man den Niederschlag vor dem Löthrohre, so erhält man ein Korn von metallischem Blei und einen Knoblauchgeruch, wodurch es sich vom phosphorsauren Blei unterscheidet.

Auf trockenem Wege verhält sich die Arseniksäure wie arsenichte

Säure. Weil aber die Reactionen sehr schwankend gemacht werden, wenn organische Stoffe zugegen sind, so ist man bemüht gewesen, den Arsenik auf eine unzweifelhafte Weise darzustellen, und da ist die Reduction als das beste Mittel erschienen. Diese Reduction hat man am frühesten aus der Verbindung mit Kalk bewerkstelligt, und es ist gleichgültig, ob man arseniksauren oder arsenichtsauren Kalk vor sich hat, die Behandlungsweise bleibt sich gleich.

Zuerst muss man die Kalkverbindung recht scharf trocknen, dann vermengt man sie mit dreimal so viel Kohlenpulver (nur muss man dasselbe vor dem Versuche recht scharf trocknen); dann bringt man das Gemenge in eine Röhre, die unten eine Kugel hat (Thermometerröhre), sorgt aber dafür, dass diese nur bis zu zwei Drittheilen damit angefüllt, und die Röhre mit Soda wieder rein gemacht werde. Erhitzt man dann die Röhre allmählig stärker, so bemächtigt sich die Kohle des Sauerstoffes der Arseniksäure, und entweicht als Kohlensäure; der Kalk und überschüssig angewandte Kohle bleiben zurück, und das Arsenikmetall zeigt sich in einem glänzenden Korn.

Man nehme auch Borsäure; es gelingt bei einer niedrigeren Hitze, und sogar vollständiger. Die Borsäure muss aber als verglasete angewandt werden, denn die gewöhnliche enthält zu viel Krystallwasser; man muss sie also erst schmelzen.

Nach *Strohmeyer* kann man den arseniksauren oder arsenichtsauren Kalk durch Oxalsäure zerlegen, indem die Oxalsäure Kohlenoxyd und Kohlensäure entwickelt und die Kohlensäure sich mit dem Kalk verbindet, das Kohlenoxyd aber den Sauerstoff aus der Arseniksäure nimmt, und Kohlensäure bildet, wodurch metallisches Arsenik frei wird.

Man hat dem Schwefelwasserstoff zwar den Vorzug eingeräumt; es ist aber schwieriger, aus Schwefelarsenik Metall zu erhalten, als aus arseniksaurem Kalk.

Setzt man zu dem Schwefelarsenik Soda, oder bringt man das Schwefelarsenik in eine an beiden Enden offene Glasröhre, und erhitzt gelinde, — wo sich dann schwefelichte Säure entwickelt, und in dem kältern Theile weisses Arsenik sublimirt, — so ist dies ein Versuch, der einem Ungeübten leicht misslingt. Ja selbst wenn man, um die Sache sicher zu machen, einen Kohlensplitter anwendet, um metallisches Arsenik zu erhalten, so ist die Methode doch immer schwierig.

Nach *Liebig*, aber auch nicht mit sicherem Erfolge, mengt man das Schwefelarsenik mit Kohle (aus weinsteinsaurem Kalk bereitet), und erhitzt es in einer kleinen Glasröhre, wo man auch metallisches Arsenik erhält, indem sich Schwefelcalcium bildet. Ein Theil Schwefelarsenik entzieht sich aber immer dabei der Zersetzung.

Ausserdem kann man auch Schwefelarsenik reduciren durch oxalsauren Kalk, besonders wenn man die Mischung mit kaustischem Ammoniak angefeuchtet hat; es entsteht dann ebenfalls Schwefelcalcium.

Fischer in Breslau hat vorgeschlagen, das Schwefelarsenik in einer sehr grossen Menge Aetzammoniakflüssigkeit zu lösen und zu filtriren, und dann eine Solution von salpetersaurem Silber zuzusetzen, wo Schwefelsilber zu Boden fällt, welches abfiltrirt wird; zu der

klaren Flüssigkeit setzt man Kochsalz, die Flüssigkeit muss aber bei dem Zusatze klar bleiben. In der Flüssigkeit ist arsenichtsäures Natron, salpetersäures Natron, Chlorsilber und Kochsalz. Diese Flüssigkeit wird mit Kohle vermischet, zur Trockne abgedampft, und stark geglüht. Durch die Kohle wird blos das arsenichtsäure Natron reducirt, und man bekommt einen metallischen Spiegel von Arsenik.

Genauer aber ist das Verfahren von *Berzelius*. Es besteht darin, dass man das Schwefelarsenik in Aetzammoniakflüssigkeit auflöst; die Flüssigkeit bringt man auf ein Uhrgläschen, und lässt sie an der freien Luft verdampfen; darauf wird auf dem Uhrgläschen das rückständige Schwefelarsenik mit Soda und etwas Wasser zu einem Teige angeknetet. Diesen Teig bringt man in eine kleine Röhre, die man in eine grössere einschiebt; diese setzt man mit einem Apparate in Verbindung, in welchem Wasserstoffgas entwickelt wird, das noch über Chlorcalcium geleitet werden muss. Kommt das Wasserstoffgas mit dem Schwefelarsenik und Soda in Berührung, so wird Schwefelarsenik reducirt; der Wasserstoff geht mit dem Schwefel des Arseniks fort als Schwefelwasserstoff, und als Rückstand bleibt Schwefelnatrium. Jedoch muss das Wasserstoffgas mit besonderer Sorgfalt bereitet werden: man muss immer dazu destillirtes Zink und rectificirte Schwefelsäure nehmen, indem gewöhnliches Zink und gewöhnliche Schwefelsäure Arsenik enthalten, und so Arsenikwasserstoffgas entwickelt werden könnte.

Sind grosse Mengen organischer Substanzen mit Arsenik vorhanden, so muss man besondere Vorsicht bei Ermittlung des Arseniks anwenden. Die angeführten Reagentien, welche bei reinen Auflösungen zweckmässig sind, lassen in diesem Falle im Stiche, selbst Schwefelwasserstoff. Man muss auf folgende Weise verfahren:

Man nimmt die Masse, gleichviel ob Brei, ob einen Magen, ob Mehlsuppe u. s. w., zerkleinert sie (Ausgebrochenes zerreibt man ebenfalls), und löst sie in Aetzkalilauge auf; es bildet sich dann eine Verbindung des Arseniks mit Kali (am häufigsten arseniksäures Kali); die organischen Substanzen werden auch durch kaustisches Kali zerstört. Die alkalische verdünnte Flüssigkeit vermischet man dann mit Salpetersäure, lässt aber die Salpetersäure schwach vorwalten, und kocht die Flüssigkeit auf, damit die etwa vorhandene Kohlensäure entweichen kann; sodann stellt man die Flüssigkeit zum vollständigen Erkalten mit einer Glasscheibe bedeckt hin. Die erkaltete Flüssigkeit filtrirt man, setzt überschüssiges Kalkwasser hinzu, und sieht dann einen Niederschlag von arsenik- oder arsenichtsäurer Kalkerde entstehen. Dieser Niederschlag enthält nicht selten phosphorsäuren Kalk und mancherlei mechanische Beimengungen. Man filtrirt ihn ab, süsst ihn aus, trocknet ihn scharf, und verfährt damit, wie bereits bei dem arsenichtsäuren Kalk angeführt ist. Dieses Verfahren ist von dem Apotheker *Valentin Rose* angegeben, und ist recht gut, wenn nicht zu wenig Arsenik vorhanden ist; nur ist es schlimm, dass durch die Behandlung mit Aetzkalilauge viele organische Stoffe in die Flüssigkeit kommen, wodurch die Abscheidung des Arseniks mehr oder minder gehemmt wird. *Rudolph* schlug desshalb vor, die

Masse mit Salpetersäure zu digeriren, und dann die Flüssigkeit mit kaustischem Kali zu sättigen, weil die Salpetersäure weniger organische Stoffe aufnimmt, als kaustisches Kali. Diese Methode hat aber keinen besondern Eingang gefunden. Die *Rose'sche* Methode hat man dahin abgeändert, dass man in die gesäuerte Auflösung anstatt Kalkwasser Schwefelwasserstoff leitet, und den entstandenen Schwefelarsenik auf bekannte Weise reducirt. Der von *Wackenroder* gemachte Vorschlag mit Chlogas oder Chlorcalcium ist nicht sehr anwendbar.

Quantitative Bestimmung. Ist arsenichte Säure allein in einer Flüssigkeit, so bestimmt man am besten durch Schwefelwasserstoff, nur muss die Flüssigkeit vorher mit Salzsäure gehörig angesäuert werden; dann leitet man Schwefelwasserstoff hindurch, bis die Flüssigkeit stark darnach riecht, und stellt sie an einen warmen Ort, damit der Schwefelwasserstoff, welcher im Ueberschuss zugegen ist, entweiche; ist dies erreicht, so fällt aller noch gelöst gewesene Schwefelarsenik nieder; man filtrirt dann durch ein gewogenes Filtrum, süsst den Schwefelarsenik aus, und trocknet. Als Schwefelarsenik bestimmt man es nicht gern, sondern man verfährt folgendermassen: Man bringt eine gewogene Menge desselben in einen Kolben oder in ein Becherglas, giesst Königswasser darauf, und digerirt es damit eine Stunde lang, damit aller Arsenik aus dem Schwefelarsenik aufgenommen wird. Man filtrirt dann den Schwefel ab, der sich nicht gelöst hatte, und schlägt die saure Auflösung mit salzsaurem Baryt nieder, so fällt schwefelsaurer Baryt zu Boden; diesen filtrirt man ab, süsst ihn aus, trocknet und glüht ihn. Durch Rechnung findet man sehr leicht, wie viel Schwefelsäure in dem schwefelsauren Baryt, und wie viel Schwefel in der Schwefelsäure war. Weiss man den Schwefelgehalt des Baryts, so addirt man diesen zu dem Schwefel, der sich im Königswasser nicht gelöst hatte, und subtrahirt die ganze Schwefelmenge des Schwefelarseniks, so ist der Verlust die Menge des Arseniks. Ebenso verfährt man mit Arseniksäure, besonders wenn feuerbeständige Basen oder Salzsäure zugleich vorhanden sind, z. B. Kalium, Natrium. Nur erfolgt die Präcipitation bei weitem langsamer; es muss alsdann die Digestion in der Wärme viel länger fortgesetzt werden, weil sonst eine viel grössere Menge von Schwefelarsenik gelöst bleiben würde. Uebrigens analysirt man den Schwefelarsenik auf dieselbe Weise, wie oben angeführt ist.

Kürzer, und sowohl bei der Arsenik-, als bei der arsenichten Säure anwendbar, aber namentlich bei ersterer vorzuziehen ist das Verfahren, die Säuren an Ammoniak zu binden, hierauf Schwefelammoniak hinzuzusetzen, bis sich aller Schwefelarsenik darin gelöst hat, worauf man die Flüssigkeit mit concentrirtem Essig vermischt, und das Ganze so lange erwärmt, bis der Schwefelwasserstoffgeruch verschwunden ist, und der Schwefelarsenik analysirt werden kann, wie oben erwähnt.

Die Arseniksäure lässt sich noch auf anderem Wege quantitativ bestimmen, aber es wird vorausgesetzt, dass keine Salzsäure und keine feuerbeständige Basis, selbst nicht einmal Ammoniak, zugegen

ist. Man vermischt die Arseniksäure mit einer genau gewogenen, frisch geglühten Quantität Bleioxyd, dampft zur Trockne ein, und glüht das übrig Gebliebene im Platintiegel; zieht man nun die angewandte Menge Bleioxyd ab von dem, was nach dem Glühen noch vorhanden ist, so entspricht das Mehrgewicht der Menge an vorhandener Arseniksäure.

Für arsenichte Säure ist dieses Verfahren nicht gut anwendbar; wollte man sie zuvor durch Königswasser in Arseniksäure verwandeln, so würde Chlorblei niedersinken, und durch Salpetersäure lässt sich weisser Arsenik nicht vollständig in Arseniksäure verwandeln. Sind Arseniksäure und arsenichte Säure zugleich in einer Flüssigkeit, so weiss man bis jetzt noch keine Scheidungs-methode.

Von Alkalien, Erden, den Oxyden des Eisens, Zinks und Mangans trennt man Arseniksäure oder arsenichte Säure am besten mittelst Schwefelwasserstoffes, nachdem die Flüssigkeit vorher mit Salzsäure angesäuert war; es fällt Schwefelarsenik nieder, welcher auf die bekannte Weise analysirt wird.

Hätte man eine Legirung von den angeführten Metallen, so würde man sie am besten in Salpetersäure lösen und mit Schwefelwasserstoff niederschlagen.

Von Baryt, Kalk, Strontian, und eben so gut vom Blei scheidet man Arsenik sehr leicht durch Schwefelsäure. Beim Baryt braucht man nur die Menge desselben, die man durch Schwefelsäure erhält, von der in Arbeit genommenen Quantität zu subtrahiren. Bei Kalk, Strontian und Blei darf man kein Wasser anwenden, sondern muss Alkohol nehmen.

Mangan, Eisen und Zink trennt man immer noch zweckmässiger durch Digestion mit Schwefelammoniak; manchmal ist dieses Verfahren auch anwendbar bei Alkalien und Erden, indem sich Schwefel in Schwefelammoniak löst, was die genannten Metalloxyde nicht thun.

Von Cadmium, Wismuth, Blei, Kupfer, Quecksilber und Silber bewirkt man die Scheidung auch durch Schwefelammoniak; vorher muss man die Solution ammoniakalisch machen, und dann die Digestion mit Schwefelammoniak gehörig lange fortsetzen. Die Zersetzung der schwefelammoniakalischen Solution unternimmt man am besten durch concentrirten Essig, und die Analyse des Schwefelarseniks so, wie vorher schon angeführt ist.

Von Zink Arsenik zu trennen, ist noch keine Methode bekannt.

Von Antimon. Sind beide regulinisch, so gelingt die Trennung leicht, wenn man die Legirung mit Ausschliessung der Luft erhitzt, am besten in einem mit Wasserstoffgas gefüllten Raume. Man bringt die Legirung in diesem Falle in einen Kugelapparat, leitet Wasserstoffgas darüber hin, und erhitzt nun die Legirung, so verbindet sich der Arsenik mit dem Wasserstoffe, und Antimon bleibt übrig. Das Erhitzen muss aber vorsichtig geschehen, damit sich nicht auch Antimon verflüchtigt.

Diese Analyse ist nöthig bei Vergiftung mit Arsenik, wo der Arzt ein Brechmittel mit Tart. stibiat. gegeben hat, weil dann in dem Ausgebrochenen Antimon und Arsenik sich befindet.

Hat man Antimon und Arsenik in einer Flüssigkeit, so muss man durch diese einen Strom von Schwefelwasserstoff leiten; es fallen beide als Schwefelmetalle heraus; Antimon fällt früher, und man kann hieran schon sehen, dass man diese beiden Metalle vor sich hat. Man erwärmt die Flüssigkeit, so dass aller Schwefelwasserstoff entweicht, filtrirt dann die Schwefelmetalle durch ein gewogenes Filtrum, süsst sie gehörig aus, trocknet und wiegt sie. Dieses Gemenge muss zwei Analysen unterworfen werden. Man wiegt sich einen Theil der Schwefelmetalle vom Filtrum ab, digerirt sie mit Königswasser, filtrirt den ungelöst gebliebenen Schwefel ab, schlägt die entstandene Schwefelsäure mit schwefelsaurem Baryt aus der Solution nieder, filtrirt den schwefelsauren Baryt ab, trocknet und glüht ihn, und erfährt auf diese Weise die Menge des Schwefels aus der genommenen Quantität. Man nimmt nun eine neue Menge von den Schwefelmetallen, legt sie in einen Kugelapparat, und leitet mit der gehörigen Vorsicht, unter gelindem Erhitzen, Wasserstoffgas darüber hin; es entweicht Schwefelwasserstoff, der metallische Arsenik verflüchtigt sich, wenn die Reduction eingetreten ist, und es bleibt blosses metallisches Antimon zurück *).

Metalle, welche sich sowohl basisch als sauer in ihren Oxydationsformen verhalten und von dem Schwefelwasserstoff nicht niedergeschlagen werden.

Chrom.

Das Chrom kommt im oxydirten Zustande in folgenden Erzen in der Natur vor: als Oxydul mit Eisenoxydul verbunden in Chromocker und Chromeisenstein; — als Säure mit Bleioxyd, zuweilen auch mit Kupferoxydul, im Bleispath und einigen andern Fossilien. Man stellt das Metall, sowohl durch Reduction des Chromoxyduls mit Kohle, als auch durch Glühen des Chlorchroms in einer Glasröhre, indem man Ammoniakgas darauf leitet, als ein schwarzes, schwer schmelzbares Pulver dar. Das geschmolzene Metall ist von Farbe weissgrau, durch Glühen mit Kali oder Salpeter oxydirbar; in Flusssäure vollkommen, in andern Säuren wenig oder gar nicht auflöslich, und verbindet sich mit Sauerstoff in folgenden Verhältnissen, zu:

Chromoxydul. Dieses wird erhalten entweder durch Glühen des Metalls bei Zutritt der Luft, oder durch Glühen des chromsauren Quecksilberoxyduls in einem Destillirgeräthe und durch nachheriges Weiterglühen im freien Feuer; oder: man erhält durch kohlen-saures Kali das Chromoxydul aus einer Auflösung von Chlorchrom, und glüht den erhaltenen Niederschlag aus; oder: man setzt zu einer sehr verdünnten Auflösung von chromsaurem Kali so lange Weinstein-säure zu, bis die Flüssigkeit eine grüne Farbe erhalten hat; sodann fällt man durch

*) Neuere Methoden siehe im Anhang.

Ammoniak das Oxydul aus dieser Doppelverbindung, welches, ausgewaschen und geglüht, das Oxydul als ein dunkelgrauges, feuerbeständiges Pulver liefert.

Chromoxyd. Dieses erhält man durch Zerlegung der Oxydsalze mit Kali, oder durch gelindes Glühen von salpetersaurem Chromoxydul, oder dadurch, dass man schwefelichte Säure mit Chromsäure in Berührung bringt, als ein braunrothes Pulver, welches in der Hitze leicht Sauerstoff entbindet und sich in Oxydul verwandelt. Es giebt mit Säuren braunrothe Salzverbindungen.

Chromsäure. Um selbige rein zu erhalten, hat *Unverdorben* eine entsprechende, aber wenig praktische Methode angegeben. Einfacher wird sie nach *van Mons* Angabe, wie folgt, gewonnen. Man löst chromsaurer Kali in Wasser auf, und setzt so lange Fluorsiliciumsäure hinzu, bis mit selbiger kein Niederschlag mehr erfolgt. Die abgesonderte Flüssigkeit wird nun in einer Platinschale zur Trockne abgedampft, die Chromsäure mit wenig Wasser von dem Rückstande ausgelaugt, und sodann zur Trockne verdunstet. — Nach *Meissner's* Angabe zerlegt man chromsauren Baryt mit Schwefelsäure, und setzt, so lange sich noch etwas schwefelsaurer Baryt bildet, noch weiter in kleinen Portionen Schwefelsäure hinzu, jedoch so, dass kein merkliches Vorwalten stattfindet. Die abgesonderte Solution wird nun bis zur Syrupdicke abgedampft, und dann zum völligen Verdunsten an einen warmen Ort gestellt, wo sich die Chromsäure in rothen Krystallen ausscheidet.

Die Chromsäure löst sich leicht in Wasser und Weingeist auf, zerfließt leicht an der Luft, und in spirituösen Auflösungen desoxydirt sie sich leicht, besonders bei Einwirkung des Lichtes. Sie bildet mit Basen chromsaure Salze von roth und gelber, vielfältig nüancirter Abstufung, und stellt mit Schwefelsäure eine dunkelrothe Salzmasse dar.

Reagentien auf Chrom und dessen Verbindungen sind folgende:

Chromoxydul wird durch kohlen-saure Alkalien mit grüner Farbe niedergeschlagen. Cyaneisenkalium bewirkt einen grauen Niederschlag.

Bei *Chromoxyd* liefern hydrothionsaure Salze einen braunen, — Quecksilberoxydulsalze einen ziegelrothen Niederschlag.

Chromsäure giebt sich zu erkennen in angesäuerten Solutionen durch Hydrothionsäure, welche die gelbe Farbe derselben in Grün verwandelt, indem etwas Schwefel ausgeschieden wird; ferner durch salpetersaures Bleioxyd, welches einen hochgelben Niederschlag bewirkt, sowie auch salpetersaures Silberoxyd die Gegenwart von Chromsäure durch einen zinnberrothen Niederschlag anzeigt.

Vor dem Löthrohre mit phosphorsaurem Natron und Borax bewirkt die Chromsäure eine smaragdgrüne Färbung der Flamme, welche bei dem Vorhandensein anderer Metalle verschieden modificirt erscheint.

Cerer.

Dies ist ein in der Natur sehr sparsam vorkommendes Metall, welches in folgenden Fossilien enthalten ist: Fluorcerer mit Fluorcalcium und Fluoryttrium verbunden im Ytrococerit; — mit Eisen- und Manganoxydul, Kalk-, Thon- und Yttererde im Orthit, Pyrorthit und Cerin; ferner in Gemeinschaft mit Eisenoxydul und Yttererde, sämmtliche an Kieselsäure gebunden, im Gadolinit; endlich noch als kiesel-saures Cererocydul im Cererit.

Das Metall wird entweder durch Glühen des Cererocyduls mit Kohle und Oel, oder durch Zerlegung des Chlorcerers mittelst Kaliums in der Glühhitze und Auslaugens des Rückstandes mit Wasser, oder auch wohl durch grosse elektrische Batterien mit Kohle umhüllt, wiewohl etwas schwierig, dargestellt.

Cererocydul wird erhalten, wenn man das fein gepulverte Cererit mit Chlorsalpetersäure kocht, die erhaltene Solution zur Trockne eindampft und glüht, sodann in Wasser auflöst und das vorhandene Eisenoxyd mit benzoesaurem Ammoniak niederschlägt; die von dem Niederschlag abgesonderte Solution wird sodann mit kaustischem Ammoniak gefällt, der erhaltene Präcipitat in Salzsäure aufgelöst, eingedampft, geglüht, neuerdings in Wasser aufgelöst und durch kohlen-saures Ammoniak niedergeschlagen. Der erhaltene Niederschlag ist kohlen-saures Cererocydul, welches, durch Glühen von der Kohlensäure befreit, das Cererocydul liefert, das eine gelblich weisse Farbe hat. Es bildet mit Säuren theils farblose, theils amethystrothe Salze.

Cererocydul erhält man durch Glühen des salpetersauren Oxyduls; es hat eine rothbraune Farbe, das Hydrat aber eine hellgelbe. Mit Säuren bildet das Cererocydul pomeranzengelbe Salze.

Reagentien auf die einfachen und doppelten Oxydul- und Oxyd-Verbindungen des Cerers sind folgende:

Das Cyaneisenkalium, die kohlen-sauren Alkalien und hydrothion-sauren Salze bewirken einen weissen Niederschlag. *Das klee-saure Kali* giebt gleichfalls einen weissen, *citronen- und weinsteinsäures Kali* gelbe Niederschläge, welche insgesammt in kaustischem Ammoniak auflöslich sind. *Gallussäure* bewirkt in alkalisch gemachten Auflösungen einen dunkelbraunen, *bernsteinsäures Natron* einen weissen Niederschlag. *Hydrofluorsäure* bildet theils ziegelrothe, theils dunkelgelbe, unauflösliche Niederschläge. *Hydrochlorsäure* entlässt Chlor, wenn man sie mit Cerersalzen in Berührung bringt.

Vanadium.

Dieses Metall ist sowohl in den Taberger Eisenerzen, als auch in dem rothen Bleierze von Ximagan in Mexiko enthalten, und wurde von *Sefström* 1830 im Stabeisen von Eckersholm entdeckt *). Man erhält dieses Metall durch Glühen der Vanadsäure mit Kohlen, oder

*) Vor Kurzem fand ich es auch in den Schlacken der Eisenschmelze bei Homberg in Kurhessen, und werde nach genauerer Prüfung das Nähere davon bekannt machen.
Der Verf.

besser durch Reduction desselben mittelst Kalium, als ein glänzendes graphitähnliches Pulver, welches in der Glühhitze verbrennt, und ein schwarzes Oxyd bildet. Aus doppeltchlorsaurem Vanadium mit Ammoniakgas reducirt, sowie auch durch Einwirkung einer starken elektrischen Batterie (Cylinderapparat), wenn man die Vanadsäure mit Kohlenstaub vermengt und mit Weingeist befeuchtet in den Kreis derselben bringt, erhält man es im ersteren Falle in metallischen Blättchen, im letzteren als strahliges Metallgefüge von hellem Silberglanz.

Das reine Vanadium oxydirt sich weder an der Luft, noch im Wasser, und ist mit dunkelblauer Farbe in Salpetersäure und Chlorsalpetersäure auflöslich, in andern Säuren aber nicht.

Mit dem Sauerstoffe verbunden, bildet es folgende drei Oxydationsstufen:

Vanadoxydul wird aus der geschmolzenen Vanadsäure durch unvollkommene Reduction mittelst Wasserstoffgas erhalten. Es bildet ein schwarzes, krystallinisches Aggregat, weder in Säuren noch Alkalien unmittelbar auflöslich, und geht bei dem Zutritte der Luft bald in einen höhern Grad der Oxydation über.

Vanadoxyd wird durch Glühen eines Gemenges von Vanadoxydul mit Vanadsäure, im Verhältniss von 11 Theilen des Oxyduls zu 12 Theilen der Säure dargestellt, und bildet ein schwarzes Pulver; wird es aber durch kohlensaures Natron aus Vanadsalzen als Hydrat ausgeschieden, so erscheint es weissgrau, und geht dann bei dem Zutritte der Luft leicht in den Zustand der Säure über, wobei es seine Farbe stufenweise in Braun und Grün verändert. Mit Säuren bildet es basische und saure Salze; erstere sind blau, letztere braun.

Vanadsäure wird erhalten, indem man die fein gepulverten Frischschlacken vanathaltigen Eisens mit Salpetersäure digerirt, mit Wasser auslaugt, und fein zerrieben mit Salpeter und kohlensaurem Natron vermengt glüht, sodann die Masse mit Wasser auskocht. Die erhaltene Solution wird wieder mit Salpetersäure versetzt, und der sich bildende Niederschlag beseitigt, sodann mit salpetersaurem Bleioxyd vollkommen ausgefällt. Der erhaltene Niederschlag enthält vanadsaures Bleioxyd, welches mit concentrirter Salzsäure digerirt, sodann mit heissem Weingeist ausgelaugt und die erhaltene Solution zur Trockne verdunstet wird. Die noch mit Zirkonerde, Kieselerde, Phosphorsäure und etwas Bleioxyd verunreinigte Masse wird mit Wasser aufgelöst, die Solution mit Salpetersäure angesäuert und sodann mit kohlensaurem Natron neutralisirt, zur Trockne verdampft, geglüht und wieder in Wasser gelöst, die filtrirte Solution alsdann durch Abdampfen concentrirt und mit einer gesättigten Salmiakauflösung gefällt. Der Präcipitat ist nun vanadsaures Ammonium, mit etwas Kieselerde verunreinigt, wesshalb man dasselbe glüht, in reiner Schwefelsäure auflöst, und die Kieselerde durch zugesetzte Flussssäure als Fluorsiliciumgas ausscheidet; sodann wird die Vanadsäure durch Verdampfen der Schwefelsäure rein gewonnen.

Die Vanadsäure ist nur wenig in Wasser auflöslich, reagirt sauer, und geht in Verbindung mit desoxydirenden Substanzen leicht einen Theil ihres Sauerstoffes ab, indem sie sich in Oxyd verwandelt. Sie

verhält sich gegen stärkere Säuren positiv, und gegen positive Basen negativ, sowie auch gegen ihre eigenen Oxyde, ähnlich der Wolframsäure; sie bildet also saure und basische Salze und vanadsaure Vanadsalze.

Auf Vanad und seine Oxyde können folgende Reagentien angewandt werden:

Kohlensaure Alkalien bewirken einen braunen, im Ueberschusse des Fällungsmittels auflöslichen Niederschlag; *Cyaneisenkalium* einen grünen, *Gallussäure* einen dunkelbraunen Niederschlag. *Hydrothionsaures Schwefelammonium* bringt in angesäuerten Solutionen der Vanadsäure einen schwarzen Niederschlag hervor.

Tantal.

Dieses Metall kommt mit Eisen- und Manganoxydul verbunden im Tantalit, — mit Eisen-, Uran-, Yttriumoxyd und Wolframsäure im Ytrotantalit, und zwar in beiden genannten Fossilien als Säure, vor, und wird auf folgende Art metallisch dargestellt. Man schmilzt Fluortantal mit Kalium zusammen, wobei sich das Tantal als ein schwarzes Pulver reducirt. Es löst sich in Hydrofluorsäure vollkommen, aber nur wenig durch Kochen, in Schwefelsäure und Chlorsalpetersäure auf.

Das *Tantaloxyd* wird durch Glühen der Tantalsäure mit Kohle als ein aschgraues Congregat erhalten, von welchem bis jetzt noch keine Verbindungen bekannt sind.

Die *Tantalsäure* wird durch Zusammenschmelzen des fein geschlammten Tantaliterzes mit saurem schwefelsaurem Kali dargestellt, indem man die geflossene Masse nach dem Erkalten fein zerrieben mit Wasser auskocht, welches das gebildete schwefelsaure Eisen- und Manganoxyd auflöst, und eine mit Wolframsäure, Eisen- und Zinnoxid verunreinigte Tantalsäure zurücklässt, welche Beimischung man durch Digestion mit Hydrothionammoniak (mit Ausschluss des sich bildenden Schwefeleisens) entfernt. Die schwarz gefärbt zurückbleibende Tantalsäure wird mit Wasser ausgespült, mit etwas Hydrothionammoniak versetzt, und mit concentrirter Salzsäure so lange gekocht, bis die schwarze Farbe gänzlich verschwunden ist. Die eisenhaltige Flüssigkeit wird abgegossen und der Rückstand mit siedendem Wasser so lange ausgewaschen, bis dasselbe rein und geschmacklos abläuft. Der Rückstand ist das Hydrat der Tantalsäure, welches man durch Erhitzen von seinem Wassergehalte befreit; in diesem Zustande ist sie von concentrirter Schwefelsäure etwas auflöslich. Als Hydrat löst sich die Tantalsäure in kaustischen Alkalien, und bildet mit elektro-positiven Basen tantalsäure Salze, welche durch andere Säuren leicht zersetzt werden.

Saures oxalsaures Kali, doppelt kohlensaures Kali und Weinstensäure lösen das Hydrat der Tantalsäure auch auf, und sie wird in mit Ammoniak versetzten Auflösungen durch Galläpfeltinktur mit orangegeborer Farbe niedergeschlagen, welche als Hauptreagens auf Tantal angesehen werden kann, indem sie durch die gelbe Färbung des Niederschlags aus alkalischen Solutionen sich von dem Siliciumoxyd unterscheidet.

Titan.

Das Titan kommt in der Natur vor als Oxyd im Anatas und Rutil; als Säure mit Kalk, Zirkon, Yttrium, Eisen, Mangan, Cerer und Uran im Menakanit, Nigrin, Iserin, Polyminit und Pyrorthit auf Gängen im Urgebirge, sowie auch in losen Körnern im Schutt- und Flusssande. Es ist in seinem Verhalten dem Tantal ähnlich, und bildet, wie dieses, ein Oxyd und eine Säure, welche der elektro-negativen Reihe der Elemente angehören.

In den Schlacken des titanhaltigen Eisens kommt es regulinisch in kupferrothen Krystallen vor; ausserdem wird es dargestellt durch Reduction der Titansäure mittelst Kohle, bei heftiger Glühhitze, wo es eine rothe, glänzende, krystallinische Masse bildet, welche nur schwierig zusammengeschmolzen werden kann. Sehr fein zertheilt kann es in heisser concentrirter Schwefelsäure, leichter aber in Chlorsalpetersäure aufgelöst werden.

Das Oxyd des Titans gewinnt man bei unvollkommener Reduction der Titansäure durch Kohlenpulver, oder durch Eintauchen von Zink in eine Auflösung der Titansäure in Salzsäure, in welchem Falle es aber leicht wieder in den Zustand der Säure zurücktritt. Es ist in keiner Säure auflöslich.

Die Titansäure wird erhalten durch Verbrennen des noch warmen, frisch reducirten Metalls an der Luft, oder indem man Schwefelwasserstoffgas über das fein geschlämmte, in einer Porcellanröhre glühend erhaltene, eisenhaltige Titanfossil treibt, und durch Abscheidung der fremden Beimischung mittelst Salzsäure die Titansäure rein darstellt. Oder man schmilzt das fein gepülverte, eisenhaltige Fossil mit drei Theilen kohlen-sauren Kalis zusammen, und laugt die geschmolzene Masse mit Wasser aus. Der als titansaures Kali verbleibende Rückstand wird sodann in Salzsäure gelöst, und durch Verdünnung und Kochen mit Wasser die Titansäure grösstentheils ausgeschieden, welche, da sie gewöhnlich noch etwas Eisen, Mangan und Zinn enthält, mit Schwefelammonium, und hierauf nochmals mit Salzsäure digerirt, zuletzt noch mit Wasser rein ausgewaschen wird.

Das so erhaltene Hydrat der Titansäure ist in Säuren auflöslich, ohne sie zu neutralisiren, verliert aber durch Glühen diese Eigenschaft gänzlich.

Die Titansäure bildet mit Basen in Wasser leicht lösliche titansaure Salze, in welchen folgende Reagentien das Titan zu erkennen geben.

Phosphorsäure und *Arseniksäure* bewirken einen gelatinösen, weissen Niederschlag, *Oxalsäure* einen weissen, pulverigen Niederschlag; dergleichen auch die *Weinsteinsäure*, welche letzterer, in verschlossenen Gefässen geglüht, schwarz wird. Mit *Cyaneisenkalium* bildet sich ein brauner Niederschlag, der ein grünliches Schillern zeigt. *Galläpfelinktur* bildet einen rothgelben, in concentrirten Auflösungen gallertartigen Niederschlag.

Von der Zirkonerde unterscheidet sich die Tantsäure hauptsächlich dadurch, dass letztere in kohlen-saurem Kali auf nassem Wege nicht auflöslich ist, und vor dem Löthrohre mit Borax und Phosphor-

salz eine farblose, im Reductionsfeuer purpurrothe, nach Umständen des sich ungleich bildenden Oxydes, schwarzbraune oder schwarz erscheinende Glasperle giebt, die auch wohl zuweilen blau, emailleartig ausfällt.

Säuren anorganischer elektro-positiver Elemente.

Phosphorsäure.

Die Phosphorsäure ist ziemlich schwer zu entdecken. Am leichtesten ist sie in löslicher Form zu erkennen.

1) *An Alkalien gebunden* und aufgelöst, bekommt man mit salpetersaurem Silber, wenn das Reagens und die Flüssigkeit vollkommen neutral war, einen gelben Niederschlag von basisch phosphorsaurem Silberoxyd, und die über diesem Niederschlag befindliche Flüssigkeit reagirt stets sauer. Dieses Verhalten ist so charakteristisch, dass man salpetersaures Silber für das beste Reagens hält; wenn es auch mit Chlorplatin einen ähnlichen Niederschlag giebt, so ist das basisch phosphorsaure Silberoxyd blässer von Farbe und in Essigsäure schwieriger löslich. Der Niederschlag durch Silbersolution erscheint jedoch weiss, wenn das phosphorsaure Salz vorher geglüht, oder wenn von geglühter Phosphorsäure eine frische Auflösung gemacht wurde.

Essigsäures Blei bewirkt einen weissen Niederschlag von phosphorsaurem Bleioxyd, der in Essigsäure fast gar nicht, in Salpetersäure aber leicht löslich ist; trocknet man den Niederschlag und schmilzt ihn auf der Kohle durch die äussere Flamme, so erstarrt die geschmolzene Masse beim Abkühlen krystallinisch, und dieses Erstarren ist ein Hauptkennzeichen für die Phosphorsäure auf trockenem Wege; man kennt keine andere Verbindung mit einer Säure, welche ein solches krystallinisches Erstarren zeigt.

Chlorcalcium, Kalkwasser (weniger empfehlenswerth ist salzsaures Baryt und Barytwasser) bewirkt auch einen in Salz- und Salpetersäure löslichen weissen Niederschlag von phosphorsaurem Kalk; dieser Niederschlag ist auch in einer grossen Menge Salmiak löslich; er theilt also diese Eigenschaft mit arsenichtsäurem und arseniksaurem Kalk, welche ebenfalls in Salmiak und Ammoniaksalzen löslich sind, unterscheidet sich jedoch sehr wesentlich von denselben dadurch, dass die Solution des phosphorsauren Kalks durch kaustisches Ammoniak vollständig niedergeschlagen wird. Die Solution des phosphorsauren Kalks in Salz- oder Salpetersäure wird auch durch kaustisches Ammoniak vollständig präcipitirt.

Schwefelsäure Magnesia (ein gutes, sicheres Reagens, namentlich wenn in der Flüssigkeit noch Schwefelsäure ist) bewirkt einen weissen Niederschlag von phosphorsaurer Magnesia; schneller zeigt er sich, wenn man die Solution kocht, und noch früher kommt er zum Vorschein, wenn man kaustisches Kali oder Ammoniak zusetzt; der Präcipitat ist basisch phosphorsaure Ammoniakmagnesia. Es mag

noch so viel Salmiak in der Flüssigkeit sein, der Niederschlag verschwindet nicht.

2) Wenn die Verbindung in Wasser unlöslich, und zwar wenn die Phosphorsäure an eine Erde gebunden ist.

An Kalk, Magnesia oder Thonerde gebunden. Man löst die zu untersuchende Verbindung in der möglichst geringen Quantität reiner Salpetersäure auf, und erhält die Solution so concentrirt als möglich; filtrirt ab, mischt salpetersaures Silber hinzu, und stumpft die Säure vorsichtig mit kaustischem Ammoniak ab, hütet sich aber vor einem Ueberschuss von Ammoniak. War Phosphorsäure zugegen, so sieht man einen gelben Präcipitat, basisch phosphorsaures Silberoxyd, zum Vorschein kommen. Dies ist die sicherste Probe. Auch kann man die zu untersuchende Verbindung in Salzsäure lösen, die Flüssigkeit filtriren und aus dem Wiedererscheinen eines weissen, gallertartigen Niederschlages durch Zusatz von Ammoniak auf das Dasein von Phosphorsäure schliessen. Dieses Verhalten einer solchen Solution in kaustischem Ammoniak hat nur dann einigen Werth, wenn man von der Abwesenheit von Arseniksäure, Bor- und Fluorkohlenstoffsäure und verschiedener organischen Säuren überzeugt ist.

3) In einer Verbindung von Oxyden der eigentlichen Metalle überzeugt man sich vom Dasein der Phosphorsäure ähnlich wie bei den Erden, indem man die Verbindung in Salpetersäure löst und das Metall entweder durch Schwefelwasserstoff oder Schwefelammoniak herausschlägt, die überschüssige Schwefelverbindung durch Salpetersäure zerstört, hierauf salpetersaures Silber und dann die nöthige Menge von kaustischem Ammoniak zum Abstumpfen zusetzt; es zeigt sich ebenfalls der vorher erwähnte gelbe Niederschlag. Bei geringen Mengen von Phosphorsäure ist diese Methode nicht scharf genug; deshalb verfährt man genauer so: Nachdem man die Solution von ihrem Metallgehalte durch Schwefelwasserstoff oder Schwefelammoniak befreit hat, übersättigt man sie mit kaustischem Ammoniak, thut dann eine Solution von schwefelsaurer Magnesia hinzu, welche man vorher mit einer gehörigen Menge von Salmiak vermischt hat (und zwar, damit nicht etwa das kaustische Ammoniak Magnesiahydrat niederschläge); entsteht aber dennoch ein Niederschlag, so ist es das beste Zeichen von dem Dasein der Phosphorsäure als basisch phosphorsaurer Ammoniakmagnesia.

Auf trockenem Wege überzeugt man sich von dem Dasein der Phosphorsäure, wenn man in ein kleines, unten verschlossenes Glasröhrchen etwas Kalium oder Natrium bringt, und darauf etwas von der zu untersuchenden, absolut trocknen Verbindung zusetzt; sodann erhitzt man beides scharf bis zum Glühen, so entsteht Phosphorkalium oder Phosphornatrium; das überschüssige Kalium oder Natrium entfernt man durch ein wenig Quecksilber, welches Amalgam man weggiesst. Alsdann haucht man auf das Phosphorkalium, wodurch es feucht wird und sich ein starker Geruch nach Phosphorwasserstoff entwickelt.

Quantitative Bestimmung. Hat man in einer Flüssigkeit blos Phosphorsäure oder höchstens noch etwas Salpetersäure, so bestimmt

man die Mengen derselben durch Zusatz einer gewogenen Quantität frisch geglühten Bleioxydes und durch Abdampfen und Glühen der Verbindung. Die Menge des Bleioxydes ist bekannt; man zieht sie nun ab von dem, was man erhalten hat, und was mehr ist, zeigt die Menge der Phosphorsäure an.

Nach *Berthier's* Methode ist es gleichgültig, ob Salzsäure, Schwefelsäure, Alkalien u. s. w. zugegen sind, nur darf keine Substanz da sein, die durch kaustisches Ammoniak fällbar ist. Das Verfahren ist folgendes: Man macht sich zunächst eine Auflösung von Schmiedeeisen in Salpetersäure, und unterstützt die Auflösung durch Wärme; die Menge des Eisens sei auf ungefähr zwei Theile Phosphorsäure ein Theil Eisen. Diese Solution von salpetersaurem Eisenoxyd mischt man nun zu der phosphorsäurehaltigen Flüssigkeit, und fügt einen Ueberschuss von kaustischem Ammoniak hinzu; es bildet sich ein dunkelbrauner Niederschlag von basisch phosphorsaurem Eisenoxyd, und alle Phosphorsäure fällt bis auf die letzte Spur heraus, wenn es nicht an Eisen gefehlt hat. Das Resultat wird aber unrichtig, wenn es an Eisen gefehlt hat; es entsteht dann eine Verbindung von Phosphorsäure mit Eisenoxyd, die durch Ammoniak gelöst erhalten wird. Es liegt auch schon im Interesse, mehr Eisen anzuwenden, als wohl nöthig ist, weil dann der Niederschlag weniger schleimig wird. Man süsst denselben recht sorgfältig aus, trocknet und glüht ihn, muss aber Anfangs gelinde Hitze geben, damit nicht etwa ein Decrepitiren eintrete. Was der Niederschlag nun mehr wiegt, als das darin enthaltene Eisenoxyd, ist Phosphorsäure. Nach der genommenen Menge Eisen kann man auch wissen, wie viel Oxyd es ist, denn 100 Theile Eisen geben $144\frac{1}{4}$ Th. Oxyd; aber jedes Eisen, selbst das beste, hat noch $\frac{1}{2}$ pCt. Kohlenstoff, desshalb bekommt man aus 100 Th. regulinischen Eisens nur $143\frac{1}{2}$ Th. Oxyd.

Wenn aber Phosphorsäure an Kali oder Natron gebunden ist, so verfährt man nach *Mitscherlich* also: Man zersetzt die Verbindung mit Bleizucker (nicht etwa mit salpetersaurem Blei oder salzsaurem Baryt), alsdann filtrirt man das phosphorsaure Bleioxyd ab, entfernt aus dem Filtrate das überschüssige Blei durch kohlen-saures Ammoniak, filtrirt wieder, dampft zur Trockne ein, entfernt das Ammoniak durch Glühen, und verwandelt das rückständige Alkali in ein Chlor-metall, ein schwefelsaures Salz, oder überhaupt in eine solche Verbindung, wie bei Bestimmung der Alkalien angegeben ist. Man muss nun die Quantität des Alkali bestimmen; die Menge der Phosphorsäure ergibt sich aus dem Verluste.

Um Phosphorsäure von Kalk zu scheiden, würde man die Verbindung in Salzsäure lösen müssen, mit Alkohol verdünnte Schwefelsäure hinzusetzen, den schwefelsauren Kalk abfiltriren, aussüßen, trocknen und glühen; durch Rechnung erfährt man den Kalkgehalt, und der Verlust ist Phosphorsäure.

Von Baryt, blos durch Schwefelsäure; der Verlust giebt wiederum die Menge der Phosphorsäure an.

Die Phosphorsäure von Magnesia zu scheiden, ist noch keine Methode bekannt.

Von Zink, Eisen, Mangan, Cadmium, Kupfer und Wismuth scheidet man folgendermassen: Man löst die Verbindung in Salzsäure, übersättigt die Solution mit kaustischem Ammoniak, fügt Schwefelammoniak hinzu, und digerirt es damit, filtrirt dann die Schwefelmetalle ab, und analysirt dieselben nach früher angegebenen Methoden. Wiederum erfährt man die Menge der Phosphorsäure durch den Verlust.

Von Silber, durch Auflösen der Verbindung in Salpetersäure, Niederschlagen mit Salzsäure, Berechnung des Silbers durch die erhaltene Quantität Chlorsilber und Bestimmung der Phosphorsäure durch den Verlust.

Von Blei; man verfährt ebenso, nur mit dem Unterschiede, dass man die salpetersaure Solution durch Schwefelsäure fällt, welche mit Alkohol verdünnt ist.

Von Arsenik, Antimon, Zinn und Gold; am besten durch Schwefelwasserstoff aus der gesäuerten Auflösung; wenn man die Metalle auf die eben angeführte Weise ermittelt hat, wird die Phosphorsäure aus dem Verluste bestimmt.

Schwefelsäure.

Man entdeckt sie am besten in allen ihren Verbindungen durch Barytsalze, und von allen ist *Chlorbarytium* das beste; es giebt einen weissen, in jeder Säure unlöslichen Niederschlag, die Flüssigkeit muss aber verdünnt sein, damit das Reagens nicht selbst präcipitirt werde.

Bleisalze geben auch einen weissen Niederschlag von schwefelsaurem Bleioxyd, welches in verdünnter Salpetersäure unlöslich ist, in concentrirter aber löslich. Ist die Verbindung eine in Wasser unlösliche, so findet man die Schwefelsäure immer darin, wenn man die Verbindung mit kohlensaurem Kali oder Natron kocht, das Filtrat mit Salzsäure übersättigt und Chlorbarytium hinzuthut; dies giebt einen Niederschlag von schwefelsaurem Baryt.

Vor dem Löthrohre erkennt man die Schwefelsäure, wenn man die Verbindung vor dem Löthrohre mit Soda erhitzt, die gegläute Masse auf ein Silberblech legt, und sie anfeuchtet; sie muss dann einen schwarzen Fleck von Schwefelsilber hervorbringen.

Quantitative Bestimmung. Ist die Verbindung auflöslich, so braucht man die Solution nur mit Salzsäure anzusäuern, mit Chlorbarytium niederschlagen, die Verbindung auf die Capelle zu stellen, und wenn der schwefelsaure Baryt sich gesondert hat, abzufiltriren, zu trocknen und zu glühen. Ist die Verbindung unlöslich, so versucht man sie durch Salz- oder Salpetersäure löslich zu machen, und schlägt sie dann mit dem geeigneten Barytsalze nieder. Dies gelingt aber nicht beim *schwefelsauren Kalk*, bei welchem so verfahren wird: Man kocht ihn anhaltend mit einer Solution von kohlensaurem Kali oder Natron, filtrirt die Flüssigkeit ab, süsst den Rückstand auf dem Filtrum fleissig aus, trocknet und glüht ihn unter Besprengung mit aufgelöstem, kohlensaurem Ammoniak; dann erfährt man die Menge des Kalks; die Menge der Schwefelsäure aber erfährt man dadurch, dass man die Flüssigkeit mit Salzsäure übersättigt, Chlorbarytium

hinzuthut, den entstandenen schwefelsauren Baryt abfiltrirt, ausgesüsst, trocknet und glüht.

Schwefelsaurer Baryt. Man muss denselben mit der dreifachen Menge eines kohlelsauren Alkalis vermengen und damit möglichst zum Schmelzen bringen; dann wird die erkaltete Masse mit Wasser aufgeweicht, was sich nicht lösen will, abfiltrirt, ausgesüsst und so analysirt, wie beim Baryt angeführt ist. Das aber, was sich gelöst hat, wird mit Salzsäure übersättigt, alsdann mit Chlorbarytium niedergeschlagen und der entstandene schwefelsaure Baryt wie bekannt analysirt.

Schwefelsaures Bleioxyd. Das Glühen darf niemals in einem Platintiegel geschehen, weil sonst metallisches Blei gebildet wird, welches den Tiegel angreift; man zieht dann die Masse noch mit Wasser aus, filtrirt das unlösliche Bleioxyd ab, säuert die abfiltrirte Flüssigkeit mit Salpetersäure und schlägt sie nachher mit salpetersaurem Baryt nieder. Die abfiltrirte Flüssigkeit enthält aber noch immer eine Spur von Blei, welches man noch durch Schwefelwasserstoff zu erhalten bemüht sein muss. Das Bleioxyd wird auf die angeführte Art bestimmt.

Schwefelsäure von Phosphorsäure zu trennen, kann sehr genau geschehen durch ein Barytsalz, z. B. Chlorbarytium; nur muss man die Flüssigkeit zuvor mit Salzsäure stark ansäuern; es bleibt alsdann der phosphorsaure Baryt gelöst und schwefelsaurer Baryt fällt nieder, welcher abfiltrirt, ausgesüsst, getrocknet und geglüht wird. Die in der Flüssigkeit vorhandene Phosphorsäure bestimmt man am besten nach der Methode, die schon früher angeführt ist, mit metallischem Eisen.

Schwefelsäure von Arsenik- oder arsenichter Säure zu trennen; man säuert die Solution mit Salzsäure an, oder sollte etwa die zu untersuchende Verbindung in Wasser unlöslich sein, so kann man sie geradezu in Salzsäure oder Salpetersäure auflösen; hierzu setzt man ebenfalls Chlorbarytium, filtrirt den schwefelsauren Baryt ab, süsst ihn gehörig mit Wasser aus, trocknet und glüht ihn; aus der Menge berechnet man nachher den Gehalt an Schwefelsäure. Die Arsenik- oder arsenichte Säure bestimmt man hinterher mit Schwefelwasserstoff.

Schweflichte Säure.

Sie ist besonders leicht zu erkennen an ihrem eigenthümlichen Geruch nach brennendem Schwefel; dieser Geruch ist natürlich bei ihren Salzen nicht zu bemerken, und tritt erst dann ein, wenn man zu dem Salze Chlorkohlenstoffsäure hinzusetzt. Dabei bemerkt man keine Ausscheidung von Schwefel, wie dies z. B. bei den unterschweflichtsauren Salzen wahrzunehmen ist; auch bemerkt man in der mit Salzsäure vermischten Flüssigkeit nachher keine Schwefelsäure. Ausserdem kann man die schweflichte Säure daran erkennen, dass sie mit Chlorbarytium und Chlorealcium in Salzsäure lösliche Niederschläge giebt; (schweflichtsaurer Kalk). Ferner kann man sie erkennen: 1) daran, dass, wenn man sie mit klarem schwefelwasserstoffhaltigem Wasser

Wild, Pharmacie.

vermischt, eine Trübung von sich ausscheidendem Schwefel zum Vorschein kommt; dies ist aber nur bei freier Säure der Fall; ist die Säure verbunden, so kommt die Trübung erst später, wenn man Salzsäure hinzugehan hat; 2) daran, dass sie manche Metalle in ihren Auflösungen reducirt, besonders Goldsolution, wo schon die Reduction in der Kälte eintritt, während man sie bei den andern Metallen kochen muss, z. B. bei Silbersolution.

Vor dem Löhrohre entdeckt man sie auf die nämliche Weise wie die Schwefelsäure.

Die quantitative Bestimmung kann niemals als schweflichte Säure vorgenommen werden, sondern man muss sie immer zunächst in Schwefelsäure zu verwandeln suchen, und dies geschieht (wenn man sie an eine Base gebunden vor sich hat und wenn die Auflösung concentrirt ist) mittelst rauchender Salpetersäure. Die Solution muss zu dem Behuf aber vorher erwärmt werden. Wenn jedoch die Solution verdünnt, oder wenn die Säure in der Flüssigkeit frei enthalten ist, so lässt sich dieses Verfahren ohne Verlust nicht ausführen, und man thut besser, in solchen Fällen die Oxydation durch einen Strom von Chlorgas zu bewirken; es muss hierzu die Flüssigkeit nach dem Hindurchleiten warm gemacht, und zu mehrer Sicherheit in die warme Flüssigkeit auch noch einmal Chlorgas geleitet werden. Nach jenem Verfahren wird die Schwefelsäure haltende Flüssigkeit mit Chlorbarytium niedergeschlagen, der schwefelsaure Baryt abfiltrirt, ausgesüsst, getrocknet und geglüht. Aus der Menge desselben erfährt man den Gehalt der Schwefelsäure, und aus dieser den Gehalt an schweflichter Säure. Hätte man ein schweflichtsaures Salz in fester Gestalt, so darf man dieses nur fein zerrieben mit der vier- bis fünffachen Menge pulverisirten Salpeters zusammenreiben, die Mischung in einen Porcellantiegel einstampfen, mit ein wenig Salpeter noch bedecken und darauf schmelzen; es entweicht hierbei salpetrige Säure, und ein schwefelsaures Salz bleibt übrig. Da aber dieses Schmelzen zwischen Kohlen unbequem ist, so ist es rathsam, den Salpeter mit der Hälfte kohlen-sauren Kalis oder Natrons zu vermengen, und dieses über der Spirituslampe im Platintiegel in Fluss zu setzen. Auch kann man chloresures Kali (Kali oxymuriat.) statt des Salpeters anwenden, und in diesem Falle ebenfalls einen Platintiegel gebrauchen. Aber immer muss die nach dem Schmelzen vorhandene Salzmasse in Wasser gelöst, mit Salzsäure übersättigt und mit Chlorbarytium niedergeschlagen werden. Aus der Menge des schwefelsauren Baryts berechnet man den Gehalt der Schwefelsäure, und aus dieser den Gehalt an schweflichter Säure.

Hat man schweflichte Säure und Schwefelsäure zusammen, so bestimmt man also: Einen Theil der Solution macht man mit Salzsäure sauer, und schlägt mit Chlorbarytium die vorhandene Schwefelsäure heraus; aus der Menge des schwefelsauren Baryts findet man, wie viel von dieser Säure vorhanden war. Einen zweiten Theil der Solution behandelt man mit Chlor, und schlägt, wenn alle schweflichte Säure in Schwefelsäure übergegangen ist, mit Chlorbarytium nieder. Bei diesem Versuche bekommt man eine grössere Menge

schwefelsauren Baryts, und folglich mehr Schwefelsäure; zieht man die im ersten Versuche erhaltene Menge Schwefelsäure von der im zweiten erhaltenen ab, so weiss man die Menge Schwefelsäure, und daraus berechnet man das quantitative Verhältniss der beiden Säuren.

Salpetersäure.

Ist Salpetersäure im freien Zustande vorhanden, so muss sie zuerst an eine Base gebunden werden, am besten an Kali; man dampft sie dann ein, und unterwirft das Salz einer Untersuchung folgendermassen:

- 1) Man vermengt das Salz mit etwas gefeiltem Kupfer und concentrirter Schwefelsäure, und unternimmt den Versuch in einem kleinen Rohre von weissem Glase, wobei sich, namentlich beim Erhitzen, rothe Dämpfe bilden.
- 2) Man vermischt ein wenig von dem Salze mit Schwefelsäure, bringt einen Krystall von Eisenvitriol zu, und erwärmt; zeigt sich eine dunkelbraune, schwärzliche Färbung, so erkennt man die Gegenwart der Salpetersäure. Letztere hat sich nämlich in Sauerstoff und Stickstoffoxyd verwandelt, ein Theil des Eisensalzes wurde durch den Sauerstoff in Oxyd verwandelt, und das Stickstoffoxyd ist von einem Antheil unzersetzten Eisenoxyduls absorbirt worden; bei einer verdünnten Auflösung oder bei Unachtsamkeit bemerkt man die Färbung fast gar nicht.
- 3) Man vermischt die salpetersaure Verbindung mit schwefelsaurem Indigo, und setzt auch noch etwas Schwefelsäure hinzu. Bei Gegenwart von Salpetersäure verschwindet die blaue Farbe. Man kann noch $\frac{1}{500}$ Salpetersäure entdecken, wenn man Kochsalz zu der Probe setzt.
- 4) Man vermischt etwas Blattgold und Salzsäure, und sieht dann zu, ob sich Gold löst und ob die Flüssigkeit gelb wird.
- 5) Man vermischt die Verbindung mit Kohlenpulver und erhitzt sie, wodurch ein Funkensprühen (Decrepitation) eintritt.

Quantitative Bestimmung. Ist Salpetersäure allein vorhanden, so vermischt man die Flüssigkeit mit Barythydrat, dampft zur Trockne ein, und zieht dieses mit Wasser aus. Darauf dampft man sie wieder ab, oder noch besser, man zersetzt die salpetersaure Verbindung mit Schwefelsäure, filtrirt ab, trocknet und glüht, wodurch man die Menge der Schwefelsäure und des Baryts erhält; aus diesen berechnet man nun die Menge der Salpetersäure. Baryt ist dem Bleioxyd vorzuziehen, da letzteres mit der Salpetersäure mehrere, in Wasser schwer lösliche Verbindungen bildet, welche man nicht so leicht vom kohlen-sauren Bleioxyd würde trennen können, als dies beim Baryt der Fall ist.

Von Kali und Natron scheidet man sie durch Behandeln und Erhitzen der Verbindung mit Schwefelsäure; man wiegt und berechnet dann. Besser ist es aber, das salpetersaure Salz mit Schwefelsäure einer Destillation zu unterwerfen, und Barytwasser vorzuschlagen; der gebildete salpetersaure Baryt wird eingedampft, der Rückstand

mit Wasser ausgezogen und, wie schon früher angezeigt, mit Schwefelsäure behandelt.

Von Baryt und Kalk scheidet man sie am besten durch Schwefelsäure; das Filtrat mischt man zur Ausscheidung der Schwefelsäure mit Barytwasser, und setzt dann zur Bildung von salpetersaurem Baryt noch Barytwasser hinzu, dampft ab u. s. w.

Von lösbaren Metalloxyden scheidet man sie durch Hineinleiten von Schwefelwasserstoffgas. Die Schwefelwasserstoff und Salpetersäure enthaltende Flüssigkeit wird mit Barytwasser zersetzt, getrocknet, mit Wasser behandelt u. s. w. In vielen Fällen kann man die Verbindung auch geradezu mit Barytwasser niederschlagen; die Metalle fallen als Oxydhydrate nieder; die salpetersauren Baryterden werden dann zur Trockne abgedampft, mit Wasser ausgezogen u. s. w.

Von unlöslichen Verbindungen ist die Bestimmung anders. Man mengt die zu untersuchende Verbindung als ein zartes Pulver mit Wasser in einem Stöpselglase, leitet einen Strom Schwefelwasserstoffgas hinein, und fährt damit so lange fort, dass die Flüssigkeit, wenn man sie umgeschüttelt hat, doch stark nach Schwefelwasserstoff riecht. Man lässt hierauf das Schwefelmetall sich absetzen, filtrirt die darüberstehende Flüssigkeit ab, wäscht das Schwefelmetall sorgfältig aus, und untersucht es nach einer der angeführten Methoden; die Salpetersäure enthaltende Flüssigkeit erhitzt man, um den Schwefelwasserstoff zu entfernen, fügt Baryterde hinzu, und analysirt den salpetersauren Baryt.

Mitscherlich giebt ein anderes Verfahren an; der Erfolg ist zwar eben so sicher, jedoch geht es etwas langsam. Man muss nämlich die zu analysirende unlösliche Verbindung in einem verschliessbaren Glase in einer Solution von Schwefelbarytium digeriren; das Schwefelmetall, welches sich dadurch bildet, wird abfiltrirt und auf eine der früher angeführten Methoden untersucht. In dem Filtrate hat man nun salpetersauren Baryt und Schwefelbarytium; durch diese Flüssigkeit leitet man einen Strom von kohlensaurem Gase; es entwickelt sich Schwefelwasserstoff, und kohlensaurer Baryt schlägt sich nieder. Der salpetersaure Baryt wird nicht zerlegt, sondern nur das Schwefelbarytium. Man filtrirt den kohlensauren Baryt ab, dampft das Filtrat zur Trockne ein, und wiegt nachher die Menge des salpetersauren Baryts; man kann ihn auch mit Schwefelsäure analysiren.

Kohlensäure.

Wäre Kohlensäure in einer Flüssigkeit frei, so würde man sie daran entdecken können, dass sie mit Kalkwasser einen weissen Niederschlag bildet, der sich wieder auflöst, wenn man mehr von dem Kohlensäure enthaltenden Wasser zusetzt. Zwar giebt Kalkwasser in vielen Flüssigkeiten Niederschläge, doch ist dieser daran zu erkennen, dass er durch Säuren unter Brausen gelöst wird; dieses Verhalten der kohlensauren Salze, dass sie mit Säuren brausen, ist so charakteristisch, dass dieses einzige Kennzeichen genügt, wenn man die Kohlensäure in ihren Verbindungen entdecken will. Aber die Säure darf nicht zu concentrirt sein, denn sonst werden die kohlensauren

Verbindungen nicht zersetzt; z. B. kohlensaure Baryterde erleidet durch gewöhnliche Salpetersäure fast gar keine Zersetzung, löst sich aber unter Brausen auf, sobald man die Salpetersäure mit Wasser verdünnt. Sodann muss man berücksichtigen, dass es, um die kleinste Spur einer kohlensauren Verbindung zu ermitteln, nöthig ist, dass man die Verbindung zu der Säure giesse; denn wenn man eine Säure auf eine kohlensaure Verbindung giesst, so kann ein doppelt kohlensaures Salz entstehen, und eben hierdurch die Entwicklung der Kohlensäure gehemmt und der Wahrnehmung entzogen werden. Zuweilen muss auch die zu untersuchende Verbindung mit der Säure erhitzt werden, besonders wenn die Verbindung nicht fein pulverisirt angewandt wird oder werden kann, z. B. Spatheisen.

Quantitative Bestimmung. Hat man die Säure in Gasform vor sich, und ist man im Besitz eines graduirten Cylinders, so darf man diesen nur im Quecksilberapparate mit dem Gase füllen und ein Stückchen Kalihydrat, an einem Klavierdrath befestigt, hineinbringen. Es wird dann die Kohlensäure vom Kalihydrat verschluckt, und wenn keine Absorbition mehr stattfindet, so ersieht man aus dem, was verschwunden ist, wie gross die Menge der Kohlensäure war. Hat man aber keinen solchen graduirten Cylinder, und will doch die Menge der Kohlensäure bestimmen, so darf man nur ein Gläschen tariren, ein Stückchen Kalihydrat hineinlegen, und wenn man durch nochmaliges Wiegen die Menge des letztern erfahren hat, das Gläschen mit etwas Schafleder verschliessen, von Neuem wiegen und unter die mit Quecksilber gesperrte Glocke bringen, worin sich die Kohlensäure befindet. Tritt keine Absorbition der Kohlensäure durch das Kali mehr ein, was man daraus sehen kann, dass das Quecksilber nicht mehr steigt, so zieht man das Gläschen heraus, reinigt es von dem anhängenden Quecksilber, und sieht nun zu, wie viel die Gewichtszunahme beträgt; der Betrag derselben zeigt an, wie viel von der Kohlensäure vorhanden war. Diese beiden Bestimmungsarten setzen aber immer voraus, dass keine andere Gasart, die ebenfalls vom Kalihydrat verschluckt wird, vorhanden sei; nicht etwa Schwefelwasserstoff.

Die quantitative Bestimmung der Kohlensäure aus ihren Verbindungen richtet sich darnach, ob die Kohlensäure durch Glühen auf der Lampe mit doppeltem Luftzuge vollständig oder gar nicht entfernt werden kann. Ist die Zersetzung nur theilweise, so verfährt man ebenso, als ob gar keine stattfände.

In dem Falle, dass sie gar nicht entfernt werden kann (Kali, Natrium, Baryt, Strontian; auch wird die Verbindung mit Kalk hierher gerechnet), verfährt man folgendermassen: Man nimmt eine Flasche mit einer etwas weiten Oeffnung, die jedoch mit einem Kork luftdicht verschlossen werden kann, bringt eine abgewogene Quantität der kohlensauren Verbindung hinein und gleich darauf ein kleines Gefäss, welches die zur Zersetzung erforderliche Menge Salzsäure enthält (das Gefäss darf nicht umfallen, sondern muss sich nur an die Wand des Glases anlehnen); dann wird die Flasche behutsam verschlossen; durch den Kork geht ein Gasentbindungsrohr, welches mit einer Kugel in Verbindung steht, die sich in eine mit Chlorecalcium

gefüllte Röhre endigt; ist dies Alles eingepasst, so wiegt man den ganzen Apparat, dann schüttelt man die Flasche; es zerbricht darin das Glas mit der Salzsäure, und wirkt auf die kohlen-saure Verbindung; es entwickelt sich dann Kohlensäure und Wasser, das letztere wird vom Chlorcalcium verschluckt und die Kohlensäure geht weg. Zu mehrer Sicherheit erwärmt man auch die Flasche, damit Alles zerlegt werde. Ist dies geschehen, so nimmt man den Kork ab; es kommt atmosphärische Luft hinein, welche sämmtliche Kohlensäure her-austreibt; man wiegt dann wieder, und der Verlust ist die Menge der Kohlensäure.

Ist die Kohlensäure an Magnesia oder an irgend ein Metalloxyd gebunden, so braucht man sich diese Mühe nicht zu nehmen, weil eine solche Verbindung durch Glühen auf einer Lampe mit doppeltem Luft-zuge immer zersetzt wird. Man bringt die Verbindung in einen Tie-gel, glüht sie aus, und was fehlt, ist Kohlensäure. Einen Porcellan-tiegel nimmt man, wenn das Metalloxyd reducirt wird, einen Platin-tiegel, wenn dies nicht der Fall ist. Dieses Verfahren setzt aber vor-aus, dass das Metalloxyd nicht ein solches sei, welches sich höher oxydiren kann. Bei solchen muss man das Glühen in einem Raume unternehmen, wo keine Gasart ist, welche Sauerstoff abgeben oder aufnehmen könnte; desshalb glüht man am besten in einem Ströme von Kohlensäure, wenn gleich die Verflüchtigung schwierig erfolgt. Ferner setzt dieses blossе Glühen voraus, dass kein Wasser vorhan-den sei, denn alsdann müssen jedenfalls zwei Analysen gemacht werden. Durch die erste Analyse, die in blossem Glühen besteht, er-fährt man die Menge des Wassers und der Kohlensäure zusammen. Die zweite Analyse besteht darin, dass man einen gewogenen Kol-ben nimmt, eine gewisse Menge der gewogenen Substanz hinein-thut, den Hals des Kolbens in eine feine Spitze auszieht, von Neuem wiegt, und die feine Spitze mit einem Kugelapparate in Verbindung bringt, der mit einem Rohre mit Chlorcalcium geschlossen ist; Alles ist luft-dicht verbunden und gewogen, man erhitzt tüchtig, und das Was-ser wird theils in der Kugel condensirt, theils geht es in das Chlor-calcium.

Borsäure.

Man erkennt sie am sichersten an der grünen Färbung der Flamme, welche Spiritus zeigt, in welchem sich die Borsäure ge-löst findet. Man darf sich aber nicht verdriessen lassen, wenn im Anfang diese grüne Färbung nicht zu bemerken ist, sondern erst ge-gen das Ende hin; besonders wenn man die Auflösung rührt oder Baumwolle hineinlegt, ist sie recht in die Augen fallend. Jedoch lässt diese Reaction noch eine Verwechslung zu. Wird nämlich ein chlor-wasserstoffsäures Salz mit Spiritus übergossen und die Mischung angezündet, so zeigt sich in Folge des entstehenden Chloräthers auch eine grüne Färbung; diese ist jedoch derjenigen durch Borsäure so unähnlich, dass man beide nur einmal gesehen haben darf, um sie nicht wieder zu verwechseln.

Salpetersaures Bleioxyd giebt einen weissen Niederschlag von

borsaurem Bleioxyd; dieses Reagens ist besser als salzsaurer Baryt und salzsaurer Kalk; der Niederschlag von borsaurem Bleioxyd ist nämlich in Wasser schwerer löslich, als der von salzsaurem Baryt und Kalk; die Niederschläge, die durch dieselben hervorgebracht werden, sind auch in Salmiak und in einem Ueberschusse des Reagens löslich, namentlich der borsaure Kalk.

Salpetersaures Silberoxyd giebt einen weissen Niederschlag von borsaurem Silber, das sich besonders in vielem Wasser auflöst. Merkwürdig ist es, dass, wenn man in eine mit vielem Wasser verdünnte Solution irgend eines borsauren Salzes die Silbersolution einträgt, ein in vielem Wasser unlöslicher brauner Niederschlag entsteht, der keine Spur von Borsäure enthält, sondern seiner Natur nach blosses Silberoxyd ist. Beide Niederschläge sind in kaustischem Ammoniak wie in Salpetersäure vollständig löslich.

Quecksilbersublimat giebt einen in Wasser unlöslichen Niederschlag, der ein Oxychloruretum ist, zusammengesetzt aus Quecksilberchlorid und Quecksilberoxyd.

Auf trockenem Wege erkennt man die Borsäure, indem man das Salz mit einem Gemenge von einem Theile Flussspath und vier und einem halben Theile sauren schwefelsauren Kalis und etwas Wasser anrührt, dieses auf einen Platindrath bringt, und es so der Spitze der innern Flamme aussetzt; wenn das Gemenge schmilzt, entsteht eine grüne Farbe rings um die Flamme; diese grüne Farbe verschwindet aber sehr bald und kommt dann nicht wieder zum Vorschein.

Die quantitative Bestimmung der Borsäure ist sehr schwierig. Durch Abdampfen erreicht man seinen Zweck nicht mit Genauigkeit, weil sich immer etwas Borsäure mit verflüchtigt. Auch ist es gar nicht zu erlangen, dass man sie in Verbindung mit einer Basis als einen unlöslichen Niederschlag erhält, weil sie mit keiner einzigen Basis einen in Wasser unlöslichen Niederschlag giebt.

Besser thut man daher, im Falle die Borsäure in einer Flüssigkeit allein ist, oder noch etwas Salpetersäure enthält, dass man die Solution mit einer genau gewogenen Quantität reinen, frisch geglühten Bleioxydes vermischt, sie damit zur Trockne verdampft und den Rückstand in einem tarirten Plattingefässe glüht; die Gewichtszunahme zeigt alsdann den Gehalt von Borsäure an.

Hat man die Borsäure an eine feuerbeständige Basis gebunden, welche Verbindung durch Schwefelsäure zerlegbar ist, so verfährt man nach *Arfwedson* so, dass man einen Theil der gewogenen borsauren Verbindung im fein gepulverten Zustande in einem Platintiegel mit der drei- oder vierfachen Menge fein zerriebenen Flussspaths und so viel concentrirter Schwefelsäure übergiesst, dass ein dicker Brei entsteht; diesen erhitzt man dann, bis keine sauren Dämpfe mehr kommen; es entsteht alsdann Fluorbor, welches vollständig entweicht, und später entweicht auch die im Ueberschuss zugesetzte Schwefelsäure; es bleiben die Basen als schwefelsaure Salze übrig, natürlich vermengt mit dem schwefelsauren Kalk, der aus dem Flussspath entstanden ist. Diesen trennt man nach früher angeführten Methoden, und durch den Verlust erfährt man die Menge der Borsäure. Es setzt

diese Methode aber voraus, dass in der Verbindung kein Wasser vorhanden sei, ferner dass der Flussspath chemisch rein sei, und dass er namentlich keine Kieselsäure enthalte, weil sich sonst Fluorsilicium bilden würde. Da solcher Flussspath aber nicht selten in der Natur vorkommt, so hat man vorgeschlagen, statt desselben Chlorbarytium zu nehmen.

Noch einfacher ist es aber nach *Berzelius*, den Flussspath oder die Fluorverbindung ganz und gar wegzulassen, und die Schwefelsäure mit Flussssäure zu vermengen; nur muss letztere in einer Platinretorte bereitet sein. Es wird die Verbindung mit diesem Gemenge erhitzt, zur Trockne verdampft und geglüht. Man erhält in diesem Falle als Rückstand schwefelsaure Salze.

Hat man eine Verbindung von Borsäure mit Baryterde zu untersuchen, so geschieht dies am besten mit Schwefelsäure.

Hat man Borsäure in Verbindung mit Metalloxyden, so geschieht die Bestimmung durch Schwefelwasserstoff aus der sauren, durch Schwefelammoniak aus der neutralen Solution. In der metallfreien Flüssigkeit ermittelt man die Borsäure auf die nämliche Weise, wie bei der Phosphorsäure angegeben ist.

Kieselsäure.

Sie wird am sichersten auf *trocknem Wege* erkannt, und zwar durch ihr Verhalten zur Soda. Die Kieselsäure ist die einzige Substanz, welche mit Soda unter Brausen und Entwicklung von Kohlensäure zu einer durchsichtigen, klaren, farblosen Perle zusammenschmilzt; es kann sogar noch eine geringe Menge von einer Erde zugegen sein, die Reaction tritt doch ein. Je mehr Erde aber vorhanden ist, um so unschmelzbarer ist nachher die Verbindung mit Soda.

Gegen Phosphorsalz verhält sie sich so, dass sie als eine durchscheinende, aufgeschwemmte Masse in der Perle umherschwebt, ohne zu schmelzen.

Auf *nassem Wege* ist sie daran zu erkennen, dass sie in Säuren, mit Ausnahme von Flussssäure, unlöslich ist, namentlich im geglühten Zustande; die Flussssäure aber löst Kieselsäure unter allen Umständen. Im nicht geglühten Zustande dagegen ist die Kieselsäure in Säuren nicht ganz unlöslich, was man daraus abnehmen kann, dass, wenn man kieselsaures Kali mit Salzsäure übersättigt, kein Niederschlag zum Vorschein kommt; die Kieselsäure bleibt alsdann in der Salzsäure vollständig gelöst; wenn man diese Auflösung abdampft, zeigt sich eine Gallerte, die ganze Quantität Kieselsäure kommt aber erst zum Vorschein, wenn man die Mischung bis zur Trockne eindampft.

Kaustisches Kali löst ungeglühte Kieselsäure leicht zu einer nicht gallertartigen Flüssigkeit.

Kohlensaures Kali und Natron nimmt gleichfalls die Kieselsäure auf, ist aber von der Auflösung in kaustischem Kali dadurch unterschieden, dass sie in der Kälte gelatinirt. Wiewohl die ungeglühte Kieselsäure im Wasser nicht ganz unlöslich ist, so sieht man doch, dass sich von der geglühten keine Spur auflöst. Von den Salzen der

Kieselsäure sind auflöslich die basischen mit alkalischer Grundlage; je mehr in dem Salze die Kieselsäure zunimmt, um so schwieriger sind sie lösbar, ja nicht einmal Säuren nehmen alsdann die Verbindung auf, z. B. das Glas.

Aehnlich verhalten sich die kieselsauren Verbindungen mit Baryt und Kalk; sie sind in Wasser unlösbar und geben mit Salzsäure versetzt einen Niederschlag, wobei indess ein Theil Kieselsäure noch stets in der Solution bleibt.

Alle kieselsauren Verbindungen, die in Wasser unlöslich sind, lassen sich (nach ihrer verschiedenen Analyse) in drei Abtheilungen bringen:

- 1) solche, die mittelst Salzsäure zersetzbar sind. Sollte Salzsäure im Stich lassen, so wirkt Schwefelsäure gewiss, z. B. bei Tafelspath, Stilbit (kieselsaurem Kalk);
- 2) solche, die nicht durch Säuren, wohl aber durch Glühen mit der dreifachen Menge von kohlensaurem Kali oder Natron zersetzt werden, wobei sich Kohlensäure entwickelt, z. B. Chlorit;
- 3) solche, die eben so wenig durch Säuren, als durch kohlensaure Alkalien zerlegt werden können. Diese muss man in einem Silbertiegel mit kaustischem Kali schmelzen, z. B. Zirkon, Cyanit (kieselsaure Thonerde).

Hat man Kieselerde für sich allein quantitativ zu bestimmen, so muss folgendermassen verfahren werden: Ist die Flüssigkeit sauer, so dampft man sie zur Trockne ab; ist sie alkalisch, so muss sie erst mit Salzsäure angesäuert, und dann zur staubigen Trockne abgedampft werden; ist sie nicht so trocken abgeraucht, so würde sie sich beim Ausziehen in Wasser auflösen. Die zur Trockne abgedampfte Masse wird alsdann in Wasser gebracht, welches die fremden Bestandtheile auflöst und die reine Kieselsäure ungelöst zurücklässt; man süsst aus, trocknet recht scharf, und glüht sie in einem Platintiegel, wo man sie nach dem Glühen bedecken muss, weil sie das Wasser aus der Atmosphäre mit besonderer Begierde einsaugt.

Ist sie in einer Verbindung, die durch Säure zerlegt werden kann, so reibt man die Verbindung trocken in einem Achatmörser; ein Theil des Pulvers wird alsdann in einem Platintiegel getrocknet (die Temperatur darf aber nicht über 80° Reaum. steigen, weil sonst andere flüchtige Substanzen und chemisch gebundenes Wasser entfernt werden könnten; auch lösen sich diese Verbindungen, wenn man die Temperatur zu hoch gesteigert hat, nicht recht in Säuren); nach dem Trocknen wiegt man sich eine Quantität in einem Becherglase ab, giesst Salzsäure darauf, und lässt es damit in der Kälte stehen (in der Wärme muss man die Verbindung nur behandeln, wenn sie schwieriger durch Säuren zersetzbar ist); in manchen Fällen ist Salpetersäure besser, z. B. wo Blei oder Silber zugegen ist, namentlich bei den Glasuren. Schwefelsäure nimmt man nicht gern, obwohl sie alle kieselsauren Verbindungen zerlegt. — Man sieht dann, dass sich entweder die Kieselsäure als eine Gallerte abscheidet, ja dass die ganze Masse auch wohl zu einer steifen Gallerte erstarrt, während bisweilen die Kieselsäure sich auch als zarte Flocken aus der Flüssigkeit nie-

derschlägt. Um zu erfahren, ob die kieselsaure Verbindung durch die angewandte Säure vollständig zersetzt ist, muss man einen Glasstab auf dem Boden hin und her führen und beobachten, ob sich vielleicht ein Knirschen wahrnehmen lässt; den noch ungelösten Theil der Verbindung, der auf dem Boden des Gefässes bisweilen als eine schwerere Masse erkennbar ist, schlämmt man sorgfältig ab, und behandelt ihn von Neuem mit Salzsäure; erreicht man hierdurch seinen Zweck nicht, so kann man annehmen, dass das unzersetzt Gebliebene eine eingemengte fremdartige Beimengung war; diese wird dann abfiltrirt, getrocknet, besonders untersucht, und das Gewicht von dem der Verbindung abgezogen. Ist das Aufschliessen nun beendigt, so verdünnt man das Ganze mit Wasser, filtrirt die Kohlensäure ab, süsst sie aus, trocknet sie scharf und glüht sie. Eine geringe Menge von Kieselsäure, die aber niemals mehr als 1 pCt. ausmacht, geht dadurch verloren, dass sie in dem sauren Filtrate gelöst bleibt. (Diesen Umstand suchte man so zu beseitigen, dass man die Flüssigkeit erst eindampfte, um die überflüssige Säure zu vertreiben, welche das eine Procent Kieselsäure gelöst hielt; jedoch ist die Methode aus andern Gründen nicht annehmbar.)

Die oben übrig gebliebene Flüssigkeit sättigt man mit Ammoniak, und erhält dadurch einen Niederschlag von Eisenoxyd und Thonerde; beide scheidet man nachher auf die früher angeführte Weise. Alsdann entfernt man den Kalk durch Zusatz von oxalsaurem Ammoniak, und bestimmt die etwa darin enthaltene Magnesia mit kohlsaurem Kali. Ist keine Magnesia zugegen, so dampft man die Flüssigkeit nach der Abscheidung ein; das Ammoniak geht weg, und das Alkali bleibt an Chlor gebunden übrig. Da nun in dem Filtrate ein Procent Kieselsäure ist, so darf man sich nicht wundern, in allen diesen Niederschlägen Spuren von Kieselsäure zu finden (am meisten hat deren Magnesia, weniger Eisenoxyd und Thonerde, die Kalkerde gewöhnlich keine); desshalb muss man bei genauer Analyse alle diese Niederschläge nochmals in Salzsäure auflösen, wobei die Kieselerde zurückbleibt.

Ist die kieselsaure Verbindung eine durch Säure nicht zersetzbare, so verfährt man folgendermassen: Die Verbindung wird zunächst in einem Achatmörser in ein sehr zartes Pulver verwandelt, dann die Masse in ein Becherglas gebracht und Wasser aufgegossen; was zu Boden fällt, muss von Neuem noch zerrieben werden; was sich mit dem Wasser weggeschlemmt hat, wird getrocknet und erhitzt, bis es nichts mehr an Gewicht verliert (zuvor muss man aber wissen, dass bei der Verbindung kein Eisen war). Hat man Substanzen, welche härter als Achat sind, so wird von demselben in die zu analysirende Substanz eingehen; man muss desshalb den ganzen Mörser vorher wiegen; nach dem Reiben wiegt man ihn wieder, und der Gewichtsverlust ist die Quantität, welche in die zerriebene Substanz übergegangen ist. Da der Achat grösstentheils nur Kieselerde ist, so wird Alles, was vom Mörser mit übergegangen ist, als Kieselerde in Anschlag gebracht. Von diesem feineren Pulver vermischt man einen Theil mit drei Theilen getrockneten, fein zerriebenen kohlsauren Kalis; die Mischung macht man gleich in dem Platintiegel, worin die Schmel-

zung erfolgen soll, und rührt dieselbe mit einem Glasstabe unter einander. (Natron kann nicht statt Kali genommen werden, es sei denn, man wisse schon vorher, dass in der Verbindung keine Magnesia ist, oder man wollte auf die genaue Bestimmung der Magnesia verzichten, alsdann kann man auch Natron nehmen.) Der Platintiegel wird dann mit einem Deckel verschlossen und in einen, inwendig mit Kreide ausgestrichenen, runden hessischen Tiegel gesetzt; so bleibt der Platintiegel mindestens eine Stunde lang in der Glühhitze, und wird erst aus demselben herausgenommen, wenn sich Alles abgekühlt hat. Zusammengeschmolzen findet man die Masse nur dann, wenn viel Kieselsäure vorhanden war, zusammengesintert dagegen, wenn die Quantität unbedeutend war; sieht die Masse grün oder bläulich aus (nach dem Schmelzen), so verräth dies einen Mangangehalt. Man versucht, durch vorsichtiges Drücken die Masse in Einem Stücke in ein Becherglas zu bringen; was im Platintiegel sitzen geblieben ist, sucht man durch Wasser herauszubringen; Salzsäure darf man hierzu nur dann nehmen, wenn kein Mangan zugegen war, denn die Salzsäure würde in diesem Falle Chlor entwickeln, und dieses würde den Platintiegel angreifen. Zu der Flüssigkeit im Becherglase setzt man Salzsäure, bis sie sauer reagirt, und zwar mit Vorsicht, damit nicht etwa durch das Brausen ein Verlust entstehe; war wenig Kieselsäure und viel Kali in der Verbindung, so löst sich bisweilen die ganze Kieselerde mit auf; im entgegengesetzten Falle aber scheidet sich die Kieselsäure gallertartig oder in Flocken aus. Erst wenn die Untersuchung so weit gediehen ist, kann man wissen, ob die Verbindung durch Behandeln mit kohlensaurem Alkali vollständig aufgeschlossen worden ist.

Ist das Aufschliessen gut von Statten gegangen, und hat man eine klare Auflösung erhalten, so wird diese nachher gelinde zur Trockne abgedampft (eine Porcellanschale nimmt man hierzu, wenn Mangan vorhanden war; im entgegengesetzten Falle eine Platinschale). Dieses Abrauchen muss sehr langsam geschehen, und die Schale muss mit weissem Fliesspapier bedeckt sein. Gegen das Ende muss das Feuer sehr schwach sein, oder noch besser, man rührt fortwährend mit einem Glasstabe in der Schale, um den Verlust durch Verspritzen zu vermeiden; das Abdampfen selbst wird bis zur völligen Trockne fortgesetzt; dann lässt man es vollständig erkalten, befeuchtet die erkaltete Masse gleichmässig mit Salzsäure, und lässt sie damit in der Kälte eine halbe Stunde lang ruhig stehen. Das Befeuchten geschieht deshalb, weil die Thonerde und das Eisenoxyd während des Abrauchens theilweise ihre Säure verlieren; sie würde also, wenn man keine Salzsäure anwenden wollte, zum Theil bei der Kieselsäure bleiben und diese verunreinigen. Nach dem halbstündigen Stehen setzt man Wasser hinzu, welches alle Substanzen, mit Ausnahme der Kieselsäure, auflöst; man filtrirt letztere ab, süsst sie aus, trocknet sie scharf, und bestimmt ihr Gewicht nach dem Glühen; aus dem Filtrate scheidet man die übrigen Substanzen auf die nämliche Weise, wie aus den Verbindungen, die durch Säuren zersetzbar sind. Auch hier findet eine Verunreinigung statt, wie oben schon angeführt

ist. Dieses Verfahren ist gut ausführbar, wenn die Verbindung kein feuerbeständiges Alkali enthält, oder wenn dieses feuerbeständige Alkali nicht quantitativ bestimmt werden soll; wollte man aber das Alkali mit berücksichtigen, oder wollte man es auch bestimmen, so würde man kein Kali und kein Natron anwenden. In solchen Fällen bedient man sich zum Aufschliessen des kohlensauren Baryts; früher nahm man Bleioxyd (welches aber nicht zu empfehlen ist). Dagegen ist in solchen Fällen der Gebrauch der Flusssäure besonders rathsam; alsdann wird die Kieselsäure als Fluorsilicium ausgeschieden, und man hat nachher nur lauter Fluorverbindungen.

Chlorwasserstoffsäure (Chlor).

Das beste Reagens ist *salpetersaures Silberoxyd*; es entsteht eine weissliche Trübung oder ein weisslicher Niederschlag, der in grössern Massen käsig erscheint; dieser Niederschlag färbt sich am Lichte violett; in Salpetersäure ist er unlösbar, von kaustischem Ammoniak wird er dagegen leicht aufgenommen. Man muss aber dabei berücksichtigen, dass nicht eine Basis zugegen sei, die auch durch das Ammoniak gefällt und in einem Ueberschusse von Ammoniak unlöslich sei, z. B. Sublimat; setzt man dann salpetersaures Silberoxyd zu, so ist der entstandene Niederschlag in kaustischem Ammoniak unlöslich, weil dasselbe einen Niederschlag von Chlorammonium mit Quecksilberoxyd hervorrufen würde. Ein Niederschlag mit salpetersaurem Silberoxyd kann mit Bromsilber verwechselt werden, unterscheidet sich jedoch dadurch, dass das Bromsilber einen etwas gelblichen Schein hat, ferner dadurch, dass es nicht so leicht in kaustischem Ammoniak löslich ist, als Chlorsilber.

Salpetersaures Quecksilberoxydul giebt einen weissen, in verdünnter Säure unlöslichen Niederschlag von Quecksilberchlorür, wird durch kaustisches Ammoniak und kaustische Alkalien überhaupt schwarz gefärbt, und ist in verdünnten Säuren ebenfalls unlöslich.

Essig- und salpetersaures Bleioxyd bewirken ebenfalls einen weissen, in vielem Wasser und in verdünnten Säuren löslichen Niederschlag von Chlorblei; kaustisches Ammoniak verändert diesen Niederschlag nicht.

Man entdeckt Chlor noch besonders, wenn es gebunden zugegen ist, indem man die Verbindung mit Schwefelsäure und mit einem Superoxyd, gewöhnlich Braunstein, erhitzt; es entwickelt sich alsdann ein Chlorgeruch. Eine Hauptbedingung aber ist, dass die Chlorverbindung auch durch Schwefelsäure zersetzbar sei; denn nicht alle Chlorverbindungen sind durch dieselbe zersetzbar (z. B. Sublimat, Calomel und Zinnsalz entwickeln schweflichte Säure, und bilden ein schwefelsaures Oxyd).

Chlor und Salzsäure unterscheidet man dadurch, dass man die Verbindung mit Blattgold vermischt; ist Salzsäure zugegen, so wird das Gold nicht verändert; ist Chlor vorhanden, so wird es aufgelöst.

Auf trockenem Wege erkennt man das Chlor nach *Berzelius* daran, dass man sich eine Perle aus Kupfer- und Phosphoroxyd ver-

schafft, und die Chlorverbindung damit erhitzt, bis sich eine schöne blaue Flamme zeigt; dies ist besonders dann anwendbar, wenn die Chlorverbindung in Wasser unlöslich ist.

Quantitative Bestimmung. Ist die Verbindung in Wasser lösbar, so wird sie mit Salpetersäure schwach angesäuert, wobei nicht zu vergessen ist, dass die Verbindung mit Wasser reichlich verdünnt sein muss, denn sonst läuft man Gefahr, dass ein Theil des Chlors durch die Salpetersäure ausgetrieben wird; alsdann schlägt man sie mit salpetersaurem Silberoxyd nieder. (Die fernere Behandlung s. unter *Silber*.)

Hat man Chlor mit Antimon oder Zinn, so ist die Bestimmung nicht so einfach; man muss dann die Metalle erst durch Schwefelwasserstoff entfernen, sodann wird das Schwefelmetall abfiltrirt, in der Flüssigkeit bleibt aber immer noch etwas Schwefelwasserstoff; diesen darf man nicht durch Erwärmen entfernen, sondern man muss eine Solution von salpetersaurem Kupfer hinzubringen; es bildet sich Schwefelkupfer, welches man abfiltrirt, und dann schlägt man das Chlor mit salpetersaurem Silber nieder; aus der Menge des Chlorsilbers berechnet man den Gehalt des Chlors.

Ist eine Verbindung in Wasser unlösbar, so muss man eine verdünnte Säure anwenden, und zwar verdünnte Salpetersäure; nur muss die Solution in der Kälte geschehen. Ist eine Chlorverbindung in verdünnter Salpetersäure in der Kälte nicht lösbar, z. B. Calomel, dann geschieht es am besten, indem man das fein pulverisirte Calomel mit reiner Aetzkalklauge digerirt, das sich ausscheidende Quecksilberoxydul abfiltrirt, das Filtrat mit Salpetersäure übersättigt und mit salpetersaurem Silberoxyd präcipitirt. Ist aber Chlorsilber oder Chlorblei zugegen, so muss man einen andern Weg einschlagen, indem man die Verbindung in einen geeigneten Apparat (Kugelapparat) bringt, und Wasserstoffgas darüber hinleitet; es bildet sich Salzsäure und metallisches Silber; entwickelt sich keine Salzsäure mehr (was man daraus sehen kann, dass ein mit Ammoniak befeuchtetes Glasstäbchen, in den Gasstrom gebracht, keine weissen Dämpfe mehr giebt), so lässt man das Ganze erkalten, und wiegt nun den Rückstand. Aus der Menge des so erhaltenen Silbers oder Bleies entnimmt man dann den Chlorgehalt.

Fluor, Fluorverbindungen und Fluorwasserstoffsäure.

Man erkennt sie am besten durch das Aetzen des Glases. Hat man eine feste Verbindung vor sich, so wird diese in einem Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure übergossen; in der Kälte erfolgt keine Zersetzung, sobald man es aber erhitzt, zeigen sich Dämpfe von Flusssäure, die das Glas angreifen. Man bringt z. B. eine mit Wachs überzogene Glasplatte, auf welcher Schriftzüge eingegraben sind, mit den Dämpfen in Berührung, und die vom Wachs entblösten Stellen werden von der Flusssäure angegriffen; weil aber das Wachs gern früher schmilzt, ehe noch die Einwirkung erfolgt ist, so thut man wohl, die Kehrseite der Glasplatte mit Wasser zu befeuchten. Die Flusssäure ätzt die Stellen im Glase matt; ist die Menge der Fluorverbindung allzu

gering, so zeigt sich das Angegriffene auf der Glastafel erst beim Anhauchen. Hat man keinen Platintiegel, so ändert man den Versuch dahin ab, dass man die Verbindung mit Schwefelsäure zu einem Brei anrührt, unmittelbar auf die mit Wachs überzogene Glasplatte trägt, und so das Ganze erwärmt.

Ist in einer Solution Fluor, so verfährt man nach *Berzelius* in der Art, dass man ein kleines Uhrgläschen inwendig mit Wachs überzieht, Schriftzüge darin eingräbt, die Solution alsdann mit Schwefelsäure versetzt und langsam in dem Uhrgläschen eindampft. Nach dem Wegnehmen des Wachses bemerkt man gleichfalls eingezätzte Stellen auf der Innenseite des Uhrglases.

Das einzige Reagens auf nassem Wege ist Chlorcalcium; es giebt einen weissen, in verdünnter Salz- und Salpetersäure, ja sogar in Flusssäure wenig löslichen Niederschlag (Fluorcalcium), der sich erst abscheidet, wenn man etwas Ammoniak zugesetzt hat, indem er dann gallertartig zu Boden fällt.

Vor dem Löthrohre haben die Proben keinen Werth, weil das Löthrohr da auch nicht aushilft, wo obige Proben im Stich lassen.

Quantitative Bestimmung. Die Menge der Fluors erfährt man am besten aus dem Verluste; die Verbindung muss in Platintiegeln behandelt werden; nach dem Glühen (wo die Fluorverbindung weggeht) bleibt alsdann ein neutrales schwefelsaures Salz zurück, und aus der Menge berechnet man nachher den Gehalt an Basis. Wäre etwa Wasser mit in der Verbindung, so kann man dieses in den meisten Fällen durch vorheriges Glühen abscheiden.

Schwefelwasserstoff, Schwefel und Schwefelverbindungen.

Um Schwefelwasserstoff zu erkennen, bedarf man eigentlich keines andern Mittels, als des Geruches, man wird nicht leicht eine Verwechslung zu befürchten haben; ausserdem kann man sich einer Metallauflösung bedienen, wozu sich besonders Blei eignet. In den Verbindungen wird der Schwefel auch durch den Geruch erkannt, da die Mehrzahl aller Schwefelverbindungen durch Chlorkohlenstoffsäure zersetzt und unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff in Chlormetalle verwandelt werden. Erhitzt man eine Schwefelverbindung in einer an beiden Seiten offenen Glasröhre, oder nimmt man das Erhitzen auf der Kohle vor, so bemerkt man eine Entwicklung von schweflichter Säure, die auch bald durch den Geruch gefunden werden kann. Bisweilen wird dieser Geruch etwas verdeckt; es ist daher immer gerathener, beim Erhitzen in einer Glasröhre ein Streifen Fernambuckpapier hineinzulegen, dessen Farbe verschwinden muss, wenn schweflichte Säure entwickelt wird.

Auf trockenem Wege. Man schmilzt die Schwefelverbindung mit Soda auf Kohle; es bildet sich dann eine Schwefelverbindung mit alkalischer Basis; diese legt man dann auf ein Silberblech, befeuchtet es, und sieht nun einen dunkeln Fleck von Schwefelsilber entstehen.

Quantitative Bestimmung. Man bringt eine zuvor abgewogene Quantität der Verbindung in einen langhalsigen Kolben, giesst Königs-

wasser darauf, und digerirt längere Zeit; es entsteht ein Metalloxyd, das sich theilweise mit der entstandenen Schwefelsäure vereinigt, welche nachher durch Baryt getrennt wird. Allen Schwefel auf diese Weise in Schwefelsäure zu verwandeln, würde zu lange währen und auch unnütz sein. Man filtrirt daher den Schwefel, wenn er eine rein gelbe Farbe angenommen hat, ab, süsst ihn aus, trocknet ihn und bestimmt sein Gewicht; natürlich wird das Gewicht des Schwefels im schwefelsauren Baryt hinzu addirt. Schneller und vollkommner erreicht man seinen Zweck, wenn man die Schwefelverbindung in eine dünne Glasröhre abwägt, diese in eine Stöpselflasche bringt, in der sich rauchende Salpetersäure befindet, und den Stöpsel rasch aufsetzt; wenn die heftige Einwirkung nachgelassen hat, wird die Flasche geöffnet und mit ihrem Inhalt erwärmt.

Hat man Schwefelwasserstoff quantitativ zu bestimmen, so unternimmt man dies am sichersten durch eine Metallauflösung, und zwar eignet sich dazu am besten etwas mit kaustischem Ammoniak vermischter Kupfervitriol.

Cyanwasserstoffsäure.

Man erkennt sie am besten daran, dass man in ihre Solution *salpetersaures Silberoxyd* tröpfelt; es entsteht ein weisser Niederschlag von Cyansilber; dieser scheidet sich beim Schütteln leicht von der Flüssigkeit ab, und mit der Entstehung dieses Niederschlages verschwindet auch der Geruch derselben nach Blausäure; wenn man Bittermandelwasser vor sich hat, so geht der Geruch nie weg. Der Niederschlag von Cyansilber ist in Salpetersäure unlöslich, sehr leicht löslich dagegen in kaustischem Ammoniak; auch ist er im Ueberschuss von salpetersaurem Silberoxyd lösbar, und man thut daher besser, die blausäurehaltige Flüssigkeit zu der Silbersolution zu giessen. Auch ist dieser Niederschlag von Cyansilber in Cyankalium lösbar.

Ein anderes Reagens ist eine Auflösung von Eisen, die Oxyd und Oxydul enthält, am besten eine Solution von Eisenvitriol, die man der Luft ausgesetzt hat; hierzu muss jedoch die Blausäure erst an ein Alkali gebunden werden; man schüttelt hierzu am besten die Flüssigkeit mit Aetzkalilauge; alsdann setzt man die Eisensolution hinzu, und sodann Chlorwasserstoffsäure, wodurch ein blauer Niederschlag von Berlinerblau zum Vorschein kommt. Hat man blos eine blausäurehaltige Flüssigkeit vor sich, so verschwindet hierbei der Geruch auch vollkommen; hat man jedoch Bittermandelwasser vor sich, so verschwindet er nicht. Hat man die Säure zuvor nicht an ein Alkali gebunden, so kann man die Eisensolution hinzubringen, und es findet dann gar keine Veränderung statt. Wenn die Blausäure an Kali gebunden ist, und man setzt eine Oxydauflösung hinzu, so wird ein brauner Niederschlag (blosses Eisenoxyd) entstehen.

Ein drittes Reagens, vom geringsten Werthe, ist schwefelsaures Kupfer. Hierzu wird die blausäurehaltige Flüssigkeit ebenfalls mit einem Alkali geschüttelt, und hierauf schwefelsaures Kupfer zugesetzt;

es entsteht alsdann ein weisser Niederschlag von Kupfercyanür. Dieses Reagens ist jedoch wenig zuverlässig.

Quantitative Bestimmung. Man vermischt die Flüssigkeit mit salpetersaurem Silberoxyd (jedoch nicht zu viel); den weissen Niederschlag von Cyansilber filtrirt man ab, süsst ihn aus, trocknet ihn und bestimmt sein Gewicht. Noch besser ist es aber, den Niederschlag zu glühen und sich auf diese Weise regulinisches Silber zu verschaffen; aus dem Verluste bestimmt man die Menge des Cyan und der Cyanwasserstoffsäure. Dieses Verfahren ist aber nur dann anwendbar, wenn nicht gleichzeitig Chlorwasserstoffsäure zugegen ist; alsdann muss man die Blausäure an Kali binden und das entstandene Cyankalium mit einer Eisenauflösung niederschlagen; das Berlinerblau aber seinem Gewichte nach zu bestimmen, ist sehr misslich, einmal weil das Berlinerblau nur schwer von dem anhängenden Wasser befreit werden kann, und dann weil das frisch niedergeschlagene und abfiltrirte Berlinerblau immer in Wasser ein wenig lösbar ist; nicht zu gedenken, dass alles Berlinerblau immer eine gewisse Menge Cyankalium zurückhält, welches durch Auswaschen nicht entfernt werden kann. Wenn es daher nothwendig ist, die Blausäure mittelst Eisens niederschlagen, so muss man das Berlinerblau nach dem Abfiltriren mit Salmiakwasser auswaschen, wodurch es sich mehr in Wasser löst; alsdann muss man das Berlinerblau aussüssen, bis alles Cyan zerstört und das Eisen vollkommen in Eisenoxyd verwandelt ist; das rückständige Eisenoxyd wird alsdann in Salzsäure aufgelöst und aus der Solution mit kaustischem Ammoniak niedergeschlagen, ausgesüsst, getrocknet und geglüht. Aus der Menge des so erhaltenen Eisenoxydes berechnet man die Menge des Eisens, und hieraus die Menge des Cyans und der Cyanwasserstoffsäure.

Einige Elemente, welche zu keiner der vorhergehenden Abtheilungen gehören, als: Gasarten, Jod, Brom und Selen.

Gasarten.

Bei Untersuchung der Gasarten sind folgende Regeln und Manipulationen zu beobachten.

Die entbundenen Gase werden am besten über Quecksilber in einem graduirten Cylinder, oder in Ermangelung des hierzu nöthigen Apparates in einem ähnlichen zusammengesetzten über Wasser aufgefangen, und sowohl ihre qualitative als quantitative Bestimmung weiter aus einander gesetzt, wie folgt.

Man hat *erstens* das Volum des ganzen Gasgemenges in einem schmalen cylindrischen, am besten nach dem Decimalsysteme graduirten Glase, bei Beobachtung des Barometerstandes und der Temperatur zu bestimmen, wobei darauf zu achten ist, dass das Wasser oder Quecksilber, welches zur Absperrung dient, sowohl innerhalb als ausserhalb des Cylinders gleich hoch stehe. *Zweitens* ist das relative

Verhalten und die Qualität der Bestandtheile zu bestimmen, welches am besten geschieht:

In einem Eudiometer, entweder mit Wasserstoffgas oder Sauerstoffgas; mit *ersterem*, wenn man das andere, mit dem *andern*, wenn man brennbare Gasarten in dem zu untersuchenden Gemenge vermuthet. Wäre die Quantität des Sauer- oder Wasserstoffgases so gering, dass man keine Verpuffung damit zu Wege bringen könnte, so wird ein hinreichendes Gemenge beider in bestimmter Quantität und mit entsprechendem Ueberschusse der einen oder der andern Gasart zugeleitet und darauf durch einen elektrischen Funken die Verpuffung bewerkstelligt, wornach man bemerkt, ob die Raumverminderung durch Condensation grösser ist, als sie der zugesetzten Gasmischung gemäss hätte erfolgen müssen; was anzeigt, dass auch ein Theil des Probegases verbrannt ist.

Salzsaures oder neutrales schwefelsaures Eisenoxydul in das Probeglas gebracht, giebt durch schwarze oder dunkelbraune Färbung den Gehalt von nitrösem Gase zu erkennen.

Neutrale essigsaure Bleisolution, mit dem Gasgemenge in Berührung gebracht, wird von schwefel- und phosphorhaltigen brennbaren Gasen schwarz gefärbt, wenn solche vorhanden sind.

Kalk- und Barytwasser zeigt durch Trübung Kohlensäure an.

Bleiüberoxyd zeigt durch Absorbition das Vorhandensein von schwefelsaurem Gase an.

Chlorsilber entbindet Hydrochloresäure, wenn Schwefel- oder Phosphorwasserstoffgas zugegen ist, und absorbirt auch das Ammoniakgas.

Kali- und Natronhydrat saugen alle Gasarten ein, und werden, wenn Cyan zugegen ist, schwarz gefärbt.

Boraxsaures Natron nimmt, mit Ausnahme der Hydrothion- und Kohlensäure, alle sauren Gase auf.

Krystallisirte Boraxsäure und geschmolzenes Chlorcalcium absorbiren das Ammoniakgas, indem sie auf die meisten andern Gasarten keine Wirkung äussern; auch nimmt die Boraxsäure aus einem Gemenge saurer Gasarten die Kieselflussssäure auf, wo selbige darin enthalten ist.

Chlorgas, im Finstern mit brennbaren Gasarten gemischt (da im Lichte eine Explosion erfolgen würde), nimmt, mit Hinterlassung des einfachen Kohlenwasserstoffgases, die Dämpfe von brenzlichem Oele und das ölbildende Kohlenwasserstoffgas auf. Der Rückstand wird am Lichte condensirt und das gebildete Superoxydul mit Kalihydrat neutralisirt.

Kalium, in einem Gemenge von Kohlenwasserstoff- und Kohlenoxydgas erhitzt, verbindet sich mit dem letzteren zu kohlensaurem Kali und lässt ersteres zurück.

Eingehangene Reagenzpapiere, mit Pigmenten und Solutionen getränkt, welche eine wie vorhergehend bemerkte Farbenänderung erleiden, können zu vorläufiger Ermittlung des sauren oder alkalischen Gehaltes und der Gegenwart von Cyan angewandt werden, sowie ein passives Verhalten aller genannten Reagentien das Vorhandensein von Azotgas anzeigt.

Die quantitative Bestimmung der Gasarten beruht vorzüglich auf Ermittlung der Volumsverminderung nach der Absorbition oder Condensirung der verschiedenen Gase; anderentheils durch Gewichtsbestimmung aus den durch Absorbition bewirkten Verbindungen der Gase, im Vergleiche mit den zuvor gewogenen Reaktionsmitteln, wobei man aber minder genaue Resultate erhält.

Sauerstoffgas.

Der Sauerstoff kommt in allen oxydirten Körpern der drei Naturreiche, bei organischen Gebilden, in Oxyden und Säuren vor, und ist durch folgende Mittel zu erkennen und zu bestimmen:

- 1) Er scheidet sich am Pluspole der *galvanischen Säule* als der elektro-negativste Körper von seinen Verbindungen in Gasgestalt aus.
- 2) Bei einigen Oxyden der Schwermetalle (Manganüberoxyd, Quecksilberoxyd) kann er *durch blosses Erhitzen* abgeschieden werden.
- 3) *Durch Reduktion oxydirter Metalle* mittelst Kohle oder kohlenstoffhaltiger Körper, wobei sich der Sauerstoff mit dem Kohlenstoff zu Kohlensäure verbindet, und Schwefelung des sich reducirenden Oxydes durch Hydrothionsäure, wo man durch Berechnung die Quantität des ausgeschiedenen Sauerstoffes findet.
- 4) *Durch Verbrennen oxydbarer Stoffe* in der zu prüfenden Gasemengung (z. B. Phosphor), wo sich Phosphorsäure bildet.
- 5) *Durch Stickstoffoxydgas*, indem er mit demselben salpetrige Säure bildet, welche sich in rothen Dämpfen zu erkennen giebt.
- 6) *Durch Wasserstoffgas* im Eudiometer, indem sich Wasser bildet und die Volumsverminderung die Quantität des vorhandenen Sauerstoffes angiebt, oder indem man das gebildete Wasser in Chlorcalcium auffängt und durch Berechnung der Gewichtszunahme das Quantum des vorhandenen Sauerstoffes findet.
- 7) *Durch Verbindung des sich ausscheidenden Sauerstoffes mit einer säurefähigen Basis*, deren Sättigungsvermögen bekannt ist, wobei sich aus der gebildeten Säure der Sauerstoffgehalt eines in Untersuchung stehenden Körpers bestimmen lässt.

Wasserstoffgas.

Wo man es bei einer Analyse mit Wasserstoff zu thun hat, giebt sich derselbe öfters durch einen eigenthümlich übeln Geruch, von beigemengtem Kohlenwasserstoff herrührend, zu erkennen, welcher sich besonders bei seiner Ausscheidung von organischen Stoffen gebildet hat; jedoch ist hierauf nicht sonderlich zu achten, und man muss sofort, wie folgt, sich von dessen Vorhandensein sicherer überzeugen:

- 1) Indem man im Kreise der voltaischen Säule am negativen Pole die Gasentbindung beobachtet und das Ergebniss auf Wasserstoff prüft.
- 2) *Durch Chlor*, welches in Berührung mit Wasserstoffgas eine Raumverminderung bewirkt, indem sich Hydrochlorsäure bildet.
- 3) *Durch Vermischung* mit einem entsprechenden Volum Sauerstoff-

gas in dem von Volta verbesserten Eudiometer und Verpuffung des Gemenges durch einen elektrischen Funken; oder man bewirkt die Wasserbildung mittelst Platinschwammes ohne Detonation, und bestimmt den Wasserstoffgehalt nach der geschehenen Raumverminderung, indem nämlich zwei Drittheile desselben dem vorhandenen Wasserstoffgase entsprechen.

Stickstoffgas.

Bei anorganischen Naturgebilden kommt dasselbe nur selten vor, und zwar: im Ammoniak, in der Salpetersäure und als zufällig seltener Bestandtheil in Mineralwassern und Fossilien animalisch-vegetabilischen Ursprungs, sowie noch weiter als Hauptbestandtheil der atmosphärischen Luft und in Gruben, wo es bei mächtiger Desoxydation der Luft durch gewisse Fossilien isolirt wird, und wegen mangelnden Luftzuges sich anhäuft.

Für die Prüfung auf Stickstoff sehe man Salpetersäure und Ammoniak nach, wo man das Nöthige zu dessen Bestimmung ersehen wird. Dessgleichen auch

Kohlenstoff

bei Kohlensäure, indem derselbe meist in Verbindung mit Sauerstoff vorkommt, oder in dieser Verbindung ermittelt und bestimmt wird.

J o d.

Im freien Zustande kommt es nicht vor, sondern an verschiedene Metalle, besonders Natrium, gebunden, im Steinsalz, in Salzquellen und Mineralwassern, sowie als Jodkalium im Seetang, Badeschwamm etc.

Man entdeckt das Jod auf analytischem Wege:

- 1) Durch Uebergießen der Jodverbindungen mit concentrirter Schwefelsäure, durch welche es in violblauen Dämpfen angetrieben wird.
- 2) Die hydrojodsauren Salze geben in ihren Auflösungen, durch Zusatz von Silbersolution, einen in Ammoniak unauflösliehen Niederschlag. — Jodsilber; durch Chlorquecksilber einen rothen, durch salpetersaures Bleioxyd einen orange gelben, und durch Kupfersolution einen grünen Niederschlag.
- 3) Vor dem Löthrohre zeigt das Jod, mit Phosphorsalz und Kupferoxyd untermengt, eine smaragdgrüne Farbe, und giebt sich gleichzeitig durch seinen eigenthümlichen, dem Chlor ähnlichen Geruch zu erkennen.
- 4) Als das vorzüglichste Reagens auf Jod dient eine durch Aufkochen bereitete Solution des gemeinen Stärkemehls, welche selbst den millionsten Theil an Jodgehalt in irgend einer Auflösung desselben durch einen indigblauen, auch schwarz-, oder röthlichblauen Niederschlag zu erkennen giebt.

10*

Brom.

Es wird aus der Mutterlauge des Seesalzes und aus der Vaeccoda des Seetang gewonnen, worin es an Magnesia gebunden enthalten ist.

Man scheidet es am besten aus seinen Verbindungen durch Chlor, und versetzt die Auflösung mit Schwefeläther, welcher das Brom auflöst und dadurch eine amethystrothe Farbe erhält. Sodann wird die ätherische Auflösung mit Kali versetzt, wodurch sich bromsaures und Bromkalium bildet, aus welchem (mittelst Zusatzes von Schwefelsäure und Braunstein) durch Destillation das Brom in dunkelrothen Dämpfen übergetrieben wird, und in vorgeschlagenem Wasser sich condensirend niederfällt. Hierauf wird es durch nochmalige Destillation über Chlorcalcium von seinem Hydratwasser befreit rein erhalten.

Vor dem Löthrohre mit einer Perle von Kupferoxyd und Phosphorsalz geschmolzen, ist es an der blauen, an den Rändern grünlichen Färbung der Flamme kennbar, und von dem Chlor dadurch zu unterscheiden, dass dieses den Rand der Flamme purpurroth färbt.

Mit Stärkemehlaulösung giebt das Brom einen orange gelben, ins Röthliche ziehenden Niederschlag.

Selen.

Dieses kommt mit Metallen (Selenblei, Selenkupfer, Tellurwismuth) und Schwefel verbunden, und in Bezug zu letzterem auch in einigen Sorten Schwefelsäure vor, jedoch überhaupt nur spärlich und selten. Auf dem kürzesten und sichersten Wege ist das Selen als selenige Säure auszumitteln und rein darzustellen, wesshalb man es bei Vorkommen in selbige verwandelt, nachdem man die übrigen Bestandtheile der Zusammensetzung (durch Auflösen in Goldscheidewasser und Fällung mit Hydrothionsäure, welche jedoch nicht im Ueberschusse angewandt werden darf) ausgeschieden hat, die selenige Säure mit Kali verbindet, wodurch eine abermalige Ausscheidung fremder Stoffe bewirkt wird, und endlich durch Zersetzung des selenigsauren Kalis mittelst salzsauren Ammoniums das Selen ausgeschieden und durch Sublimation isolirt dargestellt wird.

Kommt das Selen in Verbindung mit Schwefel vor, so löst man denselben durch Aetzkalilauge auf, wonach sich bei gelinder Erwärmung der Solution das Selen als grauschwarzes Pulver abscheidet.

Aus der Verbindung mit Blei scheidet man das Selen durch Auflösung in Salpetersäure und nachherigen Zusatz von schwefelsaurem Natron, mit welchem es sodann selenigsaures Natron bildet, woraus man das Selen rein darstellt.

Vor dem Löthrohre mit Natron und Silicium zusammengeschmolzen, verhält sich das Selen den Schwefelverbindungen analog, und giebt sich nebenbei durch einen rettigartigen Geruch zu erkennen.

Selennatrium oder Selenkalium geben wie Schwefelkalium, wenn es befeuchtet auf Silber gelegt wird, einen dunkelbraunen Flecken.

Kommt das Selen als selenige Säure in Verbindungen vor, so wird es daraus durch schwefeligsaures Ammonium mit dunkelrother Farbe abgeschieden.

Mit Silber-, Blei- und Barytsalzen bildet die selenige Säure Niederschläge, welche in überschüssiger Säure wieder auflöslich sind, wodurch sie sich wesentlich von der Selensäure unterscheidet, welche keine im Ueberschusse der Säure wieder lösliche Niederschläge bildet.

Dessgleichen wird die Selensäure durch schwefeligsäures Ammonium nicht zu Selen reducirt, sondern erst nach vorhergegangener Desoxydation durch Hydrochlorsäure.

Endlich bewirkt auch Hydrothionsäure keine Veränderung zu Schwefelselen, wie es bei der selenigen Säure der Fall ist. Es kann demnach durch die angegebenen Reaktionen die Selensäure von der selenigen Säure deutlich unterschieden werden.

e-
t-
r,
m
rd
es
e-
en
ch
on
r-
en
r-
ns
s-
in
nd
als
es
e-
le-
im
le-
ei-
es
is-
an
är-
let.
ch
let-
let,
ol-
md
enn
i.
ird
rbe

Qualitative und quantitative Untersuchung der Mineralwasser.

Von *) dem zu untersuchenden Mineralwasser hat man sich wenigstens zwei Flaschen voll von der Quelle frisch gefasst und gut verkorkt zu verschaffen. Die eine dieser Flaschen wird in einem Porcellan- oder Glasgefäße entleert, und das Wasser wenigstens eine halbe Stunde lang gekocht, wobei zu beobachten ist, dass weder Staub noch sonstige Unreinigkeiten hineinfallen; nach dem erfolgten Abkühlen wird das Wasser durch weisses Löschpapier filtrirt und zur ferneren Anwendung wohl verstopft bei Seite gestellt.

Von Reagentien, deren man sich am zweckmässigsten bedient, und die fast unter allen Umständen zureichend sind, hat man folgende zur Hand zu stellen:

1. Aetzkalklösung.
2. Neutrales kohlen-saures Kali.
3. Cyaneisenkalium.
4. Saures kleesaures Kali, oder besser kleesaures Ammonium.
5. Chlorbarium.
6. Chlorgold.
7. Salpetersaures Silberoxyd.
8. Kalkwasser, frisch bereitetes.
9. Gallussäure oder spirituöse Galläpfeltinktur.
10. Lakmstinktur (mit wässerigem Weingeist bereitet).
11. Fernambuktinktur.
12. Basisches phosphorsaures Ammoniak.

Hierauf schütte man in zehn Probegläser von dem frischen, und in drei andere von dem gekochten, zur Untersuchung bestimmten Wasser, und zwar eine dem Raume derselben angemessene Quantität, etwa zwei Drittheile ihres Raumgehaltes. Der Bequemlichkeit wegen nimmt man längliche, cylinderförmige, unten abgerundete, weisse Gläser, welche in einem durchlöcherten hölzernen Stative eingesetzt stehen, wie solche dem praktischen Laboranten hinreichend bekannt sind. Alsdann tröpfele man in nachstehender Ordnung die folgend bezeichneten Reagentien ein, und zwar in dem Maasse, als sich noch eine Wirkung zu erkennen giebt; also in:

1. *Lakmstinktur*. Wenn in dem Wasser ein Gehalt von freier Säure ist, so wird die Flüssigkeit einen Stich ins Rothe bekommen. Wenn diese Röthung nach weiterem Zusatze einiger Tropfen des Reagens wieder vermindert oder ganz in Blau verändert erscheint,

*) Dieses einfache und zweckmässige Verfahren ist nach Doebereiner's Angabe.

so ist der vorhandene Säuregehalt gering, und wenn in einem der mit gekochtem Wasser gefüllten Gläser gar keine Röthung erfolgt, so hat man es mit Kohlensäure zu thun; wenn aber eine dunkelrothe Färbung des Wassers sich einstellte, welche nicht binnen zehn bis zwölf Stunden verschwindet, so lässt sich mit Sicherheit auf ein vorhandenes Metallsalz schliessen.

2. *Kalkwasser*. Die vorhandene freie Kohlensäure bewirkt mit einigen Tropfen des Reagens eine Trübung, welche alsbald wieder verschwindet; bei weiterem Zusatze werden nebst kohlenurem, neutralem Kalke auch saure, kohlenure Erden (Bicarbonate) und die in Kohlensäure gelösten Metalloxyde niedergeschlagen, welche sich nicht wieder in Wasser auflösen.

3. *Fernambuktinktur*. Wenn das Wasser ein Alkali oder eine kohlenure Erde enthält, so entsteht auf Zusatz dieses Reagens eine gelbbraune, bis schön hochrothe Färbung.

4. *Salzsaurer Baryt (Chlorbarium)*. Hat das vorhergehende Reagens ein Alkali angezeigt, so muss solches vor Anwendung dieses durch Salz- oder Salpetersäure neutralisirt werden. Ergiebt sich hierauf mit Chlorbarium ein Niederschlag, so zeigt solcher Schwefelsäure oder schwefelsure Salze an.

5. *Salpetersaures Silberoxyd*. Es zeigt durch einen weissen, flockigen Niederschlag sowohl Salzsäure, als auch deren Salzverbindungen (Chloride) an. Zeigt sich der Niederschlag im Anfang der Fällung schwarz oder braun, so lässt sich daraus auf Hydrothionsäure oder auf das Vorhandensein eines Schwefelsalzes schliessen. Enthält das Wasser kohlenure Alkalien, so muss man solche zuvor durch Salpetersäure zersetzen und neutralisiren.

6. *Oxalsaures Ammoniak oder saures kleeures Kali*. Es dient dazu, um vorhandene Kalkerde auszuschneiden; die Fällung des oxalsuren Kalkes geht aber langsam von Statten, wesshalb man sich nicht übereilen darf.

7. *Basisch phosphorsaures Ammoniak* wird angewandt, um etwa vorhandene Talkerde (Magnesia) zu entdecken, nachdem das Wasser schon mit einem Oxalsalze behandelt und von dem erzeugten Niederschlage rein abfiltrirt worden ist.

8. *Ätzkalklösung*. Man wendet sie an, um Erd- und Metallsalze zu zersetzen, deren Basen gefällt werden. Wenn sich ein weisser, nach einiger Zeit gelb werdender Niederschlag bildet, so zeigt solcher einen Eisengehalt an.

9. *Neutrales kohlenures Kali* kommt zur Fällung derjenigen Erd- und Metallsalze in Anwendung, deren Säure keine Kohlensäure ist.

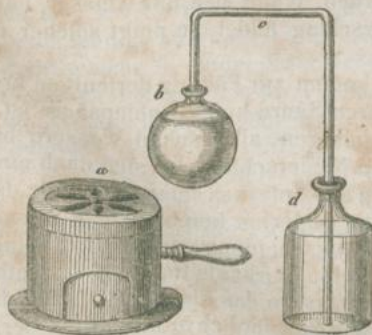
10. *Cyaneisenkalium*. In eisenhaltigen, alkalischen Wassern bewirkt dieses Reagens einen grünen Niederschlag, der sich nach einigen Stunden blaugrün an dem Boden des Gefässes ablagert. Wurde das Alkali zuvor mit einer Säure gesättigt, oder ist keines in dem Wasser vorhanden, so geschieht die Eisen-Ausscheidung sogleich mit blauer Farbe. Noch empfindlicher, als das gelbe, wirkt als Reagens das rothe Cyaneisenkalium, weil in den Quellwassern das Eisen nur als Oxydul enthalten ist. Wenn aber das Eisen, wie gewöhnlich in Mineralwassern,

in Kohlensäure aufgelöst ist, so darf man in abgekochtem Wasser keinen Reaktions-Effect, weder von diesem, noch von einem andern Fällungsmittel, erwarten, indem durch das Kochen die Kohlensäure entfernt und das Eisen schon ausgeschieden wurde.

11. *Chlorgold* ist bei Mineralwassern von sehr geringem Eisengehalte als sehr empfindliches Reagens von *Ficinus* empfohlen, nachdem man zuvor die freie Säure durch kohlen-saures Natron abgestumpft hat. Es bringt selbst da noch eine Wirkung hervor, wo Cyaneisenkalium oder Gallussäure sich indifferent verhalten, indem sich eine Trübung zeigt und reducirtes Gold ausgeschieden wird.

12. *Gallussäure oder spirituöse Galläpfelinktur*. In frisch gefasstem, kohlen-säurehaltigem Wasser erfolgt die Wirkung des Reagens nicht sogleich, sondern nur allmählig mehr und mehr. Erscheint die Färbung auch nach mehreren Stunden nur blass purpurroth, so zeigt dies einen sehr geringen Eisengehalt an. Bei alkalischen Wassern entsteht eine schmutziggrüne oder dunkelbraune Färbung. Wo wegen allzu grosser Geringhaltigkeit an Eisen keine Reaction erfolgen will, kann man selbige dadurch bewirken, dass man ein wenig Kalkwasser oder aufgelösten kohlen-sauren Kalk zusetzt. Brächte die Gallussäure in gekochtem Wasser keine Färbung hervor, so war die verflüchtigte Kohlensäure das Solvens des Eisens, und entsteht nach einigen Stunden eine meergrüne Färbung des Wassers, so deutet dies auf Vorhandensein eines Alkali. So sicher diese Probe auch für Alkalien ist, so muss doch das Wasser lange genug gekocht haben, damit sich in demselben kein Rückhalt an kohlen-saurer Magnesia befinde, welche eine ähnliche Wirkung verursacht.

Die hierauf vorzunehmende Zusammenstellung der durch vorstehende Versuche gefundenen Stoffe giebt eine leichte Uebersicht der Bestandtheile des Wassers im Allgemeinen, indem man solche nach den Regeln der Verwandtschaft so zusammenpaart, wie sie folgerecht neben einander bestehen können, und hierauf schreitet man zur quantitativen (maassgeblichen) Bestimmung, wo man zunächst die gasförmigen Bestandtheile vornimmt, und zwar die *der Kohlensäure*, wie folgt: Der hier befindliche kleine Apparat ist sowohl für den gegenwärtigen Zweck, als mit entsprechenden Abänderungen für sehr viele Arbeiten im Kleinen sehr zweckmässig.



Der kleine Ofen *a* ist von starkem Eisenblech, hat zur Seite eine Handhabe, unten eine Schieberthüre, durch welche eine Weingeistlampe eingeschoben wird; seine obere Rundung hat nach innen einen vorstehenden Rand, auf welchen Eisenkränze oder durchlöcher-tes Blech nach der nöthigen Weite der Gefässe eingelegt werden. Höhe und Durchmesser des Ofens sind gleich und betragen 8 bis 9 Zoll.

In diesen Ofen wird die Glaskugel *b* entweder auf die freie Flamme, oder mittelst Einsatzes in ein Sandbad eingesetzt. Das eingekittete Schenkelrohr *c* reicht mit seinem längeren Ende bis nahe zum Boden der damit verbundenen Flasche *d*, und ist in den Hals derselben nur locker mit einem Kork eingesteckt.

Die Glasglocke *b*, welche 50 bis 100 Kubikzoll fassen kann, wird bis auf ohngefähr 3 bis 4 Kubikzoll, welche leer bleiben, mit dem zu untersuchenden frisch gefassten Mineralwasser angefüllt, sodann die Schenkelröhre mit ihrem kürzeren Ende in die Mündung eingekittet. Die Vorlagflasche wird bis zu $\frac{4}{5}$ ihres Raumgehaltes (der etwa auch 100 Kubikzoll betragen kann) mit Kalkwasser und Aetzammoniak erfüllt, und das schon genannte längere Ende des Schenkelrohres bis nahe zum Boden eingesteckt. Alsdann wird der Inhalt der Glasglocke ins Kochen gebracht und eine Stunde lang darin erhalten, um die vorhandene Kohlensäure vollständig auszutreiben, welche von dem Kalkwasser und Ammoniak absorbiert wird, während sich der gebildete kohlensaure Kalk am Boden des Gefäßes sammelt. Wenn hierauf keine Gasentwicklung mehr beobachtet wird, so nimmt man die Vorlagflasche ab und setzt sie gut verstopft bei Seite. Nach Absetzen des kohlensauren Kalkes wird die überstehende Flüssigkeit mit einem Heber abgenommen, das Sediment auf ein Filter gebracht, mit destillirtem Wasser abgewaschen, getrocknet und sodann gewogen. Sollte sich ein Theil des kohlensauren Kalkes an der Wand des Glasgefäßes festgesetzt (krystallisirt) haben, so spült man diesen mit etwas Salzsäure aus, und schlägt mittelst kohlensäuerlichen Kalis oder Natrons den Kalk wieder nieder, welcher auf dasselbe Filter gebracht wird, wo bereits der erste Niederschlag, wie schon bemerkt wurde, behandelt war. Aus dem Gesamtgewichte des so erhaltenen kohlensauren Kalkes berechnet man das Gewicht und Volum der im Wasser enthaltenen Kohlensäure. Der Zusatz des Ammoniaks zum Kalkwasser hat den Zweck, die Entweichung von Kohlensäure zu hindern, wenn sie mit den heissen Wasserdämpfen übergeht, und im Falle nicht hinreichend Kalk vorhanden wäre, dessen Stelle zu vertreten. Im letzteren Falle muss durch Zusatz von mehr Kalkwasser das kohlensaure Ammonium zerlegt werden, bevor man die Abscheidung des kohlensauren Kalkes bewerkstelligt.

Stickgas oder atmosphärische Luft. Um einen etwaigen Gehalt solcher in dem Mineralwasser zu ermitteln, wird die Glaskugel und Gasleitungsröhre so mit dem Wasser angefüllt, dass alle darin enthaltene Luft ausgetrieben wird; sodann lässt man das längere Schenkelrohr unter der pneumatischen Wanne in eine mit Kalilauge gefüllte Messröhre einmünden, worin sich der Gehalt an Stickgas oder an atmosphärischer Luft nach beendigtem Kochen anzeigt.

Hydrothionsäure (Schwefelwasserstoff). Das hierauf zu prüfende Wasser wird mit einer Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, die zuvor mit Aetzammoniak gesättigt worden war, versetzt, worauf sich, wenn Hydrothionsäure vorhanden ist, ein schwarzer Niederschlag bildet (Schwefelsilb.), welcher mit dem Filtrum abgeschieden, getrocknet und gewogen, durch Berechnung den Gehalt an Hydrothionsäure angiebt.

Um die festen Bestandtheile der Mineralwasser quantitativ zu bestimmen, giebt *Berzelius* folgende sehr praktische Methode an:

Man dampft eine genau abgewogene Menge des zu untersuchenden Wassers in einer mit Papier bedeckten Porzellan- oder Glasschale bei gelinder Wärme bis zur Trockne ein, und verfährt bei der weiteren Scheidung in folgender Ordnung der Stoffe. Enthält das Wasser Erdsalze, so scheidet man zuerst die Chloride aus, hierauf die schwefelsauren Salze, und zuletzt trennt man die kohlen-sauren Salze mit den mit ihnen vermengten Oxyden, und zwar auf folgende Art:

1) Man übergießt die trockne Masse mit Alkohol von 0,84 spec. Gewicht, und digerirt damit einige Stunden lang; sodann wird durch ein gewogenes Filter filtrirt, und mittelst Alkohol, mit Beihülfe einer Feder, so viel als man aus der Schale bringen kann, herausgespült, worauf sie auf dem Filter mit kochend heissem Alkohol, so lange dieser etwas auflöst, gewaschen wird. Die alkoholige Auflösung enthält Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorecalcium, Chlormagnium und Extraktivstoff, wovon sie mehrentheils eine rothe oder braungelbe Farbe hat, und aus einigen Wassern ein Harz, welches nach verschiedenen Quellen zu variiren scheint. Man dampft den Alkohol auf einer gewogenen gläsernen Schale ab, und wiegt den Rückstand. Er wird sodann in Wasser aufgelöst, wobei das Harz zurückbleibt. Enthielt das Wasser salzsaure Salze (Chlorerdmatalle), was immer der Fall ist, wenn es kein kohlen-saures Alkali enthält, so werden diese durch Kochen mit kohlen-säuerlichem Natron zersetzt und niedergeschlagen. Ehe dies geschieht, thut man wohl, ein Paar Tropfen Aetzammoniak zuzusetzen; bewirken diese einen Niederschlag, so kann dieser entweder phosphorsaurer Kalk oder irgend eine eigentliche Erde sein, und muss untersucht werden. Sind jene Erden Kalk- und Talkerde, so trennt man sie nach einer der in der Folge angegebenen Vorschriften. Das einfachste Verfahren dieser Trennung ist folgendes: Man sättigt den Niederschlag mit destillirter Schwefelsäure, und erhitzt die zur Trockne abgedampfte Masse bis zum anfangenden Glühen, wiegt die geglühte Masse und zieht die schwefelsaure Magnesia mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kalk in Wasser aus. Der rückbleibende schwefelsaure Kalk wird wieder getrocknet, geglüht und gewogen. Der Gewichtsverlust ist schwefelsaure Talkerde. Aus den beiden schwefelsauren Salzen bezeichnet man die Menge der metallischen Basen derselben. — Die mit Natron behandelte niedergeschlagene Flüssigkeit wird mit Salpetersäure gesättigt und mit salpetersaurem Silberoxyd niedergeschlagen. Der Niederschlag wird auf ein gewogenes Filter genommen, gewaschen und scharf getrocknet. Er zeigt den Gehalt von Salzsäure (Chlor) an. Die mit dem genannten Silberoxyd geprüfte Flüssigkeit wird jetzt auf Kali geprüft. Das überschüssige Silbersalz wird mit ein wenig Kochsalz oder mit Salzsäure niedergeschlagen, die Flüssigkeit filtrirt, bis zur beginnenden Krystallisation verdampft, und dann mit einer concentrirten Auflösung von Chlorplatin-natrium vermischt. Erfolgt ein gelber Niederschlag, so ist Kali vorhanden. In diesem Falle fügt man noch mehr von der Platinauflösung hinzu, dampft das Gemenge bei

sehr gelinder Wärme bis zur Trockne ab, behandelt das trockne Salz mit Alkohol, wäscht das zurückbleibende Chlorplatinatrium mit Alkohol aus, trocknet und wiegt dasselbe. 100 Theile davon entsprechen 30,37 Theilen Chlorcalcium (oder 19,443 Theilen Kali). Man hat jetzt die Quantität von Calcium, Magnium, Kalium und Chlor gefunden. Man berechnet die zur Sättigung dieser drei Metalle erforderliche Menge von Chlor; was dann von diesem übrig bleibt, ist mit Natrium verbunden gewesen. Auf diese Art bestimmt man die Quantität eines jeden der vier Chloride, welche in einem Mineralwasser vorhanden sein können.

2) Wenn die in Alkohol auflösliche Salzmasse zugleich salpetersaure Salze enthält, so wird die Analyse verwickelt. Ihre Gegenwart und Menge ergibt sich nach der Bestimmung der Quantität der mit Chlor verbundenen Metalle aus dem Ueberschusse der letztern. Eine andere Methode, die Menge der Salpetersäure auszumitteln, wäre die, dass man ein gegebenes Gewicht der Salzmasse mit Kupfer- oder Eisenfeile vermengt, das Gemenge in einer pyropneumatischen Glasröhre erhitzt, das sich dabei entwickelnde Stickgas auffinge, und aus dessen Volumen das Gewicht der Salpetersäure berechne. Finden sich in der durch Alkohol ausgezogenen Salzmasse Salpetersalze, so ist immer salpetersaures Kali unter den in Alkohol unauflöslichen Substanzen enthalten, worauf besonders Rücksicht genommen werden muss.

3) Das in der Abrauschschale Zurückgebliebene wird mit lauwarmem Wasser ausgespült, welches darauf auf den im Filter (in No. 1.) zurückgelassenen, in Alkohol unauflöslichen Rückstand gegossen wird, und man fährt fort, warmes Wasser zuzugiessen, so lange das Durchgegangene noch etwas Aufgelöstes enthält. Das sich im Wasser Auflösende besteht gewöhnlich in schwefelsauren Salzen von Kalk, Talkerde und Natron, selten von Kali. Diese werden auf die Art getrennt, dass erst ein Tropfen Ammoniak zugesetzt wird, um zu sehen, ob sich ein Niederschlag bildet, welcher dann für sich untersucht werden muss. Hierauf werden die Erden mit kohlsaurem Natron, und die Schwefelsäure mit Chlorbarium niedergeschlagen, worauf die Berechnung nach den oben (in No. 1.) angegebenen Grundsätzen gemacht wird.

4) Enthält das in Untersuchung genommene Wasser Gyps, so muss der in kaltem Wasser unauflöste Theil mit dem Dreihundertfachen seines Gewichtes Wasser gekocht werden, um den Gyps aufzulösen. Die Solution wird abgedampft und das Salz in einem offenen Platin- oder Silbertiegel geglüht. Hat der Gyps vor dem Glühen eine gelbliche Farbe, so rührt solche von Extraktivstoff her.

5) Dasjenige, was weder durch Alkohol noch durch Wasser aufgelöst werden kann, wird mit ein wenig Salzsäure aus der Abrauschschale abgelöst, und mit eben dieser Säure wird der im Wasser unauflösliche, auf dem Filter (in No. 3.) gebliebene Theil aufgelöst. Die Auflösung kann enthalten: Eisenoxyd, Manganoxyd, Kalk und Talkerde, welche auf folgende Art getrennt werden. Die Flüssigkeit wird in ein hohes Cylinderglas gegossen und darauf in kleinen Theilen mit einer Auf-

lösung des Bicarbonates von Kali oder Ammoniak vermischt; es entsteht hierbei ein starkes Aufbrausen, das Eisen- und Manganoxyd scheiden sich aus, und der Kalk und die Talkerde bleiben als Bicarbonate in der Flüssigkeit aufgelöst zurück. Man trennt den Niederschlag von der überstehenden Flüssigkeit durch Filtriren, wäscht denselben mit Wasser aus, löst ihn wieder in Salzsäure auf, und fällt aus der Auflösung, nachdem dieselbe zuvor mit Ammoniak vollkommen neutralisirt worden, zuerst das Eisenoxyd mit bernsteinsaurem Natron, und dann das Manganoxyd mit basischem kohlen-saurem Kali oder Natron, glüht die Niederschläge nach sorgfältigem Auswaschen und Trocknen in einem offenen Platintiegel, wiegt und reducirt ihr Gewicht auf das der Oxydule. Die von Eisen- und Manganoxyd getrennte Flüssigkeit und das Waschwasser des Niederschlages werden mit basischem kohlen-saurem Kali oder Natron vermischt, um die Kalk- und Talkerde als Carbonate auszuscheiden, und zur Trockne abgedampft. Man übergießt dann die trockne Salzmasse mit Wasser, wäscht die unauflösl. zurückbleibenden Erden wiederholt mit Wasser aus, und scheidet die Kalkerde von der Talkerde auf die in No. 1. beschriebene Art durch Schwefelsäure u. s. w. von einander.

In einigen Wassern findet man kohlen-saure Strontia, Fluorcalcium, phosphorsaure Kalkerde und phosphorsaure Thonerde.

Man erhält die Strontia in der Analyse mit dem Kalk zugleich, und sie wird von diesem getrennt, wenn beide in Salpetersäure aufgelöst und zur völligen Trockne abgedampft werden, worauf der Rückstand in absolutem Alkohol, welcher die salpetersaure Strontia unauflösl. zurückläßt, aufgelöst wird.

Die Gegenwart der Fluorsäure wird entdeckt, wenn die in überschüssiger Salpetersäure aufgelösten Erden in einem mit einem reinen Uhr-gläse bedeckten Platintiegel abgedampft werden, worauf nach dem Eintrocknen der Masse Zeichen dieser Säure auf dem Glase sichtbar werden.

Die phosphorsauren Erden werden mit dem Eisenoxyd durch Ammoniak niedergeschlagen. Die Thonerde wird mit Kali, welches auch ihre Phosphorsäure aufnimmt, ausgezogen, und der phosphorsaure Kalk wird erhalten, wenn er mit dem Eisenoxyd in Salzsäure aufgelöst, und die Auflösung erst mit Cyaneisenkalium und dann mit Aetzammoniak niedergeschlagen wird. War in der zuerst mit Alkohol, dann mit Wasser und endlich mit Salzsäure behandelten Masse Kieselerde vorhanden, so bleibt diese unauflösl. zurück.

Die Analyse alkalischer Wasser ist einfacher.

Man raucht die in Wasser aufgelösten Salze bis zur Trockne ab, glüht und wiegt sie, worauf das Salz mit Essigsäure gesättigt und durch essigsäure oder salpetersaure Baria niedergeschlagen, und wenn der Niederschlag abgeschieden ist, mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt wird *).

*) Hierbei ist zu bemerken, dass man vor dem Niederschlagen mit salpetersaurem Silber Salpetersäure zusetzen muss, damit kein essigsäures Silber mit niederfalle. Setzt man freie Salpetersäure vom Anfange zu, so hält es schwer, die niedergeschlagene schwefelsaure Baria von salpetersaurer Baria zu befreien.

Man berechnet aus dem Gewichte der Niederschläge den Gehalt an schwefelsauren Salzen und an Chloriden; der Ueberschuss ist kohlen-saures Alkali. Diese Wasser enthalten bisweilen phosphorsaure Salze, welche man entdeckt, wenn das überschüssige Silberoxyd mit Salzsäure niedergeschlagen, die Auflösung filtrirt und in einer zugepfpöften Flasche mit Aetzammoniak übersättigt wird, wobei sich basische phosphorsaure Baria niederschlägt. Will man nachher auf Kali prüfen, so wird die Flüssigkeit zur Trockne abgedampft und das Salz in einer Auflösung von kohlen-saurem Ammoniak aufgelöst, welche die Baria unauflöst zurücklässt, worauf das Ammoniak abgedampft und das geglühte Salz, nach bereits gegebener Anleitung, mit Chlor-platinnatrium behandelt wird.

Kohlen-saures Lithion, welches man in den Mineralwassern von Carlsbad, Marienbad und Franzensbrunnen in geringer Menge gefunden hat, entdeckt man auf die Art, dass die filtrirte concentrirte Auflösung der zuvor geglühten auflöselichen Bestandtheile des Wassers mit reinem phosphorsaurem Natron vermischt und zur Trockne abgedampft wird. Wird die trockne Salzmasse in Wasser aufgelöst, so bleibt eine weisse pulverige Substanz unauflöst zurück, welche ein Doppelsalz von phosphorsaurem Natron mit phosphorsaurem Lithion = $\text{Na O} + \text{L O} + 2 \text{P O}^{2.5}$ ist und in geglühtem Zustande 15 pCt. Lithion enthält.

Jod entdeckt man, wenn die Salzmasse mit Salpetersäure übersättigt und destillirt wird, wo dann das Jod sublimirt, oder in Verbindung mit Wasser als eine gelbe, das Amylon blau färbende Flüssigkeit übergeht.

Brom — ein Bestandtheil der Mutterlauge der meisten Salzsoolen — wird durch Behandlung der neutralen Mutterlauge mit Chlor in Freiheit gesetzt, und dann durch Schütteln derselben mit Aether ab-geschieden, welcher das Brom aufnimmt.

Statik der organischen Chemie nach A. Dumas.

Alles sinnlich Wahrnehmbare, folglich auch Thiere und Pflanzen, besteht im abstrakten Grundbegriffe aus einem Etwas, welches wir mit dem Worte Materie bezeichnen. Aber dem Forschungsgeiste steht hiermit noch ein weites Feld offen, welches zunächst zu den Fragen veranlasst: Was ist und woher kommt Materie? — Wie verhält sie sich in und zu den Gebilden der Körperwelt, und namentlich zu den organischen, in deren Bezug wir gegenwärtige Abhandlung vorgenommen haben; und endlich: Was wird im letzterwähnten Sinne aus der Materie, wenn die Lebenskraft in einem Organismus geschwunden ist, die erregenden Polaritäten ausgeglichen sind? oder mit andern Worten: wenn der Tod die Bande organischer Wesenglieder gelöst hat? —

Die neuere Chemie hat zwar eine beträchtliche Anzahl Grundstoffe aufgestellt, welche man als Material der Schöpfung betrachten könnte, und auch bis jetzt nach unsern Begriffen dafür annimmt; allein die Analyse der organischen Natur zeigt uns nur eine geringe Zahl derselben als nothwendig, um nach Maassgabe ganz einfacher Mischungsverhältnisse die zahllose Menge ihrer verschiedenartigen Gebilde hervorzubringen.

Von einem höhern, thatsächlich bewährten Gesichtspunkte aus betrachtet, zeigt sich alle organische Thätigkeit auf zwei entgegengestrebende Kräfte begründet, deren eine, die Oxydation (Verbrennung), den Organismus der Thiere beherrscht, und die andere, die Reduktion (Desoxydation), das Pflanzenleben bedingt.

Die gesammte Thierwelt, als ein aus vielen Gliedern bestehendes Ganze gedacht, stellt demnach einen grossen Verbrennungsapparat vor, der, in steter Thätigkeit erhalten, ununterbrochen Kohlensäure, Wasserdunst, Stickgas und Ammoniakoxyd liefert und an seine Umgebung, die Atmosphäre, absetzt, indem die Thiere fortwährend Kohlenstoff consumiren und in Kohlensäure verwandeln, Wasserstoff verbrennen und Wasser erzeugen, dabei durch Respiration freies Stickgas entbinden, und in Form von Ammoniakoxyd durch den Harn Stickstoff ausscheiden.

Im Pflanzenreiche findet dagegen der umgekehrte Fall statt, indem durch dessen normale Lebensthätigkeit Kohlensäure zersetzt, Kohlenstoff fixirt, das Wasser zersetzt, der Sauerstoff ausgeschieden, und Wasserstoff gebunden wird. Ferner beziehen die Pflanzen entweder direkt aus der Atmosphäre, oder indirekt aus dem Ammoniakoxyde und der Salpetersäure ihren grösseren oder geringeren Bedarf an Stickstoff; aus welchen Gesamtfunktionen sich das Pflanzenreich als ein mächtiger Reduktionsapparat darstellt, und so in gleich gros-

sem Verhältnisse zur Grundbedingung organischer Lebensthätigkeit und Formbildung die umgekehrte Rolle der Thiere spielt; nämlich was diese zerstörend in Elemente zersetzen, wieder aus denselben Elementen reproducirt, und so den unausgesetzt geregelten Gang der Natur unterhält.

S. Aus dem Gesagten geht nun weiter hervor, dass Thiere und Pflanzen ihren zeitlichen Bestand der Atmosphäre verdanken; denn gerade die vier Grundstoffe, woraus letztere zusammengesetzt ist, — Sauer-, Wasser-, Kohlen- und Stickstoff — sind es, welche in verschiedenen Mischungsverhältnissen auch die organischen Gebilde zur Grundlage haben, sowie deren Form und Eigenschaften bedingen. Man kann daher im entfernteren, höheren Sinne mit Recht behaupten, dass Thiere und Pflanzen aus Luft gebildet sind und sich wieder in solche auflösen; oder: die Gesamtmasse der organischen Natur ist — verdichtete Luft; und um sich von der Beschaffenheit der Atmosphäre, vor der Entstehung organischer Wesen auf unserm Planeten, einen Begriff zu machen, hat man derselben die Summe der Kohlensäure und des Stickgases zuzurechnen, welche sich Pflanzen und Thiere aus derselben angeeignet haben.

Stauenswürdig ist in der grossartigsten Einfachheit der Kreis des organischen Lebens gebildet, welches die Oberfläche des Erdballs bekleidet. Die Luft erhält oder erzeugt die oxydirten Produkte, Kohlensäure, Wasser, Stickstoffsäure (Salpetersäure) und Ammoniakoxyd. Die Pflanzen bemächtigen sich der Basen dieser Oxyde, des Kohlen-, Wasser-, Stickstoffes und Ammoniums, und bilden daraus alle organischen und organisirbaren Stoffe, welche die Thiere zu ihrer Nahrung bedürfen, und, wie bereits gesagt worden, als wahre Verbrennungsapparate mittelst derselben wieder Kohlensäure, Wasser, Ammoniakoxyd und Stickstoffsäure erzeugen, welche sie der Atmosphäre zurückliefern, um fort und fort dieselben Erscheinungen im Kreislaufe der Natur zu veranlassen und unausgesetzt zu unterhalten.

Um den vorstehenden Satz bestimmter und genauer zu definiren und anschaulicher dem Verstande vorzuführen, ist vorerst wohl zu bemerken, dass durch die bündigsten Resultate strengster Forschung und Beobachtung erkannt wurde, dass die Thiere keine wahre organische Stoffe erzeugen, sondern dieselben zerstören; dass vielmehr das Pflanzenreich die grosse Werkstätte der organischen Materie ist, worin die vegetabilischen und animalischen Stoffe auf Kosten der Luft gebildet werden. Aus den Pflanzen gehen diese fertig gebildet in die krautfressenden Thiere über, in denen sie theils zerstört, anderen theils in den animalischen Geweben abgesetzt werden, um ihr Wachsthum zur Vollkommenheit zu bringen und ihren Kraftvorrath zu steigern. Ganz ausgebildet empfangen von diesen die fleischfressenden Thiere ihren Bedarf an organischer Materie, in welchen abermals ein Theil davon zerstört, ein anderer zu den Bedürfnissen des Thierkörpers verwendet wird. Endlich kehren alle diese organischen Stoffe, theils während des Lebens dieser und aller Thiere, theils nach deren Tode zu unorganischem Stoffe verwandelt, wieder zu ihrer Urquelle, der Atmosphäre, zurück.

Wenn nun in dem bisher Abgehandelten die Urquelle oder der Grundbestand der Materie erläutert und versinnlicht wurde, so drängt sich weiter noch dem Forschungsgeiste die gewichtige Frage auf: Welche Kräfte sind es denn aber, die in der toten Materie das organische Leben bewirken? — *Lavoisier's* scharfsinniger Ausspruch: „Die Organisation, Empfindung, freiwillige Bewegung, kurz, das Leben, finden nur an der Oberfläche der Erde oder an andern Orten statt, zu denen das Licht Zutritt hat,“ giebt uns hierauf genügende Antwort; selbst die Fabel des Prometheus kann für den Ausdruck einer philosophischen Wahrheit gelten, welche auch den Alten nicht entgangen ist.

Ohne Licht war die Natur ohne Leben; die Weisheit des Schöpfers entfesselte das Licht aus den Banden der Finsterniss, und alsbald entstanden Organisation, Gefühl und Gedanken auf der Oberfläche nackter Planetenkörper.

So schön und erhebend diese Worte uns ansprechen, so wahr sind sie auch; denn es ist das Sonnenlicht, welches allein den un-nachahmlich gewaltigen Apparat des Pflanzenreiches bildet, in welchem die Reduktion der oxydirten Produkte der Luft stattfindet, in Trieb gesetzt und erhalten wird.

Wenn aber Gefühl und Denkkraft, wenn die edelsten Fähigkeiten der Seele und Intelligenz zur ihrer Manifestation einer materiellen Hülle bedürfen, so haben die Pflanzen die Bestimmung, das Grundgewebe dieser Hülle aus der Luft entzogenen Elementen, unter Einwirkung des Lichtes, darzustellen, das aus der unerschöpften Quelle der Sonne fortwährend der Erdoberfläche zuströmt.

Ogleich bei diesen grossartigen Erscheinungen Alles von Ursachen abhängt, die am wenigsten nahe zu liegen scheinen, so ist doch deren einfacher Gang in den mächtigen Phänomenen der Natur überzeugend erwiesen und durch genaue chemische Analysen bestätigt; denn das Ammoniakoxyd und die Stickstoffsäure (woraus die Pflanzen grösstentheils ihren Stickstoff beziehen) haben ihre Entstehung jenen gewaltigen elektrischen Funken zu verdanken, welche, aus den Gewitterwolken fahrend, die Luft in weiten Räumen durchschneiden, worauf die beiden genannten Stickstoffverbindungen in dem Gewitterregen herabfallen und den Pflanzen ihren Bedarf zuführen, sowie andererseits die Krater der Vulkane die Kohlensäure liefern, welche die Pflanzen als Hauptnahrung bedürfen.

Sobald nun Kohlensäure und salpetersaures Ammonium gebildet erscheinen, so werden sie durch eine nicht weniger energische, jedoch mildere Kraft, nämlich durch das Licht, in neue Thätigkeit gesetzt. Die Kohlensäure, das Wasser und das salpetersaure Ammonium werden durch Einwirkung des Lichtes in ihre Elemente zerlegt und die dem Pflanzenleben entsprechenden Stoffe an deren Träger abgesetzt, um die Erde mit ihrem grünen Teppiche zu bekleiden. Die produktive, organisirende Kraft der Pflanzen empfangen selbige demnach durch die Aufsaugung des Lichtes und der Wärme von der Sonne.

Die Atmosphäre ist also das geheimnissvolle Glied der Kette, wel-

ches das Pflanzenreich mit dem Thierreiche verbindet; in ihr haben wir die Urstoffe aller Organisation zu suchen. In den Vulkanen und Gewitterwolken erkennen wir die Laboratorien, wo Kohlensäure und salpetersaures Ammonium ursprünglich dargestellt werden, deren das Leben zu seiner Entfaltung und Vervielfältigung bedarf. Mit Hülfe dieser Urstoffe entwickelt das Licht das Pflanzenreich, dem aller organische Stoff seine Bildung verdankt. Die Pflanzen absorbiren also Licht und Wärme, oder die von der Sonne ihnen zuströmende chemische Kraft, wodurch sie fähig werden, die Kohlensäure, das Wasser und die Stickstoffsäure in einer viel wirksameren Weise zu zersetzen, als dies durch irgend einen künstlichen Reduktionsapparat möglich ist. Die Thiere endlich verbrauchen die organische Materie, und erzeugen als Verbrennungsapparate Wärme und Kraft zum Behufe willkührlicher Bewegung; dabei, obgleich nur durchgehend, — bevor eine Gährung stattfindet — gelangt die organische Materie zu ihrem höchsten Ausdrücke; allein indem sie zum Heber des Gefühls und Gedankens wird, erleidet sie selbst Veränderungen; sie verbrennt, verzehrt sich theilweise, und indem Wärme und Elektrizität erzeugt werden, welche das Maass ihrer Kraft sind, wird sie zerstört und kehrt in ihrer ursprünglichen Form wieder in die Atmosphäre zurück.

Da alle Lebenserscheinungen sich an Stoffen äussern, die wesentlich aus Kohlen-, Wasser-, Stick- und Sauerstoff bestehen, da diese Stoffe durch Zwischenformen (Kohlensäure, Wasser, Ammoniakoxyd) von dem Thierreiche zu dem Pflanzenreiche übergehen, da endlich die Luft die Quelle der Nahrung für das Pflanzenreich und zugleich das Meer ist, in welchem die Thiere sich auflösen, so haben wir diese verschiedenen Körper, jeden für sich, aus dem Gesichtspunkte der allgemeinen Physiologie zu studiren.

Chemische Zusammensetzungen.

Wasser besteht nach genauester Untersuchung aus:

1 Gewth.	Wasserstoff und
8 „	Sauerstoff.

Da der Chemiker nur die Atome der Körper vor Augen, und das Gewicht der Atome im Gedächtniss haben muss, so ist die Einfachheit jenes Verhältnisses von Wichtigkeit; denn da jedes Atom aus 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff besteht, so hat man nur folgende einfache Zahlen zu merken:

Das Atom Wasserstoff wiegt	1	
„ „ Sauerstoff	„	8
„ „ Wasser also	„	9.

Kohlensäure besteht aus:

6 Gewth.	Kohlenstoff = 1 Atom, und
16 „	Sauerstoff = 2 Atomen.

Somit ist 1 Atom Kohlensäure = 22 Gewth.

Ammonium besteht aus:

3 Gewth.	Wasserstoff = 3 Atomen, und
14 „	Stickstoff = 1 Atom.

Demnach ist 1 Atom Ammonium = 17 Gewth.

Die Natur verwendet also zu aller Organisation nur eine geringe Anzahl in höchst einfachen Verhältnisszahlen zusammengesetzter Stoffe, so dass sich das ganze atomistische System des Physiologen auf die Zahlen 1. 6. 7. und 8. stützt, nämlich;

1 stellt das Atom des Wasserstoffs,
6 das des Kohlenstoffs,
7 oder zweimal 7 = 14 das des Stickstoffs und
8 das des Sauerstoffs dar.

Da für den Chemiker die Grundstoffe nie in abstracto, sondern stets in concreto bestehen, so hat er sich deren Namen stets in Verbindung mit ihren Atomzahlen zu denken, wie es vorstehend angegeben ist.

Atmosphärische Luft ist nach den älteren und neuesten Untersuchungen ein Gemenge von

2,3 Sauerstoff = 208 Volumtheilen

7,7 Stickgas = 792 „

0,0004 bis 0,0006 Volumtheilen Kohlensäure

und etwa eben so viel Kohlenwasserstoff, der sich aus stockenden Gewässern entbindet.

Das wechselnde Verhältniss der Kohlensäure zwischen 6 und 4 oder 3 und 2 constatirt den Beweis, dass Pflanzen und Thiere in entgegengesetzter Einwirkung auf Erhaltung des Gleichgewichts in den Bestandtheilen der Atmosphäre hinwirken, indem die Thiere der Luft die Kohlensäure liefern, welche ihr die Pflanzen entziehen.

Da aber die Thiere fortwährend, die Pflanzen nur unter Einwirkung des Sonnenlichtes athmen; da ferner die Erdoberfläche im Winter kahl, im Sommer mit grünender Vegetation bedeckt ist, so glaubte man hierin einen Grund zu haben, welcher die wesentlichen Verschiedenheiten der Atmosphäre bedinge; dieselbe müsste demnach zur Nachtzeit mehr Kohlensäure und am Tage mehr Sauerstoff enthalten, und ein gleicher Verhältnisswechsel genannter Stoffe sei auch von dem Wechsel der Jahreszeiten anzunehmen. Wiewohl nun auf kleine, unter einer Glasglocke abgesperrte Luftmengen sich diese Folgerungen als wahr ergeben, so verschwinden dergleichen örtliche Veränderungen doch gänzlich in der grossen Gesamtmass der Atmosphäre, besonders da die vorerwähnten Ursachen nur örtlich hervortreten, und ihre Ausgleichung in entgegengesetzter Oertlichkeit wieder stattfindet, denn Tag und Nacht, Sommer und Winter finden nur auf der einen Hälfte unsers Planeten statt, um gegen die andere Hälfte ein Aequivalent zu bilden.

In Betracht des Sauerstoffs hat man durch Berechnung gefunden, dass es 800,000 Jahre erfordere, wenn er von sämtlichen Thieren der Erdoberfläche verbraucht werden sollte, auch wenn alles Pflanzenleben während dieser Zeit erstorben wäre; denn in hundert Jahren beträgt unter besagten Umständen die Abnahme des Sauerstoffs der Atmosphäre nicht mehr, als $\frac{1}{8000}$ seines Gewichtes. Oder: die gesammte Atmosphäre ist gleich dem Gewichte von 581,000 Cubik-Kilometer Kupfer; das in derselben enthaltene Sauerstoffgas hat das Gewicht von 134,000 Cubik-Kilometer Kupfer. Die Zahl sämtlicher lebenden

Menschen und Thiere zu 4000 Millionen angenommen, so ergiebt sich durch Berechnung, dass in hundert Jahren von diesen nur eine Sauerstoffmenge verzehrt wird, die dem Gewichte von 15 bis 16 Cubik-Kilometer Kupfer gleich ist. Nach diesem Consumtionsverhältnisse würden daher 10,000 Jahre erforderlich sein, um eine Veränderung der Atmosphäre zu bewirken, die sich mittelst des Voltaischen Eudiometers erkennen liesse. Die Natur hat also im Vergleiche des Verbrauches an Sauerstoff durch die Thiere für einen so grossen Luftvorrath gesorgt, dass die Nothwendigkeit einer Einwirkung von Seiten des Pflanzenreiches Behufs der Luftreinigung erst nach Jahrhunderten fühlbar würde, obgleich die Pflanzen der Luft fast mehr Sauerstoff zuführen, als ihr die Thiere entziehen; denn erstere erhalten einen grossen Theil ihres Bedarfs an Kohlensäure aus den Vulkanen. Die Thiere bedürfen daher der Pflanzen nicht sowohl wegen der Reinigung der Luft, als vielmehr der assimilationsfähigen organischen Materie wegen, welche die Pflanzen bereiten, und welche in den Thieren den Verbrennungsprozess erleidet, während sie deren Lebensthätigkeit unterhält; und hauptsächlich hierauf beruht die innige Verketzung beider Naturreiche, denn ohne die Nahrung, welche das Pflanzenreich den Thieren bereitet, würde bald die ganze Natur ersterben.

Die Abweichungen, welche sich in den Verhältnissantheilen der Kohlensäure in der Atmosphäre ergeben, könnten zu dem Schlusse veranlassen, dass der positive Einfluss der Thiere und der negative der Pflanzen sich merklicher Weise unmittelbar äussere. Da aber diese Erscheinung rein meteorologischer Art ist, so verhält sich die Sache anders. Denn mit der Kohlensäure hat es dieselbe Bewandniss, wie mit dem Wasserdunste, welcher aus dem Meere aufsteigt, als Regen wieder zur Erde gelangt und dann abermals die Dunstform annimmt. Dieses sich niederschlagende, herabfallende Wasser löst die Kohlensäure auf, und führt sie mit sich zur Erde herab, während das verdunstende Wasser dieselbe fahren lässt und der Luft zurückerstattet.

Von dem in Ansehung der vorhandenen Menge und Form so veränderlichen Wasserdunste, so wie von Ammoniakoxyd (Salpetersäure), welche wegen ihrer Auflöslichkeit in Wasser nur vorübergehend in der Atmosphäre verweilen, soll später berichtet werden.

Nach dem bisher Gesagten ist also die Atmosphäre ein Gemengesel, welches unaufhörlich Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure in sich aufnimmt und abgiebt, und die unzähligen Prozesse, durch welche dies geschieht, lassen sich jetzt nach ihren Wirkungen im Ganzen wie im Einzelnen leicht übersehen.

Beobachtet man die Entwicklung aus dem Samenkorne und die weitere Ausbildung der Pflanze bis zur Blüthe und Fruchtreife, so wird man sich durch genaue chemische Untersuchung überzeugen, dass die Pflanze während ihres ganzen Entwicklungsprozesses Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Asche fixirt hat.

Der Kohlenstoff, von der Kohlensäure der Luft oder des die Wurzeln umgebenden Düngers herrührend, oder von dem mit ge-

schwängertem Regenwasser Absorbirtsein, ist Hauptbedürfniss und Agens zu dem Pflanzenleben, und bei den Bäumen, deren Wurzeln nur auf einen verhältnissmässig sehr engen Raum beschränkt sind, ist es augenscheinlich, dass sie ihre gewaltige Menge Kohlenstoff aus der Atmosphäre empfangen. Diesen Satz zu beweisen, dienen folgende Beispiele: In reinem, mit destillirtem Wasser begossenem Kiessand wurden Erbsen eingelegt, die also lediglich ihre Nahrung aus der Luft beziehen mussten, und dennoch haben sich Blätter, Blüthen und Samen entwickelt.

Ebenso hat man sich überzeugt, dass Weinblätter, in einen Ballon eingefüllt, die sämmtliche in der durch denselben geleitete Luft enthaltene Kohlensäure aufsaugten, wenn man den Luftstrom auch noch so schnell durchstreichen liess.

Dessgleichen sah man aus den Wurzelstöcken im vollen Saft gefällter Bäume die Kohlensäure in gewaltiger Menge entweichen, und dieselbe wurde in diesem Falle offenbar aus dem Boden aufgesaugt. Wenn aber letzteres der Fall ist und die Kohlensäure durch den Stamm oder durch die Stengel in die Blätter übergeht, so würde sie doch zuletzt in die Atmosphäre entweichen, wenn nicht eine vermittelnde Kraft hinzuträte, wodurch die Kohlensäure zersetzt und Kohlenstoff fixirt würde. Dies ist der Fall bei Pflanzen, welche im Schatten vegetiren, so wie bei allen Pflanzen zur Nachtzeit. Daher ist es richtiger, wenn man sagt: die Pflanzen lassen des Nachts die Kohlensäure, welche sie aus dem Boden erhalten, unverändert durch sich hinstreichen, als: sie erzeugen zur Nachtzeit Kohlensäure.

Sobald aber die aus dem Boden oder der Atmosphäre stammende Kohlensäure mit den von der Sonne beschienenen Blättern oder andern krautartigen Theilen der Pflanzen sich in Berührung befindet, gestaltet sich die Sache ganz anders. Die Kohlensäure wird zersetzt; an allen Punkten der Blätter erscheinen winzige Bläschen von Sauerstoffgas, und der Kohlenstoff wird in den Pflanzengeweben fixirt. Diese Thatsache bestätigt sich noch mehr, wenn man das Bild einer Pflanze im Daguerre'schen Apparate auffangen will, wo es sich nicht erzeugt, indem alle zur Darstellung photographischer Zeichnungen nöthigen chemischen Strahlen in dem Blatte verschwinden, von demselben absorbirt und zurückgehalten werden. Diese überraschende Erscheinung erklärt sich aus dem Umstande, dass zur Zersetzung der Kohlensäure ein ausserordentlicher Aufwand von chemischer Kraft, welche die Lichtstrahlen äussern, erforderlich ist.

Welche Rolle spielt, welche Bestimmung hat der in den Pflanzen fixirte Kohlenstoff? — Unstreitig verbindet er sich grösstentheils mit dem Wasser und dessen Bestandtheilen, und bildet auf solche Weise Stoffe, welche für die Vegetation von grösster Wichtigkeit sind. Aus 12 Atomen Kohlensäure, die sich zersetzen und ihren Sauerstoff frei werden lassen, entstehen 12 Atome Kohlenstoff, die, mit 10 Atomen Wasser verbunden, zur Bildung des Zellgewebes, der Holzfaser, des Stärkemehles oder der Dextrine verwendet werden können; demnach besteht das ganze Gerüste der Pflanzen durchgehends aus Molekülen, die aus 12 Atomen Kohlenstoff und 10 Ato-

men Wasser zusammengesetzt sind, und nur in der Anordnung ihrer Moleküle von einander abweichen. Die Vegetationskraft erzeugt also aus denselben, und in demselben Mischungsverhältnisse vorhandenen Grundstoffen sowohl die im Wasser unauflöslichen Wandungen des Zellgewebes und der Gefässe, als auch das zur Ernährung der Knospen und Embryone abgelagerte Stärkemehl und die auflösliche Dextrine, welche von dem Pflanzensaft überall hingeleitet wird, wo ihre Anwesenheit dem Bedürfnisse der Pflanzen entspricht. Welch staunenswerthe Kraft, die aus *einem* Körper drei andere zu bilden, und sogar wieder einen der letzteren in den andern umzubilden vermag, so oft dies nöthig ist. Auch die zuckerigen Stoffe, welche zu speciellen Zwecken so häufig in den Pflanzenorganen abgelagert werden, entstehen aus Kohlenstoff in Verbindung mit Wasser; denn 12 Atome Kohlenstoff und 11 Atome Wasser bilden den Rohrzucker, und 12 Atome Kohlenstoff mit 14 Atomen Wasser den Traubenzucker.

Wasserstoff. Ebenso wie die Kohlensäure zersetzen die Pflanzen das Wasser und fixiren den Wasserstoff zur Erzeugung neuer Produkte. Dies ergeben die Versuche mit in verschlossenen Gefässen vegetirenden Erbsen, und noch überzeugender die Einigung der in gewissen Pflanzentheilen so häufig vorkommenden, wasserstoffreichen, fetten oder flüchtigen Oele. Diese Substanzen, welche aus dem Wasser entzogenem Wasserstoffe gebildet werden, verwenden die Pflanzen zu eigenthümlichen Nebenzwecken. Sie bilden nämlich die flüchtigen Oele, welche den Pflanzen zur Vertheidigung gegen Insektenangriffe dienen; die fetten Oele oder Pflanzenbuttern, welche die Samen umgeben, und zur Zeit des Keimens verbrennend, Wärme entwickeln; die Wachse, mit welchen Blätter und Früchte sich überziehen, um das Eindringen des Wassers zu verhindern. Alle diese Zwecke bilden jedoch im Pflanzenleben nur zufällige Umstände, und die wasserstoffhaltigen Produkte sind deshalb im Pflanzenreiche weniger nothwendig und allgemein, als die aus Kohlenstoff und Wasser gebildeten neutralen Stoffe sich erweisen.

Stickstoff. So lange das Pflanzenleben dauert, fixirt eine jede Pflanze aus der Atmosphäre oder dem Dünger bezogenen Stickstoff, aber in beiden Fällen scheint dieselbe den Stickstoff nur unter der Form von Ammonium oder Salpetersäure in ihren Organismus aufzunehmen. Auch ist es erwiesen, dass gewisse Pflanzen, z. B. die Erdbeeren (*Helianthus tuberosus*), eine grosse Menge Stickstoff aus der Atmosphäre sich aneignen; dagegen andere, wie der Weizen, ihren sämmtlichen Bedarf an Stickstoff aus dem Dünger entnehmen müssen.

Ogleich nun aus der Luft und dem mit stickstoffhaltigen Salzen geschwängerten Regenwasser den Pflanzen Stickstoff zugeführt wird, so reicht letzteres doch nicht immer hin, um den grossen Bedarf von Culturgewächsen zu liefern, welche ihren Stickstoff durch ihre Wurzelfasern aus dem Boden aufnehmen müssen, wesshalb es Sorge des Landwirthes ist, seine Aecker mit stickstoffhaltigem Dünger oder künstlichen Surrogaten desselben zu versorgen. Es können

daher alle stickstoffhaltigen Substanzen, z. B. Horn, Knochen, Blut, Haare, Wolle etc., und besonders die Ammoniak- und Salpetersalze mit Nutzen zu diesem Zwecke in Anwendung gebracht werden, nebst dem man auf die Zubereitung des natürlichen Düngers nicht mindere Sorgfalt verwendet, um die vorzeitige Zersetzung darin enthaltener Ammoniaksalze zu verhindern und das freie Ammonium zu binden. Ein Gleiches gilt von den salpetersauren Salzen. In Bezug des Kohlenstoffs hat aber die Natur hinreichend gesorgt.

Hier stellt sich aber noch die Frage auf: wozu dient denn der den Pflanzen so nöthig scheinende Stickstoff? — Theilweise nur erledigten bis jetzt verschiedene Untersuchungen diese Frage, indem sich daraus ergab, dass alle Organe der Pflanzen ursprünglich aus einer stickstoffhaltigen Materie bestehen, welche Aehnlichkeit mit der Fibrine hat und mit der sich später das Zellgewebe, das Holzgewebe und das stärkemehlige Gewebe selbst verbinden. Diese Materie, aus welcher alle übrigen Theile der Pflanze entstehen, geht nimmer verloren und lässt sich zu allen Zeiten, so wie in Verbindung mit allen andern Pflanzensubstanzen erkennen. Es dient demnach der in den Pflanzen fixirte Stickstoff theils dazu, eine derbe, faserartige Substanz zu erzeugen, welche die Grundlage aller Gewächseorgane bildet, anderntheils zur Bildung des flüssigen Eiweissstoffes, welchen die coagulirten Säfte sämmtlicher Pflanzen enthalten, und zur Bildung des mit dem Eiweissstoffe so oft verwechselten, aber in vielen Pflanzen leicht zu erkennenden Käsestoffes.

Es kommen also der Faserstoff (Fibrine), Eiweissstoff und Käsestoff schon gebildet in den Vegetabilien vor, und diese in ihrer chemischen Zusammensetzung übereinstimmenden Stoffe bieten mit dem Holzstoffe, dem Stärkemehl und der Dextrine eine merkwürdige Analogie dar. Die Fibrine ist nämlich, gleich dem Holzstoffe, unauflöslich; der Eiweissstoff coagulirt sich gleich dem Stärkemehl, wenn er erhitzt wird, und der Käsestoff ist unauflöslich, wie die Dextrine. Ebenso sind jene stickstoffhaltigen Substanzen, wie die ihnen analogen, nicht stickstoffhaltigen, neutral; und wir werden sehen, dass sie, vermöge ihres reichlichen Vorkommens im Thierreiche, in diesem dieselbe Rolle spielen, welche die letzteren im Pflanzenreiche zu übernehmen bestimmt sind. Wie ferner zur Bildung der neutralen, nicht stickstoffhaltigen, Substanzen die Verbindung von Kohlenstoff mit Wasser oder den Grundstoffen des letzteren hinreicht, so gehört zur Darstellung der neutralen, stickstoffhaltigen Substanzen ebenfalls nur Kohlenstoff in Verbindung mit Ammonium und den Grundbestandtheilen des Wassers; denn 48 Atome Kohlenstoff, 6 Atome Ammonium und 15 Atome Wasser bilden den Faserstoff, den Eiweissstoff und Käsestoff, oder können dieselben erzeugen.

Der Stickstoff verdient daher unsere volle Aufmerksamkeit, weil er, die Fibrine bildend, das Rudiment aller Organe ist und diejenigen Stoffe in beträchtlicher Menge producirt, welche sich die Thiere assimiliren und zu ihren Bedürfnissen verwenden.

Das eigentliche chemische Laboratorium des organischen Lebens sind also die Pflanzen. Kohlenstoff, Wasserstoff, Ammonium und

Wasser sind die Grundstoffe, welche in den Pflanzen zur Entstehung gelangen; Holzstoff, Stärkemehl, Gummi und Zucker einerseits, Faserstoff, Eiweissstoff und Käsestoff andererseits stellen die Fundamentalprodukte der beiden Naturreiche dar, und diese werden einzig und allein in den Pflanzen gebildet und durch den Verdauungsprozess mit dem Thierkörper verbunden.

Ausserdem ist noch zu beachten, dass während der Lebensdauer der Pflanzen eine gewaltige Menge Wasser deren Organismus durchstreicht. Dieses Wasser verdunstet an der Oberfläche ihrer Blätter und hinterlässt nothwendig einen Rückstand von in demselben aufgelösten Salzen in den Pflanzen, woraus die Asche derselben besteht. Diese ist offenbar ein dem Boden entlehntes Produkt, das die Gewächse nach ihrer Auflösung an denselben zurückgeben. Die Form, unter welcher sich diese mineralischen Produkte in den Pflanzengewebe ablagern, ist verschiedenartig. Eine der gewöhnlichsten bildet der pektinsäure Kalk, welcher in dem Holzgewebe der meisten Pflanzen angetroffen wird.

Obschon sich die Pflanzen im Dunkeln verhalten wie einfache Filter, durch welche Wasser und Luftarten streichen, dagegen unter Einwirkung des Sonnenlichtes als Reducirapparate wirken, so giebt es doch gewisse Epochen im Pflanzenleben und gewisse Organe der Pflanzen, rücksichtlich deren sie die ganz entgegengesetzte Rolle spielen. Sobald nämlich ein Embryo keimen, eine Knospe sich entwickeln, eine Blüthe befruchtet werden soll, so verändert die Pflanze plötzlich ihre Thätigkeit, indem sie Kohlenstoff und Wasserstoff verbrennt, Wärmestoff entbindet und also vorübergehend die Haupt-eigenschaften der Animalität annimmt. Uebrigens giebt sich hierbei ein merkwürdiger Umstand kund.

Wenn man nämlich Gerste, Weizen u. dgl. keimen lässt, so entwickelt sich viel Wärme, Kohlensäure und Wasser. Das Stärkemehl dieser Samen verwandelt sich zuerst in Gummi, dann in Zucker und verschwindet zuletzt, indem es Kohlensäure erzeugt. Bei dem Keimen der Kartoffeln verwandelt sich das Stärkemehl zuerst in Dextrine, dann in Zucker, und aus diesem entwickeln sich Kohlensäure und Wärmestoff. Der Zucker scheint also das Agens zu sein, mittelst dessen die Pflanzen nöthigen Falls Wärme entbinden. Demnach ist das Zusammentreffen folgender Umstände sehr bemerkenswerth.

Die Befruchtung ist stets von Temperaturerhöhung begleitet; die Blumen athmen, indem sie Kohlensäure erzeugen; sie consumiren also Kohlenstoff, und wenn man der Quelle dieser Erscheinungen weiter nachforscht, so sieht man, dass z. B. beim Zuckerrohre der im Saft angehäuft gewesene Zucker zur Zeit, wo die Pflanze abgeblüht und ihren Samen gereift hat, völlig verschwunden ist. Dieselbe Erscheinung ist auch bei den Runkelrüben, Pastinaken, Möhren etc. wahrzunehmen. Der Zucker, oder das zu gewissen Zeiten in Zucker verwandelte Stärkemehl ist also derjenige Stoff, aus welchem sich in den Pflanzen die zur Erfüllung mehrerer wichtigen Funktionen nöthige Wärme entbindet. Und wenn wir in Betracht ziehen, mit welchem Instinkte Menschen und Thiere gerade diejenigen Pflanzen-

theile zu ihrer Nahrung wählen, welche Stärkemehl oder Zucker hauptsächlich enthalten, so lässt sich nicht verkennen, dass beide genannten Stoffe wohl die Bestimmung haben, dieselbe Rolle in der thierischen Oekonomie zu spielen, nämlich zu verbrennen, und die zu den Vitalfunktionen nöthige, bei dem Athmen frei werdende Wärme zu entwickeln.

Bis daher zeigt sich also die Pflanze fortwährend als Producentin; allein sobald sie, um gewissen Zwecken zu entsprechen, zur Consumentin wird, stellen sich bei ihr dieselben Erscheinungen dar, welche wir an den Thieren zu beobachten Gelegenheit haben.

Die Gesammtheit der Thiere, so wie jedes einzelne Individuum derselben, bildet einen Verbrennungsapparat, in welchem der Kohlenstoff als Material zum Verbrennen dient und unaufhörlich Kohlen-säure entwickelt wird. Es darf uns hierbei der Ausdruck: „Thiere mit kaltem Blute“ nicht irre leiten, welcher Thiere zu bezeichnen scheint, welche nicht die Fähigkeit besitzen, Wärme zu erzeugen. Wir sehen aber doch immer, wenn solche Thiere getödtet werden, dass ihr Blut in flüssigem Zustande ausströmt, und erst dann gerinnt, wenn die Lebensthätigkeit des Thieres zerstört ist. Wir sehen ferner das Eisen im Sauerstoffgase und den entzündeten Phosphor, beide mit Licht- und Wärme-Entwickelung verbrennen; wer aber (dem es nicht an wissenschaftlichen Kenntnissen mangelt) könnte wohl in Abrede stellen, dass das an der Luft verrostende Eisen und der an der Luft sich oxydirende Phosphor nicht gleichfalls den Verbrennungsprozess bestehen, obwohl sich deren Temperaturen kaum merkbar erhöhen und deshalb nicht so leicht wahrzunehmen sind, als im entgegengesetzten Falle, wo ein rasches Verbrennen stattfindet. Demnach verbrennen die sogenannten warmblütigen Thiere binnen einer gegebenen Zeit viel Kohlenstoff, und zeigen eine bedeutend höhere Temperatur, als die sie umgebenden Körper im Allgemeinen, wogegen die sogenannten kaltblütigen Thiere viel weniger Kohlenstoff consumiren, und also einen so geringen Ueberschuss von Wärme darbieten, dass es schwer oder unmöglich ist, denselben wahrzunehmen.

Mag nun von höheren oder niederen Thiergattungen die Rede sein, mag die Kohlensäure aus der Lunge oder aus der Haut entweichen, — die Erscheinung, die Funktion bleibt immer die nämliche, und wir gelangen hierdurch zu dem Resultate, dass die Verbrennung des Kohlenstoffes, die Entwickelung von Kohlensäure und folglich auch die Erzeugung von Wärme, ohne welche eine Verbrennung des Kohlenstoffes nicht stattfindet, der constante Charakter der Animalität ist.

Die Thiere verbrennen aber nicht allein Kohlenstoff, sondern auch Wasserstoff, was sich daraus ergibt, dass bei ihrer Respiration fortwährend Sauerstoff consumirt wird. — Ausserdem athmen sie beständig Stickgas aus, und dieses darf nicht ausser Acht gelassen werden, weil man dadurch leicht in eine Täuschung verfallen könnte.

Es haben nämlich mehrere Beobachter wahrnehmen wollen, dass bei der Respiration Stickgas absorbirt werde, was jedoch stets unter

Umständen vorkam, welche die Sache mehr als zweifelhaft erscheinen lassen; denn die constante Erscheinung ist die Ausathmung dieses Gases. Wir müssen daher fest annehmen, dass wir uns aus der Luft niemals Stickgas aneignen, dass wir aus derselben lediglich den Sauerstoff anziehen, und dass uns die Luft unter keiner Bedingung einen Nahrungsstoff abgebe.

Das ausgeathmete Stickgas kann also nur von den genossenen Nahrungsmitteln herrühren, und dieses wird nach den Gesetzen des allgemeinen Naturhaushaltes wieder von den Pflanzen theils in seiner ursprünglichen Form direkt, theils indirekt in umgewandelten Formen bezogen und organisirt.

Aber auch auf anderen Wegen, als durch die Lungen, stossen die Thiere noch Stickstoff aus. Die mittlere Quantität desselben, welche der Mensch täglich mit dem Harne ausleert, beträgt nach hierüber sorgfältig angestellten Versuchen, fünfzehn Grammen, und kommt also dem Kohlen- und Wasserstoffe gleich, die in ihm aus den Nahrungsmitteln verbrannt werden.

Das Hauptresultat der Harnsekretion besteht in der Rückerstattung des Ammoniums (welches von den Pflanzen verbraucht wurde) an die Luft oder den Erdboden; wiederum in solcher Form, welche die hohe Einfachheit der Anordnungen in der Natur und eben so die hohe Weisheit des Schöpfers in Berücksichtigung der Bedürfnisse und des Wohlstandes aller Wesen des ganzen Universums bezeugen. So würde z. B. die öftere Harn-Absonderung in den dazu bestimmten Gefässen der Thiere eine nachhaltige, zerstörende Entzündung veranlassen, wenn mit dem Harne nur reines Ammonium, ja selbst kohlenensaures Ammonium ausgeschieden würde; desshalb excerniren sie den sogenannten Harnstoff (Urea), welcher im Wesentlichen auch kohlenensaures Ammonium ist; allein dieses hat so viel an Wasser- und Sauerstoff verloren, als zur Darstellung zweier Atome Wasser genügt, und durch diesen partiellen Verlust an entfernten Bestandtheilen wird das kohlenensaure Ammonium zum Harnstoffe, zu einem milden, neutralen Körper, der die thierische Membrane nicht angreift und durch die Nieren, Harnleiter, Blase etc. gehen kann, ohne dieselben zur Entzündung zu reizen. Der Urin enthält ausserdem auch einige Spuren einer eiweissartigen oder schleimig animalischen Materie, welche sich in Berührung mit der Luft zu einem Gährungsstoffe bildet, und zugleich in dem Harnstoffe mittelst Gährung dessen Umwandlung bewirkt, wobei er die nöthigen zwei Atome Wasser zurückempfängt und wieder in kohlenensaures Ammonium verwandelt wird. Letzteres ist, wie bekannt, flüchtig und in Wasser leicht auflöslich; somit tritt es seinen Wandel durch Luft, Regenwasser und den Erdboden wieder an, bis es in den Pflanzen von Neuem in organische Materie verwandelt wird.

Die Thiere hauchen also Kohlensäure, Wasser- und Stickstoff durch die Lungen und Hautporen aus; Kohlen-, Wasser- und Stickstoff beziehen sie als Nahrungsmittel aus dem Pflanzenreiche, und Sauerstoff empfangen sie durch Respiration aus der Luft. Dies sind die beständigen und nothwendigen Lebensbedürfnisse und Auslee-

rungsstoffe der thierischen Oekonomie, und es sind auch gerade dieselben, welche das Pflanzenreich verlangt, um sie von Neuem zu organisiren, während es der Luft den Sauerstoff wieder zurückgibt, den ihr die Thiere entzogen hatten.

Die Luft ist also die Vorrathskammer rohen Stoffes, das Pflanzenreich das producirende Laboratorium, das Thierreich die Thatkraft äussernde Consumentin.

Studirt man nun nach vorstehender Definition der thierischen Vitalbedingungen den Prozess der Verdauung, so erscheint dieser in einer weit einfachern Gestalt als sonst, und lässt sich in wenigen Worten schildern. Können wir nämlich als erwiesen betrachten, dass die Thiere keine organische Materie erzeugen, dass sie dieselbe lediglich assimiliren, oder durch Verbrennung zerstören, so braucht man in der Verdauung nicht mehr jenen geheimnissvollen Prozessen nachzuspüren, die man in ihr auch niemals ergründen wird. Die Verdauung ist nämlich ein einfacher Absorbionsprozess; die auflöslichen Stoffe gehen in das Blut über, und zwar mehrentheils unverändert; die unauflöslichen Stoffe gelangen in den Chylus fein genug zertheilt, dass sie durch die Milchsaftgefässe eingesogen werden können. Uebrigens hat die Verdauung offenbar den Zweck, dem Blute einen Stoff zurückzugeben, der unserer Respiration zehn bis fünfzehn Grammen Kohlenstoff oder dessen Aequivalent an Wasserstoff liefert, welchen jeder Mensch allstündlich verbrennt; — sodann ihm das eine Gramm Stickstoff zurückzuerstatten, welches gleichfalls stündlich theils durch die Lungen ausgehaucht, theils durch den Urin ausgeschieden wird.

Die stärkemehlhaltigen Stoffe verwandeln sich also in Gummi und Zucker; die zuckerigen Stoffe werden absorbtirt; die fetten Stoffe verwandeln sich fein zertheilt in Emulsionen, und gehen als solche in die Ablagerungsgefässe über, um Vorräthe zu bilden, welche das Blut, so oft es deren bedarf, sich wieder aneignet und verbrennt. Die neutralen, stickstoffhaltigen Substanzen, der Faser-, Eiweiss- und Käsestoff, werden erst aufgelöst, dann wieder niedergeschlagen, und gehen im Zustande feinsten Zertheilung, oder von Neuem aufgelöst, in den Chylus über. Diese drei Hauptklassen von Stoffen sind zum Theil assimilirbar; nämlich Faser-, Eiweiss-, Käsestoff und fette Stoffe, welche dazu dienen, das Wachsthum der Organe zu bewirken, oder denselben die verbrennlichen Produkte, Zucker und fette Substanzen zurückzuerstatten, welche durch die Respiration consumirt werden.

Die Thiere assimiliren sich also, oder zerstören völlig fertige, organische Stoffe, ohne solche zu erzeugen. Die Verdauung führt solche Stoffe in das Blut ein; die Assimilation bemächtigt sich der stickstoffhaltigen darunter; die übrigen verbrennt die Respiration. — Wenn aber auch die Thiere nicht das specielle Vermögen besitzen, organische Stoffe zu erzeugen, so fragt es sich dagegen, ob ihnen etwa die besondere Fähigkeit eigen ist, Wärme ohne Aufwand von Materie zu entwickeln? —

Mit grösserer Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen und fast als er-

wiesen zu betrachten, dass alle thierische Wärme der Respiration ihre Entstehung verdankt, und dass der verbrannte Kohlen- und Wasserstoff das genaue Maass derselben abgiebt, so dass seine Vergleichung der Eisenbahn-Lokomotive mit dem Thiere nicht so unpassend erscheint, als man etwa glauben möchte; denn in dem einen wie in dem anderen Falle finden wir Verbrennung, Wärme und Bewegung in enger und proportionaler Wechselbeziehung.

Die thierische Maschine aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, wird uns leichter begreiflich, als aus jedem andern; — sie bildet das gelenksame Kettenglied zwischen dem Pflanzenreiche und der Luft; allein ihren Nahrungsstoff entlehnt sie von dem erstern, um in ihren Excretionen der Luft Ersatz zu geben, für das, was ihr die Pflanzen entzogen haben.

In Bezug der zuletzt gestellten Frage muss auch noch bemerkt werden, dass das Venenblut Sauerstoff auflöst und Kohlensäure entwickelt; dass es zu Arterienblut wird, ohne eine Spur von freier Wärme zu erzeugen. Das Blut entbindet also den Wärmestoff nicht vermöge seiner Verwandlung in Arterienblut; allein unter der Einwirkung des absorbirten Sauerstoffes verwandeln sich die auflöselichen Stoffe des Blutes in Milchsäure. Die Milchsäure wird ihrerseits in milchsaures Natron verwandelt, und dieses durch eine wahre Verbrennung in kohlen-saures Natron, welches seinerseits durch eine neu hinzutretende Menge Milchsäure neuerdings zersetzt wird. Diese langsame, aber unausgesetzte Aufeinanderfolge von Prozessen, welche eine wirkliche, aber in verschiedenen Tempo's erfolgende Verbrennung zu erkennen giebt, ist das eigentliche Phänomen des Athemholens. Das Blut schwängert sich also in den Lungen mit Sauerstoff an, und athmet in den Hauptgefässen aller übrigen Organe, wo die Verbrennung des Kohlenstoffes nebst der Wärme-Entwicklung stattfindet.

In einem Gesamt-Ueberblicke dieser Abhandlung erkennen wir nun, dass die Atmosphäre der Erde sich in drei Hauptabtheilungen geschieden hat, nämlich in die jetzige atmosphärische Luft, in das Pflanzen- und in das Thierreich. Zwischen diesen Hauptmassen findet ein unaufhörlicher Austausch statt. Die Materie steigt aus der Atmosphäre zu den Pflanzen herab, geht vermittelst dieser in die Thiere über, und gelangt (nach Maassgabe der Consumption) durch letztere wieder zu ihrer Urquelle, der Atmosphäre, zurück.

Das grosse natürliche Laboratorium der organischen Chemie bilden die Pflanzen; sie erzeugen aus Kohlen-, Wasser- und Stickstoff, sowie aus Wasser und Ammoniakgas, allmählig alle, selbst die zusammengesetztesten organischen Stoffe. Von den Sonnenstrahlen (unter der Form von Wärme oder chemischen Strahlen) erhalten sie zu dieser Verarbeitung die nöthige Kraft. — Die Thiere assimiliren sich, oder absorbiren die durch die Pflanzen erzeugten organischen Stoffe. Sie verändern dieselben allmählig und zerstören sie. — Es können sich in ihren Organen auch neue organische Stoffe bilden, allein diese sind stets von einfacherer Zusammensetzung, als diejenigen, welche sie von den Pflanzen aufgenommen hatten; endlich zer-

setzen sie diese organischen Gebilde wieder stufenweise in noch einfachere unorganische Formen oder Grundstoffe, nämlich: Kohlensäure, Wasser, Ammonium und Stickstoff, in welchem Zustande sie fähig sind, in der Luft wieder aufgenommen zu werden.

Wenn die Thiere organische Stoffe verbrennen oder zerstörend umwandeln, wird auch stets Wärme erzeugt, welche von dem Thierkörper ausstrahlt und diejenige wieder im Raume ersetzt, welche der Pflanzen-Organismus gebunden hatte.

Sonach wird Alles, was die Luft den Pflanzen darlieh, von letzteren im veredelten Zustande an die Thiere abgeliefert, welche zuletzt die Gesamtschuld wieder an die Luft entrichten, und in diesem Kreislaufe äussert sich alles Leben, während die Materie, auf steter Wanderung und Umwandlung begriffen, nur ihre Stelle ändert; aber während der Epoche, wo sie organisirt in den Thierkörpern dienstbar ist, vermittelt sie auch deren Denkkraft, und wird unter dieser höchsten und schönsten Kraftäusserung wieder aufgerieben und in das Gebiet der rohen Materie zurückverwiesen.

Analyse organischer Körper nach J. Liebig.

Es ist dies einer der wichtigsten Theile der analytischen Chemie, indem man dadurch die Natur und Menge der Grundstoffe kennen lernt, woraus die organischen Stoffe gebildet sind.

Da die Pflanzen hauptsächlich aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff ihre Materie gebildet haben *), mit Ausnahme des letzteren aber keiner der genannten Stoffe im Zustande vollkommener Reinheit aus den organischen Gebilden dargestellt werden kann, und, auch diesen Fall angenommen, es grössere Schwierigkeiten verursachen würde, die nöthige Genauigkeit in den Resultaten der Analyse zu erzielen, so wählt man den einfacheren, praktischeren Weg, nur Kohlensäure, Wasser und Stickstoff aus den zu untersuchenden Substanzen darzustellen, und hieraus den Kohlen- und Wasserstoff zu berechnen, welche als entferntere Bestandtheile dem Gebilde zu Grunde liegen.

Um nun zur Kenntniss der Zusammensetzung eines organischen Stoffes zu gelangen, bedient man sich des einfachen Mittels der Verbrennung desselben mit einem sauerstoffhaltigen Zusatze, um Kohlensäure und Wasser zu bilden und bei stickstoffhaltigen Substanzen den Stickstoff rein abzuschneiden; der Sauerstoff aber wird auf indirektem Wege durch Berechnung ausgemittelt.

Allgemeine Regeln für die organische Analyse.

Hierhin gehört die grösste Genauigkeit bei allen Abwägungen und die strengste Gewissenhaftigkeit in Ausführung aller Vorbereitungs-Arbeiten; denn man wird nie zu einem sicheren und genauen Resultate gelangen, wenn auch die geringste Versäumnis der Aufmerksamkeit auf die folgend angegebenen Regeln stattfindet; und es ist durchaus nicht schwierig, dieser Weisung nachzukommen, da alle Apparate möglichst einfach construirt sind, und die nöthigen Manipulationen keine besondere Geschicklichkeit voraussetzen. Auch wird jeder denkende Arbeiter bei nur einiger Erfahrung in der organischen Analyse die in dieser Abhandlung beschriebenen Apparate in besondern Fällen nach eigener Einsicht verändern und seinem jeweiligen Zwecke anpassen können; jedoch in der Hauptsache wird sich keine Veränderung als nöthig oder nützlich ergeben.

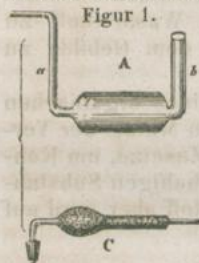
Die erste Hauptbedingung zu einer richtigen Analyse organischer Körper ist diejenige, dass man sich die zu analysirende Substanz in

*) Die Asche der Pflanzen gehört nicht zur Bildung der Organismen, sondern ist, dem Erdboden entlehnt, nur als zufällige Beimischung zu betrachten, welche das durchgehende Wasser ablagert.

ihrer möglichsten Reinheit verschaffe, oder selbst die Reinigung derselben bewerkstellige, damit nicht ein Gehalt an fremdartigen Stoffen ein falsches Ergebniss zur Folge habe. Ferner ist es mit einiger Schwierigkeit und Umständen verknüpft, das Gewicht derselben genau zu bestimmen, indem alle organischen Stoffe die Eigenschaft haben, dass sie aus ihren Umgebungen Feuchtigkeit (Wasser) anziehen, welches Veranlassung giebt, den wahren Wassergehalt, der sich durch die Analyse bildet, zu vergrössern, und somit ein unrichtiges Resultat zu liefern.

Diesem Missstande entsprechend zu begegnen, muss die zur Analyse bestimmte Substanz von ihrem hygroskopischen Wasser befreit, also mit Vorsicht und Berücksichtigung aller Umstände, welche hierbei vereitelnd entgegenstehen, getrocknet und ebenso gewogen werden; denn ein durch Unvorsichtigkeit sich herausstellender Mehrgehalt an hygroskopischem Wasser im Betrage von nur 5 bis 6 Milligrammen bewirkt schon einen Verlust von 10 bis 12 Milligrammen Kohlensäure.

Den vorgedachten, durchaus nöthigen Zweck zu erreichen, bediene man sich des hier bezeichneten Apparates. Dieser besteht in der Röhre



Figur 1.

A, deren unterer, weiter Theil etwa einen halben Zoll im Durchmesser hat; die beiden andern Röhren *a* und *b* sind Barometer-Röhren, wovon die eine 2 und die andere 3 Linien im Durchmesser hat. Die fein gepülverte Substanz wird durch die weitere Röhre *b* eingeschüttet, und diese vermittelst eines passenden Korkstöpsels mit der durch *C* bezeichneten Chlorcalcium-Röhre verbunden.

Figur 2.



Die andere Röhre *a* aber wird mit der Röhre *d* (Fig. 2), wie die Zeichnung angiebt, verbunden. Die mit *e* bezeichnete Röhre ist ein gewöhnlicher Heber, welche etwa einen Zoll länger ist, als die Röhre *d* sich in die dreihalsige Flasche senkt. Auf diese Weise ist ein stets gleichförmiger Ausfluss des Wassers gesichert, und da die Luft,

welche das ausfliessende Wasser ersetzt, aus der Mündung der Röhre *d* in die Flasche tritt, so sieht man auch sogleich, ob alle Verbindungen vollkommen schliessen. Die dreihalsige Flasche ist mit Wasser gefüllt, und wenn solches zum Ausfliessen gebracht worden, findet ein beständiger Durchzug von trockner Luft von der Chlorcalcium-Röhre *c* aus statt, wodurch die bearbeitete Substanz zur vollkommensten Trockenheit gebracht wird, indem nämlich der horizontale Theil der Trockenröhre, je nach der erforderlichen Temperatur, die anzuwenden ist, in ein Sand-, Wasser- oder Chlorealciumbad eingesetzt wird, wie es die Zeichnung nebst Ofen angiebt.

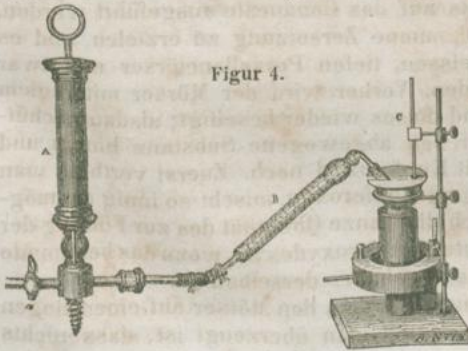
Will man den Gehalt an hygroskopischem Wasser kennen, welches die Substanz besitzt, so wird diese vor und nach dem Austrocknen in dem Apparate *A* gewogen, worauf der stattgefundene Gewichtsverlust denselben anzeigt. Um zu erfahren, ob die Substanz noch ihr Gewicht vermindert (abnimmt), bringt man die Trockenröhre von Zeit zu Zeit auf die Wage; bemerkt man keine Abnahme mehr, so versichert man sich noch vollkommen dadurch, dass man etwas von der getrockneten Substanz in eine hier neben bezeichnete Probe-

Figur 3.



röhre bringt und diese vermittelt einer Weingeistlampe oder im Sandbade einer höheren Temperatur aussetzt, jedoch nur in solchem Grade, dass die Substanz keine Zersetzung erleidet. Bemerkt man bei diesem Versuche durchaus keinen Beschlag von Feuchtigkeit in der Röhre, so kann man der völligen Trockenheit der Substanz versichert sein; im entgegengesetzten Falle aber muss das gewöhnliche Wasserbad mit einer Chlorcalcium- oder Kochsalzlösung vertauscht und mit der so veränderten Prozedur fortgefahen werden, bis man seinen Zweck erreicht hat. Hat man es mit Substanzen zu thun, welche trotz dem angegebenen Verfahren dennoch das Wasser zurückhalten, so trocknet man solche im luftleeren Raume, da eine höher gesteigerte Temperatur eine Zersetzung zur Folge haben würde, die man durchaus vermeiden muss. Nebenstehend ist die Construction eines solchen Apparates abgebildet.

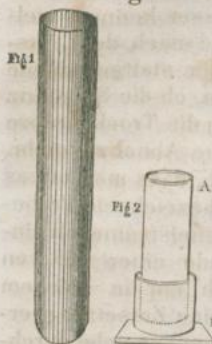
Figur 4.



In *C* ist eine starke cylindrische Röhre bezeichnet, welche die einzufüllende Substanz aufnimmt, und in *B* die damit verbundene Chlorcalcium-Röhre, die mittelst einer elastischen Kautschouk-Röhre mit der Luftpumpe *A* in Verbindung steht. Die Trockenröhre ist in einer concentrirten Auflösung von Chlorzink eingesetzt, welche über der

Weingeistlampe steht. Von Zeit zu Zeit wird die feuchte Luft mit der Pumpe ausgeleert und durch den unteren Hahn *a* wieder Luft in den Apparat eingelassen, welche in der Chlorcalcium-Röhre ihrer Feuchtigkeit beraubt wird. Das vollkommne Austrocknen der so behandelten Substanzen wird bei dieser Einrichtung in kurzer Zeit, oft schon in wenigen Minuten erreicht.

Nach dieser Operation schreitet man zum Abwägen einer gewissen Quantität, welche man für die Analyse bestimmt; da aber hierbei neuerdings Feuchtigkeit von der Substanz angezogen wird, so ist hier Folgendes zu beobachten:



Man bedient sich einer, wie hier neben mit Fig. 1 bezeichneten cylindrischen Glasröhre von der Grösse dieser Zeichnung, welche in ein blechernes Stativ eingesetzt werden kann, wie es A und B in Fig. 2 vorstellt. Röhre und Blechfuss werden auf der Wage tarirt, sodann die Substanz in die Röhre gefüllt, deren Gewichtsbetrag bemerkt, die Röhre entleert und abermals gewogen, damit man das etwa anhängen gebliebene von der Substanz in Abzug bringe, und so genau den Gewichtsbetrag kennen lerne, welcher zur Analyse genommen wurde. Das Wägen in bemerkter Röhre geschieht deshalb, weil ein solches in weiteren, flachen Gefässen der

Feuchtigkeit der Atmosphäre leichtere Einwirkung gestattet, und andertheils ist die Einfüllung in die Verbrennungsröhre auch dadurch bequemer.

Da man nun ein bestimmtes Gewicht der Substanz ermittelt hat, dessen Gehalt an Kohlen- und Wasserstoff man suchen will, so muss, um dies zu bewerkstelligen, der Kohlenstoff in Kohlensäure, der Wasserstoff in Wasser verwandelt werden, aus deren Gewichtsmenge man die Grundstoffe leicht berechnen kann.

Um die vorgedachte Bildung von Kohlensäure und Wasser hervorzubringen, wird im Allgemeinen die getrocknete, pulverförmige Substanz mit Kupferoxyd, in besonderen Fällen aber mit chromsaurem Bleioxyd gemischt und in der Verbrennungsröhre verbrannt.

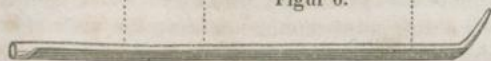
Die Mischung der Substanz mit reinem Kupferoxyd, wenn erstere eine trockne, feste ist, muss auf das Genaueste ausgeführt werden, um eine schnelle und vollkommne Zersetzung zu erzielen, und es geschieht dies in einem heissen, tiefen Porzellanmörser mit zwar glattem, jedoch mattem Boden. Vorher wird der Mörser mit reinem Kupferoxyd ausgerieben und dieses wieder beseitigt; alsdann schütet man die in dem Glasröhrchen abgewogene Substanz hinein und spült dasselbe sorgfältig mit Kupferoxyd nach. Zuerst vertheilt man die Substanz mit nur wenigem Kupferoxyd, mischt so innig als möglich, und setzt nach und nach die ganze Quantität des zur Füllung der Verbrennungsröhre bestimmten Kupferoxydes zu, wozu das bestimmte Maass drei Viertheile des Raumgehaltes derselben ist.

Während der Vermischung setzt man den Mörser auf einen Bogen weisses geglättetes Papier, damit man überzeugt ist, dass nichts

durch unvorsichtiges Reiben verloren gegangen, und es ist überhaupt Bedingung, dass sowohl die Substanz, als auch das Kupferoxyd schon vor dem Ausglühen und Wiegen in ein möglichst feines Pulver verwandelt wird, damit die spätere Mischung mit der geringsten Anstrengung bewerkstelligt werden könne.

Die Mischung wird nun in die Verbrennungsröhre gefüllt, deren

Figur 6.



Form hier gegeben ist; sie ist 15 bis 18 Zoll lang, hat 4 bis 5 Linien im inneren

Durchmesser, und ihr hinterer, verschlossener Theil ist in eine aufwärts gerichtete Spitze ausgezogen. Nöthigen Falls wird diese Röhre mit Wasser ausgespült und mit einem mit Papier umwickelten Glasstabe ausgetrocknet; nach dem Ausziehen und Zuschmelzen der Spitze wird sie sehr heiss gemacht und eine längere Röhre bis an das verschlossene Ende eingesteckt. Indem man nun mit dem Munde aus der engeren Röhre die Luft aussaugt, wird sie von aller Feuchtigkeit entledigt, und zuletzt wird die trockene Röhre noch mit heissem Kupferoxyde ausgeschüttelt.

Nun geschieht die Füllung der Verbrennungsröhre aus dem Mörser, und zwar so, dass man zuerst einen halben Zoll reines Kupferoxyd auf den Boden der Röhre bringt, hierauf die Mischung, worauf der Mörser mit etwas Kupferoxyd nachgespült und diese Nachspülung eingefüllt wird; alsdann füllt man den noch leeren Raum der Röhre bis einen Zoll von deren Mündung wieder mit reinem Kupferoxyd an. Nach dieser Füllung wird die Verbrennungsröhre, ehe man sie mit der Chlorcalciumröhre verbindet, mehrmals ihrer Länge nach auf einer glatten Fläche mit weicher Unterlage stark aufgeklopft, damit die ganze Röhre entlang ein leerer Raum über deren Inhalt hervorgebracht werde, um den gasförmigen Produkten einen ungehinderten Durchgang zu verschaffen, da im Unterlassungsfalle dieser Vorsichtsmaassregel durch Gewalt der Luftströmung etwas von dem Inhalt der Verbrennungsröhre herausgeschleudert würde, welches der Zersetzung entginge und die Analyse benachtheiligt.

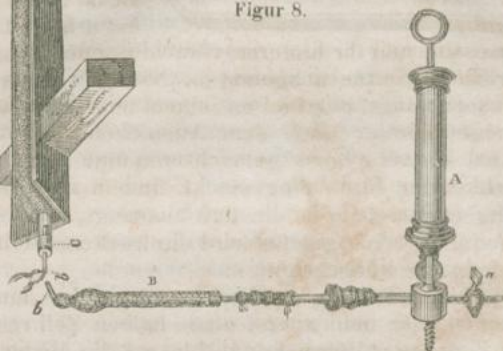
Ferner ist zu bemerken, dass, bevor man in Zusammensetzung des weiteren Apparates fortfährt, während der Mengung und Einfüllung der in der Verbrennungsröhre eingefüllten Substanzen, selbige wieder Feuchtigkeit angezogen haben, die man beseitigen muss. Zu dem Ende wird die gefüllte Verbrennungsröhre in ein hölzernes Bette der umstehenden Zeichnung D eingelegt und mit 120° heissem Sande umgeben; sodann verbindet man dieselbe bei *b* mit der Mündung *b* der Chlorcalciumröhre, welche mit der Luftpumpe in Verbindung gebracht ist; man macht nun von Zeit zu Zeit durch einige Züge der Pumpe den inneren Raum der Röhren luftleer, und lässt wieder durch den Hahn *a* frische trockene Luft eintreten. Nach etwa zehn- bis zwölffmaligem Auspumpen wird sich an der Chlorcalciumröhre bei *b* keine Feuchtigkeit mehr angesammelt finden, selbst wenn diese Stelle mit in Aether getränkter Baumwolle umgeben ist, wodurch eine stärkere Abkühlung stattfindet.

Wild, Pharmacie.

Figur 7.



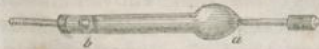
Figur 8.



In Bezug auf die Brauchbarkeit der Verbrennungsröhren hat man auch auf die Wahl des Glases Rücksicht zu nehmen, und das beste hierzu ist ohnstreitig das bleifreie böhmische Kali-Glas. Die Röhren springen nicht, selbst bei raschem Umgeben mit glühenden Kohlen; es ist äusserst schwerflüssig und, wenn es weich geworden, in hohem Grade zähflüssig. Andere Glasarten, als deutsches und französisches Bouteillenglas u. dgl., werden zu leicht dünnflüssig, schmelzen zusammen, oder dehnen sich schon bei gelindem Luftdrucke aus, und bekommen Löcher.

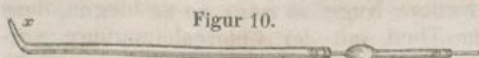
Um das bei der Verbrennung der zu analysirenden Substanz sich bildende Wasser aufzufangen und daraus den Gehalt an Wasserstoff zu berechnen, wird mit der Verbrennungsröhre eine Chlorkalium-

Figur 9.



röhre verbunden; sie ist mit geschmolzenem Chlorkalium, in der Kugel mit groben Stücken, in der langen Röhre mit grobem Pulver angefüllt, und vor die beiden Endungen dieser Röhre bei *a* und *b* wird etwas Baumwolle eingelegt, um das Herausfallen kleiner Stückchen ihres Inhalts zu verhindern. Die Röhre *b* wird mittelst eines Korkes genau eingepasst, der Kork am Rande des Glases scharf abgeschnitten und mit geschmolzenem Siegelack überzogen, um alles Anhängen von Staub zu vermeiden. Das Gewicht der Röhre ist bekannt, und ihre Gewichtszunahme nach der Verbrennung zeigt die Menge des gebildeten Wassers an.

Nun wird die Chlorecalciumröhre mit der Verbrennungsröhre verbunden, und zwar am besten vermittelt eines Korkstöpsels, wie hier zu ersehen ist. Der Kork wird mit einem Korkbohrer durch-

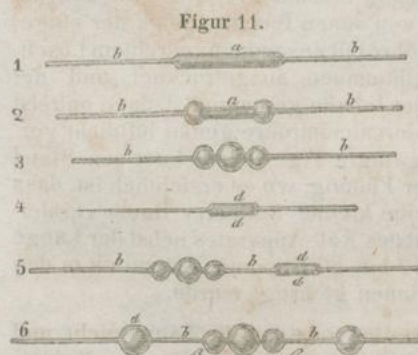


Figur 10.

gestossen und die Oeffnung durch Nachfeilen passend gemacht. Für die Oeffnung in die Verbrennungsröhre schneidet man ihn mittelst eines scharfen Messers zu, indem man ihm eine etwas konische oder cylindrische Form giebt. Bevor man den Kork so zurichtet, wird er mit einem leichten Hammer weich geklopft, wodurch er an Elasticität gewinnt und einen genauern Schluss bewerkstelligt, und nachdem er durchbohrt und völlig zugerichtet ist, setzt man ihn in einen bedeckten Tiegel in heissem Sande einer höheren Temperatur aus, wodurch er alle inhaftierende hygroskopische Feuchtigkeit verliert, worauf er zur schlussrechten Verbindung der vorbemerkten beiden Röhren fest in die Mündung eingedrückt wird.

Das durch die Verbrennung gebildete Kohlensäure-Gas muss, um es zu bestimmen, in Kalilauge absorbirt werden, und hierzu wird wieder ein eigen construirter Apparat erfordert, der mit der Chlorcalciumröhre an deren anderem Ende in Verbindung gebracht wird.

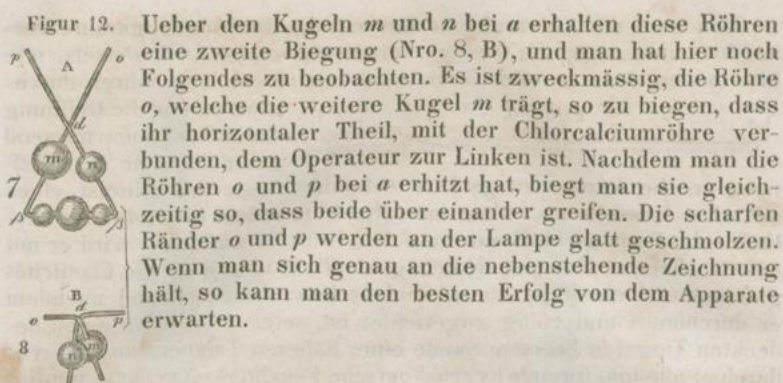
Diesen Apparat anzufertigen, beobachtet man folgendes Verfahren: An eine 4 Linien weite, etwas starke Glasröhre von 3 Zoll Länge



Figur 11.

(Nr. 1, *a*) schweisst man zwei, 2 Linien weite Barometerröhren (*b b*) an, schmilzt die Oeffnung der einen zu, oder verstopft sie mit etwas geschmolzenem Siegelack, erweicht nun das eine Ende der dicken Glasröhre *a*, und bläst diesen Theil zu einer Kugel auf; auf dieselbe Weise verfährt man mit dem entgegengesetzten Ende, wie dies an Nro. 2 zu sehen ist. Nachdem dies

geschehen, wird der mittlere Theil sehr heiss gemacht und zu einer etwas grösseren Kugel aufgeblasen, wodurch das Ganze die Gestalt von Nro. 3 erhält. Nachher löthet man an eine ähnliche enge Barometerröhre ein etwa einen Zoll langes Stück *a* einer der Röhre *a* entsprechenden Glasröhre, zieht die eine Oeffnung in eine Spitze aus, schneidet die Spitze bei *d* ab, und schweisst diese Oeffnung mit der Röhre *b* zusammen (Nro. 5); die letztere schneidet man vorher zu einer Länge von 2 Zoll ab. Nachdem dies geschehen ist, wird das Stück *a* zu einer Kugel aufgeblasen (Nro. 6), und auf die nämliche Art verfährt man mit dem entgegengesetzten Ende. Die eine Kugel muss so weit sein, dass sie etwas mehr als die mittlere von den drei ersten fassen kann. Die Stellen $\beta \beta$ werden nun über einer Spirituslampe scharf erhitzt (Nro. 7; A; s. nächste Seite) und die beiden Seitenröhren, wie die Figur zeigt, in einen Winkel von 45° gebogen.



Der nun fertige Apparat wird jetzt mit Kalilauge von 1,25 bis 1,27 gefüllt, und um dies bequem zu bewerkstelligen, verbindet man das eine Ende desselben mittelst eines Korkstöpsels mit einer Saugröhre, wie nebenstehend zu ersehen ist; die andere Oeffnung des Kali-Apparates taucht man in ein geeignetes Gefäss mit der enthaltenden Lauge, und zieht nun mit dem Munde die Flüssigkeit hinein. Nachdem dies geschehen ist, wird das von innen feuchte Stück der eingetauchten Röhre mit zusammengedrehtem Löschpapier vollkommen ausgetrocknet und der



reine, trockene Apparat mit seinem Inhalte gewogen, alsdann mittelst einer Kautschuckröhre mit der Chlorcalciumröhre genau luftdicht ver-

Figur 14. bunden. Die hier beigelegte Figur bezeichnet den Stand der Kalilauge nach der Füllung, wo es ersichtlich ist, dass in jeder der Kugeln eine kleiner luftleerer Raum verbleiben muss. Das Gewicht des Kali-Apparates nebst der Lauge beträgt gewöhnlich 50 bis 60 Grammen, wenn es in den angegebenen Dimensionen gefertigt wurde.



Bei der angegebenen Concentration schäumt die Lauge nicht, und ihre Absorbtionsfähigkeit ist alsdann am stärksten. Da eine Natronlauge wie Seifenwasser schäumt, so ist solche zu gegenwärtigem Zwecke nicht anwendbar.

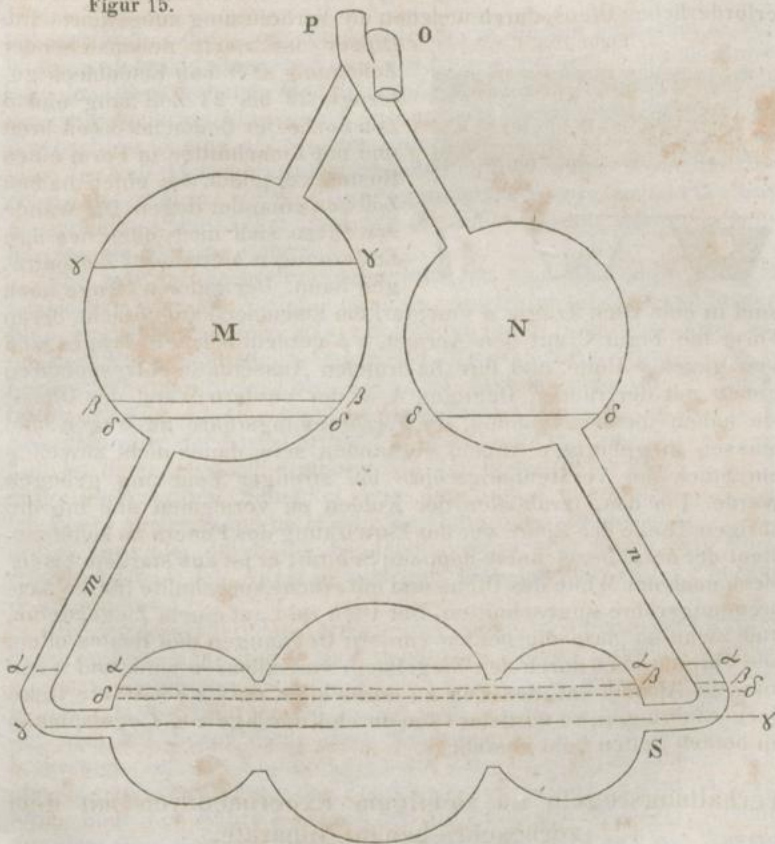
Um die Kautschuckröhren zu fertigen, schneidet man sich $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Stückchen aus dünnen Kautschuckblättern. Die Breite nimmt man so, dass bei dem Zusammenrollen eine Röhre gebildet werden kann, wie sie den Glasröhren angemessen ist, welche damit verbunden werden sollen, was man durch einen einzigen Längenschnitt mit der Scheere durch die zusammengelegten Breitekanten vollführt, auf welche Art man zwei gleiche Schnittränder bekommt, die mit den Daumnägeln zusammengedrückt werden; zuletzt wird das fertige Röhrechen mehrmals aus einander gezogen. Vor dem Schneiden befeuchtet man das Stück Kautschuck auf der Innenseite ein wenig, damit beim Zusammenlegen kein Aneinanderhaften stattfindet. Zum

Festbinden der Kautschuckröhren bedient man sich gedrehter Seidenschnüre, und macht den Schluss mit einem Knoten.

Da von der richtigen Anfertigung des obigen Apparates, sowohl in Form als Grösse, das Gelingen einer guten Analyse sehr viel abhängt, so ist zu dessen besserer Versinnlichung hier noch eine Abbildung in natürlicher Grösse gegeben.

Liebig's Kali-Apparat zur organischen Analyse.

Figur 15.



- O Oeffnung, welche mit der Chlorecaliumröhre verbunden wird.
 P Oeffnung, mit welcher die Saugröhre verbunden wird.
 M grosse, N kleine Kugel.
 m Schenkelröhre der grossen Kugel.
 n Schenkelröhre der kleinen Kugel.
 S derjenige Theil, welcher während der Verbrennung durch eine Unterlage um einen halben Zoll erhöht wird.
 a a a a Stand der Kalilauge nach dem Füllen des Apparates.

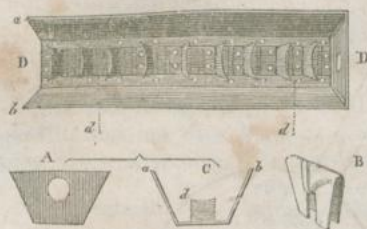
ββββ Stand der Kalilauge, nachdem man durch P etwas Luft ausgesaugt hat, um sich von dem luftdichten Verschluss des Apparates zu überzeugen.

γγγγ Stand der Kalilauge nach vollendeter Verbrennung.

δδδδ Stand der Kalilauge, nachdem die Spitze der Verbrennungsröhre abgebrochen worden ist.

Mit dem Bisherigen sind nun alle einzelnen Theile des Apparates für die Analyse organischer Körper beschrieben worden, und es bleibt uns hier nur noch die Angabe der Konstruktion des hierzu erforderlichen Ofens, durch welchen die Verbrennung ausgeführt wird.

Figur 16.

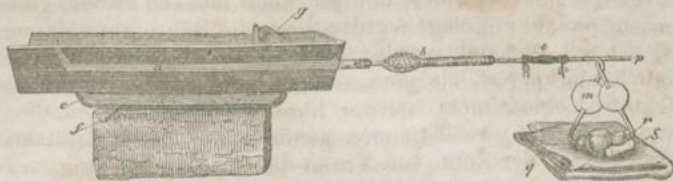


Dieser ist nach nebenstehender Zeichnung D D von Eisenblech gefertigt, 22 bis 24 Zoll lang und 3 Zoll hoch. Der Boden ist 3 Zoll breit und mit Einschnitten in Form eines Rostes versehen, die einen halben Zoll von einander liegen. Die Wände erweitern sich nach oben, wo ihre Entfernung $a b$ etwa $4\frac{1}{2}$ Zoll betragen kann. Der ganzen Länge nach sind in dem Ofen Träger d von starkem Eisenblech angebracht, deren Form die Figur C mit den Armen $a b$ verdeutlicht. Die Träger sind von gleicher Höhe, und ihre halbrunden Ausschnitte correspondiren genau mit der runden Oeffnung A in der vordern Wand des Ofens; sie haben die Bestimmung, die Verbrennungsröhre zu tragen und müssen in gehöriger Anzahl vorhanden sein, damit nicht zuweilen ein Stück der Verbrennungsröhre bei strenger Feuerung gebogen werde. Um das Herabfallen der Kohlen zu vermeiden und um die übrigen Theile der Röhre vor der Einwirkung des Feuers zu schützen, dient der mit B bezeichnete doppelte Schirm; er ist aus starkem Eisenblech nach der Weite des Ofens und mit einem Ausschnitte für die Verbrennungsröhre zugeschnitten. Der Ofen ruht auf einem Ziegelsteine, und zwar so, dass die beiden vordern Oeffnungen des Rostes offen, alle übrigen aber durch den Ziegelstein verschlossen sind, und wenn man die Absicht hat, den Zug zu vermehren, um eine stärkere Hitze hervorzubringen, so wird der Ofen durch Unterlage von Ziegelstücken an beiden Seiten hohl gestellt.

Verhaltensregeln zu richtigem Experimentiren mit dem vorgeschriebenen Apparate.

Zu einer regelrechten Aufstellung des Apparates ist zu beobachten, dass man die Verbrennungsröhre mit der Chlorcalciumröhre genau horizontal verbinde und gegen den Kali-Apparat eine etwas geneigte Richtung gebe, damit das in dem engeren Theile der letzteren sich ansammelnde Wasser von selbst abfließe, wesshalb man den hinteren Theil des Ofens etwas höher als den vorderen legt. Die neben stehende Figur zeigt den ganzen Verbrennungsapparat in seiner Zusammensetzung, und zwar: a ist die Verbrennungsröhre, b die Chlor-

Figur. 17.



calciumröhre, *c* das Kautschuckröhrchen, *m* die mit letzterem in Verbindung stehende grössere Kugel des Kali-Apparates, *e* der als Unterlage des Ofens dienende Ziegelstein, *f* ein untergeschobener Eisenstab, um dem Apparate eine geneigte Lage zu geben, *g* der eingesetzte Blechschirm, *q* eine als weiche Unterlage dienende Serviette, *s* ein bei *r* des Kali-Apparates untergeschobenes Korkstück, um diesen Theil etwas zu erhöhen, welches hinweggenommen wird, sobald die Gasentwicklung schwächer wird, wo der Kali-Apparat wieder in seine horizontale Stellung kommt.

Ehe man die Verbrennung beginnt, hat man sich nothwendig zu versichern, dass alle Verbindungen des Apparates luftdicht schliessen. Dies zu erfahren, zieht man vermittelst einer Saugröhre Figur 18.

mit dem Munde eine kleine Quantität Luft aus dem Apparate heraus; eine natürliche Folge davon ist, dass bei dem Aufhören des Ziehens eine gewisse Quantität Kalilauge in die Schenkelröhre der Kugel *m* tritt *). Der Stand der Flüssigkeit ist demnach darin etwa um $1\frac{1}{2}$ Zoll höher als in dem entgegengesetzten Schenkel, wie dies mit β angezeigt ist. Bleibt dieser Stand nicht eine Zeit lang unverändert, so dringt entweder durch die Kautschuckröhre oder durch den Korkstöpsel Luft in den Apparat, welcher Missstand alsbald verbessert werden muss.



Der vordere Theil der Verbrennungsröhre, welcher reines Kupferoxyd enthält, muss nun zuerst in starkes Glühen gebracht werden, ehe man denjenigen Theil mit Kohlen umgiebt, welcher die Mischung enthält. Ist die Röhre nicht feucht und enthält sie keine Knoten, so hat man bei dieser theilweisen Erhitzung nie ein Zerspringen zu befürchten. Ist das Kupferoxyd nicht ganz trocken, so bemerkt man alsbald nach Einwirkung des Feuers einen Beschlag an dem vorderen leren Ende der Röhre *a* (siehe den vollständigen Apparat), welcher aus dem Ofen hervorragt, und in diesem Falle wird sich die Wasserstoff-Berechnung etwas höher stellen, als es sein sollte.

Bis zu dem Zeitpunkte, wo der das reine Kupferoxyd enthaltende Theil der Röhre rothglühend ist, bleibt der an diese Scheidestelle gesetzte Schirm unverrückt stehen; alsdann wird er um $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll weiter zurückgeschoben und dieser Theil mit Feuer umgeben. Nach

*) Diese und alle künftigen Beziehungen gelten der Zeichnung des in seiner natürlichen Grösse dargestellten Kali-Apparates, S. 181.

der Schnelligkeit der Gasentwicklung richtet man sich auch mit dem Zurückrücken des Schirmes, und jedesmal müssen so viel glühende Kohlen auf einmal angelegt werden, dass die Röhre ganz davon umgeben, schnell glühend werde; auch wenn die Gasentwicklung anfänglich stärker ist, als man sie wünscht, darf man die einmal angelegten Kohlen nicht wieder hinwegnehmen, indem die Verbrennung dadurch unvollkommen ausfällt; nur durch Erhitzen von kürzeren Stellen der Röhre muss man die Gasentwicklung zu reguliren suchen, denn durch Wegnahme von Kohlen ist, nebst den besagten nachtheiligen Folgen für die Verbrennung, dieser Zweck nur selten erreichbar. Am regelmässigsten würde die Verbrennung vor sich gehen, wenn man der Verbrennungsröhre alle Wärmeleitfähigkeit benehmen könnte; da dies aber nicht ausführbar ist, so verwendet man sorgfältig alle Aufmerksamkeit dahin, dass man nur kurze Strecken der Verbrennungsröhre ins Glühen bringt, und dass die Gasblasen rasch und ununterbrochen auf einander folgen.

Wenn am Ende die ganze Verbrennungsröhre mit glühenden Kohlen umgeben ist, erhöht man die Temperatur in der ganzen Länge des Ofens von unten, indem man der Luft freieren Zutritt zu dem Roste gestattet, und von oben durch den Windfächer. In diesem Zeitpunkte sieht man auch, ob die Verbrennung vollkommen gelungen oder fehlerhaft ausgefallen ist; hört nämlich die Gasentwicklung auf einmal auf, so kann man der vollkommenen Verbrennung sicher sein; wo nicht, so war die Mischung nicht mit gehöriger Sorgfalt ausgeführt, und es wird sich in der Kohlenstoff-Berechnung sicher ein Verlust herausstellen.

Wenn die Gasentwicklung aufhört, so steigt die Kalilauge in die Schenkelröhre der Kugel *m*; die Grösse und Stellung dieser Kugel entfernt jede Gefahr eines Zurücksteigens der Flüssigkeit in die Chlorcalciumröhre, weil, wenn diese Kugel bis zur Hälfte mit Flüssigkeit gefüllt ist, alles weitere Steigen derselben aufhört; denn, wie schon bemerkt worden, steht der untere Theil des Kali-Apparates horizontal, er ist zur Hälfte leer, und von da an tritt auch Luft in die Kugel *m* ein, wo also ein weiteres Steigen als bis zu dem Zeichen γ unmöglich wird.

Die Verbrennung ist nun beendet, die Spitze der Verbrennungsröhre noch geschlossen und die Lauge im Zurücksteigen; man lässt sie bis γ zurücktreten, neigt den Kali-Apparat so, dass die Oeffnung der Röhre *N* bei β mit Flüssigkeit gesperrt ist, und kneipt nun mit der



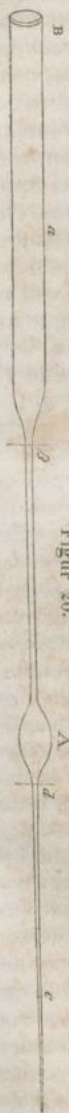
Figur 19. Zange die Spitze der Verbrennungsröhre ab, wodurch Luft eintritt. Die natürliche Folge davon ist, dass die Lauge in *M* fällt und sich mit einer gewissen Portion Flüssigkeit in *N* bei γ ins Niveau stellt, in der Art, dass in der Kugel *M* eine gewisse Flüssigkeits-Schicht bis δ stehen bleibt. Die ganze Kugel *M* ist mit Kohlensäure angefüllt, welche von der Lauge absorbiert wird; die noch in der Chlorcalciumröhre enthaltene nimmt hierauf deren Stelle ein, und so tritt, wie man leicht ersieht, alle noch im Apparate enthaltene Kohlensäure nach und nach in die Kugel *M*, wo sie (ohne eine einzige Blase durch die Lauge

gehe
alle
zum
röhr
auf
stoff
brau

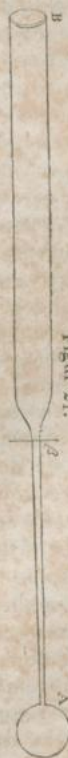
gehen zu lassen) absorbirt wird. Nach Verlauf einiger Minuten ist alle Kohlensäure im ganzen Apparate mit der Lauge verbunden, und zum Ueberflusse kann man noch einige Athemzüge mit der Saugröhre nachholen. Die etwa bei sehr kohlenstoffreichen Substanzen auf dem reducirten Kupfer abgelagerte Kohle wird durch den Sauerstoff der die Verbrennungsröhre durchstreichenden Luft noch verbrannt und gleichfalls dem Kali-Apparate zugeführt.

Die *Verbrennung flüssiger, flüchtiger Substanzen* geht am leichtesten und einfachsten von Statten, und deren Resultate sind die genauesten. Man schliesst zu diesem Behufe die zu analysirenden Flüssigkeiten in Glaskügelchen ein, welche man sich auf folgende Weise verfertigt. Eine etwa 12 Zoll lange, 3 Linien weite Barometeröhre *a* wird vor der Lampe in eine Spitze *c* ausgezogen. Man benutzt diese Spitze als Handhabe, um ein kleines Stückchen von der Röhre *a* mit einer langen, engen Zwischenröhre abzuziehen. Man schmilzt hierauf die Spitze *c* bei *d* ab, erweicht den abgezogenen Theil der Glasröhre *A*, und giebt ihm durch Einblasen von Luft bei *B* die Form einer kleinen Kugel. Man schneidet die Röhre bei *β* durch, und fährt auf diese Weise fort, sich eine beliebige Anzahl von Glaskügelchen zu verfertigen. Es versteht sich von selbst, dass das Aufblasen des Stückes *A* auch unterlassen werden kann, wenn es zur Aufnahme einer gewissen Quantität Flüssigkeit weit genug ist. Den Hals der Glaskügelchen macht man 1 bis 1½ Zoll lang, und der scharfe Rand der abgeschnittenen Spitze wird über der Lampe glatt geschmolzen. Zum Füllen werden die Kügelchen erwärmt und mit dem offenen Ende der Röhre in die Flüssigkeit eingetaucht. Nachdem beim Erkalten eine gewisse Quantität Flüssigkeit in den Bauch eingetreten ist, erwärmt man die Kugel auf's Neue; der sich bildende Dampf vertreibt den grössten Theil der Luft aus derselben, und nach wiederholtem Eintauchen füllt sie sich bis zu $\frac{3}{4}$ ihres Raumes mit der Flüssigkeit an, worauf die Spitze zugeschmolzen wird.

Das Gewicht der leeren Kügelchen von dem der gefüllten in Abzug gebracht, erhält man das Gewicht der enthaltenden Flüssigkeit; ehe man sich aber mit diesem Abwiegen beschäftigt, hat man das Kupferoxyd stark rothglühend zu machen und es in diesem Zustande aus dem



Figur 20.



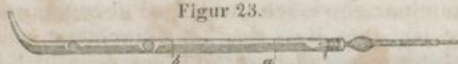
Figur 21.

Figur 22.



Tiegel in die hier abgebildete Glasröhre zu füllen, welche nach der Füllung mit einem gut schliessenden Kork zu verstopfen ist, worauf man sie völlig erkalten lässt. Weniger bequem ist es, wenn man den Tiegel mit seinem Inhalte zuvor unter einer Glasglocke mit concentrirter Schwefelsäure erkalten lässt. Diese Glasröhre muss aber so weit sein, dass die Verbrennungsröhre mit Leichtigkeit hineingesteckt werden kann, welches zum Zwecke hat, bei der Füllung den Zutritt der Atmosphäre möglichst abzuhalten. Man lässt zuerst 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll von dem völlig trockenen Kupferoxyde hineinfallen, und beschäftigt sich ferner damit, die Glaskügelchen auf ähnliche Weise mit dem Kupferoxyde zu schichten, also in der Art, dass letzteres keine Feuchtigkeit aus der Luft anziehen kann. Die Glaskügelchen erhalten in der Röhre einen scharfen Feilstrich, alsdann steckt man sie mit der Spitze in die Oeffnung der Verbrennungsröhre, bricht die Spitze ab, und lässt das Kügelchen nebst Spitze in die Röhre hinabgleiten. Mit zwei Kügelchen, welche 4—500 Milligrammen Flüssigkeit fassen, ist vollkommen auszureichen; beide Kügelchen sind durch eine Schichte Kupferoxyd von 2 bis 3 Zoll Länge von einander getrennt. Untenstehende Figur verdeutlicht die Schichtung in der Verbrennungsröhre, in welche, wenn sie 16 bis 18 Zoll Länge hat, auf die letzte Kugel eine Schichte von 11 bis 12 Zoll Kupferoxyd kommen.

Figur 23.



Flüssigkeiten, welche einen hohen Siedpunkt haben und sehr reich an Kohlenstoff sind, vertheilt man in drei Kugeln, ohne übrigens mehr als 5 bis 600 Milligrammen an Gewicht der Flüssigkeit zu verwenden; jedoch muss zwischen jede Kugel eine Schichte Kupferoxyd gebracht werden, um eine gleichmässige Vertheilung und Verbrennung zu bewirken. Fette Oele werden in einem kleinen Glasröhrchen gewogen, und dieses nebst seinem Inhalte in die eine Schichte Kupferoxyd enthaltende Verbrennungsröhre aufrecht hinabgleiten gelassen. Durch Neigen der letzteren lässt man das Oel ausfliessen und bis zur Hälfte der Verbrennungsröhre sich ausbreiten, worauf man die Röhre mit Kupferoxyd anfüllt.

Materien wie Wachs, Wallrath etc., welche durch zerreiben in einem Mörser mit dem Kupferoxyde nicht mischbar sind, bringt man in kleinen abgewogenen Stückchen in die reine Verbrennungsröhre, verschliesst diese mit einem Kork, und erhitzt sie bis zum Schmelzen, worauf man das Geschmolzene bis zu $\frac{3}{4}$ der ganzen Länge an den Wänden der Röhre vertheilt, und nach dem Erkalten wird sie mit Kupferoxyd angefüllt. Bei solchen Körpern thut man wohl, die Verbrennungsröhre etwas weiter und länger als gewöhnlich zu wählen.

Bei den mit Kügelchen angefüllten Röhren, welche flüchtige Flüssigkeiten enthalten, wird nach der Füllung die Luftpumpe mit der

Mündung der Verbrennungsröhre in Verbindung gebracht; hierdurch wird bewirkt, dass sich durch einen einfachen Zug die Luft in den Kügelchen ausdehnt und die Flüssigkeit herausfließt, wo sie von dem umgebenden Kupferoxyde eingesaugt wird.

Wenn der ganze Apparat zusammengesetzt ist, wie es früher ausführlich gelehrt worden, so müssen gleich zu Anfange einige glühende Kohlen unter die Spitze der Verbrennungsröhre gelegt werden, damit sich die Flüssigkeit nicht in diesen Theil der Röhre hin destillire, wodurch leicht bei der ferneren Zersetzung auch unverbrannte Substanz in Gestalt weisser Nebel mit den Gasen übergeführt würde.

Hat man es mit sehr flüchtigen Stoffen zu thun, so stellt man auf die Stelle, wo das erste Kügelchen liegt, noch einen zweiten Schirm, um diesen Theil vor Erwärmung zu schützen, während man den vorderen Theil der reinen Kupferoxyd-Schichte zum Glühen bringt; und selbst diesen Theil darf man nur in kleineren Abtheilungen nach und nach erweiternd mit glühenden Kohlen umgeben, um eine möglichst vollkommene Verbrennung zu bewirken.

Die Verbrennung sehr kohlenreicher oder chlorhaltiger Stoffe bedingt ein etwas verändertes Verfahren, als bisher gelehrt wurde; denn bei einigen Substanzen, wie z. B. Steinkohlen, Indigo, Ulmin und dgl., ist es fast unmöglich, zu einer genauen Bestimmung des Kohlenstoffs zu gelangen, wenn man sich zur Verbrennung derselben des Kupferoxydes bedient; denn gegen das Ende der Verbrennung wird zwar die Gasentwicklung langsamer, allein selbst nach fortgesetzter stundenlanger Feuerung erzeugen sich noch immer einzelne Gasblasen, und die Kalilauge kommt nicht zum Zurücksteigen. Die Ursache liegt in der ungleichen Verbrennung der Substanz, indem das Kupferoxyd in der Umgebung jedes Partikelchens der Substanz reducirt wird und zu viel Kohle zurücklässt, als dass selbige regelmässig verbrennen könnte, wodurch sich in der Analyse ein Verlust von 3 bis 5 pCt. Kohlenstoff ergibt.

Man kann zwar diesem Uebelstande einigermaßen dadurch abhelfen, wenn man an das verschlossene Ende der Verbrennungsröhre eine Mischung von einem Theile chlorsauren Kalis mit acht Theilen Kupferoxyd legt, wodurch, wenn dieser Theil der Röhre zuletzt ins Glühen gebracht wird, das sich entwickelnde Sauerstoffgas den Rest der Kohle verbrennt.

Auch bei der Verbrennung chlorhaltiger Stoffe wird die Wasserstoff-Bestimmung ungenau; das sich bildende Kupferchlorür ist flüchtig, und veranlasst eine nicht zu vermeidende Ablagerung desselben in der Chlorcalciumröhre.

Der angeführten Missstände wegen bedient man sich also zu solchen Verbrennungen des chromsauren Bleioxydes, von dem man (nach dem Volumen) etwas mehr als die Hälfte des sonst angewandten Kupferoxydes mit der Materie mischt, und im Uebrigen genau dasselbe Verfahren beobachtet, wie es bisher gelehrt worden; nur gegen das Ende der Verbrennung mit chromsaurem Bleioxyde ist es nöthig, eine starke Hitze zu geben, durch welche sich reines Sauer-

stoffgas entwickelt, welches den Rest von Kohle noch vollkommen verbrennt. Bei der nöthigen hohen Temperatur ist es aber nöthig, die Verbrennungsröhre mit einem dünnen Kupferbleche zu umwickeln, welches man mit Eisendrath befestigt.

Das chromsaure Blei ist zur Analyse chlorhaltiger Materien ein unentbehrliches Verbrennungsmittel, wobei sich Chlorblei bildet, welches in der Rothglühhitze sich nicht verflüchtigt, und man hat auf dessen Darstellung, sowie zu derjenigen des Kupferoxydes, die möglichste Sorgfalt zu verwenden, um ein tadelloses Präparat zu erhalten.

Bereitung des Kupferoxydes und chromsauren Bleioxydes.

Kupferoxyd kann aus schwefelsaurem Kupferoxyd und kohlensaurem Natron auf nassem Wege dargestellt werden, indem beide Auflösungen heiss gemischt werden, und man den sich bildenden Niederschlag nach vierzehntägiger Ruhe sorgfältig auswascht, trocknet und glüht. Das erhaltene Oxyd hat aber die Eigenschaft, mit organischen Stoffen gemengt, zuweilen in der Röhre von selbst fortzubrennen, wenn ein Theil der Röhre glühend gemacht wurde, und ein Misslingen der Analyse ist die Folge davon. Daher bedient man sich besser des aus salpetersaurem Kupferoxyde durch Glühen bereiteten Kupferoxydes, dessen Bereitungsart zugleich einfacher und wohlfeiler ist, nebst dem man es sehr rein erhält.

Es werden zu diesem Behufe Kupferbleche, welche keine Löthung mit Zink oder sonstige Metall-Legirungen enthalten, rothglühend gemacht und in kaltem Wasser abgelöscht, wodurch Schmutz und andere Unreinigkeiten mit dem gebildeten Oxyde von der Oberfläche abspringen. Das so gereinigte Blech wird hierauf in reiner Salpetersäure aufgelöst, die Auflösung in einer Porzellanschale zur Trockne verdampft, und das so erhaltene Salz in einem reinen, wohl bedeckten hessischen Schmelztiegel so lange geglüht, bis das salpetersaure Salz vollkommen zersetzt ist, während dem man das Oxyd öfters mit einem Glas- oder Porzellanstabe umrührt. Das geglühte Oxyd ist dicht, schwer, kohlschwarz und je nach der Temperatur, welcher es ausgesetzt war, mehr oder weniger hygroskopisch. Es wird noch heiss in einem Porzellanmörser zu feinem Pulver zerrieben und in einer wohl verschlossenen Glasflasche aufbewahrt.

In sehr starker Glühhitze schrumpft das Oxyd zusammen, wird sehr hart und verliert beinahe alle hygroskopische Eigenschaften; solches in kleine Stücke zerschlagen und das Pulver davon abgesondert, dient vorzüglich bei Flüssigkeiten und schwer verbrennlichen, fetten, schmelzbaren Substanzen, wie aus solchem Oxyd, welches durch blosses Calciniren von Kupfer-Drehspänen dargestellt wurde. Man kann mit solchem Oxyde die Verbrennungsröhre vollkommen anfüllen, und es bleiben dem Gasdurchgange in dem porösen Oxyde noch Zwischenräume genug.

Das zu einer Verbrennung schon benutzte Kupferoxyd wird durch Befeuchtung mit reiner Salpetersäure und neues Ausglühen wieder brauchbar gemacht. Solches Oxyd, welches zur Verbrennung orga-

nischer Stoffe mit alkalischen Basen gedient hat, wird nach der Verbrennung mit kalter verdünnter Salpetersäure digerirt, mit Wasser ausgekocht, auf einem Filter gut ausgewaschen und nach dem Trocknen wieder ausgeglüht.

Nach der Verbrennung von Chlorverbindungen muss das Oxyd wieder in Salpetersäure aufgelöst und das Chlor durch salpetersaures Silber ausgeschieden werden. Ein etwa verbleibender Ueberschuss von salpetersaurem Silberoxyde, der beim Glühen reducirt wird, ist dem Kupferoxyde zu seiner dermaligen Bestimmung nicht nachtheilig.

Chromsaures Bleioxyd erhält man aus jedem löslichen Bleisalz durch Fällung mit chromsaurem Kali und nachheriges sorgfältiges Auswaschen. Es ist vollkommen rein, muss aber zum Behufe der Verbrennung bei analytischen Versuchen bei starker Rothglühhitze bis nahe zum Schmelzen erhitzt, sodann auf das Feinste pulverisirt werden. Es hat nach dem Schmelzen eine schmutzig braunrothe Farbe. Die Verbrennung organischer Stoffe erfolgt mit diesem Oxyde schon bei niedriger Temperatur, und geht leicht und vollkommen von Statten, ohne den Gasen auch nur den mindesten Geschmack zu ertheilen. Bei gleichem Volum enthält es um die Hälfte mehr Sauerstoff, als das Kupferoxyd. Es ist nicht im Geringsten hygroskopisch, und die wenige Feuchtigkeit, welche beim Zusammenmischen von der Substanz der Untersuchung angezogen wird, kann wieder leicht der Mischung entzogen werden. Bei diesen Eigenschaften gebührt dem chromsauren Bleioxyde in vielen Fällen der Vorzug vor dem Kupferoxyde, namentlich da, wo es sich um eine genaue Bestimmung des Wasserstoffs handelt.

Quantitative Bestimmung des Kohlenstoffs.

Berzelius hat in seiner letzteren Bestimmung das Atomgewicht des Kohlenstoffs zu 76,437 angegeben, und diese Angabe bestätigt sich in folgender Betrachtung. Das Mittel von fünf Analysen des Stearins giebt für 100 Theile dieses Körpers 76,084 pCt. Kohlenstoff, die drei höchsten Resultate gaben 76,306 pCt. Aus den Zersetzungsprodukten dieses Körpers weiss man mit Gewissheit, dass er 146 Atome Kohlenstoff enthält, nach welchen sich, die Atomzahl des Kohlenstoffs zu 76,437 genommen, 76,21 pCt. Kohlenstoff berechnen. Wäre die Zahl des Kohlenstoffs, nach *Thomson*, genau 75, oder nach *Berzelius* erster Angabe 75,33, so hätte die Analyse nicht über 75,85 und 75,98 pCt. Kohlenstoff liefern dürfen. Der Unterschied von 0,36 pCt. Kohlenstoff entspricht in der Formel einem ganzen Atome weniger, aber bei der Annahme von 145 Atomen Kohlenstoff verschwindet alle Uebereinstimmung mit den Zersetzungsprodukten des Stearins, nämlich mit der Talgsäure und dem Glycerin, und es müsste daraus geschlossen werden, dass entweder die Analyse beider oder eines dieser Körper unrichtig sei, was aber aller Begründung entbehrt.

Nach dieser Vorbemerkung und dem bisher beschriebenen Verfahren mit dem angegebenen Apparate zur Zersetzung haben wir jetzt ein gleiches zur Bestimmung des Kohlenstoffs aus dem Volum der gebildeten Kohlensäure anzugeben und den Grad der Genauigkeit

zu berühren, welcher in der Bestimmung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs erreichbar ist.

Bei dem angegebenen Apparate kann die Bestimmung des Kohlenstoffs durch folgende Fehlerquellen ungenau werden, und zwar erstens durch eine unvollkommene Verbrennung der Substanz, was sich bei einer zweiten Analyse dadurch vermeiden lässt, dass man die Verbrennungsröhre verlängert und das Kupferoxyd vermehrt, wodurch eine grössere Vertheilung und langsamere Verbrennung der Substanz bewirkt wird.

Eine zweite Unsicherheit ergibt sich darin, dass die nach der Verbrennung durch die Kalilauge streichende Luft ein gewisses Quantum Wasser aus dem Apparate entführt, wodurch dessen Gewicht vermindert wird; man hat sich aber durch genaue Versuche überzeugt, dass der Fehler, welcher in der Kohlenstoffverbindung aus dem Wasserverluste entsteht, durch die aus der Luft aufgenommene Kohlensäure vollkommen ausgeglichen wird; denn bei dem Hindurchleiten von 200 Kubikcentimeter Kohlensäure beträgt der Verlust eine halbe Milligramme; dies macht in Kohlenstoff nur 0,000138 Grammen aus, welche sich in der Berechnung auf 4 bis 800 Milligrammen Substanz vertheilen, und dieserhalb lohnt es sich der Mühe nicht, weder an dem Apparate, noch an der Verfahrungsweise eine Abänderung zu verfügen.

Wenn die Quantität der aufgefangenen Kohlensäure sehr beträchtlich ist, und die Gasblasen schnell auf einander folgen, so wird durch Erwärmung der Lauge, die hieraus erfolgt, der Wasserverlust grösser.

Bei dem Wiegen der Apparate hat man zu beachten, dass von dem erwärmten Apparate weniger Wasser an der Oberfläche verdichtet wird, als von dem kalten vor der Verbrennung, und dieser Unterschied beläuft sich auf 3 bis 4, bei sehr feuchter Luft bis auf 6 Milligrammen, worauf bei der Gewichtsbestimmung Rücksicht zu nehmen ist.

Von der Vollkommenheit der Kohlenstoff-Bestimmung in dem angegebenen Apparate kann der Vergleich folgender analytischen Ergebnisse bei einigen Körpern mit hohem Atomgewicht einen genügenden Beweis liefern. Man weiss mit Zuverlässigkeit, dass das Atomgewicht des amygdalinsäuren Baryts 6738,829 beträgt; nach dem Mittel dreier Kohlenstoff-Bestimmungen geben 100 Theile dieses Salzes 163,8 — 163,5 und 163,3 pCt. Kohlensäure. Der Theorie nach würden 100 Theile amygdalinsäuren Baryts 163,7 Kohlensäure liefern. Der Verlust ist mithin 0,002 Kohlensäure oder 0,00055 Kohlenstoff, wonach sich wohl keine andere Art von Analyse befriedigender ergeben wird.

Wenn schwefelhaltige Körper, wie xanthonsaure Salze, Sulfosinapisin etc., verbrannt werden, so fällt das Gewicht der Kohlensäure öfter etwas zu hoch aus, was von schwefeliger Säure herrührt, die stets erzeugt wird, wenn man vernachlässigt, die Mischung des Kupferoxyds mit der Substanz so innig als möglich zu machen; die schwefelige Säure wird von der Kalilauge absorbirt, und vermehrt also das Gewicht. Diesem Fehler vorzubeugen, wo man zu erwarten

hat,
Röhr
welc
abso
V
gute
wurd
einig
funde
ist, i
einf
trole.
aber
bei
wich
3 At
gend
V
binde
Verb
stoff
Stick
stoff.
Aequ
F
zur C
Kohl
mit F
für s
Atom
verbi
der e
der A
die A
z. B.
lenst
säure
kohle
liche

F
bescl
hoch
wele
Verbi
Wass
wird.

hat, dass er eintrete, bringt man eine mit Bleisuperoxyd gefüllte Röhre zwischen der Chlorcalciumröhre und dem Kali-Apparate an, in welcher die schwefelige Säure gebunden wird, nachdem sie, ohne absorbirt zu werden, die Chlorcalciumröhre passirt ist.

Wenn auch bereits alle Vorsichtsmaassregeln zur Erzielung eines guten Resultates bei der Analyse organischer Körper beschrieben wurden und noch weiter ausgeführt werden sollen, so sind doch noch einige Verfahrungsweisen anzugeben, welche als Controlen der gefundenen Ergebnisse dienen. Bei Körpern, deren Atomgewicht klein ist, in welchen also die Anzahl der Elementar-Atome in einem sehr einfachen Verhältnisse zu einander steht, hat man keine weitere Controlen, als die genaue Bestimmung des Atomgewichts nöthig. Anders aber verhält es sich bei Körpern, deren Atomgewicht beträchtlich ist; bei diesen beträgt zuweilen eine kleine Differenz in den Atomgewichts-Bestimmungen mehr als $\frac{1}{2}$ Atom Kohlenstoff und oft mehr als 3 Atome Wasserstoff, und bei solchen Körpern bedient man sich folgender Hilfsmittel, als nämlich zunächst hier für den Kohlenstoff.

Wenn sich der Körper mit einer stickstoffhaltigen Substanz verbinden lässt, z. B. mit Ammoniak oder Salpetersäure, so giebt die Verbrennung dieser Verbindung, in welcher die Quantität der stickstoffhaltigen Materie bekannt ist, durch das erhaltene Verhältniss des Stickgases zur Kohlensäure eine scharfe Controlen für den Kohlenstoff. Die Volumina der beiden Gase müssen sich verhalten, wie die Aequivalente des Stickstoffs und des Kohlenstoffs.

Für den Kohlenstoff einer Säure mit hohem Atomgewichte dient zur Controlen, wenn man eins ihrer Salze verbrennt, dessen Basis die Kohlensäure bei dem Glühen mit Kupferoxyd nicht fahren lässt, z. B. mit Baryt. Man erhält weniger Kohlensäure, als wenn die Substanz für sich verbrannt worden wäre, und zwar unter allen Umständen ein Atom Kohlenstoff weniger. Die Kohlensäure, welche mit der Basis verbunden bleibt, kann man berechnen; ihre Quantität muss sich zu der erhaltenen Kohlensäure verhalten, wie 1 zu der übrigen Anzahl der Atome des Kohlenstoffs der Säure. Beide zusammen addirt, müssen die Anzahl der Atome des Kohlenstoffs in der Substanz ausdrücken; z. B. in dem amygdalinsäuren Baryt enthält die Säure 40 Atome Kohlenstoff; sie giebt bei der Verbrennung eine gewisse Quantität Kohlensäure, welche sich zu der zurückgebliebenen Kohlensäure des kohlen-säuren Baryts verhält, wie $39 : 1 = 40$. Man controlirt auf ähnliche Weise die Atomgewichte aller fetten Säuren.

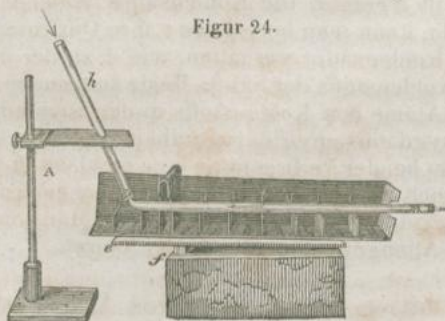
Quantitative Bestimmung des Wasserstoffs.

Für die Bestimmung des Wasserstoffs ergiebt sich bei der beschriebenen Methode der Fehler, dass sich derselbe etwas zu hoch berechnet; dies rührt von dem Wassergehalte der Luft her, welche man in der Absicht, die Kohlensäure auszutreiben, nach der Verbrennung durch den Apparat streichen lässt. Die Quantität des Wassers, welche von dem Chlorcalcium aus der Luft aufgenommen wird, beträgt nach zahllosen Erfahrungen für 200 Kubikcentimeter

nie über 5 bis 6 Milligrammen, was 0,55 bis 0,66 Milligrammen Wasserstoff ausmacht. Dieser Ueberschuss vertheilt sich auf 3 bis 500 Milligrammen Substanz, und zwar in gleichem Betrage für eine Substanz, welche viel oder wenig Wasserstoff enthält. Wenn die verbrannte Materie reich an Wasserstoff und ihr Atomgewicht klein ist, so wird in demselben Verhältniss dieser Fehler kleiner, als ein Atom Wasserstoff, und in diesem Falle ist man über die Anzahl der Atome des Wasserstoffs in keiner Ungewissheit.

Zur Verdeutlichung dient folgendes Beispiel: 100 Theile Essiggeist liefern im Mittel 94,23 Wasser, nach der Theorie aber sollte man 92,45 Wasser erhalten; die Analyse gab demnach 1,8 Wasser oder 0,2 pCt. Wasserstoff im Ueberschuss. Das Atomgewicht des Essiggeistes ist nun 366,750; wenn man diese Quantität verbrannt hätte, so würde man im Ganzen 0,7335 Wasserstoff zu viel erhalten haben. Da nun das Atom Wasserstoff 6,23978 wiegt, so sieht man, dass der Fehler weit unter einem Atom beträgt, und er mithin vernachlässigt werden muss, um so mehr, als man die Ursache und Grenze des Fehlers kennt, in welche er eingeschlossen ist. Bei Körpern aber, welche ein sehr grosses Atomgewicht besitzen und sehr reich an Wasserstoff sind, ist dieser Fehler nicht ausser Acht zu lassen; man muss jederzeit bei der Berechnung von dem erhaltenen Wasser 5 bis 6 Milligrammen Wasser in Abzug bringen, und wo man dies nicht für zulässig erachtet, muss man die Spitze der Verbrennungsröhre sogleich abbrechen, ehe die Kalilauge in die Kugel zurücksteigt; man muss die Kohlen um die Spitze der Verbrennungsröhre entfernen, und nach Abkühlung derselben sie mit einer Chlorcalciumröhre, wie hier unten bezeichnet ist, oder mit einem Kalium-Apparate, welcher mit Schwefelsäure angefüllt ist, vermittelst einer Kautschuckröhre oder eines Korkes in Verbindung bringen.

Figur 24.



Die Nothwendigkeit dieser Correction wird folgendes Beispiel erläutern. Ohne Correction und Anwendung der vorstehend angegebenen Entfernungsmittel des hygroskopischen Wassers lieferten 0,3054 Grammen Stearin bei der Verbrennung 0,343 Grammen Wasser, 100 Theile also 112,31. Der theoretischen Zusammensetzung nach sollte man nur 109,63 Wasser erhalten; man hat also 1,68 pCt. Wasser oder 0,185 pCt. Wasserstoff zu viel.

Dieser geringe Ueberschuss macht, auf das Atomgewicht dieses Körpers berechnet, über drei Atome Wasserstoff aus. Zieht man nun von vorn herein von den 0,343 des erhaltenen Wassers 6 Milligrammen für das hygroskopische Wasser ab, so bleiben für 100 Theile Stearin 110,35 Wasser; man hat mithin nur einen Ueberschuss von 0,72 Wasser, oder 0,08 pCt. Wasserstoff, was auf das Atomgewicht berechnet, weniger als ein Atom Wasserstoff beträgt.

Man hat also nach der vorbeschriebenen Verfahrungsweise unter allen Umständen einen Ueberschuss von Wasser in der Analyse zu erwarten, welcher 0,14 bis 0,2 pCt. Wasserstoff beträgt, und nur dann ist die Wasserstoff-Bestimmung für genau anzusehen, wenn dieser Ueberschuss nicht über 0,2 pCt. beträgt.

Man hat allen Grund, gegen die Bestimmung des Wasserstoffs misstrauisch zu sein, wenn die Analyse genau die theoretische Menge Wasserstoff giebt, und die aufgefundene Formel für die Zusammensetzung ist falsch, wenn das Resultat des Versuches bei wiederholter Analyse beständig weniger beträgt, als das Produkt der Rechnung. Bei Angabe der Resultate einer Analyse darf man den Ueberschuss an hygroskopischem Wasser nicht abziehen, indem gerade diese Grösse einen Anhaltspunkt für die Beurtheilung der Wasserstoff-Bestimmung darbietet.

Wenn man anführt, dass die Verbindung der Verbrennungsröhre mit der Chlorcalciumröhre, wegen Vermeidung hygroskopischen Wassers, besser mit einem Kautschuckröhrchen als mit einem Korke geschehe, so ist man hierin in einem Irrthum, und überdies verliert der Apparat an seiner einfachen und bequemen Construction; es ist daher die beschriebene Verbindungsmethode jeder andern vorzuziehen.

Ferner kann eine Wasserstoff-Bestimmung noch dadurch ungenau werden, wenn man eine Chlorverbindung verbrennt und sich hierzu des Kupferoxydes bedient, indem sich das gebildete Kupferchlorür verflüchtigt, und mit der Kohlensäure und den Wasserdämpfen übergehend, sich in der Chlorcalciumröhre ablagert und deren Gewichtszunahme vergrössert. Im Ganzen vermehrt sich das Gewicht des Chlorcalciums um 10 bis 15 Milligrammen. Durch Auflösung desselben, Ausfällen des Kupfers mit Schwefelwasserstoff etc. und Bestimmung desselben kann man diesen Fehler controliren. Besser aber ist es, wenn man ihn ganz vermeidet, indem man statt des Kupferoxydes das chromsaure Bleioxyd zur Verbrennung chlorhaltiger Substanzen anwendet.

Eine nicht zu versäumende Vorsichtsmaassregel ist hier noch zu bemerken, nämlich: dass die Chlorcalciumröhren sogleich nach ihrem Gebrauche entleert werden müssen, weil sonst die concentrirte Auflösung des Chlorcalciums mit dem durch die Verbrennung gebildeten Wasser krystallisirt, und ein Sprengen der Kugel der Röhre zur Folge hat.

Der Wasserstoff-Gehalt bei den organischen Basen lässt sich dadurch controliren, wenn man ihre Verbindung mit Chlorwasserstoffsäure verbrennt; da die Salzsäure bei der Vereinigung mit diesen Basen keine Zersetzung erleidet, so muss das erhaltene Wasser, auf

das Gewicht der Substanz berechnet, stets um zwei Atome, nämlich um den Wasserstoff-Gehalt der Salzsäure, grösser sein. Dasselbe gilt für Säuren, die sich mit Ammoniak verbinden lassen und deren Ammoniakverbindung man der Verbrennung unterwirft.

Bei Körpern wie Talgsäure, Oelsäure und ähnlichen bleibt stets eine Unsicherheit in der Wasserstoff-Bestimmung; man muss hier diejenige Atomzahl wählen, welche mit dem Minimum des erhaltenen Wasserstoffs am nächsten übereinstimmt. Das sicherste Mittel, sich hier Gewissheit zu verschaffen, liegt in der Zerlegung des Körpers in mehrere neue, und in der Analyse der Produkte, die hieraus resultiren. Die Ungewissheit bleibt aber, wenn der Wasserstoff-Gehalt der Produkte nicht in einer bestimmten, nachweisbaren Beziehung zu dem Wasserstoff-Gehalt des Körpers steht, woraus er hervorgegangen ist.

Qualitative und quantitative Bestimmung des Stickstoffs.

Bei allen Stickstoff-Bestimmungen darf man nicht versäumen, die Genauigkeit der Gewichte, welche man zum Abwägen anwendet, einer scharfen Prüfung zu unterwerfen. Für Analysen anderer Art ist dies minder wichtig, wenn nur die Gewichte unter einander in Uebereinstimmung sind; wenn aber der Gramm und dessen Unterabtheilungen, mit denen man die Substanz abwägt, unrichtig sind, so hat man bei den Reduktionen der Gase auf richtige Gewichtsbestimmung oft beträchtliche Differenzen zu gewärtigen.

Der Kohlenstoff und Wasserstoff bei Analysen stickstoffhaltiger Substanzen wird, wie bereits gelehrt worden, ausgemittelt, und die Bestimmung des Stickstoffs ist Gegenstand eines besonderen Versuches, bei welchem auf andere Bestandtheile keine Rücksicht genommen wird.

Bei der Bestimmung des Kohlenstoffs giebt es sich auch zu erkennen, ob eine Materie stickstoffhaltig ist oder nicht; denn wo Stickstoff vorhanden ist, gehen während des Verlaufs der Verbrennung fortwährend Gasblasen durch den Kali-Apparat, und wenn solche namentlich gegen das Ende der Verbrennung grösser als der Kopf einer Stecknadel erscheinen, so ist über das Vorhandensein von Stickstoff kein Zweifel zu hegen.

Anders kann man sich von einem Stickstoffgehalt zu untersuchender Materien überzeugen, wenn man etwas davon in einer Probir-Röhre mit dem 4 bis 10fachen ihres Gewichtes Kalihydrat zusammenschmilzt; die stickstoffhaltigen Körper werden hierdurch ohne Schwärzung zerlegt, und ihr ganzer Stickstoffgehalt entwickelt sich als Ammoniak, welches man an seinem Geruche leicht erkennt.

Die meisten stickstoffhaltigen Körper entwickeln ihren Stickstoff als Gas in reinem Zustande mit der Kohlensäure und dem gebildeten Wasserdampfe gemengt; bei Verbrennung anderer, seltner vorkommender Stoffe bildet sich aber Stickstoff-Oxydgas, dessen Entstehung die Stickstoff-Bestimmung erschwert und unsicher macht; man muss deshalb auf seine Reduktion in Stickstoff alle mögliche Sorgfalt verwenden; denn bei der Umwandlung des Stickgases in Stickstoff-

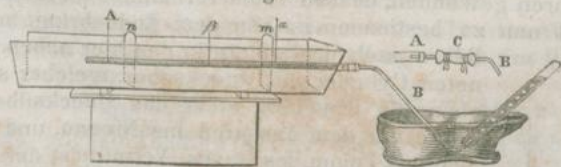
Oxydgas verdoppelt sich das Volum des erstern, und da man unter allen Umständen das Stickgas nach seinem Volum bestimmt, so ist man hierdurch einem Fehler in dessen Bestimmung ausgesetzt. Diesem Fehler wird dadurch vorgebeugt, wenn man die Verbrennungsröhre um 3 bis 4 Zoll länger nimmt als gewöhnlich, und auf das reine Kupferoxyd eine Lage Kupfer-Drehspäne bringt, welche man an der Luft bis zum Schwarzwerden geglüht, und deren oxydirte Oberfläche man vermittelst Wasserstoffgas wieder vollkommen reducirt hat. Ausserdem kann man auch die zu verbrennende Substanz mit schon zu einigen Verbrennungen benutztem Kupferoxyde mischen, worin also metallisch reducirtes Kupfer enthalten ist. Ferner ist zu beachten, dass man die Mischung der Substanz mit dem Kupferoxyde so innig als möglich ausführe, und zur Verbrennung einen doppelten Zeitaufwand gebrauche, als man gewöhnlich bedarf; denn je langsamer dieselbe vor sich geht, desto sicherer ist man vor Erzeugung von Stickoxydgas.

Je nach der Quantität des Stickstoffs, welchen eine Substanz enthält, ist das Verfahren, denselben zu bestimmen, verschieden und mehr oder weniger umständlich.

Die qualitative Analyse des Gasgemenges geht jederzeit der Stickstoff-Bestimmung voraus, auch reicht die Kenntniss des relativen Volumverhältnisses des Stickstoffs und der Kohlensäure in den meisten Fällen hin, um darnach den Stickstoff-Gehalt zu berechnen, in welchem Falle ein besonderes Verfahren überflüssig ist. Der hierzu nöthige Apparat ist sehr einfach und das Experiment damit in kurzer Zeit ausgeführt; der Erfolg ist entweder genügend, oder bestimmt die Wahl eines anderen Verfahrens.

Die gewogene Substanz wird mit 40 bis 50mal mehr Kupferoxyd, als bei gewöhnlichen Verbrennungen nöthig ist, gemischt und in die Verbrennungsröhre A des hier bezeichneten Apparates gefüllt, deren

Figur 25.



halbe Länge sie einnimmt; von den beiden andern Viertheilen der Röhrenlänge wird das eine mit Kupferoxyd von α bis β , das andere mit Kupfer-Drehspänen bis an die Oeffnung angefüllt; sie wird hierauf mit der Gasentwicklungsröhre B durch eine bewegliche Kautschuckröhre C verbunden, deren Oeffnung in eine Quecksilber-Wanne reicht, welche nur so viel Quecksilber enthält, als gerade zur Sperrung des Gases nöthig ist. Man setzt nun bei α den Schirm m auf, und bringt das metallische Kupfer sowie das Kupferoxyd in lebhaftes Glühen, wozu man die Oeffnungen des Rostes an diesen Stellen offen lässt. Zur Vorsorge umgiebt man diesen Theil der Verbrennungsröhre mit dünnem Kupfer-

blech, sofern dieselbe nicht von böhmischer Kaligläse ist. Sobald das Rothglühen des Kupferoxydes und der Kupfer-Drehspäne bewirkt ist, setzt man den zweiten Schirm in der Art auf, dass er einen Zoll von dem verschlossenen hinteren Ende der Verbrennungsröhre zu stehen kommt, und umgibt diesen Theil mit glühenden Kohlen, wo die Verbrennung der Substanz vor sich geht und die sich entwickelnden Gase die atmosphärische Luft aus dem Apparate vertreiben, worauf er lediglich mit den Produkten der Verbrennung erfüllt ist. Nun fährt man umgekehrt mit der Verbrennung fort, d. h. von vorn nach hinten zu, indem man halbzollweit den Schirm verrückt und mit glühenden Kohlen umgibt, wenn in einer solchen Distanz die Verbrennung bewirkt ist, während man das sich entwickelnde Gas in graduirten Röhren aufhängt, die einen halben Zoll im Durchmesser und 12 bis 15 Zoll Länge haben; dabei muss ihre Eintheilung genau und vollkommen übereinstimmend sein, übrigens gleichviel ob in Kubikzollen oder Kubikcentimetern. Wenn sich die erste Röhre bis zu $\frac{3}{4}$ mit Gas angefüllt hat, so zieht man sie aus dem Quecksilber, dessen Stelle nun von atmosphärischer Luft eingenommen wird, und nach einigen Secunden betrachtet man die Luftsäule, indem man die Röhre ihrer Länge nach mit dem Auge in horizontale Richtung bringt. Man wird hierbei, wenn in dem Gasgemenge auch nur $\frac{1}{1000}$ seines Volums Stickstoff-Oxydgas enthalten ist, einen röthlichen, mehr oder weniger intensiven Nebel bemerken, welcher zuweilen nur im Anfang der Verbrennung entsteht; zeigt er sich aber noch weiter im Verlauf der Verbrennung, so lohnt es sich nicht der Mühe, die Operation bis zu Ende zu führen, indem man nur ein falsches Resultat der Zusammensetzung der Substanz erwarten kann. Diesen Fehler bei einem neuen Versuche zu vermeiden, hat man eine sorgfältigere Mischung der Substanz vorzunehmen, die Lage der Kupferspäne zu vergrößern und die Verbrennung langsamer zu bewerkstelligen.

Bei einer gelungenen Operation hat man etwa 6 bis 8 mit Gas erfüllte Röhren gewonnen, dessen Volumverhältniss an Stickstoff und Kohlenstoff nun zu bestimmen ist. Zu dem Ende bringt man eine

Figur 26.



Röhre nach der andern in den hier neben bezeichneten Cylinder mit Quecksilber, welcher sich nach oben hin erweitert, stellt das Quecksilber in der Röhre mit dem äusseren ins Niveau, und bemerkt sich das Volum des Gases. Vermittelst der mit Kalilauge gefüllten und unten bei *a* mit Quecksilber gesperrten Pipette wird nun in die Gasröhre durch einen Luftdruck mit dem Munde einige Linien hoch von der Lauge eingeblasen, wobei man die etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll lange gekrümmte Spitze der Pipette in der Gasröhre vorsichtig auf und ab bewegt, um alle vorhandene Kohlensäure schnell zu absorbiren, worauf nur das Stickgas zurückbleibt. Man bringt nun die innere Quecksilbersäule wieder mit der äusseren ins Niveau und notirt das Volum des Gases.

Beträge z. B. das Gasgemenge in den sechs Messröhren das Volum von 620, und nach der Behandlung mit Kalilauge seien im Ganzen 124 verblieben, so wären also 496 an Kohlensäure verschwunden und das Volum des Stickstoffs verhielte sich also zu dem Volum der Kohlensäure wie $124 : 496 = 1 : 4$.

Man kann nun den Stickstoffgehalt der Substanz nach dem ausgemittelten Volumverhältnisse berechnen, mit der Voraussetzung, dass die Quantität der Kohlensäure, welche ein gewisses Gewicht der Materie liefert, bekannt sei.

Entweder: man verwandelt die erhaltene Kohlensäure in Volum, und dividirt dieses durch die erhaltene Verhältnisszahl; das Produkt drückt die entsprechende Menge Stickgas im Volum aus. Z. B. 0,100 Grammen Caffein liefern bei der Verbrennung dem Gewichte nach 0,180 Grammen Kohlensäure. Das Gasgemenge, welches dieser Stoff durch Verbrennung liefert, enthält Stickstoff und Kohlensäure im Verhältniss wie $1 : 4$. 1000 Kubikcentimeter Kohlensäure wiegen 1,97978 Grammen, mithin entsprechen 0,180 Grammen Kohlensäure 91,85 Kubikcentimeter; dividirt man nun diese Zahl durch 4, so erhält man 22,85 Kubikcentimeter, welche sich zu 91,85 wie $1 : 4$ verhalten. Diese 22,85 Kubikcentimeter berechnet man als Stickstoff, und da man weiss, dass 1000 Kubikcentimeter 1,26 Grammen wiegen, so enthalten 100 Theile Caffein 28,834 Stickstoff und 49,796 Kohlenstoff.

Oder: da man weiss, dass ein Volum Kohlensäure einem Atom Kohlenstoff, und ein Volum Stickgas zwei Atomen Stickstoff entsprechen; ferner, da die Menge des Kohlenstoffs und das Volumverhältniss der Verbrennungsprodukte bekannt sind, so berechnet man den Stickstoff aus den Atomgewichten.

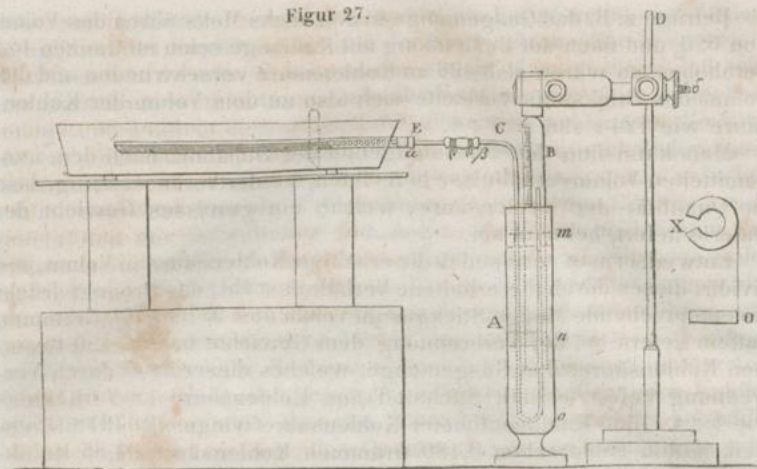
Das Caffein enthält nach der Kohlenstoff-Bestimmung 49,796 pCt. Kohlenstoff; Stickstoffgas und Kohlensäure lieferte dieser Körper im Volumverhältniss wie $1 : 4$; er enthält mithin 2 Atome Stickstoff auf 4 Atome Kohlenstoff.

49,796 verhält sich nun zu x , wie $4 \times 76,437$ (das Atomgewicht des Kohlenstoffs) zu $2 \times 88,518$ (das Atomgewicht des Stickstoffs).

$$x = \frac{49,796 \times 177,036}{305,718} = 28,834 \text{ pCt. Stickstoff.}$$

Für alle stickstoffhaltige Körper, deren Stickstoff sich zum Kohlenstoff in keinem kleineren Verhältniss als wie $1 : 8$ befindet, ist die hier beschriebene quantitative Bestimmung sicher und genau, und zur Controle dieses Verfahrens kann man mittelst des auf nächster Seite bezeichneten Apparates den Stickstoff quantitativ bestimmen. Dieser Apparat besteht in einem Cylinder mit einem Fusse A, in welchen drei Korkringe in der Form von X, der eine auf dem Boden, die beiden andern bei m und n eingekittet sind; sie dienen dazu, die kleine graduirte Glocke B in ihren Bewegungen zu schützen. Die Röhre C, durch welche das Gas in die Glocke einströmt, hat zwei senkrechte parallele Schenkel, deren aufsteigender dieselbe Länge wie die Glocke besitzen muss, während der andere, durch die beiden Oeffnungen in den Korkring gehend, ausserhalb der Glocke reicht

Figur 27.



und daselbst mit einer Winkelbeugung endigt, wo er mittelst einer Kautschuckröhre mit der Verbrennungsröhre in Verbindung gebracht wird. Die Leitungsröhre wird nun in den Cylinder gebracht, die graduirte Glocke bis auf den Boden o aufgesetzt, und der Cylinder mit Quecksilber gefüllt. Glocke und Leitungsröhre werden beide durch den Halter D in ihrer Stellung so befestigt, dass sie durch das Quecksilber nicht wieder herausgedrückt werden können. Der Arm δ des Halters ist beweglich, und kann mittelst der Stellschraube in jeder beliebigen Höhe festgehalten werden; auch die Gasleitungsröhre wird mit einem andern Halter in eine feste Stellung gebracht.

Die gewogene Substanz wird nun auf die schon mehr beschriebene Art in die Verbrennungsröhre gebracht, mit dem Gasometer verbunden, und genau untersucht, ob ein luftdichter Verschluss des Apparates stattfindet. Dieses zu finden, hebt man die Glocke in die Höhe, so dass das Quecksilber inwendig um einen Zoll höher als ausserhalb steht, und bezeichnet diese Stelle, wo dann, wenn sie während einer Viertelstunde unverändert bleibt, die Verbrennung beginnen kann, indem weder bei α noch bei β Luft eingedrungen ist; zuvor aber stellt man das Quecksilber in dem Cylinder wieder mit dem der Glocke ins Niveau, und notirt sich sowohl den Barometerstand als auch das Volum der in der Glocke befindlichen Luft und deren Temperatur.

Das sich durch die Verbrennung entwickelnde Gas tritt in die graduirte Glocke, und treibt das Quecksilber heraus, welches man dadurch in seinem Niveau erhalten kann, wenn man den Arm des Halters an seinem Stabe hinaufgleiten lässt. Wenn man in der Glocke keine Raumveränderung weiter bemerkt, so ist die Verbrennung beendet, und man lässt durch Entfernung der Kohlen den Apparat wieder erkalten. Der hierdurch veränderte Quecksilberstand wird bei Beobachtung der Temperatur und des Barometerstandes wieder ins Niveau gebracht und das erhaltene Gas nach seinem Volum gemessen. Von dem gefundenen Maasse wird das Volum der vor der Verbrennung in

der Glocke enthaltenen Luft abgezogen, und auf 0° der Temperatur und 28" Barometerstand reducirt, vorausgesetzt, dass sich beide vor und nach dem Versuche nicht geändert haben, in welchem Falle die Reduktion mit jedem besonders vorgenommen werden müsste.

Da man nun die Summe der Volumina des Stickgases und der Kohlensäure von einem bestimmten Gewichte der Substanz kennt, und ebenso aus der vorhergegangenen Kohlenstoff-Bestimmung die Menge der Kohlensäure, so berechnet man sie auf das nämliche Gewicht in Volum, und zieht dieses von der Summe des erhaltenen Gasvolums ab; der Rest, welcher in Gewicht verwandelt wird, ist Stickgas.

Das Volum des Stickgases muss zu dem der Kohlensäure in einem einfachen, und zwar dem nämlichen Verhältnisse stehen, wie in der qualitativen Analyse; z. B.

Es liefern, in diesem Apparate verbrannt, 0,100 Grammen Caffein (bei 0° und 28" B.) 114,06 Kub. Cent. Gas. Dieselbe Quantität giebt in dem zur Bestimmung der Kohlensäure bezeichneten Apparate 0,180 Grammen Kohlensäure, entsprechend (bei 0° und 28" B.) 91,21 Kub. Cent. Es geben also 0,100 Caffein $114,06 - 91,21 = 22,85$ Kub. Cent. Stickgas, oder 28,836 pCt.

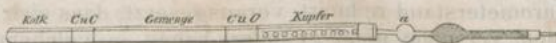
Nach dem Raumgehalt der Glocke richtet sich die Menge der in diesem Apparate zu analysirenden Substanz, wo man für jedes pCt. Stickstoff und Kohlenstoff einen Kubikcentimeter Raum in der Glocke rechnet, und ausserdem noch einen Spielraum von 15 — 20 Kubikcentimeter für die Volumveränderung vor und nach der Verbrennung. Fasst die Glocke z. B. nur 100 Kubikcentimeter, so lässt sich damit nur das Gas von 60 Milligrammen Caffein, oder nur von 90 bis 100 Milligrammen Morphin messen, vorausgesetzt, dass vor der Verbrennung 15 Kubikcentimeter Luft in der Glocke enthalten waren. Gewöhnlich fassen diese Glocken 200 bis 250 Kubikcentimeter; aber man sieht leicht ein, dass in allen diesen Fällen die Mengen der analysirten Substanz sehr klein sind und dass die Fehler der Operation oder der Beobachtung unter allen Umständen auf den erhaltenen Stickstoff einen grossen Einfluss haben, so dass, wenn der Stickstoffgehalt der Substanz an sich schon sehr klein ist, mit diesem Apparate keine genaue und zuverlässige Resultate zu erhalten sind.

Noch eine Hauptfehlerquelle ist hierbei das Weichwerden der Verbrennungsröhre bei grosser Hitze, wodurch sie ihre Form verliert und auf das Gasvolum einen Einfluss hat, wenn die Regulirung des Quecksilberdruckes nicht sorgfältig unterhalten wird. Diesem Uebelstande zu begegnen, dient die Umwickelung der Verbrennungsröhre mit dünnem Kupfer- oder Platinblech.

Bei Substanzen, deren Stickstoffgehalt sehr gering ist, wird derselbe auf direktem Wege, wie folgt, bestimmt, indem man die ganze Quantität des bei der Verbrennung gebildeten Stickgases in einer einzigen Operation ausmittelt. Hierzu bedient man sich desselben Apparates wie bei dem vorigen Verfahren, mit folgenden Abänderungen.

An das verschlossene Ende einer 18 Zoll langen Verbrennungsröhre bringt man eine Lage von trockenem Kalihydrat von 2 bis $2\frac{1}{2}$

Figur 28.



Zoll Länge; das Gewicht desselben muss wenigstens 4 bis 5 Grammen betragen. Auf dieses füllt man einen Zoll Kupferoxyd, sodann das Gemenge der Substanz mit Kupferoxyd; die andern, in der obestehenden Figur bezeichneten Abtheilungen enthalten das zum Nachspülen angewandte Kupferoxyd; hierauf folgt reines Kupferoxyd, zuletzt Kupfer-Drehspäne. Die Verbrennungsröhre wird hierauf mit einer andern in Form einer grossen Chlorcalciumröhre mit zwei Kugeln verbunden; die Kugel *a* ist leer, die andere und der daranstossende weitere Theil sind mit trockenem Kalihydrat angefüllt. Durch eine Kautschuckröhre wird nun diese Vorrichtung, nachdem sie in den Ofen gelegt worden, mit der vorhergehend abgebildeten Leitungsröhre des Gasometers verbunden, und die Verbrennung wie gewöhnlich ausgeführt. Wenn die Absorbionsröhre 12 Zoll Länge, die Kugel 1 Zoll und die weitere Röhre 4 Linien im Durchmesser hat, so fasst sie etwa 30mal mehr Kali, als zur Absorbirung aller gebildeten Kohlensäure erforderlich ist, und nur reines Stickgas tritt in den Gasometer ein.

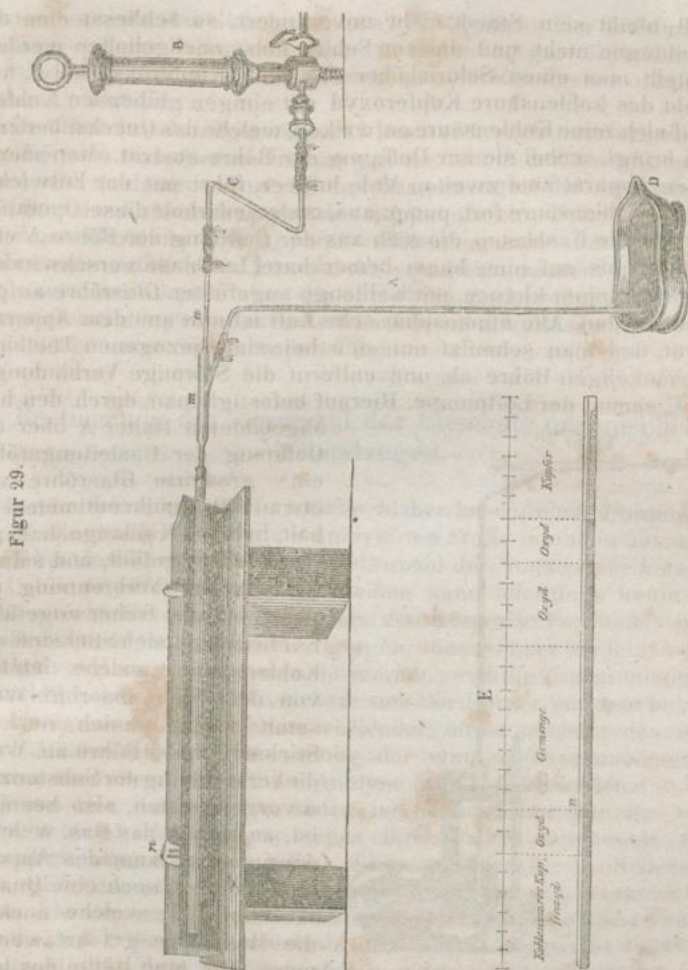
Bringt man zu Ende der Verbrennung das Kalihydrat in schwaches Glühen, so treibt der sich daraus entwickelnde Wasserdampf noch den Rest der verbliebenen Kohlensäure in die Absorbionsröhre, und nach dem Erkalten enthält die Verbrennungsröhre nur Wasserdampf, der sich verdichtet; Spuren von noch vorhandener Kohlensäure werden von dem ätzenden Kalke aufgenommen.

Vor der Verbrennung hatte man in der Messröhre des Gasometers ein bekanntes Volumen atmosphärischer Luft, und die Zunahme dieses Luftraumes drückt nun genau die Menge des entwickelten Stickgases aus; sie wird bei 0° und 28" Barometerstand nach ihrem Volumen in Gewicht berechnet.

Auch dieser Apparat ist mit einem constanten Fehler behaftet, welcher nicht vermieden werden kann; man erhält nämlich stets etwas weniger an Stickstoff, was ohne Zweifel daher rührt, dass der Sauerstoff der Luft in der Verbrennungsröhre Antheil an der Verbrennung nimmt. Diese Differenz ist durch sorgfältig angestellte Versuche mit stickstoffhaltigen Substanzen dahin ausgemittelt worden, dass man zu dem erhaltenen Stickstoff 1 pCt. zuzurechnen hat, um die genaue Quantität des Stickstoffs einer Substanz auszudrücken.

Bei Anwendung des folgenden Apparates fällt dagegen der Stickstoffgehalt der Substanz um etwas zu hoch aus, und zwar im Betrage von 1 bis 1½ Kubikcentimeter für den ganzen Volumgehalt, und wenn sich zugleich Stickstoffoxyd gebildet hatte; noch höher. Wenn man aber das Mittel von zwei Analysen annimmt, deren eine in dem vorigen, die andere in dem folgend beschriebenen Apparate angestellt wurde, so wird man den Stickstoffgehalt einer Materie mit aller bis jetzt erreichbaren Genauigkeit angeben können.

Man wählt eine Verbrennungsröhre von 24 Zoll Länge (siehe auf nächster Seite E), bringt in diese eine Lage kohlen-saures Kupfer-



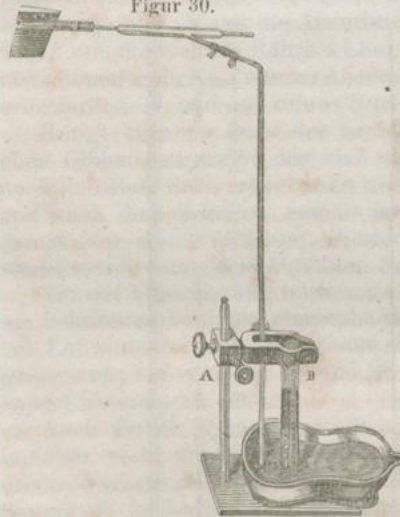
Figur 29.

oxyd von 6 Zoll Länge, von dem verschlossenen Ende an gerechnet, hinein, füllt auf diese 2 Zoll lang reines Kupferoxyd, sodann das Gemenge der Substanz mit Kupferoxyd, dann eine Lage reines Kupferoxyd, zuletzt kommt eine Lage von Kupfer-Drehspänen. Die Verbrennungsröhre wird sodann mit der dreischenkeligen Röhre *m* mittelst eines Korkes verbunden, der Kork wird ausserhalb mit geschmolzenem Siegellack überzogen; der eine Schenkel steht mit der Handluftpumpe *B*, der andere mit einer 30 Zoll langen gebogenen Glasröhre *A*, welche in eine kleine Wanne *D* mit Quecksilber taucht, mittelst Kautschuckröhren in Verbindung. Die dreischenkelige Röhre ist bei *a* etwas ausgezogen.

Man macht nun den Apparat luftleer, das Quecksilber steigt bis

27 Zoll; bleibt sein Stand nicht unverändert, so schliesst eine der Verbindungen nicht, und diesem Fehler muss nachgeholfen werden. Nun stellt man einen Schirm über das reine Kupferoxyd bei *n*, und umgiebt das kohlen-saure Kupferoxyd mit einigen glühenden Kohlen, worauf sich reine Kohlensäure entwickelt, welche das Quecksilber zum Fallen bringt, wobei sie zur Oeffnung der Röhre austritt. Man macht nun den Apparat zum zweiten Male luftleer, fährt mit der Entwicklung von Kohlensäure fort, pumpt aus, und wiederholt diese Operation so oft, bis die Gasblasen, die sich aus der Oeffnung der Röhre A entwickelten, bis auf eine kaum bemerkbare Luftblase verschwinden, wenn sie in einer kleinen, mit Kalilauge angefüllten Glasröhre aufgefangen werden. Alle atmosphärische Luft ist nun aus dem Apparate entfernt, und man schmilzt nun den bei *a* ausgezogenen Theil der dreischenkeligen Röhre ab, und entfernt die Sförmige Verbindungsröhre C sammt der Luftpumpe. Hierauf befestigt man durch den hier

Figur 30.



abgebildeten Halter A über der Oeffnung der Gasleitungsröhre eine graduirte Glasröhre von etwa 100 Kubikcentimeter Inhalt, halb mit Kalilauge, halb mit Quecksilber gefüllt, und schreitet nun zur Verbrennung der Substanz, wie früher angeführt. Es entwickelt sich Stickstoff und Kohlensäure, welche letztere von dem Kali absorbiert wird; somit sammelt sich nur der Stickstoff in der Röhre an. Wenn die Verbrennung der Substanz bis *n* vorgeschritten, also beendigt ist, so enthält das Gas, welches den inneren Raum des Apparates einnimmt, noch eine Quantität Stickstoff, welche noch in die Messröhre geführt werden muss. Die eine Hälfte des kohlen-sauren Kupferoxydes hat dazu gedient, die atmosphärische Luft zu entfernen, und die andere Hälfte, welche zurückgeblieben, dient nun dazu, um das Gasgemenge in die graduirte Röhre zu treiben. Man umgiebt also den hinteren Theil der Verbrennungsröhre mit Kohlen, und lässt etwa noch 3 bis 400 Kubikcentimeter Gas entwickeln und in die Messröhre eintreten, wodurch die Verbrennungsprodukte in dem Apparate ausgetrieben werden und sämtlicher Stickstoff in dem Gasometer versammelt wird.

Wenn nun in der graduirten Röhre, besonders wenn sie bewegt wird, keine Absorption mehr bemerkbar ist, schliesst man die Glocke mit einer aufgeschliffenen Glasplatte, und trägt sie in ein Gefäss mit Wasser, wo das Quecksilber und die Kalilauge heraus-, und an ihre Stelle Wasser eintritt. Nach Notirung des Barometer- und Thermome-

terstandes wird das Gas gemessen, der Einfluss der Tension des Wassers auf das Volum des Gases in Rechnung gestellt, auf 0° und 28" Druck reducirt, und das Gewicht des Stickstoffgases durch Berechnung bestimmt.

Der eben beschriebene Apparat lässt sich auch zur Verbrennung von Körpern im luftleeren Raume gebrauchen, in der Absicht, um dadurch die qualitative Analyse des Gasgemenges, die relativen Verhältnisse der Kohlensäure und des Stickstoffs zu erfahren, und zwar mit Ausschluss der den Apparat erfüllenden atmosphärischen Luft, wobei man natürlich die Anwendung von kohlensaurem Kupferoxyd unterlässt. Bei Körpern aber, die nur wenig Stickstoff enthalten, kann man sich auf die gefundenen Verhältnisse nicht verlassen, wenn man auch mit grösster Sorgfalt operirt hat.

Bestimmung der Atomzahl der Elemente organischer Verbindungen.

Die Verfahrungsweisen, welche bisher beschrieben wurden, geben die Zusammensetzung der analysirten Stoffe in einem bekantem Gewichte derselben, nicht aber die Anzahl der Atome ihrer Elemente an. Ueber die relative Anzahl derselben kann allerdings keine Täuschung stattfinden, wenn es gelingt, den Körper in Produkte von bekannter Zusammensetzung zu zerlegen; dies ist aber bis jetzt nur bei wenigen in Anwendung gebracht worden, und die Ausmittelung des Gewichtsverhältnisses, in welchem sich der Körper mit dem bekantem Atomgewicht eines andern verbindet, bleibt immer das wichtigste Hülfsmittel zur Erforschung der wahren Zusammensetzung und zur Controle der durch die Analyse gefundenen Zahlen.

Wenn der Körper eine Säure ist, so bestimmt man ihr Atomgewicht durch die Analyse eines ihrer Salze; am besten dient dazu ihre Verbindung mit Silber, Bleioxyd oder Baryt. Silbersalze sind, wenn sie sich darstellen lassen, allen anderen vorzuziehen; sie sind immer wasserfrei, und hinterlassen nach dem Glühen reines metallisches Silber, aus welchem sich das Atomgewicht leicht berechnen lässt. Manche Silbersalze verpuffen beim Erhitzen; diese muss man durch Verwandlung des Silberoxydes in Chlorsilber analysiren. Man hat Befeuchtung des trocknen Salzes mit Terpentin-Oel und Anzünden desselben empfohlen, um das Verpuffen zu verhindern; allein klesaaures, fumarisaures und andere Silbersalze verpuffen demungeachtet, und es entspricht dieses Mittel nur in seltenen Fällen dem beabsichtigten Zweck.

Auf eine sehr bequeme und praktische Weise analysirt *Berselius* die Bleiverbindungen. Er legt sie nämlich in ein Porzellanschälchen, erhitzt sie rasch nahe am Rande, wo sich die Verbindung meistens entzündet und fortglimmt, bis man zuletzt nichts mehr darauf hat, als ein Gemenge von Bleioxyd mit Metall. Nachdem man sein Gewicht genommen, wird es mit Essigsäure befeuchtet, sodann mit Wasser, zuletzt mit Weingeist durch Decantiren ausgewaschen und

wieder getrocknet. Der Verlust ist Bleioxyd, die Gewichtszunahme des Schälchens metallisches Blei.

Bei Darstellung der Verbindungen mit Bleioxyd hat man ganz besondere Rücksicht auf die Eigenschaft unlöslicher Bleisalze (dass sie sich mit sonst löslichen Salzen verbinden) zu nehmen, welche in der Flüssigkeit enthalten sein können und demzufolge mit niedergeschlagen werden.

Wenn eine organische Säure saure und neutrale, oder neutrale und basische Verbindungen bildet, so geben die Analysen derselben neue Anhaltspunkte zur Feststellung des Atomgewichts; doch Alles, was hierüber gesagt werden könnte, wird sich der Analytiker aus der allgemeinen chemischen Analyse selbst abstrahiren können und zu seinem Zwecke in Anwendung bringen. Sehr gut eignen sich hierzu die Barytverbindungen, da hingegen Kalksalze bei Körpern mit hohem Atomgewicht leicht zu Irrthümern Veranlassung geben.

Die Verbrennung einer organischen Säure für sich und eines ihrer wasserfreien Salze entscheidet über ihren Wassergehalt und über die Quantität ihres Hydratwassers. Von grosser Wichtigkeit für die organische Analyse ist auch die Bestimmung des Krystallwassers der Salze, und man darf diese nicht vernachlässigen, wo es nur immer ausführbar ist.

Die Sättigungs-Capacität der organischen Basen bestimmt man mit Hülfe des im Eingang dieser Abhandlung zum Austrocknen beschriebenen Apparates. Man legt in den weiteren Theil der Trockenröhre die organische Base, und leitet, nachdem ihr Gewicht im trocknen Zustande bekannt ist, bei a trocknes salzsaures Gas hinein. Sie verbinden sich leicht, schnell und unter Erwärmung damit; manche schmelzen hierbei, andere bleiben porös; jedenfalls bleibt der Verbindung eine gewisse Quantität Salzsäure, welche nicht zu ihrer Zusammensetzung gehört und die man entfernen muss. Für diesen Zweck verfährt man ganz so, als wenn man die Verbindung austrocknen wollte; der Apparat wird mit siedendem Wasser umgeben und so lange Luft hindurchströmen gelassen, bis sich sein Gewicht nicht mehr verändert. Die Gewichtszunahme des Apparates ist die mit der Basis in Verbindung getretene Salzsäure. Hält man es für nöthig, sich Gewissheit zu verschaffen, ob bei der Verbindung der Base mit der Säure nicht eine gewisse Quantität Wasser verdunstet ist, wodurch nach solchem Verfahren das Gewicht der Salzsäure zu gering ausfällt, so muss ein bekanntes Gewicht des Salzes in Wasser gelöst und die Salzsäure als Chlorsilber bestimmt werden.

Ohne gerade in die Kategorie der Säuren zu gehören, vereinigen sich manche organische Stoffe mit Bleioxyd; durch die Aufnahme desselben wird zuweilen eine gewisse Quantität Wasser abgeschieden, welches diese Substanzen durch Wärme allein nicht abgeben; jedenfalls erfährt man durch die Analyse solcher Verbindungen und der reinen Substanz Alles, was auf die Anzahl der Atome der Elemente gesucht wird.

Wieder andere Substanzen gehen weder mit Säuren noch mit

Metalloxyden Verbindungen ein, sie vereinigen sich aber im krystalisirten Zustande mit Wasser, dessen Bestimmung alsdann mit äußerster Sorgfalt vorgenommen werden muss. Man berechnet daraus mit derselben Sicherheit das einfache, halbe, doppelte etc. Atomgewicht der Substanz, welches natürlich von der Anzahl der Atome des Wassers abhängt, welches die Substanz aufgenommen hat; z. B.

Zusammensetzung der Amygdalinsäure.

Bestimmung des Atomgewichts der Säure.

— 1,089 amygdalinsaurer Baryt liefert, durch Schwefelsäure zer setzt, 0,234 schwefelsauren Baryt. Das Atomgewicht des schwefel sauren Baryts ist 1458,05; man erhält sonach das Atomgewicht des amygdalinsauren Baryts durch die Proportion:

$$0,234 : 1,089 = 1458,05 : x = 6783,37.$$

Controle.

1,002 Barytsalz liefern 0,182 kohlen sauren Baryt. Daraus ergibt sich das Atomgewicht des Salzes = 6790,00; im Mittel = 6786,68.

0,668 Grammen desselben Salzes liefern 1,068 Grammen Kohlen säure, mithin 158,88 pCt. Kohlen säure; 0,7235 Grammen liefern 1,148 Kohlen säure, mithin 158,6 pCt. Kohlen säure. 100 Theile geben da her im Mittel 159,24 Kohlen säure.

0,668 Grammen geben ferner 0,302 Wasser.

0,7235	"	"	"	0,326	"
1,3915				0,628	

Bei der Verbrennung des Barytsalzes mit Kupferoxyd ist kohlen saurer Baryt zurückgeblieben, dessen Kohlenstoff mit in Rechnung gebracht werden muss. Aus obiger Analyse ergibt sich, dass 100 Theile amygdalinsaurer Baryt nach dem Glühen hinterlassen: 18,17 kohlen sauren Baryt. Diese enthalten 4,0718 Kohlen säure, im Ganzen also $159,24 + 4,718 = 163,958$ Kohlen säure.

Man berechnet nun die erhaltenen Resultate auf 100 Theile amygdalinsauren Baryt; was an 100 fehlt, ist Sauerstoff. Aus den obigen Resultaten ergibt sich, dass 100 Theile Barytsalz enthalten:

Kohlenstoff	45,157
Wasserstoff	5,014
Baryt	14,098
Sauerstoff	35,731
	100,000

Um nun die Constitution der Säure, und damit die Anzahl ihrer Elemente zu finden, berechnet man, wie viel Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in der Summe der Atomzahlen aller Elemente, d. h. in dem ausgemittelten Atomgewicht enthalten ist.

100 Theile amygdalinsaurer Baryt enthalten:

45,157	mithin 6786,68	. . .	3064,660	Kohlenstoff.
5,014	„ 6786,68	. . .	340,284	Wasserstoff.
14,098	„ 6786,68	. . .	956,706	Baryt.
35,731	„ 6786,68	. . .	2421,948	Sauerstoff.
			6786,598	

3064,660 ist die Summe des Kohlenstoffs in einem Atomgewicht des Salzes; wird sie mit dem Gewicht von 1 Atom Kohlenstoff dividirt, so erhält man die *Anzahl* der Atome Kohlenstoff =

3064,66	. . . . .	=	40,09	Atome Kohlenstoff.
76,437	Gew. von 1 Atom Kohlenstoff			
340,284	. . . . .	=	54	„ Wasserstoff.
6,2398	Gew. von 1 Atom Wasserstoff.			
956,706	. . . . .	=	1	„ Baryt.
956,88	Gew. von 1 Atom Baryt.			
2421,948	. . . . .	=	24	„ Sauerstoff.
100	Gew. von 1 Atom Sauerstoff.			

Die Formel für das Salz ist mithin $C_{40} H_{54} O_{24} Ba O$.

Die Vergleichung der procentigen Zusammenstellung, welche die Formel giebt, mit den Zahlen, welche durch die Analyse erhalten wurden, zeigt nun, wie weit das Resultat des Versuches sich der theoretischen Zusammensetzung nähert.

			auf 100 Theile berechnet.
40	Atome Kohlenstoff =	3057,480	45,28
54	„ Wasserstoff =	336,949	4,99
1	„ Baryt =	956,880	14,17
24	„ Sauerstoff =	2400,000	35,56
	Atomgewicht nach der Formel =	6751,309	100,00

Der gewöhnliche Gang der Berechnung der Anzahl der Atome der Elemente in einer analysirten organischen Materie ist bei allen ganz so, wie in dem angeführten Beispiele auseinandergesetzt wurde; die Formel, zu der man gelangt, ist der nächste Ausdruck der durch den Versuch gefundenen Zahlen; die Richtigkeit derselben muss einer strengen Prüfung unterworfen werden.

Das gefundene Resultat stimmt wohl dem Anscheine nach mit dem theoretischen so nahe überein, als sich nur wünschen lässt; dies ist, den Wasserstoff ausgenommen, bei allen andern Elementen eine hinreichende Bürgschaft ihrer Richtigkeit; allein bei diesen, wenn man sich erinnert, was über die Bestimmung desselben früher gesagt ist, beweist diese vollkommene Uebereinstimmung, dass die Materie weniger Wasserstoff enthält, als die Formel angiebt.

Es ist gesagt worden, dass bei Körpern von hohem Atomgewicht die Wasserstoff-Bestimmung einer Correction unterworfen werden muss; dies ist bei der erwähnten Analyse aber nicht geschehen.

Zieht man von dem in jeder Analyse erhaltenen Wasser 6 Milligrammen, als der Substanz nicht angehörig, von 628 Wasser also 12 Milligrammen ab, so bleiben 0,616 Grammen Wasser, wonach sich für 100 Theile amygdalinsuren Baryt nur 4,91 Wasserstoff, also

weniger, als die Formel anzeigt, berechnet. Nach der Formel $C_{40} H_{52} O_{24} Ba O$ enthält dieses Salz 4,81 pCt. Wasserstoff, und dieser Gehalt stimmt mit den corrigirten so nahe, als man bei Versuchen der Art nur erwarten kann, überein, und aus alle diesem kann mit genügender Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass die Amygdalinsäure nicht über 52 Atome Wasserstoff enthält, dass demnach das Atomgewicht des Salzes nur 6738,829 beträgt.

Was den Kohlenstoff betrifft, so müssen die Grenzen der Beobachtungsfehler aufgesucht und verglichen werden.

Es ist klar, dass in dieser Analyse die Fehler in der Beobachtung den Kohlenstoff-Gehalt vermindern. Wenn das Salz bei einem Atomgewicht von 6786,68 nur 39 Atome Kohlenstoff enthielte, so würde seine Zusammensetzung durch die Formel $C_{39} H_{54} O_{25} Ba O$ ausgedrückt werden müssen. Diese Formel giebt für das Atomgewicht des Salzes die Zahl 6874,872, welche dem gefundenen noch näher steht, als das oben berechnete; aber darnach würden 100 Theile Salz nur 43,35 pCt. Kohlenstoff geben dürfen. Demzufolge entspricht ein Unterschied von $1\frac{3}{4}$ pCt. Kohlenstoff einem Atome Kohlenstoff in der theoretischen Zusammensetzung, und es ist leicht zu bemerken, dass das Maximum des Verlustes nicht über 0,87 pCt. Kohlenstoff, d. h. nicht über $\frac{1}{2}$ Atom Kohlenstoff betragen darf, wenn das Resultat nicht zweifelhaft sein soll.

Zieht man von dem Atomgewichte des Salzes das Gewicht von 1 Atom Baryt ab, so erhält man das Atomgewicht der Säure 6738, — 956,88 = 5782,049, woraus sich ihre procentige Zusammensetzung berechnen lässt.

Bei der Berechnung und Controle der Analyse einer organischen Base wird das Atomgewicht durch die Quantität Säure bestimmt, mit welcher die Basis eine constante Verbindung bildet; im Uebrigen wird genau nach der beschriebenen Weise verfahren.

Die Anzahl der organischen Substanzen, welche mit keiner andern von bestimmtem Atomgewicht Verbindungen eingehen, deren Zusammensetzung sich also nicht controliren lässt, ist sehr klein; bei diesen muss man sich begnügen, das Atomverhältniss ihrer Bestandtheile aufzusuchen und in der einfachsten Form auszudrücken. Mannazucker gehört z. B. zu dieser Art von Körpern. 2,735 Grammen lieferten durch die Verbrennung 4,097 Grammen Kohlensäure und 1,770 Grammen Wasser. Dies giebt für die Zusammensetzung in 100 Theilen:

Kohlenstoff 39,7259

Wasserstoff 7,7210

Sauerstoff 52,5531

100,0000

Wenn man das Atomgewicht des Mannits = 100 setzt, so würde $\frac{39,7259}{76,437}$ die Anzahl der Atome des Kohlenstoffs, $\frac{7,7210}{6,2398}$ die Anzahl der Atome des Wasserstoffs, und $\frac{52,5531}{100}$ die Anzahl der Atome des

Sauerstoffs ausdrücken. Da aber das Atomgewicht unbekannt ist, so drücken die Quotienten lediglich das relative Verhältniss der Atome der Elemente des Mannits aus:

0,518	Atome Kohlenstoff.
1,238	„ Wasserstoff.
0,525	„ Sauerstoff.

Fasst man diese Verhältnisse näher ins Auge, so sieht man alsbald, dass die Anzahl der Atome des Kohlenstoffs in dem Mannit gleich sein muss der Anzahl der Atome des Sauerstoffs; die Zahlen 0,518 und 0,525 weichen nur unbedeutend von einander ab. Man bemerkt ferner, dass die Anzahl der Atome des Wasserstoffs, verglichen mit der Anzahl der Sauerstoff-Atome, grösser ist, als das Verhältniss, in welchem beide Wasser bilden. Wäre das Verhältniss wie im Wasser, so würden auf 52 Atome Sauerstoff 104 Atome Wasserstoff vorhanden sein müssen; man hat aber 123,8, mithin sehr nahe $\frac{1}{6}$ mehr. Auf 1 Atom Sauerstoff sind darin enthalten 2,36 Atome Wasserstoff, oder, letzteren in der nächsten ganzen Zahl ausgedrückt, enthält der Mannit auf 3 Atome Sauerstoff 7 Atome Wasserstoff und 3 Atome Kohlenstoff.

Durch die Analyse des krystallisirten Rohrzuckers wurde folgende procentige Zusammensetzung erhalten:

Kohlenstoff	42,301	. .	$\frac{42,301}{76,437} = 0,553.$
Wasserstoff	6,454	. .	$\frac{6,454}{6,2398} = 1,034.$
Sauerstoff	51,501	. .	$\frac{51,501}{100} = 0,515.$
			$\frac{100,000}{100}$

Man bemerkt hier, dass die Anzahl der Atome des Wasserstoffs genau doppelt so gross ist, als die Anzahl der Atome des Sauerstoffs, dass mithin der Zucker beide Bestandtheile in dem Verhältniss wie im Wasser enthält. Die Anzahl der Sauerstoff-Atome verhält sich zur Zahl der Kohlenstoff-Atome wie 0,515 : 0,553; in ganzen Zahlen ausgedrückt, wie 11 : 12. Nimmt man mithin an, der Zucker enthalte 11 Atome Sauerstoff, so ist seine Formel $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Sehr viele organische Körper, deren Atomgewicht sich nicht direkt bestimmen lässt, zerlegen sich, wenn sie unter gewissen Umständen mit andern in Berührung gebracht, mit Säuren oder Alkalien behandelt werden, in neue Produkte, deren Zusammensetzung entweder schon bekannt ist, oder doch leicht ausgemittelt werden kann. Die Zersetzungs-Arten geben sehr wichtige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Zusammensetzung und zur Controle der Analyse ab. Zucker zerlegt sich, in Berührung mit Ferment, in Kohlensäure und Weingeist; Oxamid in Ammoniak und Kleesäure. Es ist klar, dass, wenn man bei der Zersetzung des ersteren die Quantität Kohlensäure, und bei dem Oxamid die Menge der gebildeten Kleesäure kennt; wenn man sich überzeugt hat, dass bei dem einen sonst kein anderes Produkt als Weingeist, und bei dem andern nur Ammoniak hierbei gebildet wird,

man hieraus schon auf die Zusammensetzung mit voller Gewissheit schliessen kann.

Ein ganz wichtiges Mittel, um die Art der Zusammensetzung eines Körpers von unbekanntem Atomgewicht einer Prüfung zu unterwerfen, ist das übermangansaure Kali. Dieses Salz, mit einer auflöselichen organischen Materie gelinde erwärmt, zersetzt sich in Mangan-Hyperoxydhydrat, die Uebermangansäure giebt Sauerstoff an die organische Materie ab, und es wird hierbei, wenn die organische Substanz im Ueberschuss vorhanden ist, nur in seltenen Fällen der Kohlenstoff derselben oxydirt. Durch die Oxydation des Wasserstoffs entstehen organische Säuren, und zwar stets nur in dem Verhältniss, als das Kali bedarf, um davon neutralisirt zu werden; die Flüssigkeit bleibt neutral. Die Säure, welche hierbei vorzugsweise gebildet wird, ist Kleesäure, in manchen Fällen Ameisensäure. Beide sind leicht bestimmbar; aus ihrer Quantität und aus der Menge des Mangan-Hyperoxydhydrats lässt sich die Zusammensetzung beurtheilen. Z. B. wenn eine reine Zuckerauflösung mit diesem Salze erwärmt wird, so erhält man neutrales kleesaures Kali und Manganhyperoxyd (1091,78) erhalten werden, woraus sich leicht berechnen lässt, dass in dem Zucker der Wasserstoff und Sauerstoff in gleichem Verhältnisse wie in dem Wasser enthalten sind.

Manche indifferente stickstoffhaltige Substanzen zerlegen sich mit Alkalien in Ammoniak und in eine Säure, deren Atomgewicht bestimmt werden kann. Dazu gehören z. B. Caffein, Asparagin, Amygdalin etc.; man kann deren Atomgewicht leicht aus der Quantität der gebildeten Säure oder eines ihrer Salze von einem bekannten Gewichte der Materie ausmitteln. So z. B. werden durch Behandlung von 1,357 Grammen Amygdalin 1,592 amygdalinsaurer Baryt erhalten. Das Atomgewicht dieses Salzes ist 6738,829 es verhält sich daher:

$1,592 : 6738 = 1357 : x = 5797,829$; dem Atomgewichte des Amygdalins.

Bei flüchtigen Körpern ist die Bestimmung des specifischen Gewichts ihres Dampfes ein sicheres Mittel zur Controlirung der organischen Analyse. Das Verfahren, welches hierzu angewendet wird, ist von *Dumas* angegeben und zuerst zu diesem Zwecke in Ausübung gebracht worden. Die folgende Beschreibung dieser Verfahrensweise umfasst alle Vorsichtsmaassregeln, welche ein genaues Resultat verbürgen.

Bestimmung des specifischen Gewichts der Dämpfe flüchtiger Stoffe, von A. Dumas.

Diese ist als das sicherste Mittel anzusehen, um bei organischen Stoffen, welche flüchtiger Natur sind, die Anzahl der Atome ihrer Elemente zu bestimmen. Der hierzu anwendbare Apparat ist in hohem Grade einfach und die ganze Operation mit Leichtigkeit und ohne grossen Aufwand an Zeit oder Geschicklichkeit auszuführen. Die Aufgabe, welche man also zu lösen sucht, besteht in der Ausmittlung des

Wild, Pharmacie. I.

Gewichts eines Dampfes von bekanntem Volum. Zu diesem Zwecke wird ein passendes Gefäss, gefüllt mit trockner Luft von bekannter Temperatur und Luftdruck, gewogen; man bringt alsdann die Flüssigkeit oder den flüchtigen Körper hinein, von dessen Dampf das specifische Gewicht bestimmt werden soll, erhitzt ihn darin etwa 30° bis 40° über die Temperatur seines Siedpunktes so lange, bis er gänzlich in Dampf verwandelt ist, bestimmt die Temperatur desselben, verschliesst das Gefäss hermetisch, und nimmt auf's Neue sein Gewicht. Man kennt nun das Gewicht des Gefässes, mit Luft und mit Dampf gefüllt; nach der Reduktion auf gleiche Temperaturen und Druck kann man das Gewicht beider berechnen, nachdem man vorher den Rauminhalt des Gefässes, mithin das Volumen der Luft und des Dampfes ausgemittelt hat. Das specifische Gewicht des Dampfes erhält man, wenn man das Gewicht eines gewissen Volumens durch das Gewicht eines gleichen Volumens Luft, beide von gleicher Temperatur und Druck, dividirt, und zwar folgendermassen:

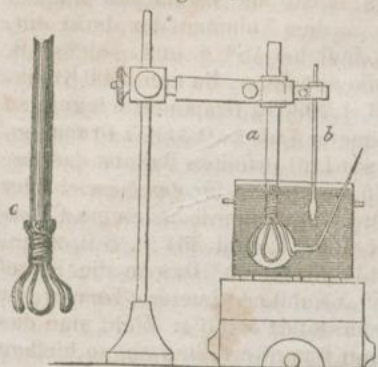
Figur 30.



Man nimmt einen kleinen, trocknen und reinen Glaskolben von 300 bis 500 Kubikcentim. Inhalt, verbindet ihn nebst einer Chlorcalciumröhre mit der früher beschriebenen Luftpumpe, pumpt die Luft aus, und lässt durch Öffnen des Hahns wieder abwechselnd durch das Chlorcalcium getrocknete Luft einströmen. Man zieht nun den Kolben bei *a* in eine 6 bis 8 Zoll lange Röhre aus, giebt ihr bei *b* eine Biegung, schneidet die Spitze mittelst einer scharfen Feile ab, und schmilzt in einer Spirituslampe den scharfen Rand derselben glatt. Das Glas des Kolbens darf sich bei dem Weichen nicht blättern oder schwärzen, es ist sonst schwierig oder unmöglich, die Spitze schnell und leicht zuzuschmelzen. Man hat also eine Kugel oder einen Ballon mit ausgezogener Spitze. Man wiegt ihn nun offen, und lässt ihn eine Zeit lang auf der Wage liegen, bis man sieht, dass sich durch Anziehen von Feuchtigkeit auf der Oberfläche des Glases sein Gewicht nicht mehr verändert. Darauf erwärmt man den Bauch des Ballons, treibt dadurch einen Theil der enthaltenen Luft aus, und während man die offene Spitze in die flüssige Substanz eintaucht, lässt man ihn wieder erkalten, wodurch von der Flüssigkeit eingesogen wird, was man durch Auftröpfeln von Aether noch beschleunigen kann. Die Quantität der Flüssigkeit, welche man eintreten lässt, wird nach dem Volum des Ballons bemessen; 5 Gram. kann man als das Minimum und 10 Gr. als Maximum betrachten. Wenn der Körper im Halse und in der engen Röhre etwa erstarren sollte, so muss er durch angebrachte Wärme wieder flüssig gemacht werden.

Nach der Füllung wird der Ballon in ein Wasser-, Chlorcalcium- oder Chlorzinkbad etc. eingesetzt, mittelst eines Halters darin befestigt, und auf eine Temperatur erhitzt, welche jedenfalls 30° bis 40° höher sein muss, als der Siedepunkt des flüssigen Körpers. Das Bad kann natürlich auch schon vorher bis auf die gewünschte Temperatur erhitzt sein, denn man hat nie ein Springen des Ballons zu befürchten. Nebenstehend *c* ist der Halter einzeln abgebildet, so wie auch eine

Figur 31.



Zusammenstellung des ganzen Apparates, in welcher *a* die Befestigung des Halters zeigt, mit der zugleich ein Thermometer *b* in Verbindung gebracht ist, welches, in das Bad eintauchend, dessen Temperatur anzeigt.

Sobald die Temperatur des Bades einige Grade über den Siedepunkt der Substanz gestiegen ist, entwickelt sich aus der offenen Spitze ein Strom seines Dampfes; er nimmt nach und nach ab, und nach 15 bis 20 Minuten wird eine Flamme, in die Nähe der offenen

Spitze gebracht, nicht im Geringsten mehr bewegt werden. Sieht man, dass sich an der offenen Spitze, so weit sie sich ausserhalb des Bades befindet, kleine Tropfen der Flüssigkeit verdichten, so müssen diese jetzt entfernt werden. Man nähert denselben eine glühende Kohle, worauf die Spitze sogleich davon entleert wird; vermittelst eines Löthrohres und einer in die Nähe gebrachten Spirituslampe wird nun die Spitze rasch erweicht und zugeschmolzen.

Das eiserne Gefäss des Bades wird nun vom Feuer entfernt, der Kolben herausgenommen, rein gewaschen, gut abgetrocknet und genau dessen Gewicht genommen. Der Dampf der Substanz hat alle atmosphärische Luft bis auf eine geringe Quantität, die man zu bestimmen hat, ausgetrieben.

Nun muss das Volumen des Dampfes ermittelt werden; um dies auszuführen, macht man nahe am Halse des Glaskolbens mit der Feile einen Einschnitt, taucht die Spitze ihrer ganzen Länge nach unter Quecksilber, und bricht sie ab. Der luftleere Raum, welcher nach Verdichtung des Dampfes bei gewöhnlicher Temperatur entstanden ist, wird nun durch Quecksilber ausgefüllt, wobei meistens eine kleine Luftblase zurückbleibt. Das Volumen des Quecksilbers ist gleich dem Volumen des Dampfes in der hohen Temperatur, bei welcher der Kolben verschlossen wurde. Zur Bestimmung desselben leert man nun das Quecksilber in eine graduirte Röhre aus, und bemerkt sich die Anzahl der Kubikcentimeter, die dasselbe einnimmt. Man füllt nun das Gefäss gänzlich mit Wasser an, und misst das Volumen des Wassers; es beträgt meistens 1 bis 2 Kubikcentimeter mehr, als das Volumen des Quecksilbers. Indem man beide von einander abzieht, hat man das Volumen der zurückgebliebenen Luftblase. Aus den erhaltenen Resultaten lässt sich nun nach folgendem Beispiele das spezifische Gewicht des Dampfes berechnen.

Berechnung:

Kohlensäure-Aether.

Der Siedepunkt desselben ist 125^o,5 Centesimal-Thermometer. Der Ballon wog mit trockner Luft gefüllt 47,770 Grammen; die Temperatur der Luft war 18^o, 6; der Barometerstand 331^{'''}, 8.

Nach Beendigung des Versuches fasste die Kugel, mit Wasser ausgemessen, 290 Kubikcentimeter, = dem Volumen der darin enthaltenen Luft. 290 Kubikcentimeter Luft bei 18°, 6 und 331''', 8 B. geben bei 0° und 336''' B. 267,7 Kubikcentimeter. Da nun 1000 Kubikcentimeter Luft bei 0° und 336''' B. 1,299075 Grammen wiegen, so ist das Gewicht der 267,7 Kubikcentimeter Luft = 0,34776 Grammen. Zieht man von dem Gewichte des mit Luft erfüllten Ballons das Gewicht der Luft ab, 47,770 — 0,34776, so bleiben für das Gewicht der leeren Kugel 47,42224 Grammen. Die Kugel wurde in einem Chlorzinkbade erhitzt, die Oeffnung bei 150° C. und 331''', 8 B. zugeschmolzen; ihr Gewicht betrug 48,431 Grammen. Das in die Kugel eingetretene Quecksilber betrug 289,5 Kubikcentimeter (Temperatur des Quecksilbers 18°, 6 C.; Barometerstand: 332'''). Zieht man das Gewicht der leeren Kugel von der mit Dampf erfüllten ab, so bleiben für das Gewicht des Aetherdampfs 1,00876 Grammen. Nimmt man an, das Volumen habe bei 150° und 331''', 8 B. 289,5 Kubikcentimeter betragen, so nehmen diese bei 0° und 336''' Druck 182,98 Kubikcentimeter ein. Dieses Volumen Aetherdampf wiegt nun 1,100876 Grammen, 1000 Kubikcentimeter wiegen mithin 5,5129 Grammen.

Das spezifische Gewicht des Kohlensäure-Aetherdampfes ist demnach:

$$\frac{5,5129}{1,299075} = 4,243.$$

Für die Controle der Analyse des Kohlensäure-Aethers ist diese Bestimmung wohl genügend, aber die Berechnung kann auch ein fehlerhaftes Resultat liefern, wenn man auf den Umstand nicht Rücksicht nimmt, dass das durch das eingetretene Quecksilber gemessene Volumen des Dampfes weniger beträgt, als der Inhalt der Glaskugel. Zieht man nämlich beide von einander ab, 290 — 289,5, so bleibt 0,5 Kubikcentimeter Luft, welche mit den 289,5 Kubikcentimetern die Kugel ausgefüllt hatte. Diese Luft ist aber mitgewogen worden; mithin erhält man das Gewicht des Dampfes, wenn man von 1,00876 das Gewicht von 0,5 Kubikcentimetern Luft, auf 0° C. und 336''' B. reducirt, nämlich 0,00062, abzieht, wo also 1,008135 Grammen verbleiben.

Das Volumen des in die Kugel eingetretenen Quecksilbers drückt gleichfalls nicht genau das Volumen des Dampfes bei 150° aus, denn die 0,5 Kubikcentimeter Luft dehnten sich bei 150° um 0,23 Kubikcentimeter aus; ihr Volumen betrug bei dieser Temperatur 0,73 Kubikcentimeter; das Volumen des Dampfes ist also um 0,23 Kubikcentimeter zu gross angenommen worden; das wahre Volumen ist 289,5 — 0,23 = 289,27 Kubikcentimeter. Man sieht leicht ein, dass diese Correktionen das gefundene spezifische Gewicht kaum merklich ändern. Beträgt aber der Lufrückstand über 2 Kubikcentimeter, so muss er auf die oben angegebene Weise in Rechnung gebracht werden.

Einer absoluten Genauigkeit ist das soeben beschriebene Verfahren zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes des Dampfes nicht fähig; die Volumina, welche man misst und wiegt, sind zu klein, und wendet man grosse Kugeln an, so verliert der Apparat an seiner Einfachheit und Bequemlichkeit in seiner Handhabung; er verlangt

alsdann grosse, vollkommen gearbeitete Wagen. Alles dies ist für den Zweck, den man erreichen will, nicht nöthig; es reicht hin, wenn die beiden ersten Decimalstellen mit dem theoretisch berechneten specifischen Gewichte übereinstimmen; auf die Richtigkeit der dritten kann man unter keinerlei Umständen zählen. Es ist aus diesem Grunde überflüssig, die Ausdehnung des Glases und eine Correction des Quecksilber-Thermometers in Rechnung zu nehmen. Die unbedeutenden Aenderungen, welche diese Correctionen in dem gefundenen Resultate zu Wege bringen, wird man aus der Bestimmung des specifischen Gewichtes des Kampherdampfes von dem Erfinder der Methode wahrnehmen.

Ueberschuss des Gewichtes des mit Luft und Kampherdampf gefüllten Ballons bei 13° , 5 und $0,742$ Met. = $0,708$ Grammen. Temperatur des Dampfes = 244° . Volumen des Ballons = 295 Kubikcentimeter. Das Gewicht der in dem Ballon enthaltenen Luft betrug bei 0° und $0,760$ Met. $0,3559$ Grammen.

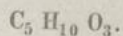
$0,708 + 0,3559 = 1,0639$ Grammen ist also das Gewicht des Dampfes. Nimmt man an, das Volumen des Dampfes habe bei 244° ebenfalls 295 Kubikcentimeter betragen, und nimmt man auf die grössere Ausdehnung des Quecksilbers und die hohe Temperatur keine Rücksicht, so erhält man für das specifische Gewicht des Dampfes die Zahl $5,356$. Es entsprachen aber 244° des Quecksilber-Thermometers nur 239° des Luft-Thermometers. Für jeden Grad des Luft-Thermometers dehnt sich ferner das Glas um $\frac{1}{35000}$ seines Volums bei 0° C. aus. Das Volumen des Dampfes bei 239° und $0,742$ Druck ist demnach:

$$295 + \frac{295 \times 239}{35000} = 297 \text{ Kubikcentimeter.}$$

Auf 0° C. und $0,760$ Met. reducirt, beträgt sein Volumen $153,5$ Kubikcentimeter, woraus sich das specifische Gewicht des Dampfes zu $5,337$ berechnet. Die Unterschiede zweier Versuche sind aber unter allen Umständen grösser, als der Unterschied des corrigirten specifischen Gewichtes von dem nicht corrigirten, so dass diese Berechnungen füglich unterlassen werden können.

Zur Anwendung der Kenntniss des specifischen Gewichtes eines Körpers von unbekanntem Atomgewicht als Controle der Analyse dient folgendes Beispiel:

Die Zusammensetzung des Kohlensäure-Aethers ist durch die gewöhnliche Verbrennung gefunden worden; die höchsten Zahlen für seine procentige Zusammensetzung ergeben: $51,3075$ Kohlenstoff, $8,5802$ Wasserstoff und $40,1121$ Sauerstoff. Diese Zahlen entsprechen der Formel:



Die specifischen Gewichte des Kohlenstoffdampfes, des Wasserstoff- und Sauerstoff-Gases verhalten sich nun zu einander wie ihre Atomgewichte. Es ist klar, dass in 1 Volum Kohlensäure-Aether die Volumina seiner Elemente sich wiederfinden müssen in dem Verhältniss wie $5 : 10 : 3$. Dieses Verhältniss kann doppelt oder nur halb mal so

gross sein, was von der Condensation seiner Bestandtheile abhängt; jedoch muss es sich stets gleich bleiben. Man sucht nun auf, wie viel Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff in dem Gewichte von 1 Volumen Kohlensäure-Aether 4,243 enthalten ist.

100 Theile enthalten:

51,3075 Kohlenstoff, also 4,243	2,1769.
8,5802 Wasserstoff, „ 4,243	0,3645.
40,1121 Sauerstoff, „ 4,243	1,7018.

Die Zahl 1,1769 drückt aus die Summe der Volumina (der specif. Gewichte) Kohlendampf in einem Volum Aetherdampf; dividirt man sie mit dem Gewichte von 1 Volum Kohlenstoffdampf, d. h. mit seinem specif. Gewichte = 0,84297, so erhält man die Anzahl derselben, nämlich: $2\frac{1}{2}$.

Das specifische Gewicht des Wasserstoffgases ist 0,0688, mithin ist $\frac{0,3645}{0,0688} = 5$ die Anzahl der Volume Wasserstoff, und $\frac{1,7018}{1,1026} = 1\frac{1}{2}$

die Anzahl der Volume Sauerstoff.

Man sieht nun leicht, dass $2\frac{1}{2} : 5 : 1\frac{1}{2}$ sich verhält wie 5 : 10 : 3, woraus hervorgeht, dass die Analyse richtig ist.

5 Vol. Kohlenstoffdampf wiegen	$5 \times 0,84279 = 4,2139.$
10 „ Wasserstoffgas „	$10 \times 0,0688 = 0,6880.$
3 „ Sauerstoffgas „	$3 \times 1,1026 = 3,3078.$

Die Summe derselben ist = 8,2097.

Die Zahl 8,2097 verhält sich zu dem gefundenen specifischen Gewichte 4,243 nahe wie 2 : 1, woraus hervorgeht, dass in einem Volum Kohlensäure-Aetherdampf enthalten sein müssen:

$\frac{5}{2}$ Kohlenstoffdampf, $1\frac{1}{2}$ Wasserstoffgas und $\frac{3}{2}$ Sauerstoffgas.
Dies ist das Verhältniss $2\frac{1}{2} : 5 : 1\frac{1}{2}$, was oben gefunden wurde.

Das Gewicht eines Volums Kohlensäure beträgt nun 1,52400
„ „ „ „ Aetherdampf „ „ 2,58088

Die Summe beider 4,10488.

Darnach enthält ein Volum Kohlensäure-Aether:

1 Volum Aetherdampf	} ohne Verdichtung.
1 „ Kohlensäuregas	

Die Ausdehnung des Glases muss bei genauen Versuchen gleichfalls in Rechnung gebracht werden.

Hülfstabelle
zu den Berechnungen in der organischen Analyse.

C h l o r.									
Cl ₁	221,325	Cl ₆	1327,95	Cl ₁₁	2434,575	Cl ₁₆	3541,2	Cl ₂₁	4647,825
Cl ₂	442,650	Cl ₇	1549,275	Cl ₁₂	2655,900	Cl ₁₇	3762,525	Cl ₂₂	4869,150
Cl ₃	663,975	Cl ₈	1770,600	Cl ₁₃	2877,225	Cl ₁₈	3983,850	Cl ₂₃	4090,475
Cl ₄	885,3	Cl ₉	1191,925	Cl ₁₄	3098,55	Cl ₁₉	4205,175	Cl ₂₄	5311,8
Cl ₅	1106,625	Cl ₁₀	2213,25	Cl ₁₅	3319,875	Cl ₂₀	4426,5	Cl ₂₅	5533,125
K o h l e n s t o f f.									
C ₁	76,435	C ₁₃	993,655	C ₂₅	1910,875	C ₃₇	2828,095	C ₄₉	3745,315
C ₂	152,870	C ₁₄	1070,090	C ₂₆	1987,31	C ₃₈	2904,53	C ₅₀	3821,75
C ₃	229,305	C ₁₅	1146,525	C ₂₇	2063,745	C ₃₉	2980,95	C ₅₁	3898,185
C ₄	305,74	C ₁₆	1222,960	C ₂₈	2140,18	C ₄₀	3057,4	C ₅₂	3974,620
C ₅	382,175	C ₁₇	1299,395	C ₂₉	2216,615	C ₄₁	3133,835	C ₅₃	4051,055
C ₆	458,610	C ₁₈	1375,83	C ₃₀	2293,05	C ₄₂	3221,027	C ₅₄	4127,490
C ₇	535,045	C ₁₉	1452,265	C ₃₁	2369,485	C ₄₃	3286,705	C ₅₅	4203,925
C ₈	611,480	C ₂₀	1528,7	C ₃₂	2445,92	C ₄₄	3363,13	C ₅₆	4280,36
C ₉	687,915	C ₂₁	1605,135	C ₃₃	2522,355	C ₄₅	3439,575	C ₅₇	4356,795
C ₁₀	764,350	C ₂₂	1681,570	C ₃₄	2598,790	C ₄₆	3516,01	C ₅₈	4433,23
C ₁₁	840,785	C ₂₃	1758,005	C ₃₅	2675,225	C ₄₇	3592,445	C ₅₉	4509,665
C ₁₂	917,220	C ₂₄	1834,440	C ₃₆	2751,660	C ₄₈	3668,880	C ₆₀	4586,1
S c h w e f e l.									
S ₁	201,165	S ₃	603,495	S ₅	1005,825	S ₇	1408,155	S ₉	1810,485
S ₂	402,330	S ₄	804,66	S ₆	1206,99	S ₈	1609,32	S ₁₀	2011,65
S t i c k s t o f f.									
N ₁	88,52	N ₅	442,6	N ₉	796,68	N ₁₃	1150,76	N ₁₇	1504,84
N ₂	177,04	N ₆	531,12	N ₁₀	885,2	N ₁₄	1239,28	N ₁₈	1593,36
N ₃	265,56	N ₇	619,64	N ₁₁	973,72	N ₁₅	1327,80	N ₁₉	1681,88
N ₄	354,08	N ₈	708,16	N ₁₂	1062,24	N ₁₆	1416,32	N ₂₀	1770,40

W a s s e r s t o f f.

H ₁	6,23975	H ₃₁	193,43225	H ₆₁	380,62475	H ₉₁	567,81725	H ₁₂₁	755,00975
H ₂	12,4795	H ₃₂	199,672	H ₆₂	386,8645	H ₉₂	574,057	H ₁₂₂	761,2495
H ₃	18,71925	H ₃₃	205,91175	H ₆₃	393,10425	H ₉₃	580,29675	H ₁₂₃	767,48925
H ₄	24,959	H ₃₄	212,1515	H ₆₄	399,344	H ₉₄	586,5385	H ₁₂₄	773,729
H ₅	31,19875	H ₃₅	218,39125	H ₆₅	405,58375	H ₉₅	592,77625	H ₁₂₅	779,96875
H ₆	37,4385	H ₃₆	224,631	H ₆₆	411,8235	H ₉₆	599,016	H ₁₂₆	786,2085
H ₇	43,67825	H ₃₇	230,87075	H ₆₇	418,06325	H ₉₇	605,25575	H ₁₂₇	792,44825
H ₈	49,918	H ₃₈	237,1105	H ₆₈	424,303	H ₉₈	611,4955	H ₁₂₈	798,688
H ₉	56,15775	H ₃₉	243,35025	H ₆₉	430,54275	H ₉₉	617,73525	H ₁₂₉	804,92775
H ₁₀	62,3975	H ₄₀	249,59	H ₇₀	436,7825	H ₁₀₀	623,975	H ₁₃₀	811,1675
H ₁₁	68,63725	H ₄₁	255,82975	H ₇₁	443,02225	H ₁₀₁	630,21475	H ₁₃₁	817,40725
H ₁₂	74,877	H ₄₂	262,0695	H ₇₂	449,262	H ₁₀₂	636,4545	H ₁₃₂	823,647
H ₁₃	81,11675	H ₄₃	268,30925	H ₇₃	455,50175	H ₁₀₃	642,69425	H ₁₃₃	829,88675
H ₁₄	87,35650	H ₄₄	274,549	H ₇₄	461,7415	H ₁₀₄	648,934	H ₁₃₄	836,1265
H ₁₅	93,59625	H ₄₅	280,78875	H ₇₅	467,98125	H ₁₀₅	655,17375	H ₁₃₅	842,36625
H ₁₆	99,836	H ₄₆	287,0285	H ₇₆	474,221	H ₁₀₆	661,4135	H ₁₃₆	848,606
H ₁₇	106,07575	H ₄₇	293,26825	H ₇₇	480,4607	H ₁₀₇	667,65325	H ₁₃₇	854,84575
H ₁₈	112,3155	H ₄₈	299,508	H ₇₈	486,7005	H ₁₀₈	673,893	H ₁₃₈	861,0855
H ₁₉	118,55525	H ₄₉	305,74775	H ₇₉	492,94025	H ₁₀₉	680,13275	H ₁₃₉	867,32525
H ₂₀	124,795	H ₅₀	311,9875	H ₈₀	499,18	H ₁₁₀	686,3725	H ₁₄₀	873,565
H ₂₁	131,03475	H ₅₁	318,22725	H ₈₁	505,41975	H ₁₁₁	692,61225	H ₁₄₁	879,80475
H ₂₂	137,2745	H ₅₂	324,467	H ₈₂	511,6595	H ₁₁₂	698,852	H ₁₄₂	886,0445
H ₂₃	143,51425	H ₅₃	330,70675	H ₈₃	517,89925	H ₁₁₃	705,09175	H ₁₄₃	892,28425
H ₂₄	149,754	H ₅₄	336,9465	H ₈₄	524,139	H ₁₁₄	711,33150	H ₁₄₄	898,524
H ₂₅	155,99375	H ₅₅	343,18625	H ₈₅	530,37875	H ₁₁₅	717,57125	H ₁₄₅	904,76375
H ₂₆	162,2335	H ₅₆	349,426	H ₈₆	536,6185	H ₁₁₆	723,811	H ₁₄₆	911,0035
H ₂₇	168,47325	H ₅₇	355,66575	H ₈₇	542,85825	H ₁₁₇	730,05075	H ₁₄₇	917,24325
H ₂₈	174,713	H ₅₈	361,9055	H ₈₈	549,098	H ₁₁₈	736,2905	H ₁₄₈	923,483
H ₂₉	180,95295	H ₅₉	368,14525	H ₈₉	555,33775	H ₁₁₉	742,53025	H ₁₄₉	929,72275
H ₃₀	187,1925	H ₆₀	374,385	H ₉₀	561,5775	H ₁₂₀	748,77	H ₁₅₀	935,9625

Ammoniak	N ₂ H ₄	. 214,47	Schwefelsaures Kali	K O, S O ₃	1592,25
Baryt	Ba O	. 956,88	„	Kalk Ca O, S O ₃	857,18
Blei	Pb	. 1294,50	Silber	Ag	1351,61
Bleioxyd	Pb O.	. 1394,50	Wasser	H ₂ O = Aq	112,48
Chlorwasserstoffsäure	H ₂ Cl ₂	. 455,14		Aq	221,96
Chlorkalium	K Cl ₂	. 932,57		Aq	337,44
Chlorsilber	Ag Cl ₂	. 1794,26		Aq	449,92
Kalk	Ca O	. 356,02		Aq	562,40
Kohlensäure	C O ₂	. 276,14		Aq	674,88
Kohlens. Baryt	Ba O, C O ₂	1233,32		Aq	787,36
„ Kalk	Ca O, C O ₂	632,46		Aq	899,84
Kupferoxyd	Ca O	. 495,70		Aq	1012,32
Schwefelsäure	S O ₃	. 501,16		Aq	1124,80
Schwefels. Baryt	Ba O, S O ₃	1455,05		Aq	1237,28
„ Bleioxyd	Pb O, S O ₃	1895,66		Aq	1349,75

Namen der Gase.	Specif. Gewicht.	Absolutes Gewicht in Grammen, bei 0° C. und 0' 76 Meter Barometerstand von Kubikcentimetern.								
		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
Atmosphärische Luft	1,00000	1,29907	2,59814	3,89721	5,19628	6,49535	7,79442	9,09349	10,39256	11,69163
Kohlensäure C O ₂	1,52400	1,97978	3,95956	5,93934	7,91912	9,89890	11,87868	13,85846	15,83824	17,81802
Stückstoff N	0,97600	1,26790	2,53580	3,80370	5,07160	6,33950	7,60740	8,87530	10,14320	11,41110
Gefunden.	Gesucht.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bleioxyd Pb O	Bleioxyd Pb O	1,07725	2,15450	3,23174	4,30899	5,38623	6,46348	7,54072	8,61797	9,69521
Bleioxyd Pb O	Blei Pb	0,92829	1,85658	2,78487	3,71316	4,64145	5,56974	6,49803	7,42632	8,35461
Bleioxyd Pb O	Sauerstoff O	0,07171	0,14342	0,21513	0,28684	0,35855	0,43026	0,50197	0,57368	0,64539
Chloralkalium K Cl ₂	Chlor Cl ₂	0,47466	0,94932	1,42398	1,89864	2,37330	2,84796	3,32262	3,79728	4,27194
Chloratrium Na Cl ₂	Chlor Cl ₂	0,60344	1,20688	1,81032	2,41376	3,01720	3,62064	4,22408	4,82752	5,43096
Chlorsilber Ag Cl ₂	Chlor Cl ₂	0,24670	0,49340	0,74010	0,98680	1,23350	1,48020	1,72690	1,97360	2,22030
Chlorsilber Ag Cl ₂	Chlorwasserstoffs. Cl ₂ H ₂	0,25366	0,50732	0,76098	1,01464	1,26830	1,52196	1,77565	2,02928	2,28294
Chlorsilber Ag Cl ₂	Silber Ag	0,75330	1,50660	2,25990	3,01320	3,76650	4,51980	5,27310	6,02640	6,77970

Gefunden.	Gesucht.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Chlorsilber . . . Ag Cl ₂	Silberoxyd . . . Ag O	0,80903	1,61806	2,42709	3,23612	4,04515	4,85418	5,66321	6,47224	7,28127
Chlorwasserstoff H ₂ Cl ₂	Chlor Cl ₂	0,97258	1,94516	2,91774	3,89032	4,86290	5,83548	6,80806	7,78064	8,75322
Kohle C	Cyan N ₂ C ₂	2,15805	4,31610	6,47415	8,63220	10,79025	12,94830	15,20635	17,26440	19,42245
Kohlensäure . . . C O ₂	Kohle C	0,27651	0,55302	0,82952	1,10603	1,38254	1,65905	1,93556	2,21206	2,48857
Kohlens. Baryt . . Ba O, C O ₂	Kohlensäure . . . C O ₂	0,22414	0,44828	0,67242	0,89656	1,12070	1,34484	1,56898	1,79312	2,01726
Kohlens. Baryt . . Ba O, C O ₂	C O ₂	0,77586	1,55172	2,32758	3,10344	3,87930	4,65516	5,43102	6,20688	6,98274
Kohlens. Kalk . . . Ca O, C O ₂	Baryt Ba O	0,43708	0,87416	1,31124	1,74832	2,18540	2,62248	3,05956	3,49664	3,93372
Kohlens. Kalk . . . Ca O, C O ₂	Kohlensäure . . . C O ₂	0,56292	1,12584	1,68876	2,25168	2,81460	3,37752	3,94044	4,50336	5,06628
Schwefels. Baryt . . Ba O, S O ₂	Kalk Ca O	0,65628	1,31256	1,96884	2,62512	3,28140	3,93768	4,59396	5,25024	5,90652
Schwefels. Kali . . K O, S O ₂	Baryt Ba O	0,54067	1,08134	1,62201	2,16268	2,70335	3,24402	3,78469	4,32536	4,86603
Schwefels. Kalk . . Ca O, S O ₂	Kali K O	0,41532	0,83064	1,24596	1,66128	2,07660	2,49192	2,90724	3,32256	3,73788
Silber Ag	Silberoxyd . . . Ag O	1,07391	2,15082	3,22472	4,29863	5,37253	6,44644	7,52034	8,59425	9,66815
Stickstoff N ₂	Ammoniak . . . N ₂ H ₄	1,21147	2,42294	3,63441	4,84588	6,05735	7,26882	8,48029	9,69176	10,90323
Stickstoff N ₂	Cyan N ₂ C ₂	1,86351	3,72702	5,59053	7,45404	9,31755	11,18106	13,04457	14,90808	16,77159
Wasser H ₂ O	Sauerstoff . . . O	0,88889	1,77778	2,66666	3,55555	4,44444	5,33333	6,22222	7,11110	7,99999
Wasser H ₂ O	Wasserstoff . . . H ₂	0,11111	0,22222	0,33334	0,44445	0,55556	0,66667	0,77778	0,88890	1,00001

Tabellarische Uebersicht des Verhaltens mehrerer Hauptreagentien gegen verschiedene Körper.

	Aluminiumoxyd.	Bariumoxyd.	Berylliumoxyd.
<i>Ammoniak</i>	Völlig fällbar zu Hydrat.	Nicht fällbar.	Dem Aluminiumoxyde in Allem ähnlich.
<i>Ammoniakcarbonat und Natriumoxydcarbonat</i>	Wie obiges.	Bei angewandter Wärme rein fällbar; übrigen wie bei dem Strontiumoxyd.	Löslich in einem Ueberschusse des ersteren. (Amm. Carb.)
<i>Ammoniakoxalat</i>	Nicht fällbar.	Mit grosser Empfindlichkeit, jedoch dem Calciumoxyd hierin weit nachstehend.	Nicht fällbar.
<i>Hydrothionammonium</i>	Durch die Basis des Reagens fällbar.	Nicht fällbar.	Wie vorhergehendes.
<i>Kaliumoxydlösung (Aetzlaug.)</i>	Löst das Hydrat leicht auf, das wasserleere Oxyd durch Digestion.	Fällbar in concentrirter Solution.	Dem Aluminiumoxyde ähnlich.
<i>Pigmente</i>	Indifferent.	Reagirt kalisch.	Indifferent.
<i>Säuren überhaupt</i>	Das Hydrat leicht löslich. Die neutrale Solution hat einen süsslich zusammenziehenden Geschmack.	In einigen leicht löslich.	Dem Aluminiumoxyde ähnlich; übrigens sehr süsse, kaum zusammenziehende Salze gebend.
<i>Hydrochloresäure</i>	Das Hydrat leicht löslich zu einem schwer krystallisirbaren, in Weingeist auflöselichen, im Feuer leicht zersetzbar. Salze.	Ein zu Tafeln krystallisirbares, in Weingeist unlösliches Salz gebend; im Feuer nicht zersetzbar.	Wie bei dem Aluminiumoxyde.
<i>Kohlensäure</i>	Nicht fällbar, unlöslich darin.	Fällbar zu einem fast gänzlich unlöslichen Carbonate.	Wie oben.

Schwefelsäure	Fast wie das vorhergehende im Feuer zersetzbar.	Unlöslich, zu Bariumoxydsulphat werdend.	Wie das vorhergehende.
Wasser	Damit ein Hydrat bildend.	In zwanzig Theilen Wasser unlösliches Hydrat bildend.	Wie oben.
Feuer allein	Nicht schmelzbar, aber erhitzend. Nach dem Glühen in Säuren unlöslich. Vor künstlichen Gebilden schmelzbar.	Nur im strengsten Feuer schmelzbar. Mit Wasser heiss werdend.	Kann erhitzen; im Uebrigen wie das Aluminiumoxyd sich verhaltend.
Kaliumoxyd im Feuer	Leicht auflöslich zu einem durchsichtigen Flusse, etwa bei 4facher Menge.	Indifferent.	Dem Aluminiumoxyde ähnlich.
Natriumoxydcarbonat	Langsam zu einem klaren Glase zusammenschmelzend.	Unter starkem Brausen zu einem klaren Flusse.	Wie oben.

Anmerkung. Gegen Cyaneisenkalium, Gallussäure und Natriumoxydsuccinat indifferent.

Ammoniak	Nicht fällbar.	Indifferent.	Gleichfalls.
Ammoniacarbonat und Natriumoxydcarbonat	Rein fällbar in der Wärme. Mit grosser Empfindlichkeit fällbar, das schwerlöslichste aller Oxalate gebend.	Zieht Kohlensäure daraus an. Zieht theilweise Oxalsäure daraus an.	Nicht fällbar. Fällbar, wo Ueberschuss an Säure in der Auflösung stattfindet.
Kaliumoxydlösung (Aetzlauge)	Fällbar als Hydrat, welches in Aetzlauge mehr als in Wasser löslich ist.	Indifferent.	Fällbar als Hydrat.
Pigmente	Stark alkalisch reagirend.	Als Typus der kalischen Reaction.	Kalische Reaction.

	Calciumoxyd.	Kaliumoxyd.	Lithiumoxyd.
<i>Säuren</i> überhaupt	Mit den meisten Säuren lösliche, mit einigen schwer lösliche Salze bildend.	Mehrentheils neutrale Salze bildend.	Wie das vorhergehende.
<i>Hydrochlorsäure</i>	Leicht löslich zu einem krystallisirbaren, in Weingeist löslichen Salze.	Zu dem würfelig und prismatisch krystallisirenden Chlorkalium. Im Feuer nicht zersetzbar.	Zu dem höchst zerfliesslichen, kubisch krystallisirb., in Weingeist löslichen Chlorlithium. Ein schwer lösliches Carbonat damit bildend.
<i>Kohlensäure</i>	Aus der wässrigen Auflösung bei 6000facher Verdünnung. Kohlensäures Wasser nimmt etwas davon auf.	Ein krystallisirbares Bicarbonat damit bildend.	Ein leicht lösliches, im Feuer nicht zersetzbares Salz bildend.
<i>Schwefelsäure</i>	Zu Calciumoxydsulphat in Nadeln fällbar. Grenze 600fache Verdünnung.	Ein neutrales und ein saures Acidat damit bildend.	Schwer löslich, doch mehr als das Carbonat desselben.
<i>Wasser</i>	Ein Hydrat damit bildend.	Höchst auflöslich, sein Hydratwasser in strengster Hitze festhaltend.	Dem vorhergehenden ähnlich; Platinblech angreifend.
<i>Feuer</i> allein	Unschmelzbar.	Schmelzbar schon bei dem Rothglühen.	Indifferent.
<i>Kaliumoxyd</i> im Feuer	Ohne merkliche Wirkung.	—	Indifferent, unlöslich.
<i>Natriumoxydborat</i> im Feuer	Ein klares Glas.	Indifferent.	
<i>Anmerkung.</i> Gegen Cyaneisenkalium, Gallussäure und Natriumoxydsuccinat indifferent.			
	Magnesiumoxyd.	Natriumoxyd.	Siliciumoxyd.
<i>Ammoniak</i>	Unlöslich. Wegen in Auflösung bleibender Doppelsalze nur theilweise fällbar.	Indifferent.	Unlöslich.

	Magniumoxyd.	Natriumoxyd.	Siliciumoxyd.
<i>Ammoniumcarbonat und Natriumoxydcarbonat</i>	Bei in der Wärme geschehender Fällung unlöslich. In der Kälte durch die frei werdende Kohlensäure etwas löslich.	Wie bei dem Kaliumoxyde.	Indifferent.
<i>Kaliumoxydlösung</i> (Aetzlauge.)	Mit grosser Empfindlichkeit zu Hydrat fällbar.	—	Das Hydrat wird von der concentrirten Lösung des Kaliumoxydes in der Hitze aufgenommen.
<i>Pigmente</i>	Spuren von kalischer Reaction.	Stark alkalisch reagirend.	Indifferent.
<i>Säuren überhaupt</i>	Mehrtheils auflösende Salze gebend.	Grösstentheils verwirkende Salze bildend.	Unlöslich, mit Ausnahme der Hydrochlorsäure.
<i>Hydrochlorsäure</i>	Ein leicht lösliches, im Feuer sehr zersetzbares Salz damit bildend.	Zu dem cubischen Chlorhydrat sich einigend.	Unlöslich.
<i>Kohlensäure</i>	Zu unlöslichem Carbonat werdend. In flüssiger Kohlensäure löslich.	Wie bei dem Kaliumoxyde.	Indifferent.
<i>Schwefelsäure</i>	Ein leicht lösliches, im Feuer nicht zersetzbares Salz gebend.	Gleichfalls.	Indifferent.
<i>Wasser</i>	Höchst schwer löslich, nämlich in 8000facher Menge.	Wie bei dem Kaliumoxyde.	Unlöslich, aber ein Hydrat bildend, welches im Glühen alles Wasser verliert.
<i>Feuer allein</i>	Unschmelzbar; auch nach dem Glühen in einigen Säuren ziemlich leicht auflöslich.	—	Unveränderlich.
<i>Kaliumoxyd im Feuer</i>	Unlöslich.	—	Ein durchsichtiges Glas damit bildend.
<i>Natriumoxydcarbonat im Feuer</i>	Ein klares Glas damit bildend.	—	Langsam zu einem klaren, schwer schmelzbaren Glase werdend.

	Strontiumoxyd.	Yttriumoxyd.	Titan- und Zirkoniumoxyd.
<i>Ammoniak</i>	Nicht fällbar.	Gänzlich fällbar.	Völlig fällbar.
<i>Ammoniakcarbonat und Natriumoxydecarbonat</i>	Spuren v. Löslichkeit beim Ueberschusse des Fällungsmittels; übrigens wie bei dem Bariumoxyde.	Etwas löslich, aber weniger wie bei dem Berylliumoxyde.	Beide leicht löslich bei frischer Fällung im Ueberschusse des Fällungsmittels.
<i>Ammonioxalat</i>	Zu einem schwer löslichen Oxalate fällbar, jedoch mit viel geringerer Empfindlichkeit als bei dem Calciumoxyde.	Mit grosser Empfindlichkeit fällbar.	Aus der Solution des Sulphats nicht, aber aus der des Chlorids fällbar.
<i>Cyaneysenkalium</i>	Nicht fällbar.	Nicht fällbar.	Fällt das Titan, aber das Zirkoniumoxyd nicht.
<i>Gallussäure oder Gallusinfusion</i>	Nicht fällbar.	Gleichfalls.	Fällt beide.
<i>Kaliumoxydlösung</i> (Aetzlauge.)	Unlöslich. Zu Hydrat fällbar. (Unreine Trennung.)	Zu Hydrat fällbar; unlöslich.	Rein fällbar zu Hydrat.
<i>Pigmente</i>	Alkalische Reaction.	Indifferent.	Gleichfalls.
<i>Säuren überhaupt</i>	In einigen löslich.	Leicht löslich; die damit entstandenen Salze sind von süssem Geschmack.	Als Hydrat leicht löslich; die entstandenen Verbindungen haben einen sehr schrumpfenden Geschmack.
<i>Hydrochlorssäure</i>	Leicht löslich zu dem in Prismen krystallisirbaren und in sechszehn Theilen Weingeist löslichen Chlorstrontium. Die Auflösung brennt roth.	Eine unkrystallisirbare, gummiartige Masse gebend.	In kleinen Prismen krystallisirbar; übrigens wie bei dem Sulphate.
<i>Kohlensäure</i>	Unlöslich; kohlen-saures Wasser nimmt Spuren davon auf.	Als flockiger, leichter Körper erscheinend; unlöslich.	Unlöslich.

	Strontiumoxyd.	Yttriumoxyd.	Titan- und Zirkoniumoxyd.
Schwefelsäure	Fällbar. Grenze: 200fache Verdünnung.	Zu einem schwach rosenfarbenen, leichte kristallisirbaren Salze werdend.	Mit beiden ein nicht kristallisirbares Salz gehend, welches mit Wasser übergossen, schiefes trübt. Titanoxydhydrat-auflosung trübt sich im Kochen. Das Hydrat entlässt sein Wasser nur in starker Glühhitze.
Wasser	Zu Strontiumoxydhydrat, welches in 100 Theilen Wasser löslich ist und bei 100° die Hälfte seines Gewichtes davon verliert.	Ein Hydrat bildend, welches sein Wasser schon bei geringem Glühen verliert.	Unveränderlich. Unlöslich.
Feuer allein und Kaliumoxyd im Feuer	Unschmelzbar; im Glühen einen hellen Schein von sich gebend. Unlöslich.	Unveränderlich. Unlöslich.	Unveränderlich. Unlöslich.
Natriumoxydcarbonat im Feuer	Wie bei dem Bariumoxyde.	Ein reines Glas gehend.	Titanoxyd giebt einen gelben, Zirkonoxyd einen klaren Fluss.
	Antimon.	Arsenik.	Blei.
Auflösungsmittel der Metalle	Chlorsalpetrige Säure.	Salpetersäure u. chlorsalpetrige Säure.	Wie das vorhergehende.
Ammoniak	Weisser Niederschlag; Spuren v. Löslichkeit beim Ueberschusse.	Nicht fällbar.	Weisser Niederschlag, mit sehr geringer Auflöslichk. im Ueberschusse des Fällungsmittels.
Carbonate der Alkalien	Weiss, nach und nach einen Stich ins Bräunliche annehmend.	Nicht fällbar.	Wie oben.
Cyanisenkalkium	Nicht fällbar.	Nicht fällbar.	Weisser Niederschlag.

	Antimon.	Arsenik.	Blei.
<i>Hydrothionsäure und Hydrothionammonium</i>	Mit ziegelrother Farbe fällbar.	—	Anfänglich braun, dann schwarz.
<i>Gallussäure oder Gallusinfusion</i>	Nicht fällbar.	Ohne Wirkung.	Niederschlag von braungeber Farbe.
<i>Kalien</i>	Weiss; im starken Ueberschusse des Fällungsmittels wieder löslich.	Nicht fällbar.	Weiss, im Uebermaasse des Fällungsmittels etwas löslicher Niederschlag.
<i>Metalle</i>	Fällbar durch Zink, Cadmium u. Eisen.	Ohne Wirkung.	In metallglänzenden Blättchen durch Zinn, Zink und Cadmium fällbar.
<i>Fällungsmittel verschiedener Art</i>	Chlornatrium trübt sich u. scheidet Oxychlorantimon aus.	Ammoniakcupferoxyd in der arseigen Säure grüne, in der Arseniksäure bläuliche Niederschläge. — Mit Calciumoxydlösung beide weiss.	Mit Hydrochloresäure zu Chlorblei. Mit Schwefelsäure weisser Niederschlag; auch mit Phosphaten, Seleniaten, Oxalaten, Tartraten etc.
<i>Schmelzbarkeit</i>	Leicht sehmelzbar.	Auf Kohlen mit weissem Rauch mit Knoblauchgeruch verbrennend.	Leichter sehmelzbar als Antimon.
<i>Oxyde</i>	Oxyd gelblich; antimionige Säure weiss; Antimonsäure dunkelgelb.	Oxyd weiss, gewöhnlich pulverig; Säure weiss und glasig.	Suboxyd grau; Oxyd gelb; erstes Ueberoxyd roth, zweites braun.
<i>Natriumoxydborat im Feuer</i>	Einen klaren Fluss gebend, dabei die Kohle weiss beschlagend.	Wie oben, also ohne Verbindung mit dem Reagens.	Das Oxyd eine klare, gelbliche, im Erkalten farblose Perle.
<i>Natriumoxyd - Ammoniakphosphat im Feuer</i>	Wie oben.	Wie oben.	Eine klare, farblose Perle, im Erkalten emailleweiss.

Wild, Pharmacie. I.

15

	Cerium.	Chrom.	Eisen.
<i>Auflösungsmittel der Metalle</i>	Chlorsalpetrige Säure.	Salpetersäure u. chlorsalpetrige Säure. Auflösung grün.	In Hydrochlor-, Salpeter- und Schwefelsäure, so wie in mehreren andern leicht löslich. Die Protoxydsalze sind grünlich, die des Oxydes braun.
<i>Ammoniak</i>	Weiss, im Ueberschusse das Fällungsmittels löslich.	Mit grüner Farbe fällbar. Eine röthl. Solution mit dem Ueberschusse des Fällungsmittels bildend.	Das Protoxyd weiss, an der Luft bliangrün und braun werdend. Das Oxyd braun.
<i>Carbonate der Alkalien</i>	Weiss, löslich im Ueberschusse des Fällungsmittels.	Unter grüner Färbung.	Wie oben.
<i>Cyanisenkaltium</i>	Niederschlag weiss.	Wie oben.	Mit gestüßigt blauer Farbe fällbar.
<i>Hydrothionsäure und Hydrothionammonium</i>	Durch das letztere weiss.	Durch Schwefelkalkien zu braunem Schwefelchrom.	Mit ersterer aus neutralen Solutionen des Oxyduls schwarz; mit letzterem stets schwarz.
<i>Galussäure oder Gallusinfusion</i>	Mit grüner Farbe fällbar.	Niederschlag braun.	Das Oxydul violett, jedoch bald schwarz werdend. Das Oxyd sogleich blauschwarz.
<i>Alkalien, feuerbeständige</i>	Weiss, ohne Rückwirkung beim Ueberschusse des Fällungsmittels.	Das Oxydul graugrün, im Ueberschusse des Fällungsmittels auflöslich.	Wie beim Ammoniak.
<i>Metalle</i>	Durch Metalle nicht reducibar.	Wie das vorhergehende.	Durch Zink metallisch fällbar.
<i>Fällungsmittel verschiedener Art</i>	Durch die Phosphate, Succinate und Tartrate der kalten, wie auch durch Kaliumoxydsulphat fällbar.	Als Säure durch Bleioxydacetat und Nitrat, oder durch Silberoxydnitrat fällbar.	Das Oxyd durch Phosphate und Arsenate weiss, durch Succinate braun fällbar.

	Cerium.	Chrom.	Eisen.
<i>Schmelzbarkeit</i>	Im strengen Weissglühfeuer zum Theil sublimirbar? Kaum zu reduciren.	Höchst schwerflüssig, also nicht zur Kugel schmelzbar.	Bei sehr hohen Hitzegraden schmelzbar.
<i>Oxyde</i>	Protoxyd weiss; Peroxyd ziegelroth; Mitteloxyd citronengelb.	Protox. grün; Oxyd dunkel rothbraun; Säure dunkel braunroth.	Oxydul schwarz; Oxyd braunroth; das Hydrat des ersten weiss, das des letzteren rothgelb.
<i>Natriumoxydcarbonat</i> im Feuer	Als Oxyd ein klares Glas gebend; heiss tiefroth, im Erkalten farblos.	Einen schönen grünen Fluss bildend.	In der innern Flamme ein dunkelrothes, bei dem Erkalten ein weisses Glas gebend.
<i>Natriumoxyd - Ammoniakphosphat</i> im Feuer	Wie oben.	Wie oben.	Wie bei dem vorhergehenden.
<i>Auflösungsmittel der Metalle</i>	Gold.	Iridium.	Kadmium.
<i>Ammoniak</i>	Chlorsalpetrige Säure. Mit tiegelber Farbe fällbar.	Chlorsalpetrige Säure; grüne, blaue od. purpurfarbige Salze. Niederschlag braun.	Schwefel-, Salpeter-, Hydrochlorsäure etc. Mit weisser Farbe, im Ueberschusse des Fällungsmittels löslich.
<i>Carbonate der Alkalien</i>	Wie oben.	Wie oben.	Wie oben.
<i>Cyanisenkalcium</i>	Nicht fällbar.	Wie das vorhergehende.	Mit weisser Farbe fällbar.
<i>Hydrothionsäure und Hydrothionammonium</i>	Mit dunkelrother Farbe fällbar.	Mit dunkelbrauner Farbe fällbar.	Orangegelber Niederschlag.
<i>Gallussäure oder Gallustinfusion</i>	Unter Erscheinung eines Goldhäutchens als braunes metallisches u. pulveriges Präcipitat.	Nicht fällbar; die Solution entfärbt sich.	Ein häufiger, bräunlicher Präcipitat.

	Gold.	Iridium.	Kadmium.
<i>Kationen</i>	Wie bei dem Ammoniak.	Mit braunrother Farbe.	Mit weisser Farbe, im Lebersch. des Fällungsmittels lösbar.
<i>Metalle</i>	Durch Blei, Eisen, Kadmium, Kupfer, Merkur, Zink u. Zinn leicht u. zu metallischem Golde fällbar.	Mit Ausnahme des Goldes u. Platins, durch Metalle mit brauner Farbe fällbar.	Durch Zink fällbar.
<i>Fällungsmittel verschiedener Art</i>	Durch Zinnprotoxydlösung zu einem purpurfarbenen, übrigens durch Oxalsäure und Oxalate zu einem braunen, pulverigen Niederschlage.	Mit Chlorammonium zu Iridiumdoppelsalz fällbar.	Mit den Phosphaten einen weissen Niederschlag bildend.
<i>Schmelzbarkeit</i>	In sehr strenger Hitze schmelzbar.	In strengster Hitze kaum schmelzbar.	Sehr leicht in Fluss kommend; vor der Rothglühhitze bei 360° Wärme.
<i>Oxyde</i>	Oxydul purpurfarb.; Oxyd braun, in das Schwärzliche ziehend.	Protoxyd farblos; erstes Oxyd blaue, zweites rothe Auflösung gebend.	Oxyd bräunl. gelb; Hydrat weisse Perle bildend.
<i>Natriumoxydcarbonat im Feuer</i>	Mit dem Oxyde zu einer farblosen Perle.	Indifferent.	Eine farblose, gesättigt milchweisse Perle bildend.
<i>Natriumoxyd - Ammoniakphosphat im Feuer</i>	Wie oben.	Wie oben.	Wie oben.
<i>Auflösungsmittel der Metalle</i>	Kobalt.	Kupfer.	Mangan.
	Salpetersäure u. chloresalpetrige Säure. Schwefel- und Hydrochloresäure langsam, eine grüne Solution bildend.	Salpetersäure u. chloresalpetrige Säure; die Auflösung ist bläulich grün.	Schwefel- und Hydrochloresäure, in röhrlischer oder farbloser Auflösung.

	Kobalt.	Kupfer.	Mangan.
<i>Ammoniak</i>	Mit schöner blauer Farbe fällbar; beim Ueberschusse eine bräunliche Solution bildend.	Zu einem blauen, im Ueberschusse leicht löslichen Niederschlag. Die Auflösung ist von lebhaft blauer Farbe.	Niederschlag weiss, aber bald braun werdend.
<i>Carbonate der Alkalien</i>	Pfirsichblüthroth. Mit einiger Rückwirkung des Fällungsmittels.	Das Ammoniakcarbonat dem Obigen ähnlich. Die übrigen Carbonate nur bei freier Kohlensäure.	Mit weisser Farbe fällbar; bei Erwärmung sich bräunend.
<i>Cyanisenkation</i>	Niederschlag grün.	Im Niederschlage braunroth.	Der Niederschlag weiss; bei Anwesenheit von Eisen mehr oder weniger bläulich.
<i>Hydrothionsäure und Hydrothionammonium</i>	Theilweise fällbar durch erstes, völlig aber mit letzterem zu schwarzem Niederschlag.	Anfänglich braun, bald nachher schwärzlich.	Durch erstere nicht, durch letztere erbsengelb fällbar.
<i>Gallussäure oder Gallusinfusion</i>	Mit hellgelber Farbe fällbar.	Der Niederschlag ist braun.	Nicht fällbar.
<i>Kationen</i>	Der Niederschl. blau, ohne Rückwirkung des Fällungsmittels.	Der Niederschlag bläulich, bei Erwärmung d. Solution schwarz.	Wie bei dem Ammoniak.
<i>Metalle</i>	Indifferent.	Durch Blei, Eisen, Kobalt, Cadmium, Zinn und Zink fällbar.	Indifferent.
<i>Fällungsmittel verschiedener Art</i>	Mit Oxalaten einen röthlichen Niederschlag bildend.	Mit Arseniaten, Phosphaten und Oxalaten einen bläulichgrünen Niederschlag gebend.	—
<i>Schmelzbarkeit</i>	Nur in strenger Hitze schmelzbar; prismatisch erstarrend.	Bei starker Hitze schmelzbar.	Höchst strengflüssig.
<i>Oxyde</i>	Oxyd aus dem Carbonate grau; aus dem Metalle schmutzig blau.	Protoxyd rothbraun; Oxyd fast schwarz; das Hydrat des erstere dunkelgelb, das des andern grünlich blau.	Protoxyd schwärzlich; Oxyd schwarz, frisch gefällt braun; Ueberoxyd schwarz; Säure schwarz.

Kobalt.

Kupfer.

Mangan.

Natriumorganylborat im Feuer
Natriumorgyl - Ammoniakphosphat im Feuer

Eine dunkelblaue, fast schwarze Perle gebend.

Einen grünen Fluss bildend.

In der äussern Flamme einen amethystfarbenen Fluss gebend.
 In der äussern Flamme einen röthlichen Fluss bildend.

Wie oben.

Wie oben.

Mercur.

Molybdän.

Nickel.

Auflösungsmittel der Metalle

Ammoniak

Oxydulsalze einen schwarzen, Oxydsalze einen weissen Niederschlag gebend.

Salpetersäure, chloresalpetrige Säure. Die Auflösung ist dunkel, ins Bräunliche fallend.

Salpetersäure schnell, verdünnte Schwefel- u. Hydrochlorosäure langsam. Die Auflösung v. grüner Farbe.
 Heller grün fällbar; der Niederschlag ist in Ammoniak löslich.

Carbonate der Alkalien

In der Protoxydanlös. schmutzig dunkelgelb; in der Auflösung des Oxydes braun, durch Ammoniakcarbonat weiss.

Mit blauer Farbe, unter leichter Rückwirkung des Fällungsmittels beim Ueberschusse desselben.
 Niederschlag blau, mit Spuren v. Auflöslichkeit durch Ueberschuss des Fällungsmittels.

Mit Aetzammoniakcarbonat wie oben; mit dem übrigen kaum reagirend.

Cyanisenkaltium

Mit weisser Farbe fällbar.

Braune Fällung.

Weisser, ins Grauliche ziehender Niederschlag.

Hydrothionsäure und Hydrothionammonium

Der Niederschlag ist schwarz.

Mit rothbrauner Farbe fällbar.

Durch erstere aus neutralen Auflösungen partiell, durch letzteres gänzlich zu schwarzem Schwefelmolybdän fällbar.

	Merkur.	Molybdän.	Nickel.
<i>Gallussäure oder Gallussäurefärbung</i>	Mit gelber Farbe fällbar.	Unrein braune Fällung.	Grauweißer Niederschlag.
<i>Kationen</i>	In den Solutionen des Oxyduls einen schwarzen, in der des Oxydes einen ziegelrothen Niederschlag gebend.	Mit blauer Farbe fällbar; im Ueberschusse d. Fällungsmittels auflöslich.	Grünlich, ohne Rückwirkung eines Ueberschusses.
<i>Metalle</i>	Durch Eisen, Kadmium, Kupfer, Zink und Zinn fällbar.	Die Molybdänsäure ist durch Hydrochlorsäure und Zink zu Molybdänprotoxyd reducirt.	Indifferent.
<i>Fällungsmittel verschiedener Art</i>	Die Protoxydsalze mit Chloriden zu weissem Merkurprotochloride.	—	Durch Oxalsäure in hellgrünen Flocken fällbar, nicht durch Ammoniakoxalat.
<i>Schmelzbarkeit</i>	Sehr leicht zu verflüchtigen.	Bei strenger Hitze zu einem halbgelassenen Metallkorn.	Dem Mangan in der Strengflüssigkeit nahe kommend.
<i>Oxyde</i>	Protoxyd schwarz; Oxyd fast mennigroth fällbar.	Molybdänprotoxyd schwarz; im Sonnenlichte weislichgelb; Oxyd kupferfarben. Molybdänsäure schmutzgelb; Molybdänoxyd blau, und das Hydrat des Protoxydes braun fällbar.	Suboxyd dunkelgrau; Oxyd aschgrau; erstes Peroxyd schmutzig hellgrün; Hydrat d. Oxydes apfelgrün fällbar.
<i>Oxyde mit Natriumoxydhydrat und Natriumoxyd - Ammoniakphosphat im Feuer</i>	—	In d. reinen Flamme einen bräunlichen klaren Fluss mit erstem gebend. Unter gleichen Umständen mit letzterem einen klaren und grünen Fluss.	Tiefgelbes, bei d. Abkühlen hellgelbes Glas mit ersterem, übrigens nicht reducirt.

	Osmium	Platin.	Palladium.	Osmium.
<i>Auflösungsmittel des Metalls</i>		Palladium.		
<i>Ammoniak</i>	Chlorsapferige Säure und Salpetersäure.	Nur in chlorsapferiger Säure od. Chlorsäure löslich. Die Auflösung ist braun.		Salpeter-, Hydrochlor- u. Schwefelsäure.
<i>Carbonate der Kationen</i>	Als flockiges, rüthliches Präcipitat; beim Uebersch. mit bläulich grüner Farbe; etwas löslich.	Hell pomeranzengelber Niederschlag.		Nicht fällbar.
<i>Cyanisenkation</i>	Wie oben.	Wie oben, nur etwas dunkler.		Wie oben.
<i>Hydrothionsäure und Hydrothionammioniak</i>	Niederschlag tief braun.	Nicht fällbar.		Gleichfalls wie oben.
<i>Gallussäure oder Gallussäurefäulung</i>	Brauner, ins Schwärzliche stehender Niederschlag.	Tiefbraune Fällung.		Als schwarzer, flockiger Niederschlag.
<i>Alkalien</i>	Indifferent.	Indifferent.		Die Solution nimmt dadurch eine purpurrothe, ins Bläuliche ziehende Färbung an.
<i>Metalle</i>	Niederschlag von gelbbrauner Farbe.	Orangengelber Niederschlag.		Nicht fällbar.
<i>Verschiedenartige Fällungsmittel</i>	Durch sämtliche Metalle, ausser Platin, Gold und Silber, mit brauner Farbe fällbar.	Wie bei dem Palladium.		Durch jedes andere Metall, mit Ausnahme des Goldes und Platins, fällbar.
<i>Schmelzbarkeit</i>	—	Chlorammonium zu Platindoppel-salz.		—
<i>Organe</i>	Sehr strengflüssig.	Wie das vorhergehende.		Auch in strengster Hitze nicht schmelzbar, sondern pulverförmig bleibend.
	Oxyd schwarz, glänzend; das Hydrat desselben rothgelb.	Protoxyd schwarz; Oxyd desselben gleiches; das Hydrat rosifarben.		Oxyd weiss, krystallinisch blüch-

Osmium	Palladium	Platin	Osmium.
<i>Verhalten für sich oder mit Natriumoxyborat (Borax) im Feuer</i>	Ohne Wirkung. Es reducirt sich.	Wie das vorhergehende.	Ohne Wirkung.
<i>Verhalten mit dem Doppeltphosphat im Feuer</i>	Wie oben.	Wie oben.	Wie oben.
	Palladium.	Platin.	Osmium.
<i>Auflösungsmittel des Metals</i>	Rhodium.	Silber.	Tantal.
<i>Ammoniak</i>	Mit Blei, Kupfer, Platin, Wismuth legirt es sich; in chloresalpeteriger Säure auflöslich; Auflösung von röthlicher Farbe. Zu einem gelblichen Niederschlag mit Rückwirkung d. Fällungsmittels.	In Salpetersäure auflöslich.	Säuren küssen keine Wirkung darauf.
<i>Carbonate der Alkalien</i>	Nicht fällbar.	Fällbar; im Ueberschusse d. Fällungsmittels wieder auflöslich.	—
<i>Cyaneisenkalkium</i>	Zeigt keine Wirkung darauf.	Giebt damit weisse Niederschläge. Bildet einen braunen, ins Schwarze ziehenden Niederschlag.	—
<i>Hydrothionsäure</i>	Der Niederschlag ist dunkelbraun.	Giebt einen grauen, an der Luft dunkler werdenden Niederschlag.	—
<i>Hydrothionammoniak</i>	Gleiche Wirkung wie das vorhergehende.	Zeigt dieselbe Wirkung wie die Hydrothionsäure.	—
<i>Gallussäure oder Gallusinfusion</i>	Ist dadurch nicht fällbar.	Bräunliche Färbung; der Niederschlag giebt graues metallisches Silber.	—
<i>Alkalien</i>	Wie bei dem Ammoniak.	Mit grünlich brauner Farbe fällbar.	—

Metalle	Rhodium.	Silber.	Tantal.
Fällungsmittel verschiedener Art	Wie bei dem Platin angegeben wurde.	Fast durch alle Metalle ausscheidbar.	—
Schmelzbarkeit	Für sich in starker Hitze nicht schmelzbar.	Durch Chloride bei vorwalten-der Säure zu einem käsigen, durch Zusatz von Ammoniak wieder löslichen Niederschlag. Ziemlich strengflüssig.	—
Oxyde	Das Protoxyd schwarz; Mittel-oxyd rothbraun; Peroxyd roth- braun; das Hydrat heil roth- gelb.	Das frische Oxyd graubraun, bei dem Trocknen dunkler wer- dend; das Leberoxyd glänzend krySTALLINISCH.	Unschmelzbar.
Verhalten für sich oder mit Natr.-Organborat im Feuer	Es reducirt sich ohne auffallende Erscheinung.	Giebt mit dem Borax einen milch- weissen Fluss.	Oxyd dunkelgrau; Tantalsture weiss.
Doppelphosphat im Feuer	Wie oben.	Bildet einen gelblichen Fluss.	Mit Borax ein klares Glas bil- dend, das bei grösserem Zusatz emallienartig wird. Dieselbe Wirkung wie bei dem vorhergehenden, wird aber bei dem Erkalten durchsichtiger.
Auflösungsmittel der Metalle	Tellur:	Uran.	Wismuth.
Ammoniak	Salpetersäure, chloresalpetrige Säure und Schwefelsäure. Die Auflösung in letzterer ist röth- lich. Mit weisser Farbe fällbar; mit schwacher Rückwirkung des Fällungsmittels.	In Salpetersäure leicht, in Schwe- felsäure und Hydrochlorssäure nicht auflöslich. Protoxyd solut, dunkelgrün fäll- bar; die Oxyd solution giebt einen gelben Niederschlag.	In Salpetersäure und chloresal- petriger Säure leicht auflöslich. Mit weisser Farbe fällbar; im Le- berschusse des Fällungsmittels nicht auflöslich.

	Tellur.	Uran.	Wismuth.
<i>Carbonate der Alkalien</i>	Wie oben, jedoch mit schwächerer Rückwirkung.	Wie oben. Das Fällungsmittel, besonders die Bicarbonate zeigen starke Rückwirkung. Die Auflösung ist gelb.	Weisser Niederschlag bei geringer Rückwirkung d. Fällungsmittels im Ueberschusse desselben.
<i>Cyaneisenkadium</i>	Nicht fällbar.	Die Auflösung d. Protoxydes giebt einen bräunlich rothen, die des Oxydsatzes einen blutrothen Niederschlag.	Weisser, körniger Niederschlag.
<i>Hydrothionsäure und Hydrothionammonium</i>	Dunkelbraune, fast schwarze Fällung.	Oxydulsalze durch Hydrothionkalien mit rothbraunem, Oxydsalze mit gelbbraunem Niederschlage.	Bei verdünnter Auflösung braun; ausserdem schwarze Fällung.
<i>Gallussäure oder Gallusinfusion</i>	Nicht fällbar.	Das Protoxyd wird grün, das Oxyd chocoladebraun niedergeschlagen.	Giebt einen orange gelben Niederschlag.
<i>Alkalien</i>	Wie bei dem Ammoniak.	Wie bei dem Ammoniak.	Weiss, im Ueberschusse des Fällungsmittels etwas auflöslich.
<i>Metalle</i>	Durch Antimon, Eisen, Cadmium, Zinn und Zinn etwas fällbar.	Ohne Wirkung auf das Uran.	Fällbar durch Kadmium, Zinn, Zinn und Kupfer.
<i>Fällungsmittel verschiedener Art</i>	—	—	Aus seiner Auflösung in Salpetersäure durch Wasser fällbar, wie auch durch eine verdünnte Auflösung von Chloratrium.
<i>Oxyde</i>	Das Oxyd desselben ist weiss.	Protoxyd schwarz, das Oxyd dunkelgelb; das Hydrat des ersteren grün, das des letzteren citronengelb.	Suboxyd braun, Oxyd gelb, Oxydhydrat weiss.
<i>Schmelzbarkeit</i>	Zwischen d. Schmelzpunkte des Bleies und Spiesglanzes; bei grösserer Hitze kocht es, bildet gelbe Dämpfe und verflüchtigt sich.	Im reinen Zustande nicht schmelzbar.	Es schmilzt bei 246° W. und lässt sich in der Weissglühhitze verflüchtigen.

Zinn

Zink

Wolfram

Tellur

Uran

Wismuth

Mit Natriumoxydborat im Feuer

Einen klaren, ungefärbten Fluss gebend, die Flamme an den Kanten grün färbend.

In der innern Flamme ein dunkelgelbes, in der äussern ein schmutziggroßes Glas bildend.

Eine farblose Glasperle bildend.

Mit Natriumoxyd - Ammoniakphosphat im Feuer

Wie bei dem vorhergehenden.

Bildet ein grünes Glas in der äussern Flamme.

Eine farblose Perle, und giebt einen weissen und gelben Beschlag.

Wolfram.

Zink.

Zinn.

Auflösungsmittel der Metalle

Ammoniak

Die Wolframsäure geht mit verschiedenen, z. B. Schwefel-, Salpetersäure etc. Verbindungen ein, wirkt aber dabei nur oxydirend, nicht auflösend.

Fast in allen Säuren auflöslich.

In Hydrochlorssäure löslich; Salpetersäure verwandelt es mit Einwirkung von Wärme in ein unlösliches Oxyd.

Carbonate der Kalien

Die Wolframsäure ist im Ammoniak leicht löslich, das Oxyd aber nicht.

Mit weisser Farbe fällbar, und im Leberschusse des Auflösungsmitels wieder auflöslich.

Weisser Niederschlag im Lebermasse des Fällungsmittels wieder löslich.

Cyaniseisenkalium

Auflösend auf die Säure wirkend, bilden Salze damit.

Mit weisser Farbe fällbar, mit Rückwirkung des Fällungsmittels.

Wie bei dem Zink.

Hydrothionsäure

Indifferent.

Weissen Niederschlag erzeugend. Nicht vollkommen, nur theilweise fällbar.

Schwarzbrauner Niederschlag.

Hydrothionammonium

Aus dem mit Salpetersäure versetzten Ammoniakwolframat mit gelber Farbe fällbar.

Wie das vorhergehende.

Wie bei dem Zink.

Vollkommen fällbar zu einem gelblichen Niederschlage durch Hydrothionkalien.

In Oxydsolutionen eine gelbe Fällung, im Lebermasse des Fällungsmittels auflöslich.

	Wolfram.	Zinn.	Zinn.
<i>Gallussäure</i> oder <i>Gallusinfusion</i>	Ohne Einwirkung.	Nicht fällbar.	Ausscheidung in gelben Flocken.
<i>Alkalien</i>	Die Wolframsäure ist leicht, das Oxyd durch Digestion löslich.	Mit weisser Farbe fällbar, im Ueberschusse d. Fällungsmittels wieder auflöslich.	Weisser Niederschlag; ein Ueberschuss des Fällungsmittels löst ihn wieder auf.
<i>Metalle</i>	Indifferent.	Wird durch kein Metall ausgeschieden.	Durch metallisches Zinn fällbar.
<i>Fällungsmittel verschiedener Art</i>	—	—	Die Solutionen des Protoxydes gehen mit Chlorgold den Goldpurpur.
<i>Oxyde</i>	Oxyd schwarz; die Säure gelb, theilweise reducirte Säure blau.	Das Oxyd ist weiss.	Protoxyd schwarz, Oxyd weiss, das Hydrat blendend weiss.
<i>Schmelzbarkeit</i>	Schwieriger als Mangan.	Bei 360° bis 370°, nach <i>Daniell</i> bei 411° W.	Bei 230°, nach <i>Daniell</i> bei 239° in Rhomboëdem krystallisirend.
<i>Natriumoxydborat</i> im Feuer .	In der innern Flamme eine blutrothe Perle bildend.	Ein klares Glas bildend.	Langsam zu einem Glase schmelzend.
<i>Natriumoxyd - Ammoniakphosphat</i> im Feuer	Eine blaue Perle im Innern der Flamme gebend.	Wie mit dem vorhergehenden, und leicht reducirbar.	Wie das vorhergehende.

Alphabetisch geordnete Uebersicht der chemischen Zeichen und Formeln für die pharmaceutischen Präparate.

N a m e n.	Z e i c h e n.	For- m e l.
A.		
Stickstoff	A (oder N)	14
Essigsäure	\overline{A}	51
Essigsäurehydrat	$\overline{A} + Aq$	60
Essigsäure, concentrirte	$\overline{A} +_1 Aq$	78
Silber	Ag	108
Chlorsilber	Ag Cl	143,4
Silberoxyd	Ag O (\overline{Ag})	116
„ essigsäures	Ag O + \overline{A} ($\overline{Ag} \overline{A}$)	167
Silberknallsäure	Ag O + $_2 CNO$ (Ag C ² N ² O ³)	184
Silberoxyd, salpetersaures	Ag O + N O ³ ($\overline{Ag} \overline{N}$)	170
„ schwefelsaures	Ag O + S O ³ ($\overline{Ag} \overline{S}$)	156
Schwefelsilber	Ag S	124
Alumium	Al	9
Chloralumium	Al Cl	44,4
Alaunerde	Al O und Al O ³ (Al und \overline{Al}) = 17 u.	51
Alaunerdehydrat	Al O + HO ($\overline{Al} + Aq$)	26
Alaunerde, schwefelsaure	Al O + S O ³ + $_6 Aq$ ($\overline{Al} \overline{S} \overline{H}^6$)	111
Wasser	Aq (\overline{H})	9
Arsenik	As = 37,6 und	75,2
Arsenigte Säure	As O ¹ / ₂ (\overline{As}) = 49,6 „	99,2
Arseniksäure	As O ² / ₂ (\overline{As}) = 57,6 „	115,2
Schwefelarsenik, rother	As S	53,6
„ gelber	As S ¹ / ₂ (As S ³) = 61,6 „	123,2
„ hellgelber	As S ² / ₂ (As S ⁵) = 77,6 „	155,2
Gold	Au = 63,3 „	198,9
Goldchlorür	Au Cl	107,1
Goldchlorid, neutrales	Au Cl ³	305,1
„ saures	Au Cl ³ + H Cl	341,5
Natriumgoldchlorid	Au Cl ³ + Na Cl + SHO (Au Na Cl ⁴ H ⁸)	435,8
Goldoxydul	Au O (Au)	74,3
Goldsäure	Au O ³ (Au)	222,9
Schwefelgold	Au S ³	246,9
B.		
Boron	B	20
Benzoesäure	\overline{B}	120
Barium	Ba	68,6
Chlorbarium	Ba Cl	104
„ krystallisirtes	Ba Cl + $_2 HO$ (Ba O + H Cl + Aq)	122
Baryt	Ba O (Ba)	76,6
„ essigsaurer	Ba O + \overline{A} + HO (Ba \overline{A} H)	136,6

Namen.	Zeichen.	Formel.
Baryt, kohlensaurer	$\text{BaO} + \text{CO}^2$ (Ba C̄) . . . = 197,2 und	98,6
Barythydrat	$\text{BaO} + \text{H}_2\text{O}$ (Ba + Aq)	85,6
Baryt, salpetersaurer	$\text{BaO} + \text{NO}^2$ (Ba N̄)	130,6
„ schwefelsaurer	$\text{BaO} + \text{SO}^2$ oder BaSO^4 (Ba S̄)	116,6
Bariumhyperoxyd	BaO^2 (Ba)	84,6
Schwefelbarium	Ba S	84,6
„ im Maximum	Ba S ⁴	148,6
Wismuth	Bi	71
Wismuthoxyd	Bi O (Bi)	79
„ basisch salpeters.	$\text{BiO} + \text{NO}^2$ (Bi N̄)	370
Schwefelwismuth	Bi S	87
Borsäure	Bo ⁶ (Bo)	68
Brom	Br	80
Chlorbrom	Br Cl	115,4
Bromsäure	Br O ⁵ (Br)	120
C.		
Kohlenstoff	C = 12 und	6
Citronensäure	C̄	58
Chlorkohlenstoff, fester	C Cl ²	118,2
Oelbildendes Gas	C H ²	14
Aether	C ² H ⁵ O (C ² H ⁴ + H O)	37
Essigäther	C ² H ⁵ O + A	88
Rohrzucker	C ² H ⁵ O + C O ⁴	81
Ameisenäther	C ² H ⁵ O + F̄	74
Salpeteräther	C ² H ⁵ O + NO ²	75
Schwefelweinsäure	C ² H ⁵ O + S O ³	117
Alkohol (Weingeist)	C ² H ⁶ O ² (C ² H ⁴ + H O)	46
Traubenzucker	C ² H ⁶ O ² + C O ⁴	90
Bromwasserstoffäther	C ² H ⁴ + Br H	109
Chloräther	C ² H ⁴ + Cl	63,4
Chlorwasserstoffäther	C ² H ⁴ + Cl H	64,4
Jodwasserstoffäther	C ² H ⁴ + J H	155
Xanthogensäure	C ² H ² S ⁴	90
Ameisensäure	CH O ³ (F̄)	37
Ameisensäurehydrat	CH O ³ + Aq (F̄ + Aq)	46
Bernsteinsäure	C ² H ² O ³ (S̄)	50
Essigsäure	C ² H ³ O ³ (A)	51
Essiggeist, brenzlicher	C ² H ⁴ O ²	44
Aepfelsäure	C ² H O ⁴ (M̄)	57
Citronensäure	C ² H ² O ⁴ (C̄)	58
Weinsteinsäure	C ² H ³ O ⁶ (T)	75
nach Prout und Döbereiner.		
Weinsteinsäure	C ⁴ H ⁵ O ¹⁰ (T̄)	133
nach Berzelius.		
Weinsteinsäure, brenzliche	C ³ H ⁶ O ⁸	130
Benzoensäure	C ¹ / ₂ H ⁶ O ³ (B)	120

Namen.	Zeichen.	Formel.
Gallussäure	$C^3H^3O^8 (\bar{G})$	63
Chinasäure	$C^5H^{10}O^{15}$	190
Jodkohlenstoff, fester	CJ^2	300
Cyan	$CN (Cy)$	26
Cyanigte Säure	$CNO (CyO)$	34
Knallsäure	$CNO (NO+C^2)$	34
Cyansäure	$CNO^2 (CyO^2)$	42
Leimkohle	C^3N	50
Kohlenoxyd	$CO^2 (\bar{C})$ = 14 und	28
Phosgensäure	$CO^2Cl^2 (\bar{C}Cl)$ = 98,8 „	49,4
Oxalsäure	$CO^2 (C^2O^2) (\bar{O})$	36
Kohlensäure	$CO^4 (\bar{C})$ = 44 „	22
Schwefelkohlenstoff	CS^4	76
Calcium	Ca	20,5
Chlorcalcium	$CaCl$	55,9
„ krystallisirtes	$CaCl+H_2O (CaO+HCl+Aq)$	109,9
„ dreif. basisches	$(CaCl+H_2O)+3(CaO+H_2O)$	276,4
Kalk	$CaO (\bar{Ca})$	28,5
„ neutr. kohlenaurer	$CaO+C^2O^4 (\bar{Ca}\bar{C}^2)$	72,5
„ basisch kohlenaurer	$2CaO+C^2O^4 (\bar{Ca}\bar{C})$ = 101 und	50,5
Kalkhydrat	$CaO+H_2O (\bar{Ca}+Aq)$	37,5
Knochensäure oder saurer phosphorsaurer Kalk	$CaO+P^2O^5$	99,9
Neutraler phosphors. Kalk	$2CaO+P^2O^5$ = 128,4 und	64,2
Apatit, Moraxit, Spargelstein	$3CaO+P^2O^5$	156,9
Knochenerde und Phosphorit	$6CaO+3P^2O^5$	335,1
Schwefelsaurer Kalk	$CaO+S^2O^3+2Aq (\bar{Ca}\bar{S}H^2)$	86,5
Chlorkalk	$CaOCl$	63,9
Schwefelcalcium	CaS	36,5
Antimonschwefeliges Schwefelcalcium	$2CaS+SbS^5$ = 282 und	141
Zweites Schwefelcalcium	CaS^2	52,5
Schwefelcalcium im Maximum	CaS^5	100,5
Kadmium	Cd	56
Kadmiumoxyd	$CdO (\bar{Cd})$	64
Kohlensaures Kadmiumoxyd	$2CdO+C^2O^4 (\bar{Cd}\bar{C})$ = 172 und	86
Schwefelkadmium	CdS	72
Chlor	$Cl (Ch)$	35,4
Chlorstickstoff	Cl^2N	120,2
Euchloringas (Dary's)	$ClO (\bar{Cl})$	43,3
Chlorigte Säure	$ClO^2 (\bar{Cl})$	59,4
Chlorsäure	$ClO^3 (\bar{Cl})$	75,4
„ oxydirte	$ClO^7 (\bar{Cl})$	91,4
Kupfer	Cu	64
Kupferoxydul	$CuO (\bar{Cu})$	72
Kupferoxyd	$CuO^2 (\bar{Cu})$	80

Namen.	Zeichen.	Formel.
Kupferoxyd, essigsaur., blaues	$\text{Cu O}^2 + \bar{\text{A}} +_6 \text{Aq} (\ddot{\text{C}}\text{u} \bar{\text{A}} \ddot{\text{H}}^6)$	185
„ „ neutr.	$\text{Cu O}^2 + \bar{\text{A}} +_2 \text{Aq} (\ddot{\text{C}}\text{u} \bar{\text{A}} \ddot{\text{H}}_2)$	200
Kupferoxyd, essigs., basisches, unauflösliches	$3 \text{Cu O}^2 + \bar{\text{A}} +_3 \text{Aq} (\ddot{\text{C}}\text{u}^3 \bar{\text{A}}^2 \ddot{\text{H}}^3)$	369
Kupferoxyd, essigs., basisches, auflösliches	$3 \text{Cu O}^2 + \bar{\text{A}} +_{12} \text{Aq} (\ddot{\text{C}}\text{u} \bar{\text{A}}^4 \ddot{\text{H}}^{12})$	552
Kupferoxyd, essigs., basisches, schwarz oder braun	$24 \text{Cu O}^2 + \bar{\text{A}} +_{12} \text{Aq} (\text{Cu}^{24} \bar{\text{A}} \ddot{\text{H}}^{12})$	2079
Kupferoxyd, kohlen-saures	$\text{Cu O}^2 + \text{C O}^4 (\ddot{\text{C}}\text{u} \ddot{\text{C}}^2)$	124
„ halb-kohlen-saures	$2 \text{Cu O}^2 + \text{C O}^4 +_2 \text{Aq} (\ddot{\text{C}}\text{u} \ddot{\text{C}} \ddot{\text{H}}^2) = 222$ und ($\text{Cu O}^2 +_2 \text{H}^2 \text{N}$) + ($\text{H}^4 \text{N O} + \text{S O}^3$)	111 266
Schwefels. Kupferoxyd, wasser-leeres	$\text{Cu O}^2 +_2 \text{S O}^3 (\ddot{\text{C}}\text{u} \ddot{\text{S}}^2)$	= 160 und 80
Schwefels. Kupferoxyd, kristal-lisirtes	$\text{Cu O}^2 +_2 \text{S O}^3 +_{10} \text{Aq} (\ddot{\text{C}}\text{u} \ddot{\text{S}}^2 \ddot{\text{H}}^{10}) = 250$	„ 125
Schwefelkupfer, einfaches	Cu S	80
„ doppeltes	Cu S^2	96
Schwefelblausäure	$\text{Cy S}^2 \text{H}$	59
F.		
Eisen	Fe	27,12
Eisenchlorür	Fe Cl	62,52
Eisenchlorid	$\text{Fe Cl}^{1\frac{1}{2}} (\text{Fe Cl}^3)$	= 80,22 und 160,44
Eisencyankalium, rothes	$\text{Fe Cy}^3 +_3 \text{K Cy}$	327,84
Eisencyaneisen	$3 \text{Fe Cy} +_2 \text{Fe Cy}^3 +_9 \text{H O}$	504,84
Eisenjodür	Fe J	153,12
Eisenjodid	$\text{Fe J}^{1\frac{1}{2}} (\text{Fe J}^3)$	= 216,12 und 432,24
Eisencyankalium, gelbes	$\text{Fe K}^2 \text{Cy}^3 +_3 \text{H O} (\text{Fe O} + \text{K O} +_3 \text{H Cy})$	210,52
Eisenoxydul	$\text{Fe O} (\ddot{\text{F}}\text{e})$	35,12
„ neutr., kohlen-saur.	$\text{Fe O} + \text{C O}^4$ oder $\text{Fe C O}^3 (\ddot{\text{F}}\text{e} \ddot{\text{C}}^2)$	71,12
„ basisch kohlen-s.	$2 \text{Fe O} + \text{C O}^4 (\ddot{\text{F}}\text{e} \ddot{\text{C}})$	= 114,24 und 57,12
„ schwefel-saures	$\text{Fe O} + \text{S O}^3 +_6 \text{Aq} (\ddot{\text{F}}\text{e} \ddot{\text{S}} \ddot{\text{H}}^6)$	129,12
Eisenoxyd	$\text{Fe O}^{1\frac{1}{2}} (\ddot{\text{F}}\text{e})$	= 39,12 „ 78,24
„ schwefel-saures	$\text{Fe O}^3 +_3 \text{S O}^3 (\ddot{\text{F}}\text{e} \ddot{\text{S}}^3)$	= 198,24 „ 99,12
Eisenalaun	$(\text{Fe O}^3 +_3 \text{S O}^3) + (\text{K O} + \text{S O}^3) +_{24} \text{Aq}$ oder $(\ddot{\text{F}}\text{e} \ddot{\text{S}}_3 + \text{K} \ddot{\text{S}} +_{24} \text{Aq})$	= 401,41 und 200,72
Schwefeleisen, einfaches	Fe S	43,12
„ doppeltes	Fe S^2	59,12
„ anderthalb	$\text{Fe S}^{1\frac{1}{2}} (\text{Fe S}^3)$	= 51,12 und 102,24
„ halb	$\text{Fe}^2 \text{S}$	= 70,24 „ 35,12
„ achtel	$\text{Fe}^3 \text{S}$	= 232,96 „ 29,12
G.		
Gallussäure	$\bar{\text{G}}$	63
H.		
Wasserstoff	H	1
Bromwasserstoffsäure	$\text{H Br} (\text{Br H})$	81
Chlorwasserstoffsäure	$\text{H Cl} (\text{Ch H})$	36,4

Namen.	Zeichen.	Formel.
Cyanwasserstoffsäure	H Cy (ChH)	27
Jodwasserstoffsäure	H J (JH)	127
Hydriodige Säure	H J ²	253
Ammoniak	H ³ N	17
Knallsilber (Berthollet's)	H ³ N + Ag O	365
Knallgold	H ³ N + Au O ³	239,9
Harnstoff	H ³ N + C N O + H O	60
Oxamid (wasserfreies, oxalsau- res Ammoniak)	H ³ N + C O ³	53
Halbkohlensaures oder cyanig- sures Ammoniak	(₂ H ³ N + C O ⁴) od. H ³ N + Cy O + ₃ Aq = 78 u.	39
Pyrosalpetersaures Ammoniak	(H ³ N + N O ⁵) + (H ³ N O + N O ⁵)	150
Knallplatin (Proust's)	H ³ N + Pt O ³	137
Chlorammonium	H ⁴ N Cl (H ³ N + H Cl)	53,1
Cyanammonium	H ⁴ N Cy (H ³ N + H Cy)	44
Jodammonium	H ⁴ N J (H ³ N + H J)	144
Ammoniumoxyd	H ⁴ N O (H ³ N + H O)	26
Ammoniakalaun	H ⁴ N O + ₃ A l O + ₄ S O ³ + ₂₄ Aq	453
Ammoniak, neutrales, kohleus.	H ⁴ N O + C O ⁴	70
„ dreiviert. kohleus.	(₂ H ⁴ N O + C O ⁴) + (H ⁴ N O + C O ⁴)	166
„ ameisensaures	H ⁴ N O + F	63
„ salpetersaures	H ⁴ N O + N O ⁵ (H ⁴ N ² O ⁶)	80
Schwefelammonium, erstes	H ⁴ N S	34
Hydrothionschwefelammonium	H ⁴ N S + H S	51
Schwefelammonium, zweites	H ⁴ N S ²	50
Wasser	H O (Aq oder H)	9
Schwefelwasserstoffsäure	H S (S H)	17
Wasserstoffschwefel	H S ² (H S + ₂ S)	65
Quecksilber	Hy (Hg)	201
Quecksilberbromür	Hy Br	281
Quecksilberbromid	Hy Br ²	361
Quecksilberchlorür	Hy Cl	236,4
Quecksilberchlorid	Hy Cl ²	271,8
Cyanquecksilber	Hy Cy ²	253
Quecksilberjodür	Hy J	327
Quecksilberjodid	Hy J ²	453
Quecksilberoxydul	Hy O (Hg)	209
„ essigsäures	Hy O + A (Hy A)	260
Quecksilberoxydulammoniak, salpetersaures	₃ Hy O + (H ³ N + N O ⁵) (Hy ³ + N H ³ N)	698
Quecksilberoxydul, salpeter- saures, neutrales	Hy O + N O ⁵ + ₂ Aq (Hy N H ²)	281
Quecksilberoxydul, salpeters., basisch unauflösliches	₂ Hy O + N O ⁵ (Hy ² N)	472
Quecksilberoxydul, salpeters., basisches	₃ Hy O + ₂ N O ⁵ + ₃ Aq (Hy ³ N ² H ³)	762
Quecksilberoxydul, phosphors.	₂ Hy O + P O ⁵ (Hy ² P) = 489,1 und	244,7

Queck

Ammo
basiQueck
pete

Queck

Queck
pete

Turpet

Schwe

Jod

Bromj

Chlorj

Jodsäu

Kalium

Bromk

Chlork

Jodkal

Kali

„ es

„ th

Kaliak

Kali, s

„ v

„ n

„ h

„ c

„ o

„ h

„ s

„ s

„ s

Antime

Kali, v

Ammon

Natron

Kali, s

Formel.	Namen.	Zeichen.	Formel.
27	Quecksilberoxyd	$\text{Hy O}^2 (\ddot{\text{H}}\text{y})$	217
127	„ essigsäures	$\text{Hy O}^2 +_2\ddot{\text{A}} (\ddot{\text{H}}\text{y} \ddot{\text{A}}^2)$	319
253	Ammoniumquecksilberchlorid,		
17	basisches	$\text{Hy O}^2 + \text{H}^4 \text{N Cl}$	270,4
365	Quecksilb. oxydammoniak, sal-		
239,9	petersäures	${}_3\text{Hy O}^2 + (\text{H}^3 \text{N} + \text{N O}^2) (\ddot{\text{H}}\text{y}^3 + \text{N H}^3 \ddot{\text{N}})$	722
60	Quecksilberoxyd, salpetersaur.		
	Quecksilberoxydaufösung, sal-	$\text{Hy O}^2 + \text{N O}^2 +_2\text{Aq} (\ddot{\text{H}}\text{y} \ddot{\text{N}} \ddot{\text{H}}^2)$	289
53	petersäure	$\text{Hy O}^2 +_2\text{N O}^2 (\ddot{\text{H}}\text{y} \ddot{\text{N}}^2)$	325
	Turpeth, mineralischer	${}_3\text{Hy O}^2 +_2\text{S O}^2 (\ddot{\text{H}}\text{y}^3 \ddot{\text{S}}^2)$	731
39	Schwefelquecksilber, erstes	Hy S	217
150	„ zweites	Hy S^2	233
137		J.	
53,4	Jod	J	126
44	Bromjod	J Br	206
144	Chlorjod	J Cl	161,4
26	Jodsäure	$\text{J O}^5 (\ddot{\text{J}})$	166
453		K.	
70			
166	Kalium	K	39,2
63	Bromkalium	K Br	119,2
80	Chlorkalium	K Cl	74,6
34	Jodkalium	K J	165,2
51	Kali	K O	47,2
50	„ essigsäures	$\text{K O} + \ddot{\text{A}} (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{A}})$	98,2
9	„ thonsäures	$\text{K O} + \text{A I O}^2 (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{A}} \text{I})$	98,2
17	Kalialaun	$\text{K O} +_3\text{A I O} +_4\text{S O}^2 +_2\text{Aq} (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{S}} +_3\ddot{\text{A}} \text{I} \ddot{\text{S}} +_2\text{Aq})$	474,2
65		$\text{K O} +_2\text{C O}^2 +_2\text{Aq} (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{O}}^2 \ddot{\text{H}}^2)$	137,2
201	Kali, saures, oxalsäures	$\text{K O} +_4\text{C O}^2 +_2\text{Aq} (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{O}}^4 \ddot{\text{H}}^2)$	254,2
281	„ vierfach oxalsäures	$\text{K O} + \text{C O}^4 + \text{H O}$ oder $\text{K C H O}^6 (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{C}}^2 \ddot{\text{H}})$	100,2
361	„ neutrales, kohlen-säures	${}_2\text{K O} + \text{C O}^4$ oder $\text{K}^2 \text{C O}^6 (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{C}}) = 135,4$ od.	69,2
236,4	„ halb kohlen-säures	$\text{K O} + \text{C I O}^5$ oder $\text{K C I O}^6 (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{C}} \text{I})$	122,6
271,8	„ chloresäures	$\text{K O} + \text{C I O}^7$ oder $\text{K C I O}^8 (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{C}} \text{I})$	138,6
253	„ oxychloresäures	$\text{K O} + \text{H O} (\ddot{\text{K}} + \text{Aq})$	56,2
327	„ hydrat	$\text{K O} +_2\ddot{\text{M}} (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{M}}^2)$	161,2
453	„ saures, apfelsäures	$\text{K O} + \text{N O}^5$ oder $\text{K N O}^6 (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{N}})$	101,2
209	„ salpetersäures	$\text{K O} + \text{S O}^3$ oder $\text{K S O}^4 (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{S}})$	87,2
260	„ schwefelsäures	$\text{K O} +_2\text{S O}^3$ oder $\text{K S}^2 \text{O}^7 (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{S}}^2)$	127,2
698	„ saures, schwefelsäures	$\text{K O} + \text{Sb O}^3 (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{Sb}})$	200,2
	Antimonoxyd-Kali	$\text{K O} + \text{Sb O}^3 +_2\ddot{\text{T}} +_2\text{H O} (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{Sb}} \text{T}^2 +_2\text{Aq})$	368,2
281	„ „ weinsteinsäures	$\text{K O} + \ddot{\text{T}} (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{T}})$	122,2
	Kali, weinsteinsäures, neutrales	$\text{K O} + \ddot{\text{T}} + \text{H}^4 \text{N O} + \ddot{\text{T}} (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{T}} + \text{N H}^4 \ddot{\text{T}})$	223,2
472	Ammoniakkali, weinsteinsäures	$\text{K O} + \ddot{\text{T}} + \text{Na O} + \text{T} +_{10}\text{Aq} (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{T}} + \text{Na} \ddot{\text{T}} +_{10}\text{Aq})$	318,5
762	Natronkali, weinsteinsäures	$\text{K O} +_2\text{T} + \text{H O} (\ddot{\text{K}} \ddot{\text{T}}^2 \ddot{\text{H}})$	206,2
244,7	Kali, saures, weinsteinsäures		

Namen.	Zeichen.	Formel.
Chlorkali	$K O C l$	82,6
Schwefelkalium	${}_3K S + (K O + S O^3) ({}_3K S + \overset{\cdot\cdot}{K} \overset{\cdot\cdot}{S})$	252,6
L.		
Lithium	Li	7,5
Lithion	$Li O (Li)$	15,5
M.		
Apfelsäure	\bar{M}	57
Magnesium	Mg	12
Chlormagnesium	$Mg Cl$	47,4
Magnesia	$Mg O (Mg)$	20
„ neutrale, kohlen-säure	${}_2Mg O + C O^4 (Mg \overset{\cdot\cdot}{C}^2)$	64
„ gewöhnliche, weisse	${}_3(Mg O + C O^4) + {}_2(Mg O + {}_4Aq)$ oder $({}_3Mg \overset{\cdot\cdot}{C} + Mg \overset{\cdot\cdot}{H}^4)$ = 376 und	188
„ Hydrat	$Mg O + H O (Mg + Aq)$	20
„ schwefelsäure	$Mg O + S O^3 + {}_4Aq (Mg \overset{\cdot\cdot}{S} \overset{\cdot\cdot}{H}^2)$	123
„ kiesel-säure	$Mg O + {}_3Si O (Mg \overset{\cdot\cdot}{Si}^3)$	62,2
Schwefelmagnesium	$Mg S$	28
Mangan	Mn	28
Manganoxyd, basisches	$Mn O (Mn)$	36
Manganoxydul, schwefelsaur.	$Mn O + S O^3 (Mn \overset{\cdot\cdot}{S})$	76
Manganhyperoxydul	$Mn O^{1\frac{1}{2}} (\overset{\cdot\cdot}{Mn})$ = 40 und	80
Manganhyperoxyd	$Mn O^2 (\overset{\cdot\cdot}{Mn})$	44
Mangansäure	$Mn O^2 \frac{1}{2} (\overset{\cdot\cdot}{Mn})$ = 48 und	96
Schwefelmangan	$Mn S$	44
N.		
Stickstoff	$N (A)$	14
Stickstoffoxydul	$N O (\overset{\cdot\cdot}{N})$	22
Stickstoffoxyd	$N O^2 (\overset{\cdot\cdot}{N})$	30
Salpetrige Säure	$N O^3 (\overset{\cdot\cdot}{N})$	38
Salpetersäure	$N O^5 (\overset{\cdot\cdot}{N})$	54
„ concentrirte	${}_2N O^5 + {}_3H O (\overset{\cdot\cdot}{N} + {}_3Aq)$	135
„ gelbe	$N O^5 + N O^3 (N O^4)$ = 92 und	46
Natrium	Na	23,3
Chlornatrium	$Na Cl$	58,7
Natron	$Na O (\overset{\cdot\cdot}{Na})$	31,3
„ essigsäures	$Na O + A + {}_6Aq (\overset{\cdot\cdot}{Na} \overset{\cdot\cdot}{A} \overset{\cdot\cdot}{H}^6)$	136,3
„ borsäures	$Na O + B O^6 + {}_{10}Aq (\overset{\cdot\cdot}{Na} \overset{\cdot\cdot}{B} \overset{\cdot\cdot}{H}^{10})$	189,3
„ phosgensäures	${}_4Na O + C O^2 Cl^2 (\overset{\cdot\cdot}{Na} \overset{\cdot\cdot}{C} Cl)$ = 224 und	412
„ kohlen-säures, neutrales	$Na O + C O^4 + Aq$ oder $Na C H O^6 (\overset{\cdot\cdot}{Na} \overset{\cdot\cdot}{C} \overset{\cdot\cdot}{H})$	84,3
Champagnerpulv. nach Döbereiner	$(Na O + C O^4 + H O) + {}_2\overset{\cdot\cdot}{T} + {}_6C^3 H^6 O^6$	773,3
Natron, halbkohlen-säures, zerfallenes	${}_2Na O + C O^4 + {}_3Aq (\overset{\cdot\cdot}{Na} \overset{\cdot\cdot}{C} \overset{\cdot\cdot}{H}^3) = 151,6$ und	75,8
Natron, halbkohlen-säures, kry-stallisirtes	${}_2Na O + C O^4 + {}_{20}Aq (\overset{\cdot\cdot}{Na} \overset{\cdot\cdot}{C} \overset{\cdot\cdot}{H}^{20}) = 286,6$ „	143,3
Natronammoniak, phosphors.	$Na O + H N^4 O + P O^5 (\overset{\cdot\cdot}{Na} \overset{\cdot\cdot}{H} \overset{\cdot\cdot}{N} \overset{\cdot\cdot}{P})$	128,7

Formel.	Namen.	Zeichen.	Formel.
82,6	Natronhydrat	$\text{Na O} + \text{H O} (\ddot{\text{N}}\text{a} + \text{Aq})$	40,3
252,6	Natronkali, kohlen-säuerliches	$\text{Na O} + \text{K O} + \text{C O}^4 (\ddot{\text{N}}\text{a} \ddot{\text{K}} \ddot{\text{C}}^2)$	122,5
	Natron, salpetersaures	$\text{Na O} + \text{N O}^5 (\ddot{\text{N}}\text{a} \ddot{\text{N}})$	85,3
7,5	„ phosphorsaures, kry-	${}_2\text{Na O} + \text{P O}^5 + {}_{24}\text{Aq} (\text{Na}^2 \ddot{\text{P}} \ddot{\text{H}}^{24}) = 350$ und	175
15,5	stallisirtes		
	Natron, schwefelsaures, kry-	$\text{Na O} + \text{S O}^3 + {}_{10}\text{Aq} (\ddot{\text{N}}\text{a} \ddot{\text{S}} \ddot{\text{H}}^{10})$	161,3
57	stallisirtes	Na O Cl	66,7
12	Chlornatron		
47,4	Antimonschwefeliges Schwe-	${}_2\text{Na S} + \text{Sb S}^5 + {}_6\text{Aq}$ = 379,6 und	189,8
20	felnatrium		
64		O.	
	Sauerstoff	O	8
	Oxalsäure	$\ddot{\text{O}} (\ddot{\text{C}})$	36
188		P.	
20	Phosphor	P	15,7
123	Unterphosphorige Säure	$\text{P O} (\ddot{\text{P}})$	23,7
62,2	Phosphorige Säure	$\text{P O}^{1/2} (\ddot{\text{P}})$ = 27,7 und	55,4
28	Phosphorsäure	$\text{P O}^{2/2} (\ddot{\text{P}})$ = 35,7 „	71,4
28	Blei	Pb	103,5
36	Chlorblei	Pb Cl	138,9
76	Bleioxyd	Pb O (Pb)	111,5
80	„ essigsäures	$\text{Pb O} + \text{A} + {}_3\text{Aq} (\ddot{\text{P}}\text{b} \ddot{\text{A}} \ddot{\text{H}}^3)$	189,5
44	„ „ basisches	${}_3\text{Pb O} + \text{A} (\ddot{\text{P}}\text{b}^3 \ddot{\text{A}})$	385,5
96	„ „ überbas.	${}_6\text{Pb O} + \text{A} + {}_3\text{Aq} (\text{Pb}^6 \ddot{\text{A}} \ddot{\text{H}}^3)$	747
44	„ kohlen-säures	${}_2\text{Pb O} + \text{C O}^4 (\ddot{\text{P}}\text{b} \ddot{\text{C}})$ = 267 und	133,5
14	„ halb-kohlen-säures	${}_4\text{Pb O} + \text{C O}^4 (\text{Pb}^2 \ddot{\text{C}})$ = 490 „	245
22	„ salpetersaures	$\text{Pb O} + \text{N O}^5 (\ddot{\text{P}}\text{b} \ddot{\text{N}})$	165,5
30	„ phosphorsaures	$\text{Pb O} + \text{P O}^{2/2} (\ddot{\text{P}}\text{b} \ddot{\text{P}})$ = 147,2 und	294,4
38	Bleihyperoxydul	$\text{Pb O}^{1/2} (\ddot{\text{P}}\text{b})$ = 115,5 „	231
54	Bleihyperoxyd	$\text{Pb O}^2 (\ddot{\text{P}}\text{b})$	119,5
135	Platin	Pt	96
46	Platinchlorür	Pt Cl	131,4
23,3	Platinchlorid	Pt Cl ²	166,8
58,7	Ammoniumplatinchlorid	$\text{Pt Cl}^2 + \text{H}^4 \text{N Cl}$	220,2
31,3	Kaliumplatinchlorid	$\text{Pt Cl}^2 + \text{K Cl}$	241,4
136,3	Natriumplatinchlorid	$\text{Pt Cl}^2 + \text{Na Cl}$	225,5
189,3	Platinoxyd	Pt O ²	112
112	Schwefelplatin	Pt S ²	128
84,3		S.	
77,3	Schwefel	S	16
75,8	Bernsteinsäure	$\ddot{\text{S}}$	50
	Unterschwefelige Säure	$\text{S O} (\ddot{\text{S}})$	24
143,3	Schwefelige Säure	$\text{S O}^2 (\ddot{\text{S}})$	32
	Schwefelsäurehydrat	$\text{S O}^3 + \text{H O} (\ddot{\text{S}} \ddot{\text{H}})$	49
128,7	Schwefelsäure	$\text{S O}^3 (\ddot{\text{S}})$	40

Namen.	Zeichen.	Formel.
Unterschwefelsäure	$S O^{2\frac{1}{2}}$ oder $S^2 O^4 (\ddot{S})$	= 36 und 72
Antimon	Sb	64,5
Antimonchlorid	$Sb Cl^{1\frac{1}{2}}$ ($Sb Cl^3$)	= 117,6 und 235,2
Algarothpulver	$Sb Cl^{1\frac{1}{2}} +_6 Sb O^{1\frac{1}{2}}$ ($Sb Cl^3 +_6 \ddot{S}b$) = 576,6u.	1153,2
Antimonoxyd	$Sb O^{1\frac{1}{2}}$ ($\ddot{S}b$)	= 76,5 und 153
Antimonige Säure	$Sb O^2$ ($\ddot{S}b$)	80,5
Antimonsäure	$Sb O^{2\frac{1}{2}}$ ($\ddot{S}b$)	= 84,5 und 169
Schwefelantimon, erstes	$Sb S^{1\frac{1}{2}}$ ($Sb S^3$)	= 85,5 „ 177
„ zweites	$Sb S^2$	95,5
„ drittes	$Sb S^{2\frac{1}{2}}$ ($Sb S^4$)	= 104,5 und 209
Silicium	Si	7,4
Kieselsäure	Si O ($\ddot{S}i$)	15,4
Zinn	Sn	59
Chlorzinn	Sn Cl	94,4
Zinnsalmiak	Sn Cl + H ⁴ N Cl	147,8
Zinnoxidul	Sn O ($\ddot{S}n$)	67
Zinnoxid	Sn O ² ($\ddot{S}n$)	75
Schwefelzinn, einfach	Sn S	75
„ doppelt	Sn S ²	91
Strontium	Sr	44,5
Strontia	Sr O	52,5
T.		
Weinsteinsäure	\bar{T}	133
Z.		
Zink	Zn	32,25
Zinkoxyd	Zn O ($\ddot{Z}n$)	40,25
„ essigsaures	$Zn O + \bar{A}$ ($\ddot{Z}n \bar{A}$)	91,25
„ kohlen-saures, viertel	${}_4 Zn O + C O^4$ ($\ddot{Z}n^2 \ddot{C}$)	= 205 und 102,5
„ „ officinelles	${}_3 ({}_4 Zn O + C O^4) +_4 (Zn O + {}_3 Aq)$ (${}_3 \ddot{Z}n^2 \ddot{C}$ + ${}_2 \ddot{Z}n H^3$)	= 884 und 442
„ schwefelsaures	$Zn O + S O^3$ ($\ddot{Z}n \ddot{S}$)	80,25
„ „ kry- stallisirtes	$Zn O + S O^3 + {}_7 Aq$ ($\ddot{Z}n \ddot{S} H^7$)	143,25
Schwefelzink	Zn S	48,25

In demselben Verlage sind erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

J. Ch. Döll's Rheinische Flora.

Beschreibung der wildwachsenden und cultivirten Pflanzen des Rheingebiets

vom

Bodensee bis zur Mosel und Lahn.

gr. 8. 54½ Bogen. Rthlr. 3. 4 gr. oder fl. 5. 24 kr.

Das vorstehende Werk des, in der botanischen Literatur schon vortheilhaft bekannten Verfassers, enthält eine selbstständige, die neusten Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschungen berücksichtigende, Beschreibung der wildwachsenden und der allgemein cultivirten Gefäß-Pflanzen des bezeichneten Rheingebiets, mit Einschluss der nicht zur Alpenregion gehörigen Nebengebiete. So wie diese Flora den lernenden und lehrenden Naturfreunden in *Baden, Württemberg, Hessen, Kurhessen, Nassau, Elsass, Rheinbaiern, Rheinpreussen* und selbst im östlichen *Tyrol*, in der nördlichen *Schweiz* und in *Altbaiern*, wegen vielfacher neuer Beiträge von unabweisbarem Interesse sein muss, so dürften sie auch alle Freunde der botanischen Morphologie und Systematik, wegen mancher neuen Leistungen in diesen Fächern, willkommen heissen.

Tabellarische Uebersicht

der

specifischen Gewichte der Körper.

Ein alphabetisch geordnetes Handbuch

für Freunde der Naturwissenschaft, insbesondere für Chemiker,
Physiker, Techniker und Mineralogen,

von

Dr. R. Böttger.

12¼ Bog. Royal 8. cart. Preis fl. 2. 42 kr. oder Rthlr. 1. 12 ggr.

Dass die Kenntniss des specifischen Gewichts der einzelnen Körper nicht allein dem Naturforscher im weitesten Sinne des Worts von grosser Wichtigkeit ist, sondern dass sie selbst dem Technologen, ja dem Handelsmann und Oekonomem einen bedeutenden Nutzen gewährt, bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung. Es war daher gewiss höchst wünschenswerth, die in den verschiedenen naturwissenschaftlichen Lehrbüchern und Journalen zerstreut stehenden Bestimmungen *aller* bis jetzt in Bezug auf das *specifische Gewicht* geprüften Körper zu einem *Ganzen* vereinigt, die in den einzelnen Lehrbüchern eingeschlichenen falschen, zum Theil auch nicht gehörig specificirten Angaben berichtigt und der leichtern und bequemern Uebersicht wegen, in einer streng alphabetisch geordneten Reihenfolge zusammengestellt zu sehen, um zugleich dem zeitraubenden Nachschlagen in diesem oder jenem physikalischen, chemischen, pharmaceutischen und mineralogischen Werke u. s. w. überhoben zu sein. Ein Werk der Art fehlte uns bisher gänzlich; die Freunde der Naturwissenschaften werden es daher dem Herrn Verfasser Dank wissen, dass er sich dieser so höchst mühevollen und zeitraubenden Arbeit unterzog, indem er sich angelegen sein liess, die vorzüglichsten in dem Werke selbst namhaft gemachten, auf diesen Gegenstand Bezug habenden literarischen Quellen auf die gewissenhafteste Art zu benutzen, und überhaupt das Werk so einzurichten, dass es sowohl den Anforderungen der Naturforscher von Fach wie denen der Technologen u. s. w. vollkommen entsprechen dürfte. Jeder Körper ist im Werke genau bezeichnet, ja den meisten hat der Herr Verfasser selbst die *Abstammung*, die *Art der Bereitung* und die *chemische Formel*, um jede Verwechslung zu vermeiden, beigefügt.

Beiträge
zur
Physik und Chemie.
Eine Sammlung
eigener Erfahrungen, Versuche und Beobachtungen,
von
Dr. R. Böttger.

Geb. 18 ggr. oder fl. 1. 21 kr.

Inhalt: Glauber's sogenannter Eisenbaum. — Ueber Harnsteine und Harnsäure. — Der *Spitzenanker*, ein zur Erzeugung magnet-elektrischer Funken überaus geeigneter Apparat, nebst einigen damit angestellten Versuchen. — Ueber die passendste Form, welche dem Anker eines zu der grössten Tragkraft zu steigenden stimmgabelförmigen Magneten zu geben ist. — Harzblasen. — Einfaches Mittel, wodurch man erkennen kann, ob Stärkemehl kleberhaltig, d. h. mit gewöhnlichem Mehl verfälscht ist. — Ueber einige leicht darzustellende Pyrophore. — Ueber eine auffallende Erscheinung beim Zersprengen der mit Wasser gefüllten Gläser. — Natrium mit krystallinischer Struktur. — Ueber Gewinnung von Hippursäure. — Neues Verfahren, aus den Chloriden des Platins und Iridiums, mittelst flüssigen Schwefelkohlenstoffs, Schwefelplatin und Schwefeliridium darzustellen. a) Schwefelplatin im Maximo des Schwefels. b) Säurehaltiges Schwefelplatin. c) Schwefelplatin im Minimo des Schwefels. d) Schwefeliridium im Maximo des Schwefels. e) Schwefeliridium im Minimo des Schwefels. — Ueber das von Braconnot bekannt gemachte Verfahren, auf Zink u. s. w. zu schreiben. — Massive Glasstangen in beliebige Stücke zu brechen. — Ein Beitrag zu den sogenannten Nobilischen Farben. — Ueber eine einfache Methode, den sogenannten Schwammzucker (Mannit) aus der Hirschbrunst zu gewinnen. — Ueber einige muthmasslich neue Verbindungen des Jods mit Quecksilber, und des Quecksilberjodids mit Chlorammonium. — Ueber die vorgeblich mit salpetersaurem und chlorwasserstoffsäurem Ammoniak hervorgebrachte Corrosion des Glases. — Eine auffallende, beim sogenannten Leidenfrost'schen Phänomene wahrgenommene Erscheinung. — Einige Bemerkungen über die Bereitungs- und Behandlungsweise des Platinschwammes zum Gebrauch in Döbereiner's Apparat zur Entzündung des Hydrogens. — Schönes Farbenspiel. — Nachricht über die Umstände, die mich zu der Entdeckung führten, dass eine mit Ammoniakgas erfüllte Atmosphäre depotenzirend auf den Platinschwamm wirkt. — Leichtes Verfahren, dem Phosphor eine schneeweiße Farbe zu geben und in das feinste, Staub ähnliche Pulver zu verwandeln. — Versuche über die Entzündbarkeit des reinen Phosphors durch Reibungselektricität. — Neues, eigenthümliches Verfahren, Phosphorsulphuride auf eine leichte und gefahrlose Weise fast wasserhell darzustellen, nebst Versuchen und Beobachtungen über einige Verbindungen des Phosphors mit Schwefelkohlenstoff, Kampfer und Oelen. — Ueber Ammoniumamalgam, so wie über die Amalgame von Eisen, Baryum, Strontium, Platin, Zinn, Zink u. s. w. a) Ammoniumamalgam. b) Eisenamalgam. c) Baryumamalgam. d) Strontiumamalgam. e) Platinamalgam. f) Zinn-, Zink-, Wismuth-, Kupfer-, Blei-, Gold- und Silberamalgam. g) Ammoniumhaltiges Kupferamalgam. h) Cadmiumamalgam. i) Nickel-, Kobalt- und Manganamalgam. k) Iridiumamalgam. — Ueber einen sehr leicht und schnell darzustellenden geistigen Copalfirniss. — Einfache Methode, das käufliche Steinöl ohne Destillation vollkommen wasserhell zu machen. — Ueberaus fein zertheiltes Kupfer auf sogenanntem nassem Wege zu gewinnen. — Ueber eine mit Asbestfäden construirte Glühlampe und deren vortheilhafte Benutzung zur Darstellung der sogenannten Aethersäure (Aldehydsäure). — Ueber die Verschiedenheit der mittelst meines Aethersäure-Apparates aus Alkohol, Schwefeläther u. s. w. gewonnenen Flüssigkeiten. a) Die aus absolutem Alkohol mittelst des Aethersäure-Apparates gewonnene Flüssigkeit. b) Schwefeläthersäure. c) Salpeteräthersäure. d) Essigäthersäure. — Ueber die Identität des aus *Lycoperdon cervinum* dargestellten Schwammzuckers und des Mannits aus der Manna. — Verschiedene kleinere Notizen. a) Kaoutchoucröhren. b) Chromsaures Chromchlorid. c) Gebrannter Thon als Klärmittel. d) Wasserhaltiges essigsäures Kupferoxyd. e) Licht- und Wärmentwicklung bei der Verbindung einiger Metalle mit Platin. f) Ueber Xyloidin. g) Reaction der Arseniksäure auf Harnruhrzucker und andere Zuckerarten.