

Ueber chemische Analyse.

Von

DR. RUDOLF BENEDIKT.

Vortrag, gehalten am 19. December 1883.

Mit sechs Holzschnitten.

Meine Herren und Damen!

Die ganze gebildete Welt verfolgt mit grossem Interesse die Arbeiten des erfindenden Chemikers, und eine jede bedeutende Entdeckung, sei sie nun von praktischem oder von rein theoretischem Werthe, gelangt bald zur Kenntniss des grossen Publicums. Dies bezieht sich aber nur auf die Resultate; von der Genesis der Entdeckungen erfährt nur der Fachmann, nur er kennt die Hilfsmittel, welche dem Forscher zu Gebote stehen, und nur er weiss zu beurtheilen, was für eine grosse geistige Arbeit nöthig war, um das angestrebte Ziel zu erreichen. Ich will mir nun heute erlauben, Sie, meine Herren und Damen, mit dem wichtigsten Hilfsmittel des erfindenden Chemikers bekannt zu machen. Es ist dies die chemische Analyse. Ohne dieselbe ist überhaupt kein bedeutender Fortschritt im ganzen Gebiete der Chemie denkbar, und daher sehen wir auch, dass die Kenntnisse in der Chemie äusserst mangelhafte und unsichere waren, bis gegen Ende des 18. Jahrhunderts die ersten und bis heute noch unverrückten Grundsteine zur wissenschaftlichen chemischen Analyse gelegt wurden.

Somit kann überhaupt kein Chemiker der Analyse entrathen, aber mit der Entwicklung der Industrie,

der Landwirthschaft, mit den Fortschritten der Medicin und Hygienie etc. sind der analytischen Chemie so ausserordentlich viele neue Aufgaben zugewachsen, dass sie heute nicht nur eine dienende, sondern eine selbstständige Wissenschaft ist, deren wohlthätige Wirkungen wir beständig geniessen, ohne uns stets über ihren Ursprung Rechenschaft zu geben.

Ich widerstehe der Versuchung, Ihnen einen Abriss der sehr interessanten Geschichte der chemischen Analyse zu geben, welche mit Sicherheit bis zum 2. Jahrhundert v. Chr. zurückgeführt werden kann, in welchem Agarthides von Knidos über ein Verfahren berichtet, dessen sich die Aegypter zur Bestimmung des Goldgehaltes ihrer Erze bedienten, und welches dem Wesen nach noch heute unter dem Namen der Cupellation geübt wird. Ich führe Sie vielmehr gleich in die oft mehr als bescheidene Werkstätte des modernen Analytikers.

In der Voraussetzung, dass Sie nicht mit einem speciellen Anliegen zu ihm kommen und ihn fragen wollen, ob Ihr Tischwein verfälscht oder eine grüne Tapete giftig sei, wollen wir uns einen raschen Ueberblick über die wichtigsten Arbeiten verschaffen, welche er auszuführen berufen ist.

Die Stoffe können der Qualität oder der Quantität nach zu untersuchen sein, darnach unterscheiden wir die qualitative und quantitative chemische Analyse. Die Untersuchung von anorganischen Stoffen, wie Mineralien, Legirungen, Thonwaaren etc., beruht

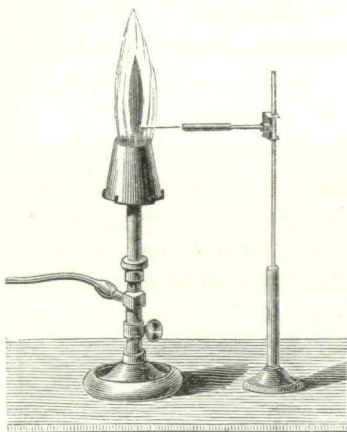
ferner theilweise auf anderen Principien als die Prüfung der sogenannten organischen Stoffe, wie Nahrungsmittel, Fette, Farbstoffe u. s. w. Wir wollen daher vorerst die Analyse anorganischer Stoffe für sich betrachten.

Dieselbe gründet sich vornehmlich auf das Gesetz von der Unveränderlichkeit der Bestandtheile, welche in chemische Verbindungen eingehen. Diese unveränderlichen Bestandtheile, die chemischen Elemente, können weder neu erzeugt noch vernichtet oder in einander verwandelt werden, und der Analytiker kann mit der in Untersuchung genommenen Substanz jede beliebige Operation vornehmen, ohne befürchten zu müssen, dass dadurch etwa Kupfer in Eisen oder Schwefel in Phosphor übergeführt werden könne. Ihm wäre die Möglichkeit der Metallverwandlung, sei es auch in edlere, zum Mindesten von seinem Standpunkte als Analytiker, durchaus nicht so erwünscht wie dem Alchimisten des Mittelalters.

Der qualitative Nachweis eines jeden in der vorgelegten Probe enthaltenen Elementes geschieht in der Weise, dass gewisse für dasselbe charakteristische Erscheinungen, Reactionen, hervorgerufen werden; die chemischen Präparate, deren man sich dazu bedient, heissen Reagentien. Das einfachste Verfahren, welches aber nicht für alle Fälle und besonders nicht für Stoffe, welche viele Elemente enthalten, anwendbar ist, ist die Prüfung auf trockenem Wege. Ich habe hier eine Anzahl weisser Pulver, welche dem

blossen Ansehen nach kaum von einander zu unterscheiden sind. Ich bringe nun mit Hilfe von feinen Platindrähten, die an ihrem Ende zu einer Oese umgebogen sind, kleine Mengen dieser Pulver in die entleuchtete Flamme eines Bunsenbrenners. (Fig. 1). Die Flamme wird, wie wir sehen, durch diese Pulver ver-

Fig. 1.



schieden gefärbt: die violette Färbung zeigt die Gegenwart von Kalium in der ersten Probe an, die gelbe Flamme wird durch Natrium, die rothe von Lithium und von Strontium, die orange-färbige von Calcium und die grüne Flamme von Baryum hervor-gebracht. Die Zerlegung des farbigen Lichtes dieser Flammen mit Hilfe des Ihnen

Allen wohlbekannten Spectralapparates gestattet uns, einen ganz bestimmten Schluss auf die flammenfärbenden Bestandtheile zu ziehen und dieselben auch neben einander zu erkennen, wenn sie zu zweien oder mehreren in einer und derselben Probe enthalten sind.

Andere Metalle erkennt man wieder an den Färbungen, welche sie einer Boraxperle ertheilen und die

häufig dieselben sind, welche Sie an gefärbten Gläsern oder gemaltem Porzellan erfreuen. Zu diesem Zwecke schmilzt man an das umgebogene Ende eines Platindrahtes etwas Borax an, erhitzt so lange, bis der Tropfen ruhig fliesst, bringt eine ganz kleine Menge der zu prüfenden Substanz darauf und erhitzt neuerdings zum Schmelzen. Eine schöne blaue Perle zeigt Kobalt, eine amethystrothe Mangan an, u. s. w.

Viele Körper werden mit Hilfe des Löthrohres erkannt; alle diese Operationen können aber nur in einem so kleinen Massstabe ausgeführt werden, dass sie einem grösseren Auditorium nicht gezeigt werden können. Ich gehe deshalb lieber zur weit wichtigeren Untersuchung auf nassem Wege über. Als Beispiel der Methode, welche dabei eingehalten wird, will ich die Auffindung der Metalle wählen.

Wir theilen die Metalle in fünf Gruppen, wie Sie aus der folgenden Tabelle ersehen, welche die wichtigsten Metalle enthält.

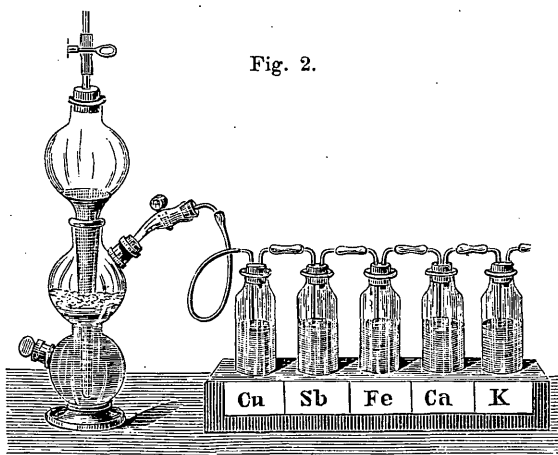
I.	II.	III.	IV.	V.
		G r u p p e		
Quecksilber	Zinn	Nickel	Calcium	Kalium
Silber	Arsen	Eisen	Baryum	Natrium
Blei	Antimon	Aluminium	Strontium	Lithium
Kupfer	Gold	Zink	Magnesium	
Kadmium	Platin	Mangan		

Ich habe in diesen fünf Flaschen (Fig. 2) je einen Vertreter dieser Gruppen in Form eines seiner Salze gelöst, und zwar enthalten sie der Reihe nach Kupfer,

Antimon, Eisen, Calcium und Kalium. Zu jeder dieser Lösungen ist etwas Salzsäure hinzugefügt.

Durch diese Lösungen wird nun ein Strom von Schwefelwasserstoff hindurch geleitet. Dieses Gas, welches zuweilen in natürlichen Wässern, den sogenannten Schwefelquellen, wie wir z. B. vorzügliche in Baden besitzen, gelöst vorkommt, ist Ihnen

Fig. 2.



durch seinen eigenthümlichen Geruch bekannt. Weniger bekannt ist Ihnen vielleicht, dass das Schwarzwerden silberner Gegenstände auf sein Vorkommen in der Luft und die dadurch bewirkte Bildung von Schwefelsilber zurückzuführen ist. Gerade diese Eigenschaft des Schwefelwasserstoffes, mit Metallen, welche sich am besten im gelösten Zustande befinden, Schwefel-

verbindungen zu geben, macht uns dieses Gas zu einem der werthvollsten Reagentien. Zu seiner Bereitung lasse ich durch Oeffnen des Hahnes *r* Salzsäure aus der untersten Kugel in die mittlere treten, in welcher sich Schwefeleisen befindet. Dadurch wird das Schwefeleisen unter Bildung von Schwefelwasserstoff und Eisenchlorür zersetzt. Das Gas passirt nun die ganze Reihe von Flaschen, und Sie bemerken bald, dass die Kupferlösung schwarz und die Antimonlösung gelb gefällt wird, während die anderen Flüssigkeiten nicht verändert werden.

Die Behandlung mit Schwefelwasserstoff ist somit ein Mittel, die ersten beiden von den anderen Gruppen zu unterscheiden, zugleich nehmen wir schon einen charakteristischen Unterschied in der Färbung der Niederschläge wahr.

Ich sperre nun den Hahn *r* ab; das sich noch entwickelnde Gas drückt die Flüssigkeit wieder in die untere Kugel und von dort in die oberste zurück, und da nun die Salzsäure nicht mehr in Berührung mit dem Schwefeleisen ist, so hört auch die Gasentwicklung sofort auf.

Ich öffne nun der Reihe nach sämtliche Flaschen und füge zu jeder Schwefelammonium hinzu. Der schwarze Niederschlag von Schwefelkupfer bleibt unverändert, dagegen löst sich das Schwefelantimon klar auf. In der Eisenlösung entsteht eine schwarze Fällung, während die Lösungen von Calcium und Kalium unverändert bleiben. Ich habe somit schon charakteristische Erkennungszeichen für die drei ersten Gruppen, und es bleibt mir nur noch übrig, die vierte und

fünfte von einander zu unterscheiden. Dies gelingt mit einer Sodalösung, welche die Lösungen der Metalle der vierten Gruppe weiss fällt, die der fünften nicht verändert.

In ganz ähnlicher Weise wie die einzelnen Gruppen werden die Elemente einer jeden Gruppe von einander getrennt.

In dieser Flasche befindet sich eine Lösung, welche Blei, Silber und Kupfer, sämmtlich Metalle der ersten Gruppe, enthält. Wir wollen nun alle drei Elemente nebeneinander nachweisen. Dazu benöthigen wir drei Reagentien, deren Wirkung auf jedes der gelösten Metalle ich Ihnen zuerst gesondert zeigen will. Von diesen neun Gläschen sind je drei mit Silber-, Blei- und Kupferlösung gefüllt. Ich setze nun zu je einem Gläschen zuerst etwas verdünnte Schwefelsäure hinzu und erhalte, wie Sie sehen, in der Bleilösung sofort einen weissen, aus schwefelsaurem Blei bestehenden Niederschlag, während die beiden anderen Lösungen nicht verändert werden. Sodann giesse ich wieder in je ein Gläschen etwas Salzsäure: die Blei- und Silberlösung wird gefällt, die Kupferlösung bleibt klar.

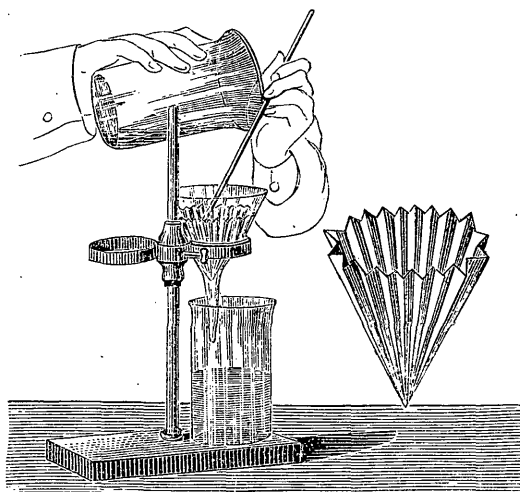
Zu den letzten drei Gläschen füge ich Ammoniak hinzu; die Bleilösung wird weiss gefällt, die Silberlösung bleibt unverändert und die Kupferlösung nimmt eine sehr schöne lazurblaue Farbe an.

Diese Vorversuche lehren mich, wie ich zum Nachweise von Blei, Silber und Kupfer zu verfahren habe, wenn sie mit einander gemischt sind. Ich versetze zu

diesem Zwecke die Lösung mit Schwefelsäure und erhalte einen weissen Niederschlag, welcher alles Blei enthält.

Ich giesse nun die Flüssigkeit auf ein aus ungeleimtem Papier zusammengebogenes Filter (Fig. 3), um sie vom Niederschlage zu trennen. Sie sehen, dass die

Fig. 3.



Flüssigkeit durch die feinen Poren des Papiers vollständig klar abläuft, während das schwefelsaure Blei auf dem Filter bleibt. Setze ich nun neuerdings etwas Schwefelsäure hinzu, so entsteht keine Fällung mehr, somit ist alles Blei entfernt. Ich füge nun Salzsäure hinzu und erhalte neuerdings eine Fällung, welche

nun alles Silber enthält; dieselbe wird abfiltrirt und die Flüssigkeit mit einem Ueberschusse von Ammoniak versetzt. Sie sehen, dass die Lösung prachtvoll blau wird, daran erkennt man die Gegenwart von Kupfer.

Auf diese Weise sind nun sämtliche Elemente oder richtiger alle von ihnen abgeleiteten Basen und Säuren in ein System gebracht worden, und es übrigst Ihnen nur noch, die Mittel kennen zu lernen, welche dazu dienen, die Proben in Lösung zu bringen, und die nöthige manuelle Fertigkeit zu erlangen; dann sind Sie im Stande, selbst qualitative Analysen auszuführen.

Viele Verbindungen lösen sich schon im Wasser auf, andere müssen wir mit Säuren in Lösung bringen, wieder andere erst durch Schmelzen mit Soda in der Glühhitze in einen solchen Zustand überführen, dass ihre Bestandtheile sodann in Wasser oder in Säuren löslich sind.

Wenn ich z. B. diesen natürlichen Marmor zu untersuchen habe, so pulvere ich ihn zuerst und übergiesse ihn in einem Kolben mit verdünnter Salzsäure. Der Marmor ist eine Verbindung von Kohlensäure, dem auch im Sodawasser enthaltenen Gase, und von Kalk, einem Körper, den Sie unter dem Namen „gebrannter Kalk“ wohl kennen. Bringe ich nun Salzsäure hinzu, so wird die Kohlensäure von dieser stärkeren Säure ausgetrieben, welche sich nun selbst mit dem Kalke unter Wasseraustritt zu Chlorcalcium vereinigt. Sie beobachten in der That ein lebhaftes Auf-

brausen und bald wird der ganze Marmor zu einer klaren Flüssigkeit gelöst sein. Ist nun wirklich Kalk in der Flüssigkeit enthalten, so muss es mir gelingen, denselben durch eine passend gewählte Operation wieder in unlöslichen Marmor überzuführen. Ich füge zu diesem Zwecke Soda, das ist kohlensaures Natron hinzu. Das Natron bindet die vorher zugesetzte Salzsäure und gibt in Wasser lösliches Kochsalz, während die in der Soda enthaltene Kohlensäure sich mit dem Kalk zu kohlensaurem Kalk vereinigt. Sie sehen in der That, dass ein weisser Niederschlag entsteht, der in chemischer Beziehung nichts Anderes ist als der vorher aufgelöste Marmor. Daraus schliessen wir, dass umgekehrt eine Flüssigkeit, in welcher Soda einen Niederschlag hervorruft, Kalk enthalten kann.

Die qualitative Analyse muss natürlich einer jeden quantitativen vorausgehen, aber sie kann auch selbstständig zu bedeutenden Resultaten führen. So kommt es z. B. bei dem Nachweise einer Arsenvergiftung in erster Linie darauf an, ob in verdächtigen Speiseresten oder in Leichentheilen überhaupt Arsen vorhanden ist, während die Frage nach der Quantität von geringerer Wichtigkeit ist. Dasselbe gilt von dem Arsengehalte von Tapeten oder Kleiderstoffen. Diese Art der Untersuchung, von unseren Marktcommissären und Sanitätsorganen richtig und pflichtgetreu angewandt, schützt Sie ferner davor, dass Sie Ihre Gesundheit durch den Genuss mit Kupfer gefärbter Mixed-Pickles oder Kaffeebohnen, oder mit Borax haltbarer

gemachter Milch gefährden, und verschafft mancher immer noch reizenden Dame, manchem grauköpfigen, aber noch warmherzigen Herrn die angenehme Beruhigung, dass sie die Schönheits- und Jugendwässer, die Haar- und Bartfärbemittel anwenden können, ohne besorgen zu müssen, mit quecksilber- oder bleihaltigen Präparaten vergiftet zu werden.

Bevor ich zur quantitativen Analyse übergehe, will ich noch einige Worte über die Empfindlichkeit der qualitativen Reactionen sagen. Es gibt darunter sehr viele, die auch mit unwägbaren Mengen Materialles noch ausserordentlich deutlich hervortreten. In diesem Glase befindet sich eine mässig concentrirte Lösung von Eisenchlorid. Ich entleere dasselbe vollständig, fülle es wieder mit reinem Wasser an und füge nun Rhodankalium hinzu. Sie sehen, dass die ganz geringe Menge Flüssigkeit, welche an den Wänden haften geblieben war, hinreicht, um diese intensiv blutrothe Färbung zu geben. Ein kürzlich verstorbener Schweizer Professor hat diese Reaction benützt, um an seinem Laboratoriumsdiener die Erscheinung des Wundenblutens täuschend zu imitiren. Die betreffenden Hautstellen (Wunden) waren mit Eisenchloridlösung bestrichen, das „Wunderwasser“ war eine verdünnte Rhodankaliumlösung.

Die quantitative Analyse gründet sich ausser auf den Satz von der Unveränderlichkeit der Elemente noch auf ein zweites Gesetz, welches besagt, dass ein und dieselbe chemische Verbindung ihre Bestandtheile stets

in denselben Verhältnissen enthalte. Der Niederschlag, welchen wir vorher beim Versetzen einer Silberlösung mit Salzsäure erhalten haben, besteht aus Chlorsilber; er enthält, so oft und unter welchen Bedingungen wir ihn auch darstellen mögen, stets in 100 Gewichtstheilen genau 75·26 Gewichtstheile Silber und 24·74 Gewichtstheile Chlor.

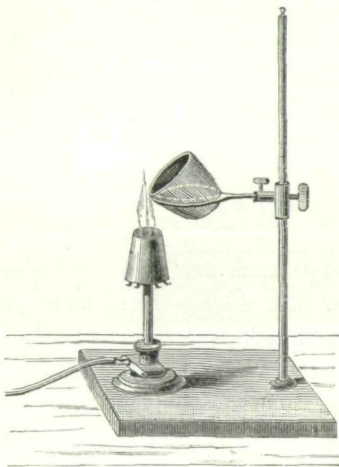
Wenn wir also z. B. den Gehalt einer unserer Silberscheidemünzen an Silber und Kupfer bestimmen und das Münzamt controliren wollen, ob ein Zehnkreuzerstück wirklich 40 Percente Silber und 60 Percente Kupfer enthält, so ist es nicht nöthig, dass wir das Silber und Kupfer im reinen Zustande, als Metalle, darstellen und wägen, sondern wir verfahren in folgender Weise.

Wir wägen etwa 1 Gramm der Probe auf einer feinen Wage genau ab. Ein solches Instrument gestattet uns, 1 Milligramm, d. i. den tausendsten Theil eines Grammes, oder wenn Ihnen dieses Gewicht vielleicht geläufiger ist, den zehntausendsten Theil eines Dekas mit vollkommener Sicherheit anzugeben; ja die besten Wagen gehen bis auf ein Zehntel Milligramm, so dass wir mit ihnen noch das Gewicht des feinsten Frauenhaares bestimmen können.

Die abgewogene Probe wird in Salpetersäure, dem „Scheidewasser“ der Goldschmiede, aufgelöst und mit Salzsäure gefällt. Der Niederschlag wird, wie Sie vorher gesehen haben, abfiltrirt, sodann mit dem Filtrum getrocknet, von demselben herabgenommen, zur Ver-

treibung der letzten Spuren Feuchtigkeit in einem Porzellanschälchen schwach gegläht (Fig. 4) und gewogen. Da wir nun wissen, dass 100 Theile des erhaltenen Chlorsilbers genau 75·26 Theile Silber enthalten, so können wir aus dem gefundenen Gewichte leicht das in der Münze enthaltene Silber berechnen. In

Fig. 4.



ähnlicher Weise wird dann das in Lösung verbliebene Kupfer in eine Verbindung von bekannter Zusammensetzung übergeführt und gewogen. Wir können es z. B. mit Hilfe des in Fig. 2 beschriebenen Apparates in Schwefelkupfer überführen.

Diese Methode der quantitativen Bestimmung heisst Gewichtsanalyse. Sie

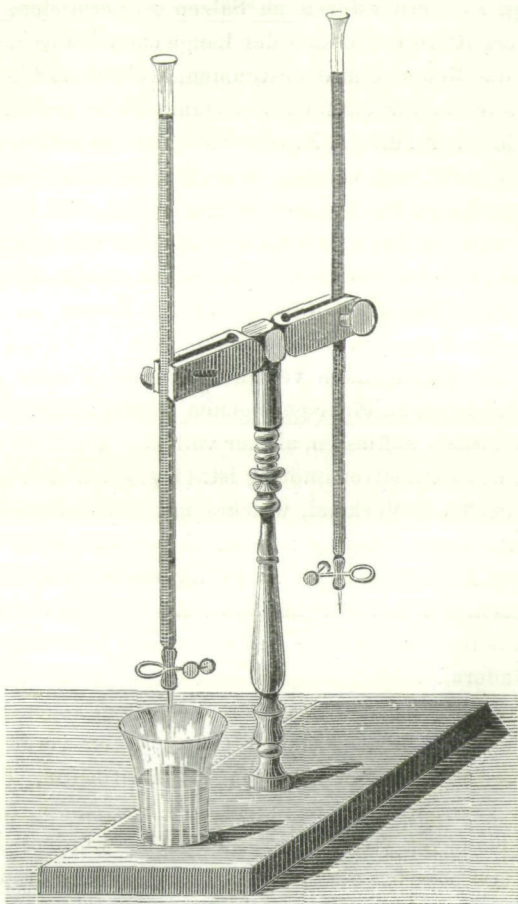
kann in vielen Fällen und hauptsächlich dann, wenn man ein und dieselbe Bestimmung sehr häufig durchzuführen hat, durch die weit einfachere Massanalyse ersetzt werden.

Gestatten Sie mir, auch hiefür ein Beispiel anzuführen. Es sei die Stärke einer Lauge oder chemisch gesprochen ihr Gehalt an Aetznatron zu bestimmen.

Das Aetznatron ist eine starke Base und als solche fähig, sich mit Säuren zu Salzen zu verbinden, und wir ermitteln den Gehalt der Lauge eben dadurch, dass wir die Menge Säure bestimmen, welche nöthig ist, um alles in ihr enthaltene Aetznatron in Salz überzuführen. Zu diesem Zwecke habe ich mir vorher eine grössere, für viele Versuche ausreichende Quantität verdünnte Salzsäure bereitet, welche genau 36.5 Gramm Salzsäure im Liter enthält und von der sich etwas in dieser Flasche befindet. Man nennt solche Flüssigkeit von bekanntem Gehalte titrirte Lösungen. Ich fülle damit eine in Zehntel Cubikcentimeter getheilte und mit Ausflusshahn versehene Röhre (Bürette) an, und lasse nun zu einer gewogenen Menge Lauge genau so viel Säure zufließen, als zur vollständigen Umwandlung des Aetznatrons nöthig ist. (Fig. 5). Es fehlt mir nur noch ein Merkmal, welches mich erkennen lässt, wann dieser Punkt genau erreicht ist, denn, wie Sie sehen, kann man die Lauge mit der titrirten Säure mischen, ohne dass eine auffällige Erscheinung eintritt: es entsteht weder eine Fällung, noch eine Farbveränderung.

Zu diesem Zwecke versetze ich die gewogene und vielleicht nachher noch mit etwas Wasser verdünnte Lauge mit einigen Tropfen Lakmustinctur, einer Flüssigkeit, welche die Eigenschaft besitzt, von Alkalien blau, von Säuren roth gefärbt zu werden. Und nun erst lasse ich die Säure aus der Bürette zutropfen, und zwar genau so lange, bis die Flüssigkeit violett

Fig. 5.



ist; dann ist weder eine freie Base, noch freie Säure enthalten.

Nun wird die Anzahl der verbrauchten Kubikcentimeter Säure genau abgelesen, und da man weiss, dass die in jedem Kubikcentimeter enthaltenen 0.0365 Gramm Salzsäure genau 0.04 Gramm Aetznatron ab-sättigen können, kann man sodann den Gehalt der unter-suchten Lauge leicht berechnen.

In ganz gleicher Weise kann man umgekehrt den Säuregehalt einer Flüssigkeit, etwa des Essigs, mit Natronlauge von bestimmtem Gehalte titriren.

In der quantitativen Analyse der anorganischen Stoffe ist unsere Aufgabe vollständig erschöpft, wenn wir die elementare Zusammensetzung, d. h. den Gehalt an jedem Elemente, genau ermittelt haben. Die Frage, in welcher Weise diese Elemente unter einander verbunden sind, ist entweder irrelevant oder doch meist leicht zu beantworten; es genügt uns, zu wissen, dass ein Erz so und so viel Percente Kupfer, Eisen, Silber, Schwefel enthalte, und wir können keinen Zweifel darüber hegen, dass in einem Düngemittel der Phosphor in Form von Phosphorsäure enthalten sei.

Ganz anders verhält es sich mit der Analyse von Stoffen, welche wir als organische bezeichnen und zu denen wir auch die dem Pflanzen- und Thierreiche entstammenden Materialien zählen. Da gibt uns die blosse Kenntniss der Gewichtsmengen der in ihnen enthaltenen Elemente sehr häufig noch keine befriedi-

genden Aufschlüsse. Wir hätten z. B. eine Probe Kuhmilch zu analysiren und ein Urtheil über ihre Reinheit und Güte abzugeben. Die Milch enthält, theils in Wasser gelöst, theils darin suspendirt, vornehmlich drei Bestandtheile, nämlich Milchzucker, Butter und Casein. Zucker und Butter bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, Casein enthält ausser diesen drei Elementen noch Stickstoff und etwas Schwefel. Wenn wir nun den Gehalt der Milch an diesen Elementen auch auf das Genaueste bestimmen, so können wir uns dennoch noch kein Bild von dem Verhältniss von Zucker, Fett und Käsestoff in ihr machen, und wir müssen erst nach Methoden suchen, welche uns ermöglichen, diese drei Bestandtheile von einander zu trennen. Eine solche ist nun für die Milch leicht gefunden, weil wir es hier mit drei so verschiedenen Substanzen wie Fett, Zucker und Casein zu thun haben. Davon ist nur das Fett in Aether löslich; wenn wir also eine gewogene Menge Milch bis zur Trockenheit verdampfen und den Rückstand mit Aether extrahiren, so erhalten wir eine Lösung, welche beim Verdunsten in einem gewogenen Schälchen alles Fett hinterlässt, dessen Menge sich aus der Gewichtszunahme ergibt. Aus dem in Aether unlöslichen Rückstand könnte man durch Kochen mit Wasser annähernd genau den gesammten Zucker extrahiren, während das Eiweiss zurückbleibt.

Bei der Ermittlung der näheren Bestandtheile organischer Materialien muss man also für einen jeden

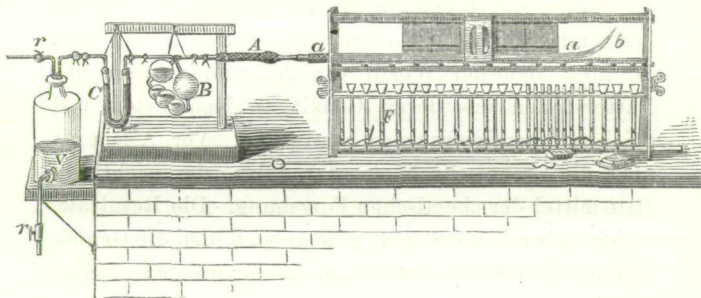
besonderen Fall oder mindestens für eine jede Gruppe von Fällen erst die Methode erfinden, nach welcher eine Trennung gelingt, ein allgemeiner Gang kann für diese Untersuchungen nicht angegeben werden. Daher kommt es, meine Herren und Damen, dass wir Chemiker häufig in Verlegenheit sind, Anfragen nach der Zusammensetzung eines Mittels zu beantworten, und dass wir oft erst nach längerem Studium und eingehenden Versuchen, manchmal aber auch gar nicht Auskunft geben können.

Auch die Elementaranalyse organischer Körper kann mitunter von grossem praktischen Werthe sein. So lässt sich der Werth von Nahrungsmitteln und Futterstoffen aus deren Gehalt an Kohlenstoff und Stickstoff vergleichsweise bestimmen. Vor Allem ist aber die organische Elementaranalyse das wichtigste Hilfsmittel der chemischen Forschung. Die Resultate, welche wir mit ihrer Hilfe gewinnen, bilden die Grundlage zur Aufstellung von Formeln für die organischen Verbindungen, sie allein ermöglichen systematische Versuche zur Synthese der organischen Verbindungen und bringen uns so dem höchsten Ziele der organischen Chemie näher, die sämmtlichen im Pflanzen- und Thierkörper vorkommenden organischen Stoffe aus Luft und Wasser darstellen zu können. Ihr Princip ist ein sehr einfaches und jeder manuell nicht gerade ganz ungeschickte Mensch kann in einigen Wochen zur fehlerlosen Ausführung von Elementaranalysen abgerichtet werden.

Wir wollen z. B. ermitteln, wie viel Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff im Candiszucker enthalten sind.

Zu diesem Zwecke ziehen wir ein Rohr *a* (Fig. 6) aus hartem Glase zu einem Schnabel aus, welchen wir an seinem Ende *b* zuschmelzen. Sodann bringen wir eine kurze Schichte Kupferoxyd in die Röhre, schichten darauf die abgewogene Substanz (circa 0.3 Gramm), nachdem wir sie mit Kupferoxyd innig gemischt haben,

Fig. 6.



und bringen wieder reines Kupferoxyd in das Rohr, bis dasselbe nahezu gefüllt ist. Nun verschliessen wir die Oeffnung mit einem Kautschukpfropfen, durch welchen das Ende des vorher gewogenen Chlorcalciumrohres *A* hindurchgeht; an dieses ist mit Hilfe eines Stückchens Schlauch der ebenfalls gewogene Kaliapparat *B* angeschlossen. Man erhitzt nun zuerst den vorderen Theil der Röhre, dann allmähig denjenigen Theil, in welchem sich die Substanz mit

dem Kupferoxyd gemischt befindet. Diese Verbindung aus Kupfer und Sauerstoff hat die Eigenschaft, an oxydable Körper in der Glühhitze sehr leicht Sauerstoff abzugeben und zu metallischem Kupfer reducirt zu werden. Die damit in Berührung kommenden organischen Verbindungen werden somit vollständig verbrannt, der gesammte Kohlenstoff wird in Kohlensäure, der Wasserstoff in Wasser übergeführt, so dass am Ende des Rohres als einzige Verbrennungsproducte des Zuckers nur Wasserdampf und Kohlensäure austreten und in das Rohr *b* gelangen, welches mit festem Chlorcalcium gefüllt ist. Wenn wir diese weisse Substanz einige Stunden an der Luft liegen gelassen haben, so ist sie vollständig zerflossen, was davon rührt, dass sie die Feuchtigkeit der Luft begierig aufsaugt. Ebenso befreit sie das aus dem Verbrennungsrohre austretende Gasgemisch von Wasserdampf und nur die Kohlensäure und überschüssige Luft wandern weiter nach dem Kaliapparate, welcher mit concentrirter Lauge gefüllt ist und daher die Kohlensäure aufnimmt. Zuletzt bricht man die Spitze *b'* ab und bringt durch Oeffnen des Hahnes *r* das Wasser im Aspirator *V* zum langsamen Ausfliessen, wodurch ein langsamer Luftstrom durch *b* in das System eingesaugt wird und die noch in *a* befindlichen Verbrennungsprodukte nach *A* und *B* geleitet werden. Nach Beendigung der Operation werden die Apparate *A* und *B* gewogen; die Gewichtszunahmen geben die bei der Verbrennung von 0.3 Gramm Zucker entstandenen Mengen Wasserdampf und Kohlen-

säure, aus denen sich der percentische Gehalt des Zuckers an Wasserstoff und Kohlenstoff leicht berechnen lässt. Der Sauerstoff wird aus der Differenz gefunden.

Fassen wir Alles zusammen, was wir über die mannigfachen Aufgaben des Analytikers gehört haben, so müssen wir zu der Ueberzeugung gelangen, dass seine Thätigkeit oft einen sehr bestimmenden Einfluss auf das materielle Wohl der Gesellschaft ausübt.

Gerade in diesem Augenblicke verdanken wir es ihm im Vereine mit dem Mikroskopiker, dass die Bevölkerung von Wien nicht mit dem Muthe der Unwissenheit Brunnenwasser und Ferdinandsleitung trinkt und sich dadurch der Gefahr verheerender Epidemien aussetzt; er ist es, der uns davon abhält, verdorbene Lebensmittel zu kaufen, der controlirt, ob die in den Apotheken vorrätthigen Arzneien vorschriftsmässig bereitet sind. Wir haben erfahren, wie er uns davor schützt, gesundheitsgefährliche Kleider zu tragen oder unsere Zimmer mit giftigen Tapeten auszuschnücken; er ist neben dem Arzte ein getreuer Gehilfe des Richters, dem er beisteht, das verborgenste und feigste Verbrechen, den Giftmord aufzuspüren; vor dessen untrüglichen Wahrspruch der Verbrecher zittert. In Streitigkeiten zwischen Käufer und Verkäufer ist seine Stimme ausschlaggebend, er bestimmt den Werth der Waaren, sein Votum ist häufig massgebend für die Bestimmung des Zollsatzes, den Waaren aus dem Aus-

lande zu zahlen haben, und so hilft er auch in diesen und vielen anderen Fällen dem Rechte zum Sieg.

Diese wichtige Stellung des analytischen Chemikers ist auch in einigen Staaten, so in Deutschland und der Schweiz dadurch erkannt, dass eigene Staatslaboratorien errichtet wurden, welche sich nur mit den genannten Aufgaben zu beschäftigen haben, in denen also eine Lehrthätigkeit nicht geübt wird.

In Oesterreich sind zwar vortreffliche Anfänge gemacht worden, und zwar insbesondere mit der Errichtung von Versuchsstationen, zu deren Hauptaufgaben auch die chemische Analyse der in ihr specielles Fach gehörigen Materialien zählt. Aber die Arbeiten dieser Anstalten beziehen sich naturgemäss fast ausschliesslich auf Fabrikation und Handel; wir haben Stationen für Landwirthschaft, Gärberei, Färberei, Keramik etc., aber es ist insbesondere noch kein Institut geschaffen, welches zur Lösung aller Art von Fragen und besonders der sanitären berufen und verpflichtet wäre, jede Anfrage zu beantworten, eine Einrichtung, welche z. B. in Paris besteht. Es müsste dies ein Staatsinstitut sein, weil nur ein solches sich in allen Kreisen der Bevölkerung Autorität erringen könnte. Ich denke mir dasselbe etwa als Abtheilung eines öffentlichen Gesundheitsamtes, in welchem Aerzte, Mikroskopiker und Chemiker nebeneinander wirken würden.

Der Fortschritt, der sich gerade jetzt in allen Zweigen der angewandten Wissenschaften in Oester-

reich geltend macht, ist ein so rascher, dass wir mit Sicherheit der Errichtung dieses nothwendigen Institutes entgegensehen können, und ich hoffe, dass Sie, meine Herren und Damen, zu den Ersten gehören werden, welche sich seiner Segnungen freuen und sein Wirken anerkennen werden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Benedikt Rudolf

Artikel/Article: [Ueber chemische Analyse. 281-306](#)