

Der Unterricht in der Chemie in Realschulen

nach Bedeutung, Methode und Umfang.

I.

Keine der Disciplinen, welche die Lehrobjecte der Realschulen bilden, ist wohl in solchem Masze gewachsen und nach allen Seiten durch unausgesetzte Forschungen so ausgebildet worden, wie die Chemie. In verhältnismäszig kurzer Zeit entwickelte sie sich zu einem der bedeutendsten Zweige der Wissenschaften, und obwohl sich schon seit den ältesten Zeiten Beschäftigungen nachweisen lassen, die zur Chemie gerechnet werden müssen, so ist und bleibt sie im eigentlichsten Sinne ein Kind der Neuzeit, das sich erst durch die Forschungen des letzten Jahrhunderts einen wissenschaftlichen Charakter errang. Gerade wegen des hohen Alters chemischer Beobachtungen und wegen der erst in neuester Zeit erfolgten Anerkennung der Chemie als Wissenschaft ist es nothwendig, auch bei der vorliegenden Frage den Gegensatz zwischen chemischer Beschäftigung älterer und neuerer Zeit nicht unerwähnt zu lassen, und die Wege nicht zu übersehen, auf welchen sie zu so bedeutender Entwicklung gelangt ist.

Wie mancherlei auch die Beschäftigungen waren, und wie unendlich verschieden die Arbeiten sein mochten, welche man chemische nannte, Eins blieb doch immer, wenn auch bald mehr bald weniger Beachtung findend, der Gegenstand der Forschung, nämlich festzustellen, „welches die Zusammensetzung der verschiedenen Körper sei, d. h. zu wissen, welche verschiedenen Substanzen, und in welchem Verhältnisse in einem unseren Sinnen als gleichartig erscheinenden Körper stecken, aus ihm herausgebracht oder zu ihm vereinigt werden können“¹⁾.

Das Bestreben, sich hierüber Klarheit zu verschaffen, findet sich im Alterthum fast gar nicht. So lässt sich über die chemischen Kenntnisse der Aegypter und Phönizier wenig sichere Auskunft geben, obwohl wir wissen, dass ihnen die Bereitung des Glases und die Kunst des Färbens bekannt war. Auch die den alten Griechen eigenthümliche Geistesrichtung, selbst in den Naturwissenschaften die Speculation zur

¹⁾ Vergl. hier und a. a. O. „Sonst und Jetzt in der Chemie“ von Kopp.

hauptsächlichsten Führerin zu wählen, ohne darnach zu streben, ihre Ideen mit genau constatirten Thatsachen zusammenzuhalten, um die Gültigkeit jener an der Uebereinstimmung mit den letzteren zu erproben²⁾, muszte auf die Chemie, bei welcher die Beobachtung Ausgangspunkt und Grundlage des Studiums sein musz, eine nicht fördernde Einwirkung haben. Die Experimentirkunst war den Griechen und Römern so gut wie unbekannt; man beachtete mehr die verschiedenen physikalischen Eigenschaften und die physikalisch verschiedenen Zustände, die chemische Verschiedenheit der Körper aber berücksichtigte man weniger³⁾. Erst von dem Augenblicke an, in dem der Weg philosophischer Speculation verlassen, die empirische Grundlage nicht länger vernachlässigt wurde und das reine Experimentiren in den Vordergrund trat, namentlich durch die Beschäftigung mit der Aufgabe, unedle Metalle in edle, in Gold und Silber, zu verwandeln, als man über die chemische Zusammensetzung, wenn auch einer beschränkten Zahl von Körpern eine Vorstellung zu gewinnen suchte, wurde der Chemie es möglich sich auszubilden. Sie ging in die Hände wissenschaftlich gebildeter Männer, in den Dienst der Aerzte über, die sich aber nach Paracelsus Vorgang nur auf selbständige Forschung⁴⁾ stützten; die Chemie sollte nun dazu dienen, Arzneien zu bereiten, und nach chemischen Grundsätzen wollte man die Krankheiten erklären und heilen. Freilich waren die Vorstellungen über den Begriff chemischer Zusammensetzung noch lange Zeit hindurch sehr unklar; aber es ist nicht zu verkennen, dasz in der Erkenntnis der Zusammensetzung verschiedener Körper stetige Fortschritte gemacht wurden, bis endlich R. Boyle Klarheit hierüber brachte und mit ihm gewissermaszen ein neues Stadium für die Chemie begann. Er stellte das Experiment als die Grundlage aller Ansichten, als den Prüfstein jeder Theorie hin und bildete hauptsächlich die Kunst des Experimentirens aus. „Klar und scharf sehen wir die Auffassung vor uns: auf der Verschiedenartigkeit der chemischen Zusammensetzung beruht die Verschiedenartigkeit der verschiedenen Körper, welche in so überwältigender Mannigfaltigkeit die Natur uns bietet oder die man künstlich darzustellen gelernt hat. Der Begriff „chemische Zusammensetzung“ wird jetzt die Grundlage der Chemie als Wissenschaft, seine klarere Erfassung ist während

²⁾ Geschichte der Chemie von Kopp I S. 25 u. folg.

³⁾ Aristoteles sagt freilich: „Nur der Versuch liefert den Stoff, aus dem allgemeine Principien gefolgert werden sollen; die Logik ist nichts als das Instrument, das der Wissenschaft Form gibt“, aber er selbst betrat den von ihm anerkannten Weg nicht; er wie jeder andere der bekannten Gelehrten seiner Zeit ging bei der Naturforschung vom Allgemeinen zum Besondern, anstatt „zu allgemeinen Schlüssen sich nur durch Vervielfältigung einzelner Beobachtungen zu erheben, den Beweis für eine Erklärung stets mit Beobachtungen zu belegen“. Nur Wenige, wie Demokrit von Abdera, sollen den experimentellen Weg eingeschlagen haben. Kopp S. 25 u. 27.

⁴⁾ „Die Augen, die an der Erfahrung Lust haben, das sind die rechten Professoren“, sagt Paracelsus, und Baco von Verulam fügt hinzu: „Der Mensch ist nur Dollmetscher der Natur und ihr Diener, er kann auf keine andere Art die Wahrheit enthüllen, als durch rastlose vorurtheilsfreie Beobachtung der Natur und Nachahmung ihrer Operationen“.

der Neuzeit die Basis jeden Fortschritts“⁵⁾. Vervollständigt durch die Entdeckungen späterer Chemiker, namentlich Priestley's, Scheele's und Lavoisier's bewahrheitet sich dieser Grundgedanke noch jetzt, nur ist er erweitert und dabei nach einzelnen Richtungen zugespitzt worden, aber noch gegenwärtig beschäftigt sich die reine Chemie mit der Entwicklung und Verfolgung desselben nach verschiedenen Richtungen.

II.

Mit der Anerkennung des Experiments als der einzigen Quelle chemischer Erfahrung erlangte man auch bald bedeutende Erfolge für das praktische Leben; die Bedeutung der Chemie stieg mehr und mehr und ist gegenwärtig ausserordentlich gross. Man bedenke nur, wie ohne die Kenntnisse chemischer Grundgesetze die Ernährung der Pflanzen und Thiere erschwert ist, wie die Chemie Licht verbreitet über die Zubereitung und Wirkungen der Nahrungsmittel und uns Mittel an die Hand gibt, die vielfachen Verfälschungen derselben nachzuweisen und dadurch Leben und Gesundheit zu schützen, wie sie Aufklärung verschafft über die verborgenen Kräfte, die im vegetabilischen und animalischen Leben thätig sind, über die Störungen des Organismus, und damit die Medizin unterstützt⁶⁾.

Es ist wohl kaum nothwendig zu erwähnen, um die Bedeutung der Chemie⁷⁾ ferner nachzuweisen, dass sie entschieden und fördernd in unsere Culturverhältnisse eingegriffen, neue Industriezweige in's Leben gerufen, die Fabrication vieler Stoffe vervollkommenet und erweitert hat, so dass alle Producte der Industrie seitdem mannigfaltiger, besser und billiger geworden sind, wie durch sie die verschiedenen Zweige des rationellen Bergwesens ausgebildet sind, namentlich auch des sogenannten Hüttenwesens, und die Gewinnung, das Schmelzen und Extrahiren der Erze in unsern Tagen auf eine Stufe gehoben ist, wie sie nie zuvor auch nur entfernt erreicht worden war, wie mit Hülfe der Chemie das Licht geliefert wird in den Wohnungen und auf den Strassen, wie sie den Aberglauben vielfach verscheucht und mancherlei Aufklärung verursacht hat! „Auch übt sie⁸⁾ Accuratesse, Sauberkeit, praktischen Sinn und Ueberlegung über vorhandene Mittel und dann wieder ein reiches Combiniren unter den Mitteln, ein Durchdringen der Natur mit dem Geiste, ein Gestaltenlassen des Realen nach irgend einem Gedankengange etc.; sie fesselt den Geist an das Wirkliche, um ihn über dasselbe zu erheben; sie lässt ihn mit

⁵⁾ Vgl. Sonst und Jetzt S. 24.

⁶⁾ Die höchsten materiellen Interessen, die gesteigerte und vortheilhaftere Hervorbringung von Nahrung für Menschen und Thiere, die Erhaltung und Wiederherstellung der Gesundheit, sie sind aufs engste geknüpft an die Verbreitung und das Studium der Naturwissenschaften und insbesondere an das der Chemie. Liebig.

⁷⁾ Vergl. Gymnasial-Paedagogik von Schmidt, S. 141 u. folg.

⁸⁾ Dr. Scheibert in seinem Werke: „Das Wesen und die Stellung der höhern Bürgerschule“.

Berücksichtigung der individuellen Kräfte jedes einzelnen Körpers doch den Herrn über das Reale werden, so dass es ihm dienstbar werden muss; sie wird Praxis, ohne aus der Schule herauszutreten auf irgend welches technologische Gebiet; sie gewinnt eine wissenschaftliche Erkenntnis ohne den leeren Schematismus; sie bildet wissenschaftlichen Sinn durch ein Thun nach wissenschaftlichen Prinzipien; ja das erzielte Produkt wird Zeuge der Genauigkeit, Sauberkeit, Sorgfalt, richtigen Ueberlegung etc. des Schülers.“

III.

Durch diesen engen Zusammenhang mit dem Leben, mit den Berufsarten und Beschäftigungen der Menschen trat die Chemie, wenn auch nicht ohne Kampf, in die Reihe der Schuldisciplinen, wurde bald ein wesentliches Bildungsmittel, und errang sich unter mannigfachen Schwierigkeiten eine den übrigen Lehrgegenständen ebenbürtige Stelle. Aber bei der praktischen Seite dieser Wissenschaft darf hier vor allem der eigentliche Zweck eines jeden Unterrichtsgegenstandes, stets den Geist zum Denken anzuregen, nicht übersehen werden. Gemeinsam mit den andern Unterrichtsanstalten hat die Realschule die Aufgabe,⁹⁾ die Grundlage der gesammten höhern Bildung für die Hauptrichtung der verschiedenen Berufsarten zu gewähren und Zöglinge zu bilden, in denen ein wissenschaftlicher Sinn geweckt, und deren Kenntnisse des Stoffs begleitet sind von Achtung für Kunst und Wissenschaft und von der Erkenntnis dessen, was alles Leben trägt und zusammenhält¹⁰⁾. Von diesem Standpunkte aus wird also der chemische Unterricht, indem er auf's sorgsamste die wissenschaftliche Grundlage für die chemischen Zwecke des Lebens zu legen sucht, nicht halbfertige Oekonomen, Bierbrauer und Seifensieder etc. ausbilden, sondern als lebendiges Glied eines gesunden Schulorganismus seinen Theil zur Erreichung der allen Disciplinen gleichmäszig gestellten Aufgabe

⁹⁾ Die Unterrichts- und Prüfungs-Ordnung der Real- und der höheren Bürgerschulen vom 6. October 1859 sagt: „Die Realschulen und die höhern Bürgerschulen haben die Aufgabe, eine wissenschaftliche Vorbildung für die höhern Berufsarten zu geben, zu denen Universitätsstudien nicht erforderlich sind. Für ihre Einrichtung ist daher nicht das nächste Bedürfnis des praktischen Lebens maßgebend, sondern der Zweck, bei der diesen Schulen anvertrauten Jugend das geistige Vermögen zu der Entwicklung zu bringen, welche die nothwendige Voraussetzung einer freien und selbständigen Erfassung des spätern Lebensberufs bildet. Sie sind keine Fachschulen, sondern haben es wie das Gymnasium mit allgemeinen Bildungsmitteln und grundlegenden Kenntnissen zu thun. Zwischen Gymnasium und Realschule findet daher kein Gegensatz, sondern ein Verhältnis gegenseitiger Ergänzung statt. Sie theilen sich in die gemeinsame Aufgabe, die Grundlagen der gesammten höhern Bildung für die Hauptrichtungen der verschiedenen Berufsarten zu gewähren. Die Theilung ist durch die Entwicklung der Wissenschaften und der öffentlichen Lebensverhältnisse nothwendig geworden, und die Realschulen haben dabei allmählig eine coordinirte Stellung zu den Gymnasien eingenommen“.

¹⁰⁾ Vergl. Unterrichts- und Prüfungsordnung a. O.

beitragen. Dann werden auch die Zöglinge nach beendigtem Schulcursus in voller Klarheit und gutem Erfolg sich speciellen Studien in der Chemie widmen können, sich leicht in den Geist der Wissenschaften hineinfinden, mit Einem Wort chemisch denken lernen.

IV.

Nach diesen Gesichtspunkten ist auf Grund der in der erwähnten Unterrichts- und Prüfungs-Ordnung an die Abiturienten gestellten Anforderungen¹¹⁾ Methode und Umfang des chemischen Unterrichts auf Realschulen festzustellen.

Die einzige Quelle chemischer Erfahrung ist, wie bemerkt, das Experiment. Bei der Beliebtheit aber, welche der Unterricht in der Chemie bei den Schülern findet, bei dem groszen Interesse, welches dieselben an dem Experiment nehmen, gehört eine strenge Zucht dazu, wenn der Schüler das Experiment nicht bloss als angenehme Unterhaltung auffassen soll. Es ist nicht so leicht, die Schüler dahin zu bringen, den im Experimente vorliegenden einzelnen Fall nach allen Richtungen seinem Verlaufe nach genau zu erforschen und die Ursachen des Geschehenen aufzusuchen. Ohne Anstrengung, ohne geistiges Ringen wird auch hier nichts gelernt, und ohne gründliche Einübung der Hauptwahrheiten bleibt der Erfolg gering. Das Experimentiren allein thut es nicht. Nur dann, wenn der innige Zusammenhang aller vorgetragenen chemischen Thatsachen fort und fort hervorgehoben wird, wenn ein Versuch den andern bedingt und ergänzt, und Experiment und Lehre so im Zusammenhang stehen, dass Eins ohne das Andere nicht bestehen kann, dient das Experiment nicht zur Zerstreung, sondern zur Sammlung des Geistes!

Bei dieser Schwierigkeit, die der chemische Unterricht an und für sich bietet, mehr aber noch bei jüngern Schülern nothwendig sich ergeben musz, ist von manchen Schulmännern wiederholt vor dem zu frühen Beginn dieses Unterrichtszweiges gewarnt worden, ja manche Stimmen sprechen sich nur für eine Behandlung der Chemie in Prima aus.¹²⁾

¹¹⁾ „In der Chemie und Oryktognosie wird gefordert: eine auf Experimente gegründete Kenntnis der stöchiometrischen und Verwandtschaftsverhältnisse der gewöhnlichen unorganischen und der für die Ernährung, sowie für die Hauptgewerbe wichtigsten organischen Stoffe. Der Abiturient musz hiernach und durch seine Kenntniz der einfachen Mineralien im Stande sein, nicht bloss die zweckmässigsten Methoden zur Darstellung der gebräuchlicheren rein chemischen Präparate zu beschreiben und zu benutzen, sondern auch über ihre physikalischen Kennzeichen und über ihre chemische Verwendung Rechenschaft zu geben. Sicherheit im Verständnis und Gebrauch der Terminologie ist dabei ein Hauptfordernis.“

¹²⁾ Prof.-Mitscherlich, der bekannte Chemiker, warnte ausdrücklich vor dem zu frühen Beginn des chemischen Unterrichts; vor dem 17. Lebensjahre soll seiner Meinung nach Niemand Unterricht in der Chemie erhalten.

Auch die Unterrichts- und Prüfungs-Ordnung sagt: „Es ist unbedenklich, den physikalischen Unterricht auf die beiden obern Klassen, den in der Chemie auf Prima zu beschränken.“

Aber damit würde der chemische Unterricht wesentlich beeinträchtigt werden, und es würden, da die Schüler der Mehrzahl nach schon aus Secunda abgehen, nur Wenigen ¹³⁾ ein so reiches Bildungsmittel zugänglich werden; auch wäre es unmöglich, den angegebenen Anforderungen des Reglements bei den Abiturienten-Prüfungen zu entsprechen. Bedenkt man, wie gering die der Chemie zugetheilte Stundenzahl ist, so wird die Nothwendigkeit des Unterrichts in Secunda sich noch mehr ergeben.

Es sind nämlich nach der mehrfach erwähnten Unterrichts- und Prüfungs-Ordnung in den beiden obern Klassen für Mathematik und Naturwissenschaften elf Stunden festgestellt, und gewöhnlich so vertheilt, dass in Secunda sechs Stunden für den mathematischen und Rechenunterricht und fünf Stunden für Naturwissenschaften, in Prima aber fünf Stunden für Mathematik und Rechnen und sechs Stunden für Naturwissenschaften verwendet werden. Von diesen fünf naturwissenschaftlichen Stunden in Secunda werden zwei für Physik benutzt; es bleiben also für Chemie und Naturgeschichte drei Stunden übrig. Nun soll aber bei der Versetzung nach Prima durch eine mündliche Prüfung in der Naturbeschreibung eine hinreichende Systemkunde, Uebung im Bestimmen von Pflanzen, Thieren und Mineralien, Bekanntschaft mit der geographischen Verbreitung wichtiger Naturprodukte nachgewiesen werden. Wie wenig Zeit bleibt demnach für den eigentlichen chemischen Unterricht übrig, selbst wenn man in der Zoologie und Botanik sich nur auf Repetitionen und wenige Erweiterungen der bis dahin absolvirten Klassenpensa beschränken und nur ein Minimum von Mineralogie lehren wollte. ¹⁴⁾ Und doch lässt sich bei der grossen Anzahl der Unterrichtsgegenstände der Realschule und den an jedes Fach gestellten Anforderungen die Stundenzahl für den chemischen Unterricht nicht vermehren, wenn man eben nicht der Realschule den Charakter einer Fachschule geben oder andere Fächer beeinträchtigen will, da man schwerlich den Schülern noch mehr Unterrichtsstunden aufbürden kann. Das Ziel des Unterrichts lässt sich aber doch erreichen, wenn im Geiste des Reglements der chemische Unterricht, wie vorher

¹³⁾ Es wird gegenwärtig häufig geklagt, dass, obwohl man vielfach bestrebt ist, die Naturwissenschaften zur Hebung der Volksbildung so weit als irgend möglich in der Volksschule zu fördern, für die Verbreitung chemischen Wissens in weitem Schichten der Bevölkerung nichts geschehe, und dadurch die Einsicht in sehr wichtige Fragen des praktischen Lebens einem grossen Theile des Volkes entzogen werde. Vergl. Organisation, Technik und Apparat des Unterrichts in der Chemie von Dr. Arendt S. 2. Indessen ist es ungemein schwierig, wenn nicht ganz unmöglich, schon in Volksschulen Chemie zu lehren. Vor Secunda — vergl. oben — ist es schon, meiner Ansicht nach, nicht zweckmässig, und es möchte sehr fraglich sein, ob die Schüler von Volksschulen die Fertigkeit im Beobachten und die positiven Kenntnisse besitzen, welche der Unterricht in der Chemie voraussetzen muss. Auch die Materialien für den Anschauungs-Unterricht in der Naturlehre von Dr. Arendt, so vortrefflich die Auswahl ist, haben mich nicht für die Zweckmässigkeit des chemischen Unterrichts in mittleren Klassen bestimmen können.

¹⁴⁾ Der Unterricht in der Mineralogie muss allerdings, wie auch die Unterrichts-Ordnung deutlich erkennen lässt, im engsten Zusammenhang mit der Chemie stehen, z. B. für jedes Element das mineralogische Vorkommen ausführlich angegeben werden, überhaupt müssen sich beide Lectionen, in Einer Hand liegend, gegenseitig ergänzend und erläuternd stets aufeinander beziehen.

angedeutet,¹⁵⁾ ertheilt und eine äusserst sorgfältige Auswahl aus dem vorhandenen reichen Unterrichts-Material getroffen wird.

Bei der dem chemischen Unterricht so karg zugemessenen Zeit ist es nun von besonderer Wichtigkeit, dass der erste Unterricht in der richtigen Weise ertheilt wird. Er muss vorzugsweise den Zweck haben, dem Schüler den richtigen Begriff über diesen neuen bisher gänzlich unbekanntem Unterrichtsgegenstand zu geben, er muss ferner die wahre Grundlage für den ganzen weiteren Unterricht legen, beginnt aber zweckmässig nicht mit dem systematischen Gange eines Lehrbuchs. Hier muss die der Chemie eigenthümliche Methode und Logik zum Bewusstsein gebracht werden.

Fast allgemein nämlich findet man in den reichlich vorhandenen Lehrbüchern der Chemie eine Anordnung des Stoffs nach den Elementen, wobei das nach jedesmaliger subjectiver Ansicht weniger Wichtige ausgeschieden ist; immer aber ist noch durch die Masse des Materials das Buch zu einem zu starken Bande angeschwollen. Gewöhnlich geht auch eine Einleitung vorher, welche in trockner Weise einzelne Erläuterungen über chemische Verbindungen und Zersetzungen, Elemente, Atomgewichte etc. gibt. Ist es aber an und für sich schon bedenklich, sich eines umfangreichen Schulbuchs zu bedienen, so ist doch eine solche Aufeinanderfolge von Verschiedenartigem und Zusammenhanglosem, wie meistens geboten wird, nicht pädagogisch richtig. Und doch soll und muss mit Recht dem Unterricht ein Leitfaden zu Grunde liegen, da alles Dictiren hier wie anderswo allerdings bequem aber verderblich ist. Es muss daher die Aufgabe des einsichtsvollen Lehrers sein, nicht hintereinander die heterogensten Körper und Verbindungen zu lehren, sondern nach bestem Ermessen eine Auswahl und Aufeinanderfolge zu treffen, zumal eine Verarbeitung des chemischen Lehrstoffs nach pädagogischen Principien bisher noch sehr wenig versucht worden ist.¹⁶⁾

¹⁵⁾ Vergl. S. 4.

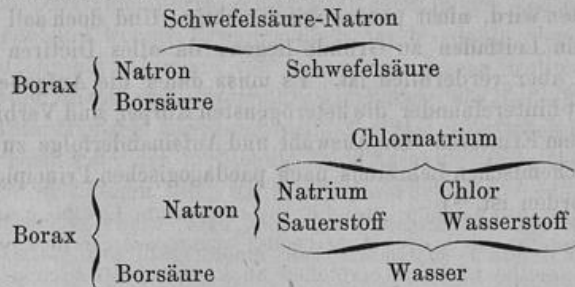
¹⁶⁾ Allerdings ist schon 1856 von Dr. Stammer in seinem chemischen Laboratorium oder Anleitung zum Selbstunterricht in der Chemie versucht worden, ohne Rücksicht auf die hergebrachte Ordnung, jeden Gegenstand an den vorhergehenden anzuknüpfen und die einzelnen Thatsachen so auseinander zu entwickeln, dass bei den anzustellenden Experimenten zum vollkommenen Verständnis nichts Anderes als das schon Vorgekommene erforderlich ist. Aber dieses für seinen Zweck so vortreffliche Buch ist ausdrücklich nicht zum Schul- sondern zum Selbstunterricht bestimmt. In der neuern Zeit aber ist ein Lehrbuch der anorganischen Chemie von Dr. R. Arendt erschienen, das den chemischen Lehrstoff nach pädagogischen Principien verarbeitet, „die chemischen Naturerscheinungen in einem der inductiven Logik entsprechenden Zusammenhänge dem Schüler vorführt und demgemäss das Unterrichtsmaterial nicht nach den Elementen, sondern nach Reactionen ordnet.“

Eine Bearbeitung dieses so sehr vortrefflichen Werkes für Schulunterricht wäre eine verdienstvolle Arbeit — eine mir bekannte ist noch zu reichhaltig — da das Buch in der Hand des Schülers geradezu verhindern würde, was doch der Verfasser eigentlich will, nämlich die Schüler zum Selbstbeobachten anleiten und aus dem Beobachteten durch Nachdenken das Gesetzmässige der Erscheinungen finden lassen; auch müsste der Thätigkeit des Lehrers im Schulbuch mehr Spielraum gelassen und Einiges, z. B. die wichtigsten Säuren wie Schwefelsäure etc. früher, anderes wie Sulphide, Chloride weniger ausführlich behandelt werden.

Der erste Unterricht beginnt zweckmässig mit der experimentellen Vorführung der einfachsten chemischen Erscheinungen mit Auflösen, Filtriren, Abdampfen, Ausgiesen, Krystallisation, Darstellung einfacher Präparate, z. B. des Chromgelb, des Bleibaum, des Schwefeleisen, des Kupfers aus dem Kupfervitriol, der Borsäure, der Benzoesäure aus dem Benzoeharz, der Essigsäure, des destillirten Wassers etc.; überhaupt müsste eine bestimmte Reihe von Experimenten, mit denen der Lehrer jährlich wechseln kann, alle vorkommenden Manipulationen erläutern, die Schüler mit den Operationen und Handgriffen, deren Kenntnis und Uebung zur Anstellung der gewöhnlichsten Experimente unerlässliche Bedingung ist, bekannt machen, die Begriffe Elemente, chemischer Proceß, Aequivalente, Destillation, Sublimation, den Unterschied von Säure, Basis, Salz etc. erklären.

Folgende chemische Prozesse würden z. B. dazu dienen können den Ausdruck: Auflösung, Ausfällung, chemische Verbindung und Zersetzung zu erläutern.

Löst man einen Theil Borax in drei Theilen kochenden Wassers, versetzt die Lösung mit $\frac{1}{3}$ Schwefel- oder Salzsäure und lässt sie erkalten, so krystallisirt die Borsäure in weissen, fetten, perlmutterglänzenden Schuppen oder sechsseitigen Blättchen, die durch Abtropfen und Umkrystallisiren gereinigt werden. In anschaulicher Erklärungsweise stellt man diese chemischen Prozesse graphisch folgendermassen dar:¹⁷⁾



An demselben Körper lässt sich ebenfalls anschaulich der Ausdruck Krystallwasser erläutern, wenn man denselben erhitzt. Der Borax enthält nämlich eine bedeutende Menge Wasser, welche in der Wärme entweicht; nachdem alles Wasser verschwunden ist, sinkt er zusammen und schmilzt zu einer klaren Flüssigkeit, welche nach dem Erkalten ein helles, farbloses Glas darstellt. Der Borax verliert also durch das Entweichen des Wassers seine Krystallgestalt. Löst man aber nun den geschmolzenen Borax wieder in heissem Wasser auf, so bildet er nach dem Erkalten wieder ähnliche Krystalle, weshalb man das Wasser, welches der krystallisirte Borax enthält, sein Krystallwasser nennt.

An diesen einleitenden Unterricht, welcher zugleich Gelegenheit bietet, die Nomenklatur und chemische Zeichen einzuüben, schlieszt sich für den ersten Jahreskursus eine Uebersicht über die Metalloide an, von denen man nach einer der modernen

¹⁷⁾ Vergl.: „Die wichtigsten technisch-chemischen Prozesse in anschaulicher Erklärungsweise graphisch dargestellt von Director Schnabel in Siegen.“

Chemie¹⁸⁾ entsprechenden Gruppierung jedesmal den Hauptrepräsentanten der Gruppe ausführlich, die andern wenig oder gar nicht behandelt. So würden z. B.¹⁹⁾ zuerst von den einwerthigen Elementen (Wasserstoffgruppe) besonders Wasserstoff und Chlor, von den zweiwerthigen (Sauerstoffgruppe) Sauerstoff und Schwefel, von den dreiwerthigen (Stickstoffgruppe) die hauptsächlichsten Verbindungen von Stickstoff mit Wasserstoff und Sauerstoff, sowie kurz Phosphor und Arsen, und von den vierwerthigen Elementen (Kohlenstoffgruppe) die wichtigsten Kohlenwasserstoffe sowie Kohlensäure und Silicium zu behandeln sein. Im zweiten Jahrgang beginnt der Unterricht wiederum, der neu eingetretenen Schüler wegen, mit der Einleitung in angeführter Weise, doch mit anderer Auswahl der Experimente und mit einer kurzen Behandlung des Sauerstoffs, Wasserstoffs und Stickstoffs, da diese vorzugsweise geeignet sind, das Verständniz wichtiger Sätze zu befördern. Dann aber folgt die Lehre von den einwerthigen stark positiven metallischen Elementen (Alkalimetalle), der zweiwerthigen stark positiven metallischen Elementen (Erdalkalimetalle und Erdmetalle z. Th.), sowie von den dreiwerthigen positiven Elementen (Erdmetalle z. Th.), wiederum mit Hervorhebung der wichtigsten Glieder dieser Gruppe, besonders der kohlensauren und salpetersauren Verbindungen.

Auf diese Weise würde selbst der aus Secunda abgehende Schüler eine Einsicht in die wichtigsten unorganischen Verbindungen erhalten.

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Prima sind, wie bemerkt, wöchentlich sechs Stunden bestimmt,²⁰⁾ von denen zwei zur Physik und vier für Chemie und Mineralogie verwendet werden. Nimmt man hiervon eine Stunde für Mineralogie und zwei für die weiter unten zu erwähnenden practischen Arbeiten der Primaner, so bleibt für die Vollendung der anorganischen, und für die organische Chemie nur eine Stunde übrig. Es ist daher nothwendig, nach dieser so gering zugemessenen Zeit, das Klassenziel festzustellen, ja um dasselbe wirklich erreichen zu können, zuweilen diese practischen Arbeiten auf kurze Zeit zu unterbrechen.

Demgemäsz würden in Prima die Metalle mit Atomen von wechselnder Aequivalenz: zwei- und dreiwerthig und ein- und zweiwerthig²¹⁾, ausserdem die edlen Metalle behandelt und auf den zweijährigen Cursus vertheilt werden. Besonders aber müssten berücksichtigt werden: Eisen, Blei, Kupfer und die edlen Metalle, während Chrom, Wismuth etc. weniger, andere wie Rhodium, Osmium, Wolfram etc. gar keine Beachtung zu

¹⁸⁾ Es wird immer mehr als unabweisliches Bedürfnis empfunden, obwohl der Umwandlungsprocesz, den die chemische Theorie in der neuesten Zeit in so vollständiger Art gemacht hat, noch nicht ganz zum Abschluss gebracht ist, sofort bei dem ersten Unterricht die neuern Ansichten zu Grunde zu legen, und sich der neuern Schreibweise und Formeln von Anfang an zu bedienen.

¹⁹⁾ Vergl.: „Grundzüge der modernen Chemie von Rich. L. Maly.“

²⁰⁾ Vergl. S. 6.

²¹⁾ Vergl. Maly XII.

finden brauchten, und schliesslich, der Unterrichts- und Prüfungs-Ordnung gemäss²²⁾, die für die Ernährung und Hauptgewerbe wichtigsten Stoffe durchzunehmen sein. Auch muss die Spectral-Analyse dem physikalischen Unterricht, und die Masz-Analyse den weiter unten zu besprechenden praktischen Arbeiten der Primaner zugewiesen werden.

Von besonderer Wichtigkeit und auch auf der ersten Unterrichtsstufe nicht zu übersehen ist die Lösung stöchiometrischer Aufgaben.

Es ist nämlich durchaus sachgemäss, wenn der chemische Unterricht von vornherein so angelegt wird, dass der Schüler die stöchiometrischen Verhältnisse und Berechnungen kennen lernt, so dass er um so besser später zur Analyse der Körper angeleitet werden kann; die Unterrichts- und Prüfungs-Ordnung macht auf die Wichtigkeit der Stöchiometrie ausdrücklich aufmerksam. Die Berechnung der sich überall darbietenden numerischen Aufgaben ist ja ein wichtiges Bildungsmittel, und die Behandlung von recht vielen Aufgaben von grossem Werth für die klare Auffassung chemischer Gesetze und Vorgänge; ebenso wird hierdurch, namentlich bei der nothwendigen Rücksicht auf praktische Anwendung und dem unmittelbaren Anschluss an den Unterricht, das Interesse für chemische Arbeiten wesentlich gefördert. An zweckmässigen Aufgaben-Sammlungen fehlt es nicht.²³⁾

Ebenfalls von groszer Bedeutung für den chemischen Unterricht in Prima sind die praktischen Arbeiten;²⁴⁾ ja nach der Meinung mancher Lehrer liegt hierin der Schwerpunkt des ganzen Unterrichts. Es ist klar, dass es von grossem Vortheil ist, das Erlernte praktisch anzuwenden und selbst etwas zu schaffen, dass das Selbstthun und Selbstsehen der Schüler erst die rechte Einsicht in den Geist der Chemie gibt, und dass die unter so verschiedenen Umständen auftretenden mannigfaltigen Erscheinungen nur durch eigene Beobachtungen erkannt und eingeprägt werden können. Ausserdem werden durch die praktischen Arbeiten die vorhandenen Kenntnisse befestigt, erweitert und vervollständigt, Gewandtheit, Umsicht, Urtheilskraft, Sinn für Ordnung und Sauberkeit in mannigfacher Weise erhöht und ausgebildet, der Beobachtungssinn nach allen Seiten geschärft und geschult.²⁵⁾ Aber es ist durchaus nothwendig, nur solche Schüler arbeiten zu lassen, welche die erforderlichen Kenntnisse, die nöthige Umsicht und Vorsicht besitzen, da so leicht diese Uebungen, selbst bei der gewissenhaftesten Aufsicht, in unnütze und

²²⁾ Vergl. Anmerk. S. 4.

²³⁾ Sammlung chemischer Rechenaufgaben von Dr. Stammer.
Sammlung von Aufgaben aus der Chemie von Dr. Deicke.

²⁴⁾ Vergl.: „Die praktischen Arbeiten der Primaner im Laboratorium der Realschule zum Zwinger in Breslau von Prorector Kleinert,“ sowie das Programm der Realschule zu Grünberg von Oberlehrer Aumann.

²⁵⁾ „In den Vorlesungen lehren wir das Alphabet, in dem Laboratorium den Gebrauch dieser Zeichen; der Schüler erwirbt sich darin Fertigkeit im Lesen der Sprache der Erscheinungen, er lernt Regeln der Combinationen, sowie Gewandtheit, und hat Gelegenheit sie in Anwendung zu bringen.“ Liebig.

gefährliche Spielereien ausarten.²⁶⁾ Es ist daher zweckmässig, dass der Lehrer die ersten chemischen Arbeiten selbst vormacht und so lange nacharbeiten lässt, bis er die Ueberzeugung gewonnen hat, dass die Schüler die Arbeit richtig ausgeführt haben.

Den Gegenstand der praktischen Arbeiten wird vorzugsweise die Darstellung von Praeparaten bilden. Hierbei ist, wenn die Arbeiten im Laboratorium ihren Zweck als allgemeines Bildungsmittel nicht verfehlen sollen, eine fortschreitende Stufenfolge vom Leichten zum Schweren inne zu halten, das Gebiet der unorganischen Chemie besonders zu berücksichtigen, auch jede gefährliche Operation auszuschliessen.

Natürlich wird mit den einfachsten Operationen, mit Krystallisations-, Auflösungs-, einfachen und doppelten Zersetzungs-, Destillations- und Sublimations-Versuchen begonnen, und dann zu schwierigeren, die verschiedenen Operationen vereinigenden Arbeiten fortgeschritten. Ein zweckmässiger Leitfaden zur Auswahl der anzufertigenden Praeparate ist wünschenswerth, bei den jetzt zu erwähnenden qualitativen Analysen nothwendig.²⁷⁾ Erst wenn in diesen Arbeiten hinreichende Fertigkeit erlangt, auch Sauberkeit und Reinheit der Praeparate erzielt ist, beginnen die Uebungen in der qualitativen Analyse, die besondere Beachtung verdienen, da bei ihr alle Arten chemischer Operationen vorkommen, und sie das gegenseitige Verhalten der Körper genau bekannt machen und eine Einsicht in das Wesen der chemischen Prozesse, die ausgeführt wurden, herbeiführen.

Nachdem zuerst in einer Reihe von Beispielen das Verhalten der wichtigsten Elemente zu Reagentien an eine bestimmte Verbindung auseinandergesetzt ist, werden nun einfache und allmählich zusammengesetzte Verbindungen untersucht. Diese Arbeiten können zuweilen durch weitere Anfertigung von Praeparaten unterbrochen werden, aber auch durch maszanalytische Versuche, letztere nicht blosz der Abwechslung wegen, sondern auch deshalb, weil sich das Interesse sowohl an den Darstellungen, wie auch an dem maszanalytischen Verfahren steigert, wenn durch letzteres sofort Controlle über die Güte und Reinheit selbst dargestellter Verbindungen geführt wird. Auch hierzu giebt

²⁶⁾ Solche oft sehr gefährliche Spielereien entstehen auch, wenn die Schüler schon beim ersten Unterricht ohne Aufsicht anfangen zu experimentiren; die Arbeiten arten zu leicht dann in planloses Probiren aus. Es ist nothwendig dass auch bei den einfachsten Reactionen, wenn dieselben ein vollständig richtiges Resultat geben sollen, nur unter Aufsicht des Lehrers gearbeitet wird, da mancherlei kleine Vorsichtsmaszregeln zu beobachten sind, deren Vernachlässigung zu Irrthümern führt; auch ist es sonst unmöglich sich an Sorgfalt und Accuratesse zu gewöhnen.

²⁷⁾ Ich erwähne folgende Bücher:

- 1) Leitfaden bei den praktischen Arbeiten im Laboratorium von Dr. Stammer,
- 2) Leitfaden für die ersten analytisch-chemischen Arbeiten von Dr. Schorn,
- 3) Leitfaden für die ersten Uebungen im chemischen Laboratorium von Dr. Jul. und Dr. Ferd. Wilbrand,
- 4) Anleitung zur chemischen Analyse für Anfänger von Dr. Rüdorf.

es passende Anleitungen²⁸⁾. Ferner sind die Löthrohrversuche²⁹⁾ nicht zu übersehen, da sie die mineralischen Stoffe leicht erkennen lassen und zu einem wichtigen Theile der chemischen Analytik geworden sind; sie gehen zweckmässig der qualitativen Analyse voran.³⁰⁾

Zur Anstellung von quantitativen Analysen, selbst bei einer geringen Schülerzahl der Prima, wird, wegen der dabei vorkommenden zeitraubenden Arbeiten, z. B. der Wägungen, schwerlich Zeit sein; höchstens könnte man einige besonders für Chemie Neigung habende Schüler detaillirt angegebene Analysen nachmachen lassen. Hier wie bei dem ganzen Unterricht gilt das Wort der Unterrichts- und Prüfungs-Ordnung:

„Weniges gründlich betrieben, weckt bei der Mehrzahl der Schüler unfehlbar ein nachhaltiges Interesse, während die Ueberschüttung mit Vielem, besonders mit vereinzelt Notizen, die Empfänglichkeit des Geistes abstumpft und auch bei den Fleiszigsten ein todttes Wissen zur Folge hat.“

²⁸⁾ Kurze Anleitung zur Ausführung masanalytischer Versuche von Dr. Bering.

²⁹⁾ Vergl.: Leitfaden bei qualitativen und quantitativen Löthrohr-Versuchen von Dr. Kerl.

³⁰⁾ Material zu diesen Arbeiten liefert eine Sammlung interessanter Mineralien zu Löthrohrversuchen, ausgegeben vom Rheinischen Mineralien-Comptoir (Dr. Krantz) in Bonn.

Dr. Craemer.

Die erste Aufgabe der analytischen Chemie ist die Bestimmung der Elemente, aus denen eine Substanz besteht. Diese Bestimmung erfolgt durch die Analyse der Substanz. Die Analyse ist ein Verfahren, bei dem die Substanz in ihre Bestandteile zerlegt wird. Die Bestandteile werden dann durch verschiedene Methoden identifiziert. Die Analyse ist ein wichtiger Teil der Chemie, da sie es ermöglicht, die Zusammensetzung einer Substanz zu bestimmen. Die Analyse ist ein Verfahren, bei dem die Substanz in ihre Bestandteile zerlegt wird. Die Bestandteile werden dann durch verschiedene Methoden identifiziert. Die Analyse ist ein wichtiger Teil der Chemie, da sie es ermöglicht, die Zusammensetzung einer Substanz zu bestimmen.