

Lehrbuch 89

HT 000740387



# Didaktik des chemisch-mineralogischen Unterrichts.

Zugleich als Vorrede

zu des Verfassers Hilfsbuch für den chemisch-mineralogischen Unterricht an höheren Lehranstalten.



## I. Der erste mineralogische Unterricht.

Nach den „Lehrplänen“ vom 31. März 1882 ist die Lehraufgabe der Gymnasien: Kenntniß der einfachsten Krystallformen und einzelner besonders wichtiger Mineralien; für die Realgymnasien und Oberrealschulen: Kenntniß der wichtigeren Krystallformen, sowie der physikalischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung der bekanntesten Mineralien. Dazu ist folgende Erläuterung gegeben: „In der Regel wird sich der (naturbeschreibende) Unterricht in den unteren Klassen auf Zoologie und Botanik beschränken; nur an solchen Orten, wo die unmittelbare Umgebung dazu auffordert, wird die Beschreibung einzelner besonders wichtiger Mineralien hinzutreten.“ Der weitere Unterricht in der Mineralogie (an den Realschulen) werde am naturgemähesten mit dem chemischen verbunden und sei im allgemeinen auf Oryktognosie zu beschränken; jedoch sei es nicht verwehrt an solchen Orten, wo die Umgebung Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse der Erdschichten gestattet, die Grundzüge der Geognosie in denselben aufzunehmen. Diese Verordnungen sind z. T. aufgehoben durch den M.-G. vom 28. Februar 1883. Dort werden für den gymnasialen Unterricht die Elemente der Mineralogie (neben der Lehre vom Bau des menschlichen Körpers) der OIII, die Einführung in die einfachsten Lehren der Chemie dem physikalischen Unterrichte der II zugewiesen. Für die R.-G. und O.-R. wird (neben dem obligatorischen Unterricht über den Bau der Pflanzen und des menschlichen Körpers) in der VII ein propädeutischer Kursus in der Mineralogie freigestellt; vorgeschrieben sind für OII die wichtigsten Grundlehren der Chemie aufgrund von einfachen Experimenten, eventuell die Anfangsgründe der Mineralogie. Der eigentliche systematische Unterricht in der Chemie ist der I vorbehalten; in Verbindung damit soll der Unterricht in der Mineralogie weiter geführt werden. — In den beigefügten Erläuterungen für den gymn. Unterricht in der Mineralogie wird hervorgehoben, daß die Mineralogie in den u. und m. Klassen weniger

242. 949  
3

533. 266

Stoff zur Beobachtung biete, andererseits aber den Schülern nicht ganz unbefangenen bleiben dürfe. Der Unterricht müsse sich auf morphologische und physikalische Eigenschaften beschränken; nur die einfachsten Kristallformen und die häufig vorkommenden und besonders instruktiven Mineralien seien zu behandeln; besonders sei hinzuweisen auf deren Bedeutung für den Bau der Erdoberfläche. Es wird ferner eine kleine Sammlung von Modellen und Mineralien als unentbehrlich bezeichnet und die Erteilung des mineralogischen Unterrichtes geradezu von dem Vorhandensein einer solchen Sammlung abhängig gemacht. Für die Realschulen wird in der einschlagenden Erläuterung die Einführung des propädeutischen Kurses in der Mineralogie für VII zwar nicht angeordnet, jedoch mit dem Bemerkten empfohlen, daß sich dann die Fortführung desselben im Anschluß an den chemischen Unterricht einfacher gestalte; die Zeit dazu ( $\frac{1}{4}$  Jahr) könne dadurch gewonnen werden, daß man das mineralogische Pensum nach Art des gymnasialen in VIII beschränke.

Offenbar wird in den maßgebenden Bestimmungen durchweg scharf unterschieden zwischen einem eigentlichen, strenger wissenschaftlichen Unterricht in der Mineralogie, der als integrierender Bestandteil dem chemischen Unterrichte der obersten Klassen der Realschulen zugewiesen wird, und einem propädeutischen, mehr beschreibenden Kursus für die mittleren Klassen der höheren Lehranstalten überhaupt. Daß Schreiber dieses mit der befohlenen resp. empfohlenen Gliederung des mineralogischen Unterrichtes im ganzen wie im einzelnen einverstanden ist, würde zwar an sich kaum von irgend welchem Belang sein; doch glaubte Vf. gegenüber den meist kritisch negierenden Ansichten, wie sie bisher über den chemisch-mineralogischen Teil der „Lehrpläne“ laut geworden sind, auch mit seinen positiven Vorschlägen nicht zurückhalten zu sollen. Das „Wie“ des mineralogischen Unterrichtes erscheint ohnehin noch gar sehr diskussionsfähig bezw. -bedürftig, und so dürfte jeder ehrlich gemeinte Versuch in dieser Richtung wenigstens psychologisch berechtigt erscheinen und, wenn auch nicht direkt, so doch indirekt zur Anbahnung eines rationellen Unterrichtsverfahrens beitragen. Im übrigen ist Vf. kein Anhänger der allein seligmachenden Schablone der Formalstufen und ähnlicher Erfindungen der Neuzeit; er hält als „Bulgärpädagoge“ vielmehr große Stücke auf die gute persönliche Eigenart des Lehrers, vor deren naturwüchsiger Kraft man doch nicht zu Gunsten der bloßen Routine die Augen ganz und gar verschließen sollte. Wenn daher im Folgenden trotzdem der Versuch gemacht wird, einzelne Normen für den chemisch-mineralogischen Unterricht festzulegen resp. als notwendig zu begründen, so bezieht sich dies nur auf die Konsequenzen einer einfachen Sachlogik und allgemein anerkannter Unterrichtsgrundsätze wie: Fortschritt vom Einfachen zum Zusammengesetzten; statt dogmatischer Überlieferung unverstandener (weil fertig dargebotener) Begriffe Entwicklung derselben aufgrund der sinnlichen Anschauung und der daraus abgeleiteten Vorstellungen u. Was darüber hinausgeht, ist persönliche Ansicht. Aus diesem Grunde ist es auch in den folgenden Zeilen auf eine irgendwie erschöpfende Behandlung des mineralogischen (chemischen) Unterrichtes durchaus nicht abgesehen.

Der naturgeschichtliche Unterricht in der gymm. OIII hat neben den Elementen der Mineralogie noch vom Bau des menschlichen Körpers zu handeln. Da die Anthropologie auf dieser Stufe in  $\frac{1}{2}$  Jahre bequem erledigt werden kann, so bleibt für den mineralogischen Unterricht ein halbes Jahr übrig. In Anbetracht dieser sparsam zugemessenen Zeit und der mangelnden chemischen Vorkenntnisse erscheint die kategorische Bestimmung des M.-G., daß der Unterricht sich auf die morphologischen und physikalischen Eigenschaften der Mineralien zu beschränken habe, nicht mehr als billig, wenn sie auch für den sachmännlich gebildeten Lehrer zunächst etwas Frappierendes hat und in der Programm- und Zeitschriftenliteratur in z. T. leidenschaftlicher Weise angegriffen ist.<sup>1)</sup> Allerdings erscheint ja vom heutigen Standpunkte der Naturwissenschaft die Mineralogie kaum noch, wie früher, lediglich als das letzte Drittel einer rein klassifizierenden Naturbeschreibung, sondern weit mehr als ein Spezialgebiet der Chemie bezw. der rationellen Naturlehre überhaupt. Es ist bezeichnend, daß Berzelius, obwohl oder weil unerreichter Kenner des Mineralreiches, sich von der Notwendigkeit einer besonderen mineralogischen Wissenschaft gar nicht überzeugen konnte. Ob und inwieweit die heutige Trennung der beiden Fächer auf den Hochschulen und in der zugehörigen Kompendienliteratur historisch und sachlich begründet ist, kann hier nicht weiter erörtert werden; für unseren Zweck genügt es sich zu erinnern, daß die Chemie eine verhältnismäßig junge Wissenschaft ist, die Kenntnis der Mineralien dagegen, z. B. die darauf fußende Metallurgie in graue Vorzeit zurückreicht. Die Kenntnis der äußeren, morphologischen und physikalischen Charaktere der Mineralien und ihres empirischen Gesamtverhaltens ist naturgemäß der ältere und einfachere, wenn auch unvollständige und minder wissenschaftliche (rationelle) Inhalt der Mineralogie gewesen. Rechnet man hinzu, daß nicht nur die Gewinnung der Metalle aus den Erzen, sondern die chemische Ausbeutung der anorganischen Naturkörper überhaupt bis in unser Jahrhundert hinein eine rein empirische Kunst gewesen ist und z. T. noch ist, so erscheint die erwähnte Beschränkung des mineralogischen Unterrichtes als ein Beispiel der historischen Methode. Auch in der „Instruktion für den Unterricht an den österreichischen Realschulen“ (Wien, Bichler) heißt es p. 199: „Es wäre also in dem Falle, wo der erste chemische Unterricht dem mineralogischen nachfolgt, nicht angemessen, bei der Beschreibung der Mineralien auf die chemische Zusammensetzung einzugehen; dies hindert jedoch nicht beispielsweise hervorzuheben, daß in diesem oder jenem Minerale Eisen oder Schwefel enthalten ist, ferner chemische und physikalische Eigenschaften der Mineralien durch leicht zu bewerkstelligende Versuche hie und da zur Anschauung zu bringen. Solche Beobachtungen bereiten auf den physikalischen oder chemischen Unterricht vor, ohne den im letzteren zu vermittelnden Begriffen vorzugreifen.“ — Gegen eine fünf- und

<sup>1)</sup> Vgl. Programm des R.-G. Pippstadt D. 1885, in welchem Steinbründ (zur Methodik des elementaren Unterrichtes in der Mineralogie an höheren Lehranstalten) eine ganze Blumenlese von Kritiken gesammelt hat.

sachgemäße Anwendung der letzten Zeilen wird auch unsere höchste Unterrichts-Behörde kaum etwas einwenden, Wf. ist vielmehr mit Steinbrinck (a. a. O. p. 8) der Ansicht, „daß die Behörde dem verständnisleeren mechanischen Auswendiglernen der chemischen Mineralbestandteile oder gar-Formeln einen Kiegel hat vorschieben wollen.“ Der Vermittlungsvorschlag, der von manchen Seiten gemacht ist, den mineralogischen Unterricht gleichzeitig als methodischen Vorbereitungskursus des chemischen Unterrichtes zu benutzen, ist nach der Überzeugung des Wfs. in dem zweistündigen Unterrichte eines halben Jahres gar nicht durchzuführen. Man glaube doch ja nicht, daß der Begriff eines Oxydes, Sulfides, Salzes, überhaupt der einer chemischen Verbindung (resp. des Elementes) aus ein paar gelegentlichen und flüchtig behandelten Beispielen<sup>1)</sup> so ohne weiteres gewonnen d. h. nach seinem wirklichen Inhalte erfaßt wird; dazu bedarf es ganz anderer Vorbereitungen, nämlich eines eingehenden und durchaus streng rationellen Lehrganges mit zahlreichen Synthesen und Analysen, sodaß hierbei für die eigentliche Mineralogie kaum noch etwas Zeit abfallen würde. Überhaupt ist nicht einzusehen, warum die in der Gymn.-II abzuhandelnden Elemente der Chemie, die doch aus inneren und äußeren Gründen auch nur als knapper methodischer Kursus denkbar sind, noch einmal propädeutisch<sup>2)</sup> vorbereitet werden sollen. Trotz alledem braucht der Unterricht noch lange nicht in eine „Spielerei mit bunten Steinchen“ auszuarten, wie von ultra-chemischer Seite gefürchtet wird. Farbe, Glanz, spezifisches Gewicht, Spaltbarkeit, Härte, Beschaffenheit des Striches und des Pulvers u. c. erschöpfen ja die physikalischen Eigenschaften noch nicht; das Verhalten der Mineralien bei verschiedenen Temperaturen läßt sich für manche „Spezies“ (Wasser, Petroleum, Quecksilber) gar nicht umgehen und liefert bei anderen Mineralien (Kalkstein, fossile Kohlen, Schwefelkies, Hydrate) die ersten Anregungen zu einer tiefer gehenden Fragestellung, die zwar durchaus nicht zur Herleitung chemischer Begriffe benutzt werden soll, aber doch über den bisherigen Horizont hinausweist. Ebenso bietet das Verhalten der Mineralien zum Wasser (Löslichkeit, Krystallisation) nicht bloß geologisch interessante Ausblicke. Abgesehen hiervon ist die Morphologie, also die Krystallographie i. e. S., auch wenn sie nur in den allerbescheidensten Grundzügen durchgenommen werden kann, doch schon an und für sich ein Beispiel gesetzmäßigen Naturverhaltens von höchster Bedeutung<sup>3)</sup> und gewährt nebenbei noch eine vortreffliche Schule des räumlichen Vorstellungsvermögens.

Der mineralogische Unterricht hat, wie der naturgeschichtliche überhaupt, von den konkreten Thatsachen, d. h. von der Beobachtung (Beschreibung) der einzelnen Mineralien auszugehen und an der Hand

<sup>1)</sup> Vgl. u. a. die sog. Einleitungen der meisten Lehrbücher.

<sup>2)</sup> Über den Mißbrauch dieses Wortes siehe unter „Chemie.“

<sup>3)</sup> Vgl. Quenstedts treffende Ausführungen über das historische Verhältnis der Mineralogie zur Chemie und seine warme Verteidigung der Mineralogie i. e. S.; ebenso Naumann-Zirkel, Einleitung.

dieser Thatsachen und der ev. angeschlossenen Mitteilungen und Erläuterungen die mineralogischen Begriffe (auch die von Mineral und Krystall zu entwickeln (abstrahieren).<sup>1)</sup> Es erscheint somit wünschenswert, wenn nicht notwendig, daß einzelne instruktive und womöglich häufigere Mineralien in recht vielen (großen) Exemplaren oder Handstücken zur Verfügung stehen, sodaß womöglich jedem Schüler oder doch je zweien das Beobachtungsobjekt in die Hand gegeben werden könnte. Mit der Zeit kann hier, selbst bei geringen Mitteln, viel geschehen, wenn man sich entschließt, den Etat mehr in diesem Sinne zu verwenden als zum Ankauf von Raritäten und Kabinetstücken. Man schaffe sich also die Doubletten nicht nur nicht vom Halse, sondern halte vielmehr auf die Gewinnung eines zahlreichen Stammes recht guter, womöglich großer Krystalle desselben Minerals; es schadet hierbei nichts, wenn statt der autochthonen Mineralien in passenden Fällen die gleichen „Kunstkörper“ untergeschoben werden (Schwefel, Alaune, Vitriole); sogar Spaltungsstücke (Kalkspat, Bleiglantz) werden in gewissen Fällen gute Dienste leisten. Soweit dieser Forderung nicht genügt ist oder nicht genügt werden kann, müssen recht große und möglichst regelmäßig ausgebildete Krystalle vom Lehrer den ad hoc gebildeten Schülergruppen zur Beobachtung vorgezeigt werden, ehe die Prüfungen auf Härte, Strich u. natürlich an anderen minderwertigen Fragmenten, die in der Klasse kursieren, von den Schülern vorgenommen werden. Für die Härtebestimmung werden zunächst die allereinfachsten Ersatzkörper benutzt: der Fingernagel, eine blankgeschleuerte Kupfermünze und ein zugespitzter (ausgeglüheter) Kupferdraht, ein eiserner Nagel (Drahtstift), Messerflinge und Feuerstahl, Gläscherbe<sup>2)</sup>; erst später werden diejenigen Glieder der Mohs'schen Härteskala herangezogen, die im Unterrichte bereits vorgekommen sind. Die Winkel (Neigungs- und Kantenwinkel) werden durch Anlegen eines aus steifer Pappe oder Blech<sup>3)</sup> geschnittenen Winkels mit genügender Genauigkeit gefunden, zur Einprägung der idealen Krystallgestalt Modelle aus Glas oder Pappe herangezogen. Einige Holzstäbchen oder Strichnadeln und eine Wachskugel zur Erläuterung der Axenverhältnisse werden kaum zu entbehren sein. Bei den weniger einfachen Krystallformen sowie bei kleinen oder sehr unregelmäßigen Krystallen wird man schon vom Modell (Zeichnung) ausgehen müssen und erst dann die neugewonnene Gestalt an den Naturkörpern auffuchen lassen. Hierauf wird die Idealgestalt ev. mit den einfachsten Verzierungen vom Lehrer an der Schultafel vorgezeichnet und die Zeichnung unter Anleitung des Lehrers von den Schülern kopiert; hierbei sind die natürlichen Axenverhältnisse (durch eine einfache Hilfskonstruktion leicht zu ermitteln) zu Grunde zu legen. Für diese Zeichnungen empfiehlt es sich von den Forderungen der strengen Perspektive abzugehen

<sup>1)</sup> Es ist deshalb wohl selbstverständlich, daß mit recht großen Krystallen begonnen wird wie etwa Alaun, Kochsalz, Quarz.

<sup>2)</sup> Vgl. Leunis, analytischer Leitfaden III, 5. Auflage, S. 24.

<sup>3)</sup> Steinbrinck, a. a. O.; durch Vergleichung der Randkanten einer Pyramidenkombination kann so das Gesetz der Rationalität der Axenschnitte, das Korrelat der multiplen Proportionen, hergeleitet werden.

und das höchst einfache und sofort verständliche Verfahren von Kopp (Elemente der Krystallographie) anzuwenden; hinzu kommen Grundriß und einige Aufrisse der betreffenden Krystalform. Auch die anisometrische Parallelprojektion (Weißbach, axonometrisches Zeichnen) leistet für manche Fälle gute Dienste. Wenn auch häusliche Arbeiten natürlich nicht zu fordern sind, so möge doch den Schülern wenigstens gezeigt werden, wie ihre Bleistiftzeichnungen mit verschiedenfarbiger Tusche oder Tinte sauber kopiert werden können. Die Anweisung zur Anfertigung von Modellen aus starkem Zeichenpapier (Pappe eignet sich weniger gut) sollte keinesfalls unterlassen werden; die Anleitung zum Entwerfen des Netzes und zur Überwindung etwaiger technischer Schwierigkeiten nimmt nur wenige Minuten in Anspruch. Vf. hat früher während einiger Jahre in der III des hiesigen Realgymnasiums mineralogischen Unterricht erteilt und für die Zeichnungen, namentlich aber für die Modelle ein unerwartet großes und entsprechend erfolgreiches Interesse gefunden. Daß die Anfertigung eines sauberen Papiermodells erheblich mehr bietet als die bloße Ausfüllung einer Mußstunde, braucht wohl nur angedeutet zu werden. Jedenfalls ist von einer, dem eigentlichen mineralogischen Unterrichte vorangehenden systematischen Krystallographie sowie überhaupt von einem nach Art der Kompendien vorangeschickten präparativen Teile durchaus abzugehen.

Neben den morphologischen werden die physikalischen Eigenschaften der vorgelegten Mineralien von den Schülern beobachtet und angegeben, wobei die Reihenfolge dieser Eigenschaften nach Maßgabe der Affektion der verschiedenen Sinnesorgane wohl am besten dieselbe bleibt. Einige dieser physikalischen Eigenschaften sind von besonderem didaktischen Werte. So liefert, um von der Spaltbarkeit zu schweigen, die Empfindung des verchiedenen Muskeldruckes (bei etwa gleichem Volumen) den neuen physikalischen Begriff des spezifischen Gewichtes, nebenbei ein Kennzeichen ersten Ranges.<sup>1)</sup> Der Geschmack und Geruch einiger Mineralien, sowie das Fehlen dieser Sinnesempfindungen bei anderen leitet von selbst auf die Frage nach dem Verhalten zum Wasser und bei verschiedener Temperatur; Fragen, die mit den einfachsten experimentellen Mitteln beantwortet werden können und müssen und weittragende Aufschlüsse bezw. Ausblicke liefern, ohne chemische Kenntnisse weder vorauszusetzen noch auch erzielen zu wollen. Vf. gedenkt hier eines sehr schätzenswerten Büchleins: Arendt, Materialien für den Anschauungsunterricht in der Naturlehre, und zwar speziell der Kapitel Kochsalz, Sand, Thon, Salpeter, Gyps, Marmor, Alaun, Schwefel. Die dort dargelegte Art und Weise einer einfachsten (physikalischen) Untersuchung der betr. Substanzen läßt sich sehr wohl in mineralogischen Unterricht verwerten; die Anwendbarkeit der erworbenen Kenntnisse auf das praktische Leben und die Einsicht in die langsame Veränderung der Erdoberfläche wird nicht unwesentlich zur Erhöhung des Interesses beitragen. Vor allen Dingen

<sup>1)</sup> Einfache Bestimmung desselben mittels einer Bürette; cf. Steinbrind I. c. p. 15, Anmerkung.

ist wichtig, daß die Schüler die Entstehung von Krystallen an wiederholten Beispielen und zwar aus Schmelzfluß und Lösung wirklich zu sehen bekommen und die dabei auftretenden Gesetzmäßigkeiten aus eigener Anschauung kennen lernen. Ohne dieses anschauliche Fundament wird man kaum die beiden konstituierenden Eigenschaften der Krystallflächen, nämlich die ursprüngliche und für den betreffenden Körper wesentliche Begrenzung zu sein, zum Verständnis bringen können. Damit fehlte aber der Begriff des Krystalles überhaupt und die Möglichkeit einen solchen von einem regelmäßigen Spaltungsstück (Fragment), einer Pseudomorphose (Aggregat), ja einem Modelle begrifflich zu unterscheiden. So lange selbst in neu erscheinenden Schulbüchern die alte Linné'sche Definition, welche die regelmäßige, mehr oder weniger polyedrische Form als alleiniges Merkmal enthält, noch gang und gäbe ist, sollte man wahrhaftig über die angeordnete morphologisch-physikalische Behandlung der Mineralogie nicht hochmütig zu Gericht sitzen.<sup>1)</sup>

Wenn es in dem M.-G. vom 28. Februar 1883 heißt, es sei besonders hinzuweisen auf die Bedeutung der Mineralien für den Bau der Erdoberfläche, so ist damit in dankenswerter Weise zugestanden, daß der Unterricht nicht ganz auf das speziell mineralogische (oryktognostische) Gebiet beschränkt werden kann, daß vielmehr die einfachsten geognostischen und geologischen Thatsachen Erwähnung finden müssen und zwar, wie es für die Schule vollkommen in Ordnung ist, nicht als zusammenhängende Disziplinen, sondern im unmittelbaren Anschluß an die einzelnen Mineralien. Schon die Thatsache, daß die zusammengesetzten Gesteine ungleich häufiger vorkommen als die einfachen Mineralien (Gesteine) und dem Sammeleifer<sup>2)</sup> der Jugend sich vorzugsweise präsentieren, läßt es als eine Forderung der Billigkeit erscheinen, einige der häufigsten krystallinischen und klastischen Gesteine in die Besprechung hineinzuziehen; das Merkmal der Homogenität der Mineralien erlangt erst hierdurch seine volle Bedeutung. Nicht zu umgehen ist jedenfalls bei Besprechung des Minerals Wasser die ungemein vielseitige Rolle desselben bei der säkularen Veränderung der Erdoberfläche, also auch einmal etwas Geologisches i. e. S. Der Gegensatz der sedimentären Schichten zu den massigen, z. B. vulkanischen Gesteinen, ist wohl die Grenze, die wenigstens an geologisch günstig gelegenen Orten, auf dieser Unterrichtsstufe erreicht werden kann. Dagegen dürfte die Theorie des glutflüssigen Erdinnern und die zugehörige Süß-Heim'sche Faltungslehre die Grenze eines ersten mineralogischen Unterrichts überschreiten und in die eigentliche Physik bezw. die Astronomie zu verweisen sein.

Aber auch einzelne chemische Mitteilungen lassen sich nicht gänzlich vom Unterricht ausschließen; das hohe spezifische Gewicht mancher

<sup>1)</sup> Man vgl. hierzu die Klagen von Rammelsberg und Quesstedt über die Unwissenheit der heutigen Chemiker in der Krystallographie.

<sup>2)</sup> Es versteht sich von selbst, daß dieser Sammeleifer durchaus zu unterstützen ist, und bieten namentlich die nicht zu feinkörnigen krystallinischen Felsarten eine wahre Hochschule für das Beobachtungsvermögen; eine wirklich nachhaltige Kenntnis der Mineralien ist überhaupt ohne wiederholte Autopsie undenkbar. Es liegen freilich nicht alle Schulorte so günstig wie Halberstadt.

Mineralien, ihr metallischer Habitus, ja ihr bloßer Name macht die Mitteilung, daß in ihm dies oder jenes Metall enthalten sei, ganz natürlich. W. hält es deshalb für durchaus zulässig, gelegentlich einmal Kupferoxyd, Zinnstein oder Bleioxyd (Weißglanz) auf Kohle zu reduzieren, natürlich ohne die theoretische (chemische) Erklärung hinzuzufügen, wie ja hier die Praxis ungleich älter ist als die Theorie. Auch die Löslichkeit des Kalksteines in starkem Essig oder in Salzsäure, wobei „sich Luft erhebt und herfürbricht wie ein Wind“, liefert einen solchen wertvollen Weiterblick, der natürlich nicht verfolgt werden kann. — Daß bei der vorgeschlagenen Behandlung des Unterrichts für eine Systematik der Mineralien kein Platz ist, versteht sich bei dem Mangel aller chemischen Begriffe eigentlich von selbst; es dürfte vollauf genügen, etwa bei Wiederholungen, die besprochenen Mineralien nach verschiedenen Gesichtspunkten wie Brennbarkeit, Aggregatzustand, Metallgehalt, Habitus, Auflöslichkeit in Wasser, Härte u. in größere oder kleinere Gruppen zu bringen. — Wenn in der angedeuteten Weise etwa  $\frac{1}{4}$  Hundert besonders instruktiver Mineralien verarbeitet werden, so müßte es seltsam zugehen, wenn die Mineralogie nicht des Prädikates der Langweiligkeit, mit dem sie infolge ihrer systematischen und rein schablonenhaft betriebenen Behandlung untrennbar verbunden schien, nach und nach verlustig gehen sollte. Eins ist allerdings unerlässliche Bedingung, nämlich tüchtige Sach- und Fachkenntnis des unterrichtenden Lehrers und die hierdurch bedingte warme und volle Hingabe an die Sache. Nur in diesem Falle wird den Schülern eine Ahnung davon aufgehen können, daß die Mineralogie doch noch etwas mehr bedeutet als die bloße Registratur einiger besonders wichtiger anorganischer Naturkörper.

Was den in dem M.-G. vom 28. Februar 1883 für die UII der Realanstalten empfohlenen vierteljährigen Elementarkursus der Mineralogie betrifft, so ist im Gegensatz zu dieser Empfehlung vielfach die Ansicht ausgesprochen, daß der biologische Unterricht dieser Klasse eine weitere Kürzung nicht vertrage. W. ist nun der Ansicht, daß ein Vierteljahr allerdings gewonnen werden kann, wenn man die Mitteilung der physiologischen Thatsachen, namentlich in der Botanik, auf das wenige, dem Verständnis wirklich Zugängliche beschränkt und die Schüler nicht mit der Reduktion von Kohlenensäure und Wasser und der Synthese von Kohlenwasserstoffen, Stärke u. plagt. Es dürfte alsdann für die Pflanzenanatomie, die dem Interesse der Schüler so wie so etwas fern liegt, das erste Quartal genügen. Es bleibt dann neben einem halben Jahre für den Bau des menschlichen Körpers noch ein Quartal für die Mineralogie übrig, u. zw. dürfte sich aus nahe liegenden Gründen das letzte Quartal des Jahres besonders qualifizieren. Schon die Erwägung, daß nach absolvierter UII ein großer Teil der Schüler ins praktische Leben tritt, läßt es als eine Forderung der Billigkeit erscheinen, daß diesen Schülern die Mineralogie nicht ganz unbekannt bleiben dürfe, um so mehr, als selbst in den Elementarschulen auch dieser Zweig der Naturbeschreibung behandelt wird.

Der mineralogische Unterricht in der UII der Realanstalten entspricht

nach Ziel und Art genau den für die gymn. OIII vorgeschriebenen Grundsätzen, da die chemischen Vorkenntnisse ebenfalls fehlen, und es hier bei der geringeren Zeit eine handgreifliche Unmöglichkeit ist, neben den mineralogischen Begriffen auch noch gleichzeitig in angeblich propädeutischer Weise chemische Grundbegriffe vermitteln zu wollen. Die um ein Jahr höhere Klassenstufe, die bei dem Übergange von III nach II einigermaßen ins Gewicht fällt, hat namentlich den Vorteil, daß man bei allen morphologischen Erörterungen über zureichende planimetrische, vielleicht sogar einige trigonometrische Vorkenntnisse verfügen kann; beginnt überdies, wie es an unserer Anstalt der Fall ist und nach Ansicht des Vf. überhaupt wünschenswert erscheint, der physikalische Unterricht mit der Wärmelehre, so bedeutet dies eine weitere wesentliche Zeiterparnis — man gedenke nur des Minerals Wasser und des Begriffes der Isotropie —, sodaß das Zeitminus gegenüber dem halben Jahre des Gymn.-Unterrichts nicht allzuschwer ins Gewicht fällt. Im übrigen ist zu bedenken, daß weder in der gymn. OIII noch in der real. VII irgendwelche Vollständigkeit auch nur annähernd erstrebt werden soll und kann. — Der weitere, tiefer eindringende Unterricht in der Mineralogie hilft, wie es der Natur der Sache entspricht, einen integrierenden Teil des chemisch-physikalischen Unterrichts. So können die optischen Verhältnisse der Mineralien (Doppelbrechung und Polarisation), soweit hier überhaupt ein Verständnis zu erreichen ist, nur in das physikalische Pensum der I der höheren Lehranstalten eingereiht werden.

Demnach hat Vf. bei Abfassung des ersten Abschnittes seines Hilfsbuches den ersten Unterricht in der Mineralogie überhaupt im Auge gehabt, und könnte seiner Ansicht nach dieser erste Teil sowohl in der gymn. OIII als in der real. VII dem Unterricht zu Grunde gelegt werden. Wie jeder andere Leitfaden, Grundriß u. hat auch der vorliegende Entwurf den Zweck, den Schülern eine Hilfe für das sonst nicht zureichende Gedächtnis zu bieten. Über eine solche Beihilfe sollte aber auch nicht hinausgegangen werden; deshalb ist nach Art der ausführlichen Gesichtstabellen nur eine geringe Anzahl von Stützpunkten und Wegweisern, meist in Form von Stichworten gegeben, auf Grund deren das durchgenommene Pensum von den Schülern in mehr selbstthätiger Weise reproduziert werden soll. Die ausführlichen und entsprechend kostspieligen Lehrbücher mit ihrer bequemen, zusammenhängenden Darstellung nebst obligaten Illustrationen laufen dagegen, auch ohne es gerade zu wollen, auf einen mehr oder weniger vollständigen Ersatz der Lehrstunde hinaus. Da nichts für den Durchschnittsschüler näher liegt als die eingprägten Wortfolgen der Definitionen und Lehrsätze seines Lehrbuches für wohl erworbene und verdaute Begriffe zu halten — geschieht dies doch sogar in der Mathematik —, so glaubte Vf. namentlich mit Rücksicht auf die Eigenartigkeit der chemischen Begriffe die vorliegende aphoristische Form wählen zu müssen. Es versteht sich, daß bei der vorgeschlagenen Form des häuslichen Hilfsmittels der Schwerpunkt des chemisch-mineralogischen Unterrichts in die Lektion zu verlegen ist und daß von dem ehemals beliebten und noch immer nicht ganz ausgestorbenen Auswendiglernen

von Lehrbuch-Abschnitten oder gar Diktaten durchaus abgesehen werden muß.

Schließlich bittet Vf. zu beachten, daß er mit seinem Hilfsbuche zunächst einen Entwurf, aber keineswegs etwas Fertiges, Abgeschlossenes zu geben beabsichtigte, und daß er sich freuen würde, recht zahlreichen anderen diesbezüglichen Vorschlägen, Materialien, Dispositionen, Lehrproben etc. in der periodischen Litteratur zu begegnen, sofern sie nur nicht den bekannten Auszügen aus den systematischen Handbüchern und Compendien gleichen. Nur durch gemeinsame und andauernde Arbeit vieler kann die relativ rückständige Methodik des chemisch-mineralogischen Unterrichts einer besseren Verfassung entgegengeführt werden.

## 2. Der chemische Unterricht.

Für die Gymnasien gehören nach den „Lehrplänen“ zur Lehraufgabe in der Physik auch die einfachsten Grundlehren der Chemie; in der zugehörigen Erläuterung ist der kurze chemische Kursus der Sekunda zugewiesen. (Außerdem sollen in dieser Klasse Elektrizität, Magnetismus und Wärme behandelt werden.) Für die Realgymnasien ist die Lehraufgabe: Kenntnis der wichtigeren Elemente und ihrer anorganischen Verbindungen, sowie der stöchiometrischen Gesetze; an den D.-R. außerdem noch die Kenntnis der wichtigsten Stoffe der organischen Chemie. In der zugehörigen Erläuterung heißt es nach einer Motivierung der in den „Lehrplänen“ getroffenen Abänderungen: „Für den Unterricht in der Schule liegt der Wert der Chemie darin, daß die Schüler an einem einfachen Stoffe und durch einfache, leicht durchsichtige Versuche in das Verständnis der induktiven Methode eingeführt werden; auf der anderen Seite ist weit mehr als im physikalischen Unterrichte die Gefahr vorhanden, daß die Schüler durch gleichmäßige Behandlung aller Elemente und ihrer Verbindungen mit Lehrstoff überladen und zu überwiegend gedächtnismäßiger Aneignung genötigt werden. Darum ist gerade auf diesem Gebiete vorsichtige Auswahl des Lehrstoffes dringend geboten; wenn aber diese Vorsicht beobachtet wird, kann das Ziel des Unterrichts, Bekanntschaft mit den wichtigeren Elementen und ihren Verbindungen und Verständnis der allgemeinen, den Prozessen zu Grunde liegenden Gesetze auch bei geringerer Stundenzahl recht wohl erreicht werden.“ Die praktischen Arbeiten der Schüler im Laboratorium werden zwar nicht geradezu verboten; doch wird bemerkt, daß kein Grund vorliege, dieselben von allen Schülern zu fordern, daß die Schule aber immerhin für diejenigen Schüler der oberen Klassen, die sich dafür interessieren, die entsprechende Gelegenheit bieten möge. — In dem M.-E. vom 28. Februar 1883 wird die Gliederung des chemischen Unterrichtes an den Realanstalten eingehender bestimmt. Der O II wird als Penium zugewiesen die Einführung in die wichtigsten Grundlehren der Chemie auf Grund von einfachen Experimenten, dazu event. (beim Fehlen des betreffenden Kurses

in der VII) der elementare mineralogische Unterricht; der eigentliche systematische Unterricht sei der I zuzuweisen, in Verbindung damit solle der Unterricht in der Mineralogie weitergeführt werden. An den Ober-Real Schulen solle ein Semester auf die Anfangsgründe der organischen Chemie entfallen. — In den beigefügten Erläuterungen wird noch einmal bemerkt, daß auf den Gymnasien der vorgeschriebene Kursus in der Chemie sich am einfachsten an den vorwiegend experimentellen Unterricht der II anschließe; zum Verständnis eines dem Pensum dieser Klasse angehörenden Abschnittes — des Galvanismus — sei dies sogar unumgänglich. Die Zeit dazu soll gewonnen werden durch eine möglichst konzentrierte Behandlung der sog. allgemeinen Eigenschaften der Körper. Es bleibt den Anstalten überlassen, ob der chemische Kursus in VII oder OII erledigt werden soll. Bezüglich des Unterrichts in der OII der Realanstalten heißt es: eine bestimmte Methode desselben habe sich erst aus der Praxis herauszubilden; die vorhandenen Lehrbücher mit ihrer systematischen Behandlung hätten Veranlassung gegeben in dieser Klasse einen bestimmten Teil des Systemes zu erledigen; statt dessen könne es wohl empfohlen werden, dem Unterricht einen mehr propädeutischen Charakter zu geben, sodaß zugleich auch für die aus den Real Schulen und Realprogymnasien abgehenden und ins praktische Leben übertretenden Schüler ein gewisser Abschluß erreicht würde. Das Thema eines solchen Unterrichts würde dann sein: Einführung in die ersten Grundgesetze der Chemie im Anschluß an Experimente, welche die wichtigsten Elemente (Metalloide und Metalle) und deren hauptsächlichste Verbindungen in ihren Kreis ziehen.

Wenn überhaupt der materiale und formale Zweck eines Unterrichtszweiges resp. die entsprechende Beschaffenheit des Unterrichts selbst nicht anders als im abstrakten Denken von einander getrennt werden können, in concreto aber wie die stamessischen Zwillinge unauflöslich mit einander verbunden sind, so gilt dies im strengsten Sinne von dem chemischen Unterricht, und besonders von dem Elementarunterricht in dieser Wissenschaft. Der materiale Zweck desselben ist die Vermittlung chemischer Begriffe auf Grund des authentischen, sozusagen altmässigen Thatsachenmaterials oder noch genauer ausgedrückt, die Anpassung des natürlichen, seine eigenen verzwickten Bahnen mit einer Art von *Idiosynkrasie* verfolgenden Denkens an die letztinstanzliche Autorität der chemischen Thatsachen.<sup>1)</sup> Es ist eine gewisse Subordination, eine Art Zwangserziehung, der sich das in dieser Richtung noch ungeschulte, mehr triebförmige Denken zu unterwerfen hat, um zu der rücksichtslosen Anerkennung einer neuen Welt von Erscheinungen durchzubringen. Man könnte somit den materialen Zweck des chemischen Unterrichts auch kurz als die Erziehung zum chemischen Denken bezeichnen. Die Form des chemischen Unterrichts ist hierdurch wenigstens im großen und ganzen *implicito* mit bestimmt. Man wird sich, wenn

<sup>1)</sup> Man vgl. die feinen Bemerkungen Liebig's über sein Bekanntwerden mit dem von ihm für Chlorjod gehaltenen Brom.

der Unterricht anders dem oben bezeichneten Zwecke entsprechen soll, vor allen Dingen zu hüten haben, den Schülern fertige und deshalb unverständliche Begriffe (od. vielmehr Wortfolgen) in dogmatischer Weise zu überliefern, man wird vielmehr durchaus versuchen müssen, auf Grund der vorausgegangenen Beobachtung einer zweckmäßig ausgewählten Reihe von Erscheinungen den zugehörigen chemischen Begriff (das Gesetz) in ungezwungener Weise zu entwickeln und zwar unter steter Mitarbeit und vollem Verständnis der Schüler. Sollte sich dies als nicht durchführbar herausstellen, so wäre der chemische Unterricht aus dem Lehrplan der höheren Anstalten überhaupt zu streichen. „Wozu der Lärm?“ wird vielleicht mancher fragen, „das versteht sich ja ganz von selbst!“ Nun, man sehe sich doch die chemisch-pädagogische Litteratur ein wenig an! Abgesehen von wenigen Ausnahmen finden wir Auszüge und wiederum Auszüge aus den systematischen Compendien und Handbüchern der Universitäts-Professoren, die eben als Auszüge des wesentlichsten Vorzugs der großen Werke, der übersichtlichen Vollständigkeit verlustig gehen. Die meisten beginnen mit einer „Einleitung“, in der auf Grund weniger Versuche — oft der Synthese des Schwefeleisens allein — die chemischen „Grundbegriffe“, wie chemische Verbindung und Element, Atom und Molekül nebst einer Tafel der Atomgewichte zc. besprochen, d. h. einfach mitgeteilt werden. Nach wenigen Seiten geht es dann sofort an eine systematische Darstellung der Elemente und ihrer Verbindungen. Viele von den Lehrbüchern verzichten sogar auf diese „einleitenden“ Versuche und beginnen sofort nach der Vorrede mit einer haarscharfen „Definition“ der Chemie, die dann wahrscheinlich auch auswendig gelernt werden soll. Daß diese Definitionen wegen der Voraussetzung des Stoffbegriffes logische Zirkel sind, verschlägt für die Schüler nicht viel, da von einem Verständnis ja doch nicht die Rede sein kann. Die schlimmste Frucht der erwähnten kurzen Einleitungen ist aber die vollkommene Konfundierung der chemischen Thatsachen mit den daran geknüpften theoretischen (subjektiven) Vorstellungen über den „inneren“ Hergang der Sache, sodaß man sich gar nicht wundern kann, wenn mit ernster Miene erwogen wird, ob man über die „wirkliche“, d. h. objektiv reale Lagerung der Atome im Raume etwas erfahren könne oder nicht. Daß die chemischen Thatsachen (wenigstens seit Menschengedenken) dieselben geblieben sind, die Vorstellungen davon oder darüber aber außerordentlich gewechselt haben und daß eine für alle Zukunft gültige, ein für allemal abgeschlossene Auffassung der chemischen Erscheinungen<sup>1)</sup> überhaupt ein nonsens ist, scheint einem großen Teile unserer heutigen Chemiker nicht immer mit hinreichender Intensität bewußt zu sein. Ein Beispiel statt vieler möge genügen. In der 9. Direktoren-Versammlung der Provinz Pommern (1885) ist u. a. auch über den Unterricht in der Chemie auf Gymnasien verhandelt worden. Von den diesbezüglichen Vorarbeiten ist der Bericht resp. Vorschlag des Hr. W. R.-Gs. zu Stettin im Auszuge mitgeteilt und in dem Korreferate als „höchst beachtenswert“ bezeichnet.

<sup>1)</sup> wie der Naturerscheinungen überhaupt; cf. Mach, Geschichte der Mechanik, Schluß.

In diesem Berichte heißt es u. a.: „Der Unterricht beginnt in OII mit der Definition (!) von Molekül und Atom. Die wichtigsten Elemente werden ihrem elektrischen Verhalten nach in einer Reihe (der elektrischen Spannungsreihe) aufgestellt . . . . Es wird die Gleichung aufgestellt: Kohle + Sauerstoff = Kohlensäure + Wärme . . . . So vorbereitet (!) werden die Schüler die Verbrennung als eine Vereinigung mit Sauerstoff auffassen lernen . . . . Die Geseze können unmöglich auf induktivem Wege aus angestellten Experimenten gleichsam nachträglich wieder entdeckt werden. Dazu genügen die Versuche weder ihrer Art noch ihrer Menge nach . . . . Der Unterricht wird durch leicht verständliche (!) instruktive Experimente erläutert.“ Natürlich tritt der Stettiner Bericht auch für „Struktur“formeln ein; ob die Atome alle kugelförmig sind oder auch z. T. wie eine Reihensammel aussehen, ist leider nicht mitgeteilt. — Auch das Referat ist wesentlich derselben Ansicht. „In der Physik war der fragend-entwickelnde Methode der Vorzug eingeräumt. Hier aber, wo es dem Schüler weit schwerer (!) und oft, wenn nicht durch Anstellung mehrerer vorbereitender und ergänzender (?) Versuche die Zeit ungebührlich <sup>1)</sup> in Anspruch genommen werden soll, ganz unmöglich ist das zu Grunde liegende Gesetz selbständig aufzufinden, ist es geraten, daß wenigstens im Anfang jene heuristische Methode mehr in den Hintergrund geschoben wird und der Vortrag an ihre Stelle tritt, indem der Lehrer direkt die Erklärung der beobachteten Erscheinung giebt (!). Erst später, wenn der Schüler eine gewisse Summe von Grundlehren und Gesezen völlig beherrscht (!), ist er in den Stand gesetzt zu selbständigen Erklärungen geführt zu werden, und erst dann wird die fragend-entwickelnde Methode wieder zu ihrem Rechte gelangen können.“ <sup>2)</sup>

Nun, statt solcher „Chemie“ lieber gar keine; denn das vorgeeschlagene Unterrichtsverfahren ist in der That nichts als der unerträglichste Dogmatismus und somit der Tod alles ächten, wahrhaft soliden Naturwissens. Hätte man es nicht mit offiziellen Aktenstücken zu thun, so sollte man fast an eine böshafte Verfsilage einer gewissen Art des chemischen Unterrichts glauben.<sup>3)</sup> Wie wohlthuend klingen gegenüber dieser scholastischen Kopfstellung die schlichten Worte des M.-G.: „Für den Unterricht in der Schule liegt der Wert der Chemie darin, daß die Schüler an einem einfachen Stoffe und durch einfache, leicht durchsichtige Versuche in das Verständnis der induktiven Methode eingeführt werden.“

In der That, „die Chemie eine Schule der Induktion“, das sollte das Motto des chemischen Unterrichtes auf allen Anstalten sein, die eine Fachbildung nicht bezwecken. In keinem anderen Zweige der Naturwissenschaft, selbst die Physik i. e. S. nicht ausgenommen, läßt sich diese

<sup>1)</sup> Im Referate wird der Chemie  $\frac{1}{4}$  Jahr gütigst bewilligt.

<sup>2)</sup> Eine Abstimmung über die Vorschläge des Referates und Korreferates hat nicht stattgefunden.

<sup>3)</sup> Es ist aber bitterer Ernst; vgl. die neueste (9.) Auflage der Physik von Jochmann-Hermes. Die darin erweiterten „Grundbegriffe der Chemie“ haben keinen Teil an der Verbesserung der Auflage. Mit solchen „Grundbegriffen“ macht man die Chemie höchstens verächtlich.

Methode der Erkenntnisgewinnung so unvermischt und lückenlos folgerichtig durchführen wie im chemischen Elementarunterrichte. Eng zusammen hiermit hängt die Tatsache, daß die Schüler bei geeigneter Führung des Unterrichts nur geringer Anleitung bedürfen, um die chemischen Einsichten selbst aufzufinden, sodaß hierdurch die geistige Mitarbeit und damit auch das Interesse der Schüler im höchsten Maße zur Geltung kommt. Die Grundbedingung hierfür ist, daß der erste chemische Unterricht kein systematischer, nach Elementen geordneter sei, sondern einem streng rationellen (methodischen), nach Prozessen geordneten Kursus Platz mache, in welchem alle für das Verständnis der anorganischen Chemie typisch wichtigen d. h. immer wiederkehrenden Erscheinungen stufenmäßig einer genauen Untersuchung unterworfen werden. Der Name eines propädeutischen Unterrichtes, wie er in den maßgebenden *M.*-Verfügungen gebraucht wird, kann nur diesen einen Sinn haben. Es kann sich bei Erwerbung rationaler naturwissenschaftlicher Begriffe nicht um ein paar gelegentliche und oberflächlich behandelte Versuche handeln, auf Grund welcher die mangelhaft orientierten Schüler über gewisse schwache Punkte in der Abfolge der Schlüsse (Kalium und Wasser, sog. Elektrolyse des Wassers, Löslichkeit des gebrannten Kalkes in Wasser *cc.*) vom Lehrer mit Bewußtsein geradezu hinweggetäuscht werden, sondern um Erwerbung genauester Sachkenntnis auf einem allerdings ganz engbegrenzten Teilgebiete der Wissenschaft.<sup>1)</sup> Ferner sind beim Beginne des chemischen Unterrichts lückenlose und zugleich einfache und durchsichtige Schlussreihen nur auf Grund synthetischer Versuche möglich und hat der Unterricht also mit den einfachsten Synthesen zu beginnen; nur durch Synthese läßt sich der Begriff der chemischen Verbindung mit Evidenz gewinnen. *Wf.* gedenkt hier vor allen der Lehrbücher von *Arendt*<sup>2)</sup> (Leipzig, *Wof*), deren übereinstimmender Lehrgang noch immer nicht in seiner ganzen Bedeutung geschätzt wird. Die hier konsequent durchgeführte Methode entspricht den pädagogischen Anforderungen an einen ersten chemischen Unterricht in seltener Weise; namentlich ist auch der Charakter der Induktion in einer Weise gekennzeichnet, die bei ihrer Durchsichtigkeit sogar dem Sekundaner ein klares Bild von der „Zuleitung“ rationalen Naturwissens gewährt. Musterhaft ist die Behandlung der Oxydations-Erscheinungen und ihre genetische Erklärung. Der Schüler lernt hier scharf unterscheiden 1. die (genaue) Beobachtung einer Reihe verwandter Erscheinungen (Experimente schlechtweg); 2. Bildung einer vorläufigen Hypothese über die mögliche Ursache derselben; 3. Entscheidung über die Hypothese durch die absichtlich modifizierte Beobachtung (Experiment *i. e. S.*); 4. Ausdehnung der Hypothese auf analoge Erscheinungen, ev. Prüfung der Zulässigkeit dieser Erweiterung. Hinzuzufügen ist noch, daß die Anordnung des Stoffes in Verbindung mit den stets durchsichtigen und

<sup>1)</sup> Vgl. die *Trübner'schen naturw. Elementarbücher* (Chemie von *Roscoe-Rose*) und andere populäre Darstellungen der Chemie; andererseits die *Hofmann'sche „Einleitung in die moderne Chemie.“*

<sup>2)</sup> Inbetreff der *Vänig'schen Bücher* sehe man *Arendt, Technik der Experimental-Chemie, Vorrede.*

meist einfachen <sup>1)</sup> Versuchen den freiesten Dialog zwischen Lehrer und Schüler gestattet bis zu dem Grade, daß — Scherz beiseite — der Lehrer wie weiland Sokrates als der Belehrtete, der Schüler als der Entdecker erscheint. Ob der chemische Unterricht ganz und gar in dieser Methode aufgehen soll, oder ob die Systematik nicht auch ihre Rechte verlangt, ist eine Frage für sich; ebenso wenig denkt Vf. daran, die Lendtsche Methode in allen ihren Einzelheiten und Versuch für Versuch vorzuschreiben zu wollen oder gar für die Redaktion der einzelnen Kapitel irgendwelche Verbindlichkeit zu übernehmen; aber das punctum saliens des Lendtschen Lehrganges, das prinzipielle Vorwalten der Synthese <sup>2)</sup> und die hierdurch ermöglichte strenge und zugleich durchsichtige Zuleitung der chemischen Einsichten dürfte sich für den ersten chemischen Unterricht bald als das Maßgebende bewähren. Für den chemischen Unterricht an den Realanstalten gewährt das Voranschicken der methodisch geordneten Prozesse noch den weiteren, nicht unwesentlichen Vorteil, daß eine Anzahl zeitraubender Versuche, wie Abdampfen, Filtrieren, sowie Gasentwicklungen und Reduktionen oder Synthesen mit gasförmigen Körpern, die einen mehr oder minder zusammengesetzten Apparat erheischen, dem nachfolgenden systematischen Unterrichte nicht mehr zur Last fallen und dieser ohne die hier störenden Pausen seiner Aufgabe besser gerecht werden kann; natürlich müssen dann aber (d. h. für die Realanstalten) alle typisch wichtigen Prozesse auch als wesentliche Bestandstücke in den Vorkursus aufgenommen und an mehreren Beispielen zum vollen Verständnis gebracht werden.

Besonders hervorzuheben ist noch, daß die Versuche, das Fundament des chemischen Unterrichtes, gelingen müssen. Wenn man nun auch nicht in allen Fällen ein Mißlingen, wie etwa das Springen einer schlecht gefühlten böhmischen Röhre trotz aller Vorsichtsmaßregeln verhindern kann, so giebt es doch eine Menge Kleinigkeiten, deren Unkenntnis oder Nichtbeachtung das regelmässige Fehlschlagen des Versuches, wo nicht gar Gefährdung <sup>3)</sup>, mit sich bringt. Allerdings liefern hier die größeren Lehrbücher der experimentellen Technik (Heumann, Lendts, Gorup-Besanez I., Fresenius, Darstellung der chemischen Verbindungen u.) eine sehr schätzenswerte Beihilfe; das Sicherste ist aber jeden Versuch, dessen Umstände man nicht vollständig beherrscht, vor dem Unterrichte erst durchzuprobieren; namentlich sollte man nie Erstlingsversuche in Gegenwart der Schüler anstellen. Die Jugend ist, meist mit Recht, etwas hartherzig in der Beurteilung eines fehlgeschlagenen Versuches; die Autorität des Lehrers wie der Erfolg des Unterrichtes erheischen also sorgfältige Vorbereitungen. Es ist lebhaft zu bedauern, daß die Praxis

<sup>1)</sup> Die einfachsten d. h. evidentesten Versuche sind nicht immer die billigsten, cf. unten.

<sup>2)</sup> Man vergleiche hierzu des Gegenjases wegen die Wilbrandschen Lehrbücher (Hildesheim, Kay), in denen versucht wird, die Analyse zur Grundlage der Zin-  
duktion zu machen.

<sup>3)</sup> Bei wirklicher Fachkenntnis und entsprechender Gewissenhaftigkeit des Lehrers kann von einer solchen Gefährdung der Schüler, wie sie zuweilen als Schreckgespenst gegen den chemischen Unterricht ausgespielt wird, absolut nicht die Rede sein.

der Universitäten die Belehrung über die Technik des experimentellen Unterrichts meist ganz vernachlässigt; es ist gewaltig zweierlei, eine hochnotpeinliche Analyse oder einen glatten Demonstrationsversuch auszuführen, zumal hier noch ein Teil der Aufmerksamkeit dem eigenen mündlichen Ausdruck resp. den Antworten und dem sonstigen Verhalten der Schüler zuzuwenden ist.

In dem Hilfsbuch des Wis. beginnt der chemische Unterricht mit der Demonstration des Verhaltens der Körper zu den Lösungsmitteln, wie es schon beim mineralogischen Unterricht gelegentlich beobachtet wurde. Diese einleitenden Versuche im 1. Abschnitt sollen hauptsächlich den Unterschied zeigen, der zwischen physikalischen Erscheinungen i. e. S. <sup>1)</sup> und gewissen anderen Erscheinungen besteht, die bei aller Ähnlichkeit doch in erheblichen Punkten abweichen und als „chemische“ Erscheinungen bezeichnet werden. Es wird so die Aufmerksamkeit auf dasjenige gerichtet, was an den chemischen Erscheinungen speziell aufgefaßt sein will. An diese vorbereitenden Versuche schließt sich im 2. Abschnitt die rein genetische Erklärung der Veränderungen, welche die Körper beim Erhitzen an der Luft erleiden. Hierzu eignen sich zweifelsohne am besten die Metalle, weil die betreffenden Oxide feste Körper sind; der gewonnene Oxidationsbegriff wird dann auf die übrigen brennbaren Körper ausgedehnt. Die Frucht dieses Abschnittes ist die Auffassung der Verbrennung als einer Oxidation und die Bekanntschaft mit der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft und des Wassers. Im 3. Abschnitte werden die wichtigsten Oxide, Sulfide und Chloride aus den Elementen zusammengesetzt und an der Hand dieser „Additionsprozesse“ die Begriffe Element, Verbindung, Affinität, Entzündungstemperatur, Verbrennungswärme gewonnen; gleichzeitig wird die genauere Bekanntschaft einiger besonders wichtigen Elemente und Verbindungen gemacht. Das entgegengesetzte Verhalten der Oxide macht sich hier zum ersten Male bemerkbar. — Es versteht sich von selbst, daß trotz des synthetischen Lehrganges nicht alles und jedes sofort erklärt werden kann und braucht. So merken sich die Schüler die Darstellung von Wasserstoff, Sauerstoff, Chlor zc. zunächst als „brutale“ Thatsachen mit der Aussicht auf die später nachzuholende Einsicht in den Vorgang; es wäre sogar verfehlt, diese Prozesse sofort bei ihrer Einführung erklären zu wollen. Übrigens vergleiche man hierzu die treffenden Bemerkungen von Arendt, Vorrede zur Technik der Experimentalchemie und den in dieser Beziehung übereinstimmenden Gang in Hofmanns Einleitung in die moderne Chemie. Der 4. Abschnitt behandelt die Einwirkung von Elementen auf binäre Verbindungen und die Reaktion der binären Verbindungen gegen einander; der wichtige (und später alleinherrschende) Begriff der Wechselersetzung (Substitution, Reduktion, einfache und doppelte Wahlverwandtschaft) und der der doppelten Addition sind die gewonnenen Abstrakta. Im 5. Abschnitt ist eine Begründung der stöchiometrischen Gesetze, speziell der Äquivalentgewichte und der multiplen

1) z. B. Änderungen des Aggregatzustandes.

Proportionen versucht, während sonst die betreffenden Thatsachen meist nur mitgeteilt zu werden pflegen. Bei der fundamentalen Wichtigkeit der quantitativen Beziehungen schien dies nicht überflüssig, da ja viele Anstalten (auch Gymnasien) im Besitz einer genügend feinziehenden Wage und des zugehörigen Gewichtssatzes sind. Entgegengesetzten Falles muß es bei der einfachen Mitteilung auf Grund der qualitativen Versuche sein Bewenden haben. Von den sonst hier beliebten elektrischen Versuchen, namentlich von der sog. Wasserzerlegung, ist abgesehen, da Wf. eine Täuschung der Schüler über die Kompliziertheit dieser Vorgänge nicht für zulässig hält; die Elektrolyse kann vielmehr erst nach vollständiger Absolvierung der Salze (mit Ausnahme von § 32) Platz und Verständnis finden. Inbetreff der folgenden Abschnitte des chemischen Elementarkurses bemerkt Wf. noch einmal, daß er kein Anhänger der Strukturchemie, d. h. der konstanten Wertigkeit der Elemente ist und über die neuere (Kolbe'sche) Radikalschreibung nicht hinausgeht<sup>1)</sup>; eine weitere Begründung oder Erläuterung dieser Abschnitte (Hydrate und Salze) ist nach der vorausgegangenen ausführlichen Darlegung der allgemeinen Gesichtspunkte überflüssig.

Das hier vorgeschlagene Pensum läßt sich in einem Jahre bei zweistündigem Unterrichte bequem erledigen und dürfte zweckmäßig den Inhalt des für die O II der Realanstalten empfohlenen propädeutischen Kurses ausmachen. Auch für die Gymnasien, deren chemischer Kursus  $\frac{1}{2}$  Jahr zu umfassen hat, wenn ein wirklicher Bestand an chemischen Begriffen (cf. oben) erzielt werden soll, würde die Methode inklusive der Hauptversuche dieselbe bleiben; die gewählte Anordnung des Stoffes verträgt eben so gut sehr wesentliche Kürzungen desselben, wie sie eventuell das ganze Gebiet der anorganischen Chemie umfassen kann; der sachkundige Lehrer wird unschwierig diejenigen Versuche ausscheiden, die in Rücksicht der späteren Erweiterung des chemischen Lehrgebäudes auf den Realanstalten schon hier im Vorkursus einen Platz gefunden haben. Da die chemische Fakultät nicht allzuhäufig mit der mathematisch-physikalischen verbunden ist, so wird freilich in vielen Fällen für den physikalischen Fachlehrer ein eingehendes Vorstudium unumgänglich sein, das sich hauptsächlich auf die experimentelle Technik zu richten hätte. Der zuweilen gehörte Einwand, daß die Gymnasien mit keinerlei Einrichtungen für den chemischen Unterricht versehen seien, ist hinfällig. So bequem auch ein besonderes Unterrichtszimmer mit Ventilation zc. und ein Laboratorium sind, so läßt sich doch bei gutem Willen auch ohne großen Komfort auskommen. Dasjenige Stück, welches nicht fehlen darf, ist eine ordentliche Gasanlage<sup>2)</sup> des dazu bestimmten Unterrichtszimmers

<sup>1)</sup> Die Strukturchemie betreffend vgl. man außer den größeren und kleineren Lehrbüchern und Aufsätzen von Kolbe die neuen Auflagen von Gopp-Schjanez (I. Bd. von Rau, II. Bd. von Ost), sowie Rau, Geschichte der modernen Chemie.

<sup>2)</sup> Die Spirituslampen, selbst die mit doppeltem Luftzuge, reichen für viele Versuche nicht aus; außerdem sind sie sehr unbequem und auf die Dauer recht teuer

mit recht weiten Zuleitungsröhren und einigen verschieden weiten Ansatzhähnen für Gummischläuche; außerdem ein großer starker Tisch, dessen Stellung womöglich nicht verändert zu werden braucht. Alles Ubrige ist transportabel und im Verhältnis zu den physikalischen Apparaten nicht teuer. Bei einiger Erfahrung im Unterricht wird man außerdem bald finden, daß eine ganze Anzahl von wichtigen Demonstrationsversuchen mit einem erheblich einfacheren Apparat ausgeführt werden können, als die Darstellung und die zugehörigen Holzschnitte der Lehrbücher vermuten lassen. Wo die nötigen Mittel vorhanden sind, ist ja nichts dagegen zu sagen, wenn man die Versuche so recht *con amore* und in prächtig dekorativer Ausstattung zur Ausführung bringt; nur sollte man dergleichen „Ausstattungsstücke“ nicht dem schmalen chemischen Durchschnitte-Etat zumuten. So kann man allerdings bei einer flüchtigen Durchsicht etwa der Arendtschen Bücher, namentlich seiner „Technik der Experimental-Chemie“ einen gelinden Schreck bekommen; freilich ist die Sache nicht so schlimm, wie es auf den ersten Blick aussieht. Doch möchte ein Buch, welches in der vortrefflichen Weise der Weinhold'schen Vorschule der Experimentalphysik die *chemia pauperum*<sup>1)</sup> ins Auge faßte, für die allermeisten Anstalten nötiger sein als die Beschreibung eines mit allen Chikanen versehenen chemischen „Hörsaales“ und was dergleichen fromme Wünsche mehr sind. Ohne einen festen, wenn auch bescheidenen Etat ist natürlich überhaupt nichts zu wollen.

Zum Schluß noch einige Worte über den systematischen chemisch-mineralogischen Unterricht der Realanstalten. Hier ist in erster Linie der theoretischen, sog. physikalischen Chemie eine größere Aufmerksamkeit zu widmen als es bisher, wenn man nach den Lehrbüchern urteilen darf, durchschnittlich geschehen ist. Es wird noch einmal ausgegangen von den gewichtlichen und räumlichen Gesetzmäßigkeiten und die atomistische Hypothese genauer begründet. Der Avogadro'sche Satz, dessen Charakter als Idealgesetz genau gezeichnet werden muß, gestattet einen Schluß auf die molekulare Konstitution der vollkommenen Gase und die einheitliche Auffassung aller chemischen Prozesse als Wechselzerlegungen gegebener Moleküle; dementsprechend sind von da ab Molekularformeln im Unterrichte zu gebrauchen. An die Bestimmung der Molekulargewichte schließt sich das Dulong-Berthollet'sche Gesetz und eine Kritik der Atomgewichte resp. der Valenz der Atome; die Entwicklung der rationellen Formeln der Säuren (Basen u. Salze) schließt sich dagegen besser an das Verhalten der einzelnen Verbindungen an. Unentbehrlich sind die Grundlinien der systematischen Krystallographie und die zugehörigen Begriffe der Polymorphie und Isomorphie; die theoretische Bedeutung des Gesetzes der rationalen Agenschnitte kann erst hier voll gewürdigt werden. Den Beschluß des theoretischen Teiles bilden Demonstrationen über die Abhängigkeit der Affinität von der innigen Berührung, der Masse und dem Aggregatzustand der Agentien, dem *status nascendi*, von Wärme (Stoß), Licht und

1) Der kleine Stöckhardt nimmt keinerlei Rücksicht auf Demonstrationszwecke, ist übrigens trotz manches guten Winkes unzureichend; das gleiche gilt von Postel, Laien-Chemie.

Elektrizität. Die elementarsten Thatsachen der Thermochemie im Sinne der Erhaltung der Kraft können ebensowenig umgangen werden, wie die engen Wechselbeziehungen zwischen elektrischen und chemischen Kräften. Hierher gehören die Unlöslichkeit des chemisch reinen (homogenen) Zinkes in verdünnten Säuren, die energische Wasserstoff-Entwicklung bei Gegenwart von Kohle oder fein zerteiltem Platin; die Ausfällung eines Metalles durch ein anderes; die auffallend geringe Affinität des vollkommen trockenen Sauerstoffes; das Verhalten des Rauches von brennendem Kalium oder Phosphor (oder auch einer Lichtflamme) zu dem geladenen Konduktor einer Elektrifiziermaschine. Es ist Zeit, daß man dieses seit Jahrzehnten vernachlässigte Gebiet wieder anbaut und den von Berzelius gelegten Keim weiter zu entwickeln versucht, statt ihn mit Baconischer Empirie zu ersticken.

Für die nun folgende systematische Betrachtung der wichtigsten Elemente und Verbindungen, sowie ihres natürlichen Vorkommens ist nur an zwei Punkte zu erinnern. Erstens soll die Schule keine Fachchemiker bilden; deshalb ist gewissenhafteste Beschränkung auf diejenigen Körper geboten, die für das Verständnis der anorganischen Natur und deren Ausbeutung für die Zwecke der menschlichen Zivilisation von hervorragender Bedeutung sind. Zweitens soll hier wie auch in dem vorangehenden theoretischen Teile die Unterrichtsform nicht ganz und gar in einen bloßen Vortrag ausarten, bei dem die Versuche nur zur Erläuterung und Bestätigung des bereits Mitgetheilten dienen. Die Induktion bleibt auch hier das prinzipiell Maßgebende, nur tritt statt der Synthese das analytische Verfahren in den Vordergrund. Hier erst sind die vortrefflichen und bündigen Raisonnements der Willbrandtschen Bücher (siehe oben) wahrhaft an ihrem Platze.

Im übrigen gilt die Bemerkung am Schlusse des Abschnittes über den ersten mineralogischen Unterricht auch für den chemischen Teil des Hilfsbuches. Möge ihm wenigstens eine kräftige Fermentwirkung nicht versagt sein; denn so lange die rationelle Psychologie noch nichts weiter ist als die Überschrift über ein noch nicht vorhandenes Kapitel, wird es von den pädagogischen Ansichten wie vom neuen Weine heißen müssen: Ohne Gärung keine Klärung.

Halberstadt, den 20. Februar 1886.

Dr. Nordmann,  
Oberlehrer am Realgymnasium.

Die vorliegende Arbeit ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen über die Wirkung von ...

Die vorliegende Arbeit ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen über die Wirkung von ...



Die vorliegende Arbeit ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen über die Wirkung von ...

Die vorliegende Arbeit ist eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen über die Wirkung von ...

© The Tiffen Company, 2007

# TIFFEN® Gray Scale



er Thermochemie im Sinne  
 umgangen werden, wie die  
 und chemischen Kräften.  
 reinen (homogenen) Zintes  
 off-Entwicklung bei Gegen-  
 in; die Ausfällung eines  
 geringe Affinität des voll-  
 n des Rauches von bren-  
 einer Lichtflamme) zu dem  
 e. Es ist Zeit, daß man  
 wieder anbaut und den von  
 In versucht, statt ihn mit

etrachtung der wichtigsten  
 natürlichen Vorkommens ist  
 oll die Schule keine Fach-  
 Beschränkung auf diejenigen  
 organischen Natur und deren  
 filiation von hervorragender  
 ch in dem vorangehenden  
 ganz und gar in einen  
 uche nur zur Erläuterung  
 nen. Die Induktion bleibt  
 tritt statt der Synthese das  
 er erst sind die vortrefflichen  
 chen Bücher (siehe oben)

chlusse des Abschnittes über  
 ir den chemischen Teil des  
 ftige Fermentwirkung nicht  
 hologie noch nichts weiter  
 vorhandenes Kapitel, wird  
 neuen Weine heißen müssen:

c. Nordmann,  
 er am Realgymnasium.