

Vorwort.

Der Anfangsunterricht in der Chemie und Mineralogie beansprucht durch seine propädeutische Natur eine ganz besondere Wertung, indem er nicht nur den späteren Unterricht in der O II und I vorbereiten, sondern auch den aus der U II ins praktische Leben eintretenden Schülern — und diese bilden auf den Realschulen die überwiegende Mehrheit — ein möglichst abgerundetes Wissen mitgeben soll. Da er das gesamte Gebiet der anorganischen Chemie nebst Mineralogie umfasst, so kommt es vor allem auf eine sorgfältige, angemessene Auswahl des Lehrstoffes an, welche den Verhältnissen des täglichen Lebens und den Beziehungen zum Naturganzen die ausgedehnteste Berücksichtigung zuteil werden lässt. Da ferner von dem Verfasser vornehmlich die Prima (U II) einer Realschule ins Auge gefasst ist, welche ein ganzes Jahr mit zwei wöchentlichen Lehrstunden auf den Unterricht verwendet, während den Anstalten gymnasialen Charakters bei gleicher wöchentlicher Stundenzahl nur höchstens $\frac{1}{2}$ Jahr, vielleicht sogar nur das Sommer-Halbjahr, zur Verfügung steht, so ist gerade diese Klassenstufe in der Lage, durch Erweiterung und eingehendere Behandlung des Lehrstoffes den Unterricht möglichst ergiebig zu gestalten.

Dass die Verhältnisse des täglichen Lebens, des menschlichen Haushalts, der Industrie, der Technik, der freien Natur zu berücksichtigen sind und so der Unterricht auf eine den Bedürfnissen der Gegenwart entsprechende Höhe gehoben werden muss, darüber herrscht wohl kein Zweifel. Nur über

das Mass, wie weit man jene Beziehungen zum Naturganzen pflegen soll, gehen die Meinungen der Fachlehrer auseinander. Auch hier ist der goldene Mittelweg der beste: der chemische Unterricht darf weder zu einem Nützlichkeitsunterricht herabsinken, welcher nur oder doch in erster Linie die Erwerbung solcher Kenntnisse anstrebt, die dem Schüler im späteren Leben von Nutzen sind, noch darf er sich zur einseitigen Schulwissenschaft entwickeln, welche dem Schüler die Elemente und ihre Verbindungen in gleichmässiger Behandlung vorführt. Im Vordergrund des Unterrichts steht der Versuch, von ihm ausgehend und unter Würdigung der historischen Entwicklung der Wissenschaft schreitet der Unterricht auf induktivem Wege zur Herausarbeitung der Vorstellungen und Begriffe, damit diese zur Erkenntnis der Gesetze und zur Bekanntschaft mit der Chemie des täglichen Lebens wie des Naturganzen überhaupt hinführen. In letzterer Beziehung kann es sich allerdings in vielen Fällen nur um Anregungen oder Hinweise handeln, die aber doch dem Schüler einen Einblick in die chemische Werkstatt des Menschen oder der Natur gewähren und ein um so dankbareres Gehör bei ihm finden, als die chemischen Vorgänge in seiner Umgebung so ausserordentlich zahlreich und mannigfaltig sind. Der Versuch darf natürlich den Unterricht nicht so beherrschen, dass er ihm sein Gepräge giebt. Wollte man das chemische Lehrgebäude durch Schulversuche aufführen, so hiesse das die chemische Wissenschaft herabsetzen und die Jugend zur Oberflächlichkeit verleiten; denn der Schulversuch zeigt nur selten die Vollkommenheit eines wissenschaftlichen, seinen Ergebnissen haften daher vielfach unvermeidliche Mängel und Fehler an, da er möglichst einfach gestaltet werden muss, um nicht durch fremdartiges Beiwerk die Aufmerksamkeit der Schüler von dem Kernpunkte und dem Zweck des Versuchs abzulenken. Ausserdem würde ein zu starkes Hervortreten des Versuchs zur Folge haben, dass der Schüler in ihm eine angenehme Unterhaltung erblickt, die um so höher gewertet wird, je glanzvoller in den äusseren Begleiterscheinungen, also in physikalischer Beziehung

der Versuch verläuft, und dass er den nachfolgenden deduktiven Ausführungen nicht mehr das gleiche Interesse zuwendet.

Nach den vorstehend gekennzeichneten Gesichtspunkten, welche für den propädeutischen Unterricht in der Chemie massgebend sein sollten, ist der methodische Leitfaden von Arendt durchgeführt. Und wenn auch die Art seiner Stoffbehandlung durch die Einfachheit der Darbietung an die selbstthätige und ergänzende Denkarbeit, und durch die Beschränkung in der Stoffauswahl auch an den Fleiss der Schüler verhältnismässig geringe Anforderungen stellt, so liegt doch andererseits hierin ein Vorteil für die didaktische Freiheit des Lehrers, das Unterrichtsgebiet im Sinne der allgemeinen Geistes-Bildung möglichst vielseitig gestalten zu können, und diesen Vorteil nicht nur für den Lehrer, sondern auch und vor allem für den Schüler nutzbar zu machen, ist der Zweck der vorliegenden Arbeit: sie will unter Zugrundelegung des Leitfadens von Arendt dem Lehrer ein Hilfsmittel der Vorbereitung bieten, ihn namentlich auf die umgebende Natur und das wirtschaftliche Leben als eine Quelle vielseitiger Erkenntnis hinweisen, dem Schüler aber an der Hand der Fragen — welche (natürlich ohne die Antworten) den einzelnen Abschnitten des Leitfadens anzugliedern wären — in häuslicher Wiederholung Gelegenheit geben, durch eigenes Denken sich noch einmal den Lehrstoff zu erarbeiten, insbesondere den Kern des Durchgenommenen herauszuschälen und zu erfassen, soweit nicht der Leitfaden selbst schon hierzu ausreichend erscheint. Welches Mittel wäre aber für eine innerliche, gedankenmässe Verarbeitung, Vertiefung und Befestigung des Lehrstoffes wohl geeigneter als eine an das Denkvermögen der Schüler gerichtete Fragestellung! Sie wird sich namentlich für denjenigen Teil des Unterrichtsstoffes willkommen erweisen, welcher ausserhalb des Rahmens der eigentlichen Schulchemie und des Leitfadens liegt und mehr auf das praktische Leben und auf das Naturganze übergreift. Denn der Durchschnittsschüler wird nicht immer im

stande sein, die logische Aufeinanderfolge des Durchgenommenen selbstthätig wieder herauszufinden. Und gerade hierzu sollen ihm die Fragen verhelfen und ihn allmählich befähigen, in klarer, bestimmter, zusammenhängender und sprachgewandter Darstellung sich über den Gegenstand des Unterrichts zu äussern, sei es schriftlich oder mündlich. Die nach Inhalt und Form unzureichenden Antworten erklären sich in vielen Fällen aus dem Mangel an Übersicht über den Lehrstoff. Erst die durch eigene Denkarbeit erworbene Erkenntnis giebt dem Wissen seinen wahren Wert und dem Gedächtnis seine wirksamste Stütze. Erleichtert wird dem Schüler diese Arbeit des Nachdenkens an der Hand der Fragen durch die Anklänge an die fragend entwickelnde Lehrweise.

Aber nicht bloss in materialer Beziehung erscheint die fragende Form der Darbietung gerechtfertigt, auch aus formalen und ethischen Gründen glaubt der Verfasser ihr den Vorzug geben zu müssen. Der formale Bildungswert der Fragen bedarf allerdings keiner Begründung. Schon die grosse Zahl (508) der Fragen zeigt, wie ergiebig sich der Unterricht in der Chemie und Mineralogie für die logische Schulung des Geistes gestalten lässt. Das Wesen der chemischen Vorgänge ist nun einmal derart, dass ihre Ergebnisse nicht durch sinnliche Wahrnehmung, sondern nur durch besondere Denkarbeit erschlossen werden können. Hat aber der Schüler den geistigen Schatz seines chemischen Wissens denkend sich erarbeitet, geführt an der Hand des unterrichtenden und prüfenden Lehrers, gestützt auf einen dem Gedächtnis zu Hülfe kommenden Leitfaden, hat er sich durch seiner Gedanken Arbeit durchgerungen zum Verständnis der chemischen Vorgänge im Haushalt des Menschen wie in dem der Natur, welches Bewusstsein der Freude und der Kraft muss er empfinden, wenn er nun seine Umgebung, ja sein eigenes Dasein mit ganz anderen, aber verständnisvolleren Augen betrachtet! Überall in der Stoffwelt gewahrt er ein ewiges Werden und Vergehen, ein beständiges Wechselspiel der in ihr wirksamen Kräfte, und doch auch wieder ein

ewiges Bestehen. Dass aber der Mensch selbst diesem Wechsel unterliegt, das muss ihn zugleich mit dem Bewusstsein der eigenen Nichtigkeit und Ohnmacht erfüllen gegenüber der Ewigkeit und Erhabenheit der Schöpfung.

Wie schon erwähnt, ist den Fragen der Leitfaden von Arendt zu Grunde gelegt. Seine streng methodische Anordnung des Lehrstoffs, die vom Leichterem zum Schwereren, vom Einfacheren zum Zusammengesetzteren allmählich fortschreitet, kehrt daher in den Fragen wieder. Nur in zwei Beziehungen zeigen sich Abweichungen, die zwar weniger für die Benutzung der Fragen ins Gewicht fallen, um so mehr aber für den Lehrgang selbst: Die eine betrifft die Heraushebung der Kristallographie aus dem Unterrichtsgang und ihre Stellung an den Beginn desselben, die andere die vorzeitige Anwendung der Zeichen- und Formelsprache.

Über die Stellung der Mineralogie zur Chemie im Unterricht heisst es in den methodischen Bemerkungen zu den amtlichen Lehrplänen des Jahres 1891 — und in dieser Beziehung haben die amtlichen Lehrpläne von 1901 keine wesentlichen Änderungen gebracht —: „Der Unterricht in der Mineralogie wird am naturgemässesten mit dem chemischen Unterricht verbunden und ist im allgemeinen auf Oryktognosie zu beschränken. Zu behandeln sind die wichtigsten Kristallformen und die physikalischen und chemischen Eigenschaften der hauptsächlichsten Mineralien.“ Diesen Standpunkt nehmen daher die Verfasser der meisten Lehrbücher ein. In dem Leitfaden von Arendt ist zwar die Mineralogie in einem besonderen Abschnitte der Chemie angegliedert, indessen lässt der in den chemischen Teil überall eingestreute mineralogische Lehrstoff die Absicht erkennen, dass eine gleichzeitige Durchnahme desselben erfolgen soll. Nun steht es aber wohl ausser Zweifel, dass mineralogische, insbesondere kristallographische Besprechungen, welche derartig bruchstückweise an geeigneter Stelle in den chemischen Unterricht eingeschaltet werden, für ein streng methodisches Fortschreiten ausserordentlich hinderlich sind, ja seine Vorzüge geradezu in

Frage stellen. Und wenn auch zugegeben werden muss, dass in der speciellen Mineralogie, welche die chemische Zusammensetzung und die geologische und technische Bedeutung der wichtigsten Mineralien zum Gegenstande hat, ein klares Verständnis ohne chemische Vorkenntnisse nicht möglich ist und daher ihre Durchnahme im Anschluss an die Elemente und deren Verbindungen erfolgen muss, so gilt dies doch nicht von der Kristallographie. Ihre Ausscheidung und Stellung an den Anfang des Unterrichts könnte ohne Nachteil erfolgen und würde jene Unterbrechungen des chemischen Lehrgangs wesentlich verkürzen. Denn gerade die kristallographischen Betrachtungen gehören zu den zeitraubendsten und schwierigsten und können im Zusammenhange noch am leichtesten dem Verständnis der Schüler näher gebracht werden. Damit würde auch ihre spätere Zusammenfassung hinfällig werden, welche bei dem üblichen Lehrverfahren kaum zu umgehen ist. Der Schwerpunkt des kristallographischen Unterrichts läge dann aber in der mathematischen Behandlung, welche der auf dieser Klassenstufe gleichzeitig zur Durchnahme gelangenden Stereometrie in wirksamer Weise vorarbeiten würde. Die Anwendung auf die Mineralien und die in der Natur vorkommenden Kristalle hätte sich auf das Notwendigste zu beschränken, jedenfalls dürften nicht schon Beispiele für die einzelnen Kristallsysteme eingeprägt werden, sondern erst später im chemischen Lehrgang bei Besprechung des zugehörigen Elements oder Minerals, dann aber soll auch die blosse Erwähnung der Kristallform und ihr nochmaliges Vorführen in Modellform oder in natura genügen, um sofort die richtige Vorstellung von derselben in das Gedächtnis zurückzurufen. Als erste Anschauungsbeispiele für die einzelnen Kristallsysteme würde man nur die bekanntesten Stoffe wählen wie Alaun, Steinsalz, Bleiglanz, Granat, Fahlerz, Schwefelkies—, Zinnstein—, Quarz, Kalkspat—, Schwefel, Topas, Salpeter—, Gyps—, Natron—Feldspat, welche dem Schüler vielleicht schon geläufig oder doch dem Namen nach bekannt sind, ohne natürlich auf ihre chemische oder speciell mineralogische Bedeutung ein-

zugehen. Noch andere Gründe rechtfertigen die Behandlung der Kristallographie vor dem eigentlichen chemisch-mineralogischen Unterricht. Der jugendliche Geist ist stets empfänglich für das stofflich Neue und bringt einem neuen Unterrichtsfach von vornherein sein Interesse entgegen. Dieses sollte man daher einem so spröden Stoffe gegenüber wie der Kristallographie nicht unbenutzt lassen, ehe der Schüler durch die Versuche des chemischen Lehrgangs verwöhnt wird. Dabei steht ein Beginnen mit der Kristallographie keineswegs unvermittelt da, indem sich an die Morphologie der organischen Wesen anknüpfen und zeigen lässt, wie auch in der Gestaltung der leblosen Naturkörper ein Formenreichtum und eine bestimmte Gesetzmässigkeit zu erkennen ist. Sie ist mehr Anschauungsunterricht und schliesst sich durch ihren beschreibenden Charakter der Naturbeschreibung an, der sie auch darin gleicht, dass die Stoffe, welche zur Anschauung benutzt werden, nicht erst dargestellt zu werden brauchen, sondern unmittelbar der Natur entnommen werden können. Durch die Vorwegnahme der Kristallographie wird allerdings der chemische Unterricht selbst etwas weit hinausgeschoben, aber dieser Nachteil wird durch die vielen Vorzüge reichlich aufgewogen.

Was nun die frühzeitige Anwendung der Zeichen- und Formelsprache betrifft, so ist sie durch zweierlei Ursachen bedingt, einmal durch die Eigenartigkeit der chemischen Vorgänge, welche sich der äusseren Wahrnehmung entziehen, sodann durch die grosse Fülle von Thatsachen, welche an das Auffassen und Festhalten von Anfang an besonders hohe Anforderungen stellen. Aus der ersten Schwierigkeit ergiebt sich für den Unterricht die praktische und pädagogische Notwendigkeit, den chemischen Vorgang auch für die sinnliche Anschauung zurechtzulegen und durch eine Formel oder durch eine Gleichung die Denkarbeit sichtbar zu unterstützen. Das volle Verständnis für die Bedeutung einer chemischen Formel oder Gleichung wird dem Schüler natürlich erst später zum Bewusstsein kommen, wenn diesem Gegenstande eine besondere Lektion gewidmet wird;

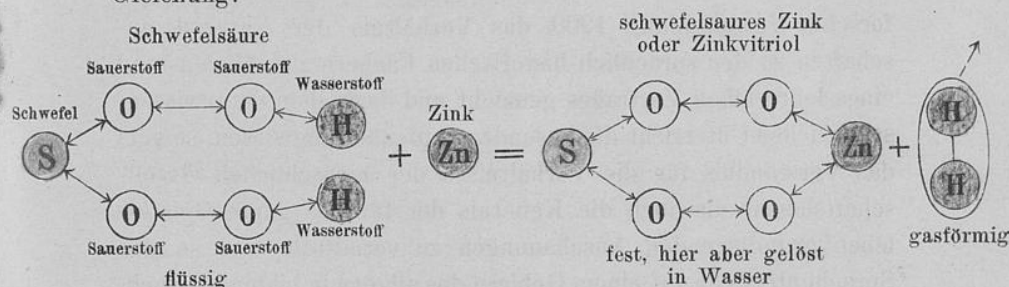
vorher wird aber auch der Schüler diesen Mangel des Verständnisses gar nicht empfinden, da alles das, was in einer Formel oder Gleichung zum Ausdruck gebracht wird, sich seinem fragenden Geiste in keiner Weise aufdrängt. Die Formel veranschaulicht dem Schüler nichts weiter als die Bestandteile des zusammengesetzten Stoffes sowie ihre Zugkräfte, und die Gleichung nichts Anderes als deren Umsetzung und veränderte Gruppierung. Es mag dies ein etwas grob-sinnliches Verfahren sein, aber es leistet für den Anfang des Unterrichts ausgezeichnete Dienste. Und verfährt man denn im naturbeschreibenden Unterricht vielleicht anders, wenn man auf den unteren Klassenstufen durch einen Vergleich mit dem Verbrennungsvorgang im Ofen das Wesen des Atmens oder durch Heranziehen des photographischen Verfahrens das Sehen dem Schüler begreiflich zu machen versucht?! Die Erläuterung der chemischen Vorgänge durch Gleichungen hat allerdings ein vollständiges Beherrschen der chemischen Zeichen und Formeln zur Voraussetzung. Von einer Überlastung des Geistes mit Gedächtnisstoff kann um so weniger die Rede sein, als es sich in der ersten Zeit bei dem langsamen und methodischen Fortschreiten des Lehrgangs nur um wenige Elemente und Verbindungen handelt, und man der Anschauung und dem Gedächtnis noch dadurch entgegenkommen kann, dass man über die Zeichen und Formeln regelmässig ihre Bedeutung schreibt und zu ihrer weiteren Unterscheidung farbige Kreide oder Atommodelle zu Hülfe nimmt. Dass der Schüler hierbei Gefahr läuft, sich die Zeichensprache nur äusserlich und mechanisch einzuprägen, davor bewahrt ihn die schnelle Erkenntnis, dass er in ihr eine ausgezeichnete Stütze für die Aneignung des nicht unbedeutenden Gedächtnisstoffes besitzt und so auch die zweite der oben genannten Schwierigkeiten überwindet. Schon allein dieser Gesichtspunkt sollte über die wissenschaftlichen Bedenken hinweghelfen. In einer einzigen oder in wenigen Gleichungen lässt sich oft der Inhalt einer Lehrstunde zusammenfassen, und es wird dem Schüler leicht, sich an dem Bilde dieser Gleichungen die Einzelheiten des Durchgenommenen ins Ge-

Schwefel



dächtnis zurückzurufen. In der ersten Zeit des chemischen Unterrichts, wo ein und dieselbe Reaktion sich in mehrfachen Einzelvorgängen wiederholt, gelingt es gerade mit Hilfe der Gleichungen, den inneren Zusammenhang derselben und die aus ihnen hervorgehenden Schlussfolgerungen den Schülern recht anschaulich zu machen.

Wieviel Geist, Zeit und Arbeit wird nicht von den Methodikern der Neuzeit aufgewendet, um unter peinlichster Wahrung jeder Voraussetzungslosigkeit für den Anfänger die ersten Begriffe der Chemie herauszuarbeiten! Hat man doch daran Anstoss genommen, dass Arendt zum Zweck des Luftabschlusses beim Erhitzen von Kupfer Wasserstoff anwendet, „von dem doch bis dahin noch gar nicht die Rede gewesen ist“! Verfasser pflegt sogar bei diesem Versuch nicht nur den Wasserstoff-Entwicklungsapparat zu erklären, sondern auch den Vorgang selbst unter Benutzung der zugehörigen Gleichung, indem er von dem Grundsatz ausgeht, dass, wenn der Unterricht dem Schüler etwas darbietet, das seine berechnete Wissbegier erregt, diese auch zu befriedigen ist, und sollte es auf Kosten strenger Wissenschaftlichkeit geschehen, hat man es doch mit Sekundanern zu thun! In dem vorliegenden Falle wird der Schüler in der Gleichung:



nicht mehr und nicht weniger sehen als ein erläuterndes Bild, das seine Einsicht fördert, besonders wenn die Darstellung durch Vergleiche mit den Anziehungskräften innerhalb unseres Sonnensystems unter Annahme hypothetischer Störungen seines Gleichgewichts unterstützt wird.

In ähnlicher Weise würden bis zur Einführung in die chemische Theorie noch etwa folgende Reaktionen zu veranschaulichen sein:

1. Die Verbrennung des Schwefelkohlenstoffs
 - a. an der Luft;
 - b. in Sauerstoff.
2. Die Einwirkung von Säuren auf
 - a. Metalle;
 - b. Schwefelmetalle;
 - c. Chlormetalle.
3. Die beiden Darstellungsweisen des Chlors.
4. Die Reduktionswirkungen durch
 - a. Wasserstoff;
 - b. Kohlenstoff;
 - c. Kalium und Natrium.

Bei der vergleichenden Betrachtung von Sulfiden und Oxyden würde endlich die Vorführung der Formeln die Übereinstimmung in der Zusammensetzung erkennen lassen.

Zum Schluss noch einige Worte zur Bedürfnisfrage der vorliegenden Arbeit: Unter dem Titel „Sprachunterricht und Sachunterricht“ hat Prof. Pietzker auf der Aachener Naturforscher-Versammlung 1900 das Verhältnis der Naturwissenschaften zu den sprachlich-historischen Fächern zum Gegenstand eines lehrreichen Vortrages gemacht und darin dem naturwissenschaftlichen Unterricht die besondere Aufgabe zugewiesen, sowohl das Verständnis für die Verhältnisse des menschlichen Gesellschaftslebens als auch die Kenntnis der für das ganze Geistesleben grundlegenden Anschauungen zu vermitteln und so den Sprachunterricht auf einem Gebiete des allgemein bildenden Sachunterrichts zu ergänzen, das dieser infolge der auf den einzelnen Klassenstufen sich steigernden Berücksichtigung der Litteratur notwendigerweise vernachlässigen muss. Er schliesst seine Ausführungen mit dem Wunsch, dass das neue Jahrhundert die Erfüllung dieser Aufgabe bringen möge, indem es sich nicht nur

wie das scheidende als ein Jahrhundert der naturwissenschaftlichen Forschung erweise, sondern auch zugleich als ein Jahrhundert der naturwissenschaftlichen Bildung.

Schon oft haben die ersten Männer der Wissenschaft in gleichem Sinne ihre Stimme erhoben und einem grösseren Einflusse der naturwissenschaftlichen Bildung auf eine vernünftige und zeitgemässe Jugenderziehung das Wort geredet, die weitesten Kreise haben dieser Forderung zugestimmt, aber in der Schulpraxis ist diese Erkenntnis noch wenig durchgedrungen, obgleich die Bestrebungen der letzten 10 Jahre auf dem Gebiete der Reform und der Entwicklung des höheren Schulwesens von dem Gesichtspunkt geleitet sind, den Schulunterricht mit der Gestaltung des heutigen Kultur- und Geisteslebens in möglichst enge Beziehung zu bringen. Auch die neuen Lehrpläne vom Jahre 1901 kennzeichnet ein Übermass sprachlicher Ausbildung auf Kosten der Arbeitszeit für die naturwissenschaftlichen Fächer, wenigstens an den Gymnasien und Realgymnasien. Die Lehrer der Naturwissenschaften sind daher auf Selbsthülfe angewiesen, und in Anwendung derselben auf die Chemie muss jeder Beitrag erwünscht sein, welcher versucht, die dem naturwissenschaftlichen Unterricht innewohnenden allgemeinbildenden Momente mehr zur Geltung zu bringen.

