unterricht wurde abgesehen: die Zeit eines Jahres reicht wohl aus, allgemeine Erfahrungen auf einem Gebiete zu sammeln, dem man sich mit Eifer gewidmet hat; es wäre aber falsch, den Lehrgang, an dem diese Erfahrungen gemacht sind, als vorbildlich hinzustellen.

I. DIE ENTWICKLUNG VOM FAKULTATIVEN ZUM OBLIGATORISCHEN CHEMIEPRAKTIKUM.

In der Literatur über Schülerübungen trifft man wiederholt auf die Behauptung, die Chemie sei in einer bevorzugten Lage gegenüber der Physik, da seit Jahrzehnten der Wert des praktischen Arbeitens auf diesem Gebiete anerkannt sei und demgemäß Übungen als wesentliche Ergänzung des Unterrichts an vielen Orten eingeführt seien. Diese Tatsachen an sich sind richtig; nicht aber, daß aus dem Vorhandensein dieser Übungen der Chemie ein Vorteil gegenüber den anderen naturwissenschaftlichen Fächern entsprungen sei. Es ist viel leichter, etwas ganz Neues einzuführen, als etwas völlig Verfehltes durch Zweckmäßiges zu ersetzen. Und als verfehlt müssen die praktischen Übungen im chemischen Laboratorium, wie sie jahrzehntelang betrieben wurden, angesehen werden. Daß gerade das Gebiet der Chemie es war, auf dem der Gedanke der praktischen Schülerarbeit zuerst in die Tat umgesetzt wurde, liegt natürlich in dem geringen Aufwand an Apparaten und Material, mit dem sich chemisch arbeiten läßt. Einige Reagenzgläser, Schalen usw. reichen für qualitative Versuche aller Art vollständig aus; wohingegen man auf physikalischem Gebiete selbst für einfache Übungen kostspielige Apparate kaum entbehren kann. Es ist kaum zu verstehen, daß man bei Einführung der chemischen Übungen nicht in der Weise verfuhr, die in der Klasse gemachten Experimente im kleinen Maßstabe und möglichst vereinfacht nachmachen zu lassen oder unter Verzicht auf einen Teil der Demonstrationsversuche alle mit einfachen Mitteln ausführbaren Versuche ins Praktikum zu verlegen. Der letztere Weg verbot sich wohl aus dem Grunde, daß der Laboratoriumsunterricht fakultativ ist, somit die in ihm ausgeführten Versuche nicht zur Grundlage des verbindlichen Klassenunterrichts gemacht werden durften. Aber auch der ersterwähnte durchaus gangbare Weg wurde nicht eingeschlagen, vielmehr ließ man die Schüler in der Weise arbeiten, wie der Lehrer es selbst früher auf der Universität getan hatte. Man bedachte bei dem Kopieren des

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Hochschulpraktikums nicht, daß dieses lediglich die Fachausbildung von Chemikern bezweckt, wobei die Analyse und die bei ihr benutzten Reaktionen die wichtigste Stelle einnehmen. Nach Art des Hochschulpraktikums betrieben, laufen die chemischen Übungen ohne die geringste Verbindung mit dem übrigen Unterricht neben diesem her; sie sind für den Lehrer bequem, denn nach Ausgabe der Analysenstoffe muß er die Schüler sich selbst überlassen; sie sind es auch für die Schüler, die ohne viel Nachdenken nach dem Leitfaden („Kochbuch") Reaktionen ausführen oder Analysen machen und während der unvermeidlichen länger dauernden Operationen, wie Filtrieren, Eindampfen usw., nichts zu tun haben. Daß unter den Reaktionen sich viele finden, die wichtige chemische Eigenschaften des behandelten Stoffes klarlegen, die Anlaß geben zu theoretischen Erörterungen und dadurch auch in einem modern gehandhabten Praktikum Platz finden werden, ist rückhaltlos zuzugeben. Auch kann man den Analysen so, wie es heute meist geschieht, einen realen Untergrund geben, indem man Mineralien, Chemikalien von technischer oder wirtschaftlicher Bedeutung auf ihre Zusammensetzung hin untersuchen läßt. Im allgemeinen aber sind die Analysen nicht nach diesen Gesichtspunkten ausgewählt; sogar in Leitfäden, welche die neue Richtung des praktischen Chemieunterrichts vertreten, findet man Aufgaben, wie: Trennung eines Gemisches von $NaCl$, KNO_3 und $CuSO_4$; von $NaCl$ und $CaCO_3$, von $FeCl_3$ und Alaun. Diese Aufgaben erinnern in ihrer praktischen Unmöglichkeit an die Rechenaufgaben zur Einübung der Bruchrechnung, in denen ein Kaufmann z. B. $53\frac{17}{899}$ kg Kaffee kauft. Will man, was ich für sehr richtig halte, ein Unterrichtsfach in Beziehung zum Leben setzen, so müssen die Beispiele diesem entnommen, nicht unnatürlich konstruiert sein.

Das alte analytische Praktikum hat, wie alles Altgewohnte, trotz seiner Unzulänglichkeit bis in die letzten Jahre seine Verfechter gefunden. An zahlreichen höheren Schulen führt die Analyse auch heute noch die Alleinherrschaft, wie sich aus den Programmen ergibt und wie eine ganze Reihe von Leitfäden für chemische Übungen bestätigen, die einzig und allein auf die qualitative Analyse zugeschnitten sind. Wo Änderungen vorgeschlagen werden, beziehen sie sich nur auf die Methode, lassen aber die Analyse als Grundlage des Laboratoriumsunterrichts bestehen. So würde Krug (Das chem. Prakt. an höh. Lehranstalten. Natur und Schule 1905, S. 362) gern Versuche wiederholen, Apparate zusammensetzen lassen; aber die Ausführung scheitert daran, daß man nach Krugs Meinung dann nicht in gleicher Front arbeiten lassen kann. In zerstreuter Ordnung kann er nicht allen Schülern gleichzeitig helfen, viele werden deshalb zeitweise unbeschäftigt sein. So muß er notgedrungen zum Gebiete der Reaktionen und der qualitativen Analyse zurückkehren. Er braucht dann keine besonderen Apparate und kann in gleicher Front arbeiten. Die einzige Verbesserung,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die Krug trifft, ist die, daß er nicht erst die Reaktionen sämtlich erledigt und dann erst zu Analysen übergeht, sondern letztere als Anwendung zwischen den Reaktionen einschaltet. Und Oettli (Über Analysen im Schülerlabor. Monatshefte f. d. naturw. Unterr. 1910, S. 83) will wenigstens das Mechanische des Analysenpraktikums abschaffen; die Schüler erhalten keine Anweisungen oder Leitfäden, sie müssen den Gang der Analyse selbst finden. Sie lernen so, selbst sich einen Arbeitsplan zu schaffen, fühlen sich als selbstständige Entdecker, verlangen nach analytischen Kenntnissen, und da sie mit zahllosen Fragen ins klare kommen müssen, werden sie beständig ihr ganzes chemisches Wissen durch Versuche oder Lektüre auffrischen. „Es kommt nicht auf den wissenschaftlichen Wert des Geleisteten an, sondern auf das Vorwärtsschreiten, auf die Mühe, die der Schüler aufwendet, und diese ist groß.“

In dieser letzten Arbeit ist wenigstens versucht, dem analytischen Praktikum eine neue Seite abzugewinnen, die es zu einem brauchbaren Hilfsmittel des Unterrichts machen könnte. Andere Autoren wollen zwar das Praktikum im wesentlichen umgestalten, aber die Analyse nicht ganz eliminieren, sondern auf einen engen Raum beschränken. So ist zwar nach Dannemann (Der naturwissenschaftliche Unterricht auf praktisch-heuristischer Grundlage, 1907) die Analyse weniger Wissenschaft, als Anwendung mit vorwiegend praktischen Zwecken, dürfe also schon aus diesem Grunde nicht vorherrschen; auch bestehe die Gefahr, daß der Schüler mechanisch nach dem Leitfaden arbeite. Doch hält Dannemann die qualitative Analyse für ein vorzügliches Mittel zur Schärfung des Beobachtungsvermögens und zur Gewinnung eines Überblicks. Auch er legt Wert auf ein Identifizieren eines vorgelegten Stoffes ohne systematische Analyse, wobei ein gewisser „Spürsinn“ entwickelt werde. Wesentlicher als die angeführten Gründe für die Beibehaltung der Analyse scheint mir die an anderer Stelle gemachte Bemerkung, die Analyse sei ein Forschungsmittel der Chemiker von so hervorragender Bedeutung, daß man den Schülern einen solchen Weg der Erkenntnis (wenn auch sehr vereinfacht!) nicht vorenthalten dürfe. Weshalb ich mich trotz dieses Argumentes entschlossen habe, der Analyse wenigstens im obligatorischen Praktikum keinen Raum zu gewähren, wird unten zu erörtern sein.

Von denen, die analytische Arbeiten ganz verwerfen, sei hier Löwenhardt zitiert (Noch ein Wort zu den chem. Schülerübungen. Natur und Schule, 1906, S. 78). Die Reaktionen sind nicht so mannigfaltig und fesselnd, daß sie mehrere Semester lang das Interesse wachzuhalten vermöchten. Die Analyse darf nicht das Rückgrat des Laboratoriumsunterrichts sein; sie ist nicht allgemein bildend, sondern die Grundlage für das Fachstudium. Wenige sorgfältig gewählte einfache Stoffe genügen, um die Methode kennen zu

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

lernen. Gemische, säurelösliche Verbindungen (Krug will sogar aufzuschließende Substanzen analysieren!) sind zu verwerfen, da die auftretenden Komplikationen über das Verständnis der Schüler hinausgehen. Dieser Weg, das Beobachtungsvermögen auszubilden, lohnt Zeit und Mühe nicht angemessen. Daher fort mit der Analyse, dafür möge gelegentlich eine Trennung eingeschoben werden, bei der die Bestandteile im voraus bekannt sind.

Schärfer noch spricht sich Duisberg (als Vertreter der chemischen Industrie) gegen die Analyse aus (Über den chemischen Unterricht und den Hochschulunterricht für die Lehrer der Chemie, 1906): Ist es nicht ein Unfug, daß Schüler quantitative Analysen, sogar Elementaranalysen ausführen? Selbst für den Studierenden hält Duisberg eine Fertigkeit in qualitativer Analyse nicht für nötig; es genügt, wenn der Kandidat einige (qualitative und quantitative) Analysen, vielleicht auch eine organische gemacht und die Methodik der Maßanalyse begriffen hat.

Wenn so das dem Hochschulunterricht nachgebildete chemische Praktikum sich als nicht geeignet zur Übertragung auf die Schule ergeben hat, sei die Frage gestreift, inwiefern für physikalische Übungen, die doch sicher auch den Hochschulübungen nachgebildet sind, sich aus diesem Kopieren nicht so greifbare Nachteile ergeben haben. Es soll hier nicht erörtert werden, ob nicht auch auf diesem Gebiete eine Änderung, etwa nach Richtung qualitativer Versuche hin, wünschenswert sei. In diesem Fache werden aber jedenfalls die bisherigen Übungen in der Hauptsache als zweckentsprechend beibehalten werden; denn es handelt sich hier in erster Linie um grundlegende Begriffe und zahlenmäßig festzustellende Gesetze, wie: spezifisches Gewicht und Wärme, Brechungsgesetz, Ohmsches Gesetz. Wo aber das Praktikum in das der Universität übergreift und etwa elektrische Messungen mit Präzisionsinstrumenten usw. zur Aufgabe stellt, möchte ich auch hier mich entschieden gegen diese Art des Betriebes aussprechen. Einen grundlegenden Begriff an einer einfachen übersichtlichen Versuchsordnung zu erarbeiten, das Prinzip einer Untersuchungsmethode zu zeigen, ist Sache der allgemein bildenden Schule. Exakte Messungen mit komplizierten Instrumenten gehören der Fachausbildung an. (Vergl. im Gegensatz hierzu: Johannesson, Die physikal. Schülerübungen am Sophienrealgymnasium. Zeitschr. f. phys. u. chem. Unterr. 1911, Heft II.)

Da die Lehrpläne der verschiedenen Schulverwaltungen sich auf den Gutachten erfahrener älterer Fachlehrer aufbauen, so darf es nicht wundernehmen, daß sie der Analyse im praktischen Unterricht noch einen großen Raum gewähren. So verlangen die „Methodischen Bemerkungen“ zu den Lehrplänen Preußens von 1901, daß die Schüler in den praktischen Übungen die wichtigsten Reaktionen der Metalloide und Metalle durchmachen, einfache qualitative Analysen ausführen und leichte Präparate herstellen sollen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

(Derartige Übungen, die bei richtiger Leitung einen nicht zu unterschätzenden erziehlichen Wert haben, sind unter Umständen auch für das Gebiet der Physik zulässig.) Die Hamburger Lehrpläne von 1904 verlangen einfache Experimente, Darstellungen und Analysen. Einen wesentlichen Fortschritt zeigen die Lehrpläne für die bayrischen Oberrealschulen von 1907, nach denen im Anschluß an den Unterricht durch geeignete Versuche Kenntnis der Eigenschaften und des Verhaltens der wichtigsten Elemente und Verbindungen sowie das Verständnis chemischer Vorgänge durch eigene Arbeiten gefördert und befestigt werden soll. Freilich wird auch hier für die Oberstufe die qualitative Analyse einfacher Verbindungen sowie Darstellung einfacher Präparate verlangt.

In diesen Lehrplänen treffen wir auf eine Erweiterung der Laboratoriumsarbeiten nach der präparativen Richtung hin. Wenn damit auch indirekt ausgesprochen ist, daß die Analyse allein nicht mehr für befähigt erachtet wird, die Aufgaben der praktischen Übungen zu erfüllen, so scheint mir doch mit der ebenfalls der Fachausbildung des Chemikers auf der Hochschule entnommenen Darstellung von Präparaten nicht viel gewonnen. Der Überschätzung der Analyse folgt die des präparativen Arbeitens. Merkwürdigerweise hat diese Richtung eine große Zahl von Anhängern unter den Fachleuten gewonnen. So werden in den Dresdener Berichten 1907 derartige Arbeiten den Lehramtskandidaten empfohlen. Dannemann gibt die Gefahr zu, daß die Schüler bei der Herstellung von Präparaten in mechanisches und gedankenloses Arbeiten verfallen. Er läßt daher zunächst durch Vorversuche den Verlauf des Vorgangs ermitteln, die Gleichung aufstellen, die abzuwägenden Mengen berechnen und dann erst zur Herstellung schreiten. Schließlich werden Verunreinigungen nachgewiesen und entfernt, die Ausbeute mit der berechneten verglichen, durch Versuche die chemische Eigenart des dargestellten Stoffes ermittelt.

In dieser Weise gehandhabt, hat die Darstellung von Präparaten immerhin einen nicht zu unterschätzenden Wert. Doch bedarf selbst die einfachste Aufgabe dieser Art eines so großen Zeitaufwandes, daß bei einer knappen Zahl zur Verfügung stehender Übungsstunden — wie es bei obligatorischer Einführung im Rahmen der bisher zur Verfügung stehenden Stundenzahl sein wird — doch eine andere Art der Übungen bevorzugt werden müßte. Aus demselben Grunde hat auch Krug 1905 sich gegen das präparative Arbeiten ausgesprochen. Ganz entschieden gegen letzteres wie auch gegen die Analyse spricht sich Heineck (Monatshefte 1910, S. 529) aus, indem er beide Arten der Betätigung als „fruchtlos“ bezeichnet.

Der Gegensatz, der hier zwischen den Vertretern einer neuen Richtung und denen der alten analytisch-präparativen sich zeigt, liegt meines Erachtens in einer grundverschiedenen Anschauung über die Aufgaben des

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

praktischen Unterrichts und — in letzter Linie — über den Bildungswert der Naturwissenschaften überhaupt. Nach der immer wieder auftretenden Ansicht ist das alte Praktikum besonders geeignet, die Tugenden der Ordnung, Sauberkeit, Gründlichkeit zu entwickeln und so wirksam die Erziehungsfaktoren zu ergänzen, die dem naturwissenschaftlichen Unterricht überhaupt eigentümlich sind: eine infolge von Unsauberkeit des Glases auftretende Reaktion führt oft zu einem falschen Schluß über die Zusammensetzung des untersuchten Stoffes; ein unsorgfältiges Ausfällen verursacht im weiteren Gange der Analyse unüberwindliche Komplikationen. Jede Nachlässigkeit, jeder Fehler rächt sich und tritt zutage durch ein falsches Ergebnis. — Selbst unter der Voraussetzung, daß die bei der Analyse anerzogenen Tugenden nun auch auf allen anderen Gebieten des Lebens sich wirksam erweisen, würde dieser Erfolg doch mit zu großen Opfern an Zeit erkämpft sein und zum großen Teile durch offenbare Nachteile, wie: Gewöhnung an Zeitverschwendung — aufgehoben werden. Wenn wir von diesen speziell dem analytischen Praktikum zugeschriebenen Vorzügen absehen, werden als dem praktischen Arbeiten im allgemeinen entspringende Tugenden genannt: Selbständigkeit, Entschlußfähigkeit, Sorgfalt, Fleiß, Geduld, Bescheidenheit, Wahrhaftigkeit u. a. Ich kann mich des Eindrucks nicht erwehren, als ob man in dem Bestreben, die praktische Arbeit zu fördern, ihr zu viele Vorzüge zuschreibt und sie gewissermaßen als Universalmittel zur Charakterbildung hinstellt. Den Naturwissenschaften ist die Bildung von Begriffen auf der Grundlage von Beobachtungen eigentümlich; auf ihnen steigt der Schüler allmählich zu den Gesetzen auf. Wird durch eigene Arbeit das Beobachtungsvermögen ausgebildet, werden die Gesetze aus den Dingen und Vorgängen selbst durch direkte Berührung mit ihnen geschöpft, so braucht man nicht nach weiteren Gründen zu suchen, um das praktische Arbeiten als unerläßlich für einen wirksamen Unterricht zu fordern. „Hochachtung vor den Resultaten wissenschaftlicher Forschung“, „Bescheidenheit in Hinsicht auf die ungeheure Arbeit, die zur Feststellung der Gesetze geleistet worden ist“, das sind Folgen des praktischen Arbeitens, die wohl nur ausnahmsweise bei Erwachsenen beobachtet worden sind. Der Jugend liegen solche Erwägungen fern. Und was Ordnungsliebe, Gründlichkeit usw. betrifft, so werden die wenigen Stunden der naturwissenschaftlichen Praktika, in denen diese Tugenden zwangsweise gepflegt werden, sie nicht so fest zu begründen vermögen, daß sie auch außerhalb dieser Stunden sich bemerkbar machen. Sie zu erwecken und zu pflegen, ist Aufgabe des Hauses und des gesamten Schulunterrichts. Übrigens ist fast allen allgemeinen Betrachtungen über den Bildungswert der Naturwissenschaften der Vorwurf zu machen, daß sie diesen an einer falschen Stelle suchen. So äußert sich Milau im Osterprogramm 1908 (Kreuznach): „Es gibt wohl keine passendere Gelegenheit

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

zu ästhetischen Betrachtungen als im naturwissenschaftlichen Unterricht. Die Natur selbst ist der größte Künstler, und wie die Schönheit der Naturkörper die Formen der von Menschen geschaffenen Werke übertrifft, so muß auch in bezug auf ästhetische Wirkung ein Unterricht, der seine Muster aus der Natur schöpft, dem andern überlegen sein, der dieselben aus schönen Kunstwerken entnimmt. — In ethischer Beziehung besitzt der naturwissenschaftliche Unterricht ebenfalls einen für die Erziehung ganz besonderen Wert. Die Anleitung zu strenger Beobachtung, die unbedingte Anerkennung einer Wirklichkeit, an der wir durch unser Denken nichts ändern können, führt zu Wahrheitsliebe und zur Wertschätzung der objektiven Treue. Die Erkenntnis der Gesetze und Ordnung in der Natur ruft Ehrfurcht vor solcher Gesetzmäßigkeit hervor und Liebe zur Ordnung auch im täglichen Leben. Das ehrfurchtsvolle Staunen über die erhabene Einfachheit und unerschöpfliche Mannigfaltigkeit in der Natur führt zu Bescheidenheit und Demut. Endlich führt der Zweckbegriff, der bei so vielen Naturkörpern auftritt, sowie der kausale Zusammenhang der Erscheinungen zur Bildung einer Weltanschauung." „Ebensogut (wie die Lektüre der herrlichen Werke der Literatur sowie die Vorbilder der Geschichte) vermag doch eine Vertiefung in die Naturbetrachtung die Seele empfänglicher Menschen höher zu stimmen und den Charakter zu stählen. Um aber zu tüchtigem Streben zu erziehen, dazu sind doch die Naturwissenschaften wie keine andere Disziplin besonders geeignet."

Wenn ich diesen Schilderungen die wirklichen Ergebnisse eines noch so guten naturwissenschaftlichen Unterrichts entgegenhalte, so scheint mir im allgemeinen weder nach philosophischer noch ethischer oder gar ästhetischer Seite das gesteckte Ziel erreicht zu sein.

Wo der Laboratoriumsunterricht nicht, in Konsequenz der übertriebenen Anschauungen vom ethischen Bildungswert des naturwissenschaftlichen Unterrichts, lediglich die Anerziehung von allerlei Tugenden erstrebt, wird er nach einer einseitig auf die wissenschaftliche Ausbildung hinzielenden Richtung betrieben. Die Schlagworte dieser Richtung sind: Selbstständiges Erfinden, Befriedigung des Wissenstriebes; die Schüler sollen die Ursachen der Erscheinungen aufsuchen, die Versuche selbst ausdenken, allgemeine Begriffe und Regeln ableiten. Hierzu bemerkt Wunderlich („Logik in der Chemie". Monatshefte 1909, S. 541): „Schüler, die das können, brauchen keinen Unterricht, sie sind größer als alle Forscher. Unreife Knaben sollen spielend in einigen Stunden lernen, was die Menschheit durch ihre ersten Vertreter in Jahrhunderten mühsam erarbeitet hat. Das „Selbsterfinden" kommt nur zustande, wenn das Ergebnis durch geschickte Fragen dem Schüler in den Mund gelegt wird. Aber so erhält er nie einen Einblick in die mühsame Forscherarbeit, die zu einer heute platt

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

und selbstverständlich erscheinenden Erkenntnis geführt hat. Es ist eine schlimme Täuschung, den Schüler für fähig zu halten, dasselbe oder gar mehr zu leisten, als die großen Forscher. Es gibt „Königswege“ der Wissenschaft; man kann durch geschickte Fragen die Schüler auf solche führen, auf denen die Entdeckungen hätten gemacht werden können; in Wirklichkeit sind kompliziertere Wege eingeschlagen, und erst nach Erreichung des Zieles ersah man den direkten Weg. Keine Logik führt dazu, HgO zu erhitzen, um O zu erhalten, während doch HgO gerade durch Erhitzen von Hg mit O entsteht. Nach der alten Forderung gehandhabt, kann der Unterricht gerade das Gegenteil von dem erreichen, als was ihm nachgerühmt wird: nicht Bescheidenheit und Selbstkritik, sondern Leichtfertigkeit und Selbstüberschätzung.“ Auch Johannesson spricht sich in dem erwähnten Aufsatz gegen die gerügte Auffassung der Ziele des Praktikums aus. — Überhaupt scheint mir das „wissenschaftliche Arbeiten“, zu dem doch die praktische Arbeit erziehen soll, auf schwanken Füßen zu stehen. Bei denjenigen Versuchen, die bei den Schülern den meisten Beifall fanden, dürfte die „wissenschaftliche Bedeutung“ nicht besonders im Vordergrund gestanden haben: Ätzen des Namens in ein Reagenzrohr, Abbrennen von Schießpulver, von bengalischen Flammen, glänzende Verbrennungserscheinungen usw. Daß auch andere diese Erfahrungen gemacht haben, zeigt die lebenswahre Schilderung Wunders (Unterrichtsergebnisse. Natur und Schule 1907, S. 438):

„Als Physiker der alten Schule erwartete ich, daß die Knaben etwa nach einer Unterrichtsstunde über Elektrizität kommen sollten, um den Widerstand einer Glühlampe zu messen oder das Ohmsche Gesetz nachzuprüfen. Statt dessen mußte ich mir gefallen lassen, daß sie meine Hilfe für den Bau eines Elements, einer Klingel, eines Telegraphenapparats beanspruchten. — In der Chemie erregten die Ba-Verbindungen Interesse, nicht weil sie zum analytischen Nachweis der Schwefelsäure dienen, sondern weil man prachtvoll grünes Feuer damit machen kann; die Eigenschaften der Kohlensäure, des Natriumbicarbonats, die Soda wurden liebevoll studiert, weil man sich selbst Sodawasser bereiten wollte. —

Da sehe ich nun, wie meine Herren Fachkollegen an den Oberrealschulen als Stoff ihrer praktischen Übungen fast ausnahmslos messende Versuche wählen. In der Chemie sind es analytische Nachweise der Metalle und Säuren. Ich leugne nicht die absolute Nützlichkeit und das Lehrreiche solcher Übungen, aber ich muß feststellen, daß sie das Herz des Schülers kalt lassen, und ich bin der Meinung, daß ein guter Unterricht das nicht darf. Man wird einwenden, es sei im wissenschaftlichen Unterricht nicht meine Aufgabe, das Herz zu bilden, sondern den Verstand. Der kürzeste Weg zum Verstande geht aber durch das Herz. Das Herz hängt aber so am

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Stofflichen, daß es in diesem Zustande unbewußter Rohheit vom unscheinbarsten Stoff mehr befriedigt wird, als von der prachtvollsten theoretischen Abstraktion."

In den zitierten Ausführungen liegt gewiß mancherlei Wahres; die falsche Auffassung von den Aufgaben des Praktikums, die Wunderlich geißelt, ist eine Folge der falschen Auffassung von den Aufgaben und dem spezifischen Bildungswert der Naturwissenschaften überhaupt. Dieser liegt nicht so auf der ethischen wie auf der realen Seite. Wenn wirklich die naturwissenschaftlichen Fächer hauptsächlich ethisch-erziehlichen Wert besäßen, so hätten sie vor den sprachlich-historischen Fächern nichts voraus und könnten wesentlich eingeschränkt werden; denn es wäre überflüssig, das gleiche Ziel durch eine Unzahl von Bildungsfächern erreichen zu wollen. Auch die Ausbildung im logischen Denken ist nicht Hauptaufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts; die Mathematik ist hierfür unbestreitbar die beste Schule. Was die Naturwissenschaften an eigentümlichem Bildungswert besitzen, ist im wesentlichen, daß sie auf dem Boden von Tatsachen aufbauen, die jederzeit der Nachprüfung zugänglich sind, daß sie einen Begriff von objektiver Wahrheit geben, der sich alle unsere Spekulationen unterordnen müssen, daß Wirklichkeit und Hypothese streng geschieden sind und diese an jener einen Prüfstein findet. Hierin liegt die Bedeutung des naturwissenschaftlichen Unterrichts überhaupt, nicht aber die des einzelnen Faches. Was dem einzelnen Fach als spezifischer Bildungswert, in dem es kein anderes ersetzen kann, zukommt, ist seine Stellung zum Verständnis der Umwelt. Die Kultur ist nicht mehr wie in früheren Zeiten ein Produkt weniger Geistesheroen; sie wird immer mehr bestimmt durch die Fortschritte der Naturwissenschaften und ihre Anwendung in der Technik. Zur Bildung gehört daher nicht nur ein Verständnis der geistigen Strömungen, sondern auch der realen Seite unserer Kultur. Gegenüber den zum Teil recht phantastischen Anschauungen über die Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts kann diese Seite speziell des Chemieunterrichts nicht stark genug betont werden. Die Zeiten, in denen alles im Leben Brauchbare und zur Beurteilung der Wirklichkeit Geeignete als der Aufgabe der allgemein bildenden Schule zuwiderlaufend oder „nicht wissenschaftlich" ängstlich verpönt war, sind vorbei. Es gilt nicht mehr für eine Schande, wenn praktische Anwendungen der verschiedenen Fächer erwähnt oder gründlicher betrieben werden. Dies gilt für den Betrieb der Mathematik, in der Geodäsie und Mechanik sich Heimatrecht erworben haben; es gilt ganz besonders von Physik und Chemie. „Man kann sich nicht auf den Standpunkt früherer Zeiten stellen, die technischen Dinge als nicht zur Wissenschaft gehörig beiseite zu lassen," so äußert sich Poske zu der Frage, wie der naturwissenschaftliche Unterricht sich zu den Fortschritten der modernen Technik zu stellen habe;

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

es sollen wissenschaftliche Vorkenntnisse erzielt werden, aber auch über Technisches Auskunft gegeben werden. „Die Naturwissenschaft beherrscht die ganze moderne Kulturentwicklung. Soll man mit blinden Augen an den Schöpfungen der Industrie und Technik vorbeigehen? Ihre Kenntnis soll nicht Zweck des Unterrichts sein, sondern praktische Anwendung von Physik und Chemie; wir müssen das Interesse wachrufen für die naturwissenschaftlichen Prinzipien, die ihnen zu Grunde liegen" (Milau, Programm Kreuznach 1908). Geffers (Vorschläge f. d. Unterricht in d. Chemie auf d. Realgymnasium, Monatshefte 1910) will gerade die praktische Verwendung der Stoffe betont wissen, um der Meinung entgegenzutreten, die Schule hätte mit dem Leben nichts zu tun. Duisberg (Der chemische Unterricht an der Schule und der Hochschulunterricht für die Lehrer der Chemie) betont besonders die praktische Bedeutung des Chemieunterrichts und berührt die Folgen der Vernachlässigung desselben auf den Gymnasien: „Die höheren Verwaltungsbeamten treffen oft Entscheidungen, die den Grundsätzen der chemischen Erkenntnis Hohn sprechen, die Ärzte leiden empfindlich an der selbst in den sogenannten gebildeten Kreisen mehr und mehr um sich greifenden Unterstützung des Wunderglaubens und des Kurpfuschertums, die ausschließlich in Unkenntnis der einfachsten biologischen und chemischen Vorgänge des Lebens wurzelt, und die Chemiker finden nur selten bei Staats- und Kommunalbeamten die Anerkennung und soziale Würdigung, die sie bei ihrer Tätigkeit auf allen Gebieten des öffentlichen Lebens und der Technik verdienen." Nach dem Meraner Bericht der Unterrichtskommission deutscher Naturforscher und Ärzte (1905) liegt die eigentliche Technologie dem Unterricht fern. Die Schule darf aber nicht achtlos an der volkswirtschaftlichen Bedeutung vorübergehen, die in der großartigen Entwicklung unserer heimischen chemischen Industrie gegeben ist. Sie verlangt ein auf Anschauung begründetes Verständnis dieser Seite moderner Kulturentwicklung. Unter Verzicht auf weitere Zitate kann festgestellt werden, daß bei aller Anerkennung des Wertes des dem naturwissenschaftlichen Unterricht eigentümlichen Verfahrens — Erziehung zum Beobachten, Beurteilen und logischem Verknüpfen — doch auch der in ihm behandelte Stoff von größter Wichtigkeit ist. Es gehört eben zur allgemeinen Bildung eine Summe positiver naturwissenschaftlicher Kenntnisse, ohne die wir unsere heutige Kultur nicht verstehen können. Alles, was uns umgibt, lebende und tote Natur, alle Kunstprodukte gehören hinsichtlich ihres Stoffes in das Gebiet der Chemie. Ohne Kenntnis ihrer Grundgesetze und -erscheinungen ist uns der größte Teil der Umwelt unverständlich. Sehr deutlich kommt die Ansicht vom materiellen Werte des physikalisch-chemischen Unterrichts neben seinen sonstigen Bildungswerten zum Ausdruck in dem Erlaß des Preußischen Unterrichtsministers vom Februar 1911 über die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Arbeiten in den Reifeprüfungen. Nach diesem sind die Aufgaben des physikalisch-chemischen Unterrichts: Anleiten zum Beobachten und zur wahrheitsgetreuen Wiedergabe des Wahrgenommenen, Übermittelung einer Summe einzelner im Leben verwendbarer Kenntnisse, Einführung in den Zusammenhang der Naturerscheinungen und in das Werden und die Wege naturwissenschaftlicher Erkenntnis. Auf ein bestimmtes Maß beständig aufweisbarer Kenntnisse kann nicht verzichtet werden; auf die Auswahl des unentbehrlichen Gedächtnisstoffes ist größte Sorgfalt zu verwenden. — Diese Definition der Aufgaben des physikalisch-chemischen Unterrichts unterscheidet sich in ihrer schlichten Sachlichkeit erfreulich von den S. 10 zitierten Ausführungen; sie betont auch dessen Stellung für den Zusammenhang der Naturerscheinungen. Die hier indirekt ausgesprochene Ansicht, daß ein Zweig der Naturwissenschaften auch darin seinen Wert dokumentiere, daß er für einen anderen unentbehrlich sei, ist nicht unbestritten. Man vergleiche Wagner (Über den chemischen Unterricht an höheren Schulen 1904): Der Chemiker solle nicht der Handlanger der Biologie sein; die Biologie habe kein Heil von speziellen, besonders organisch-chemischen Kenntnissen. Treffend äußert sich hierzu Bastian Schmidt (Natur und Schule, 1904, S. 553): In der systematischen Chemie liegt der wissenschaftliche, wirtschaftliche und allgemein bildende Wert der Chemie; auch für die andern Wissenschaften bedürfen wir der Einzelkenntnisse. Ohne organische Chemie erhalten wir ein unvollständiges Bild, wir berauben uns der Möglichkeit, Zoologie, Botanik, physiologischen Unterricht von der interessantesten Seite zu beleuchten. Wenn wir auch in erster Linie an den der Chemie innewohnenden Wert denken, so dürfen wir doch ihren Nutzen für die Nachbargebiete nicht außer acht lassen. —

Kehren wir zum Chemiepraktikum zurück! Es ist zuzugeben, daß nur ein geringer Teil der in den letzten Jahren erschienenen Schriften und Leitfäden, die sich mit dem praktischen Chemieunterricht beschäftigen, der Analyse und dem präparativen Arbeiten eine bevorzugte Stellung anweist. Im allgemeinen ist das Bestreben bemerkbar, den Übungen das Gesamtgebiet der Chemie zu erschließen und sie in einen engeren Zusammenhang zum Unterricht zu bringen. Dies Bestreben findet nun ein Hemmnis in dem fakultativen Charakter des chemischen Praktikums, wie er durch die Lehrpläne festgelegt ist. Im Prinzip dürfen die Ergebnisse einer wahlfreien Beschäftigung auf den verbindlichen Unterricht in keiner Weise Einfluß ausüben. Die Bewertung eines Schülers darf nur nach den in letzterem festgestellten Leistungen erfolgen; auch darf nichts im eigentlichen Unterricht Bezug nehmen auf die Ergebnisse des Praktikums. Denn dadurch würden die an diesem nicht teilnehmenden Schüler den anderen gegenüber benachteiligt. Nun wird vielfach ein Zwang

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

zur Teilnahme am Praktikum ausgeübt allein schon durch die Aussicht, daß eventuell bei der Prüfungsarbeit ein Thema gestellt wird, bei dem die Praktikanten von ihrer Tätigkeit Nutzen ziehen könnten. Auch dieses Schreckmittel versagt, wenn die Schlußarbeit, wie es in Hamburg geschehen ist, aufgehoben wird. Solange ein Fach fakultativ ist, darf m. E. auch nicht der leiseste Zwang zur Teilnahme ausgeübt werden; ich kann es einem Schüler, dessen Interessen z. B. auf literarischem Gebiet liegen, nicht verdenken, wenn er die karg bemessene freie Zeit zu Studien auf diesem seinem Lieblingsgebiete verwendet. Er wird mit gutem Rechte dem chemischen Praktikum fernbleiben. Und ebenso wird man es Schülern, die auswärts wohnen, nicht verdenken, daß sie die Zeit, die sie nutzlos auf der Bahn vergeuden müssen, wenigstens durch Fernbleiben von fakultativen Fächern einzuholen suchen. Hat doch die Schule selbst anerkannt, daß es sich nicht um ein zur Bildung unerläßliches Fach, wie Sprachen, Geschichte, Mathematik usw., handelt, sondern um eine Weiterbildung über den Rahmen der Schule hinaus, an der naturgemäß nur solche sich beteiligen werden, die diesem Fache besonderes Interesse entgegenbringen. Von einer engen Verbindung von Unterricht und Praktikum kann also unmöglich die Rede sein, solange letzteres fakultativ ist, somit normalerweise nur von einem Teile der Schüler besucht wird.

Durch diese Stellung des Praktikums erklären sich auch die verschiedenen Vorschläge, die über seine Handhabung gemacht sind. Eine Verbindung wäre unter den zurzeit herrschenden Bestimmungen nicht in der Weise möglich, daß das Praktikum die Grundlage des Klassenunterrichts bildet, sondern nur so, daß die in letzterem erworbenen Kenntnisse im Praktikum ergänzt und vertieft werden. Der Kern der Unterweisung muß im Klassenunterricht liegen. Der Laboratoriumsunterricht müßte, auch wenn er nur diese Aufgabe der Ergänzung und Vertiefung erfüllen soll, gleichzeitig mit dem Klassenunterricht einsetzen und diesen während seiner ganzen Dauer begleiten. Tatsächlich aber stehen nur zwei Semester für ihn zur Verfügung. Es wird also das Praktikum, wenn es an den Anfang der Oberstufe gelegt wird, nur einen geringen Teil des Unterrichts ergänzen; liegt es aber mehr am Schluß, wird es um Jahre hinter dem Unterricht einherhinken. Wir haben in den letzten Jahren an der Oberrealschule St. Georg in Würdigung dieser Mißstände das Praktikum der Oberstufe (für die Mittelstufe wird ein solches Ostern 1912 eingerichtet) mehr in die Mitte gelegt: in das zweite Semester der Obersekunda und in das erste der Unterprima. So konnten wenigstens die Metalle in Verbindung mit dem Unterricht praktisch behandelt werden; für die Metalloide kommt trotzdem das Praktikum zu spät, für die organische Chemie zu früh.

Auch die Autoren, die prinzipiell für die engste Verbindung beider

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Zweige des Chemieunterrichts eintreten, selbst wenn nur ein Teil der Schüler davon Nutzen hat, haben notgedrungen sich an die Tatsache halten müssen, daß das Praktikum fakultativ ist. So äußert sich Löwenhardt (Noch ein Wort zu den Schülerübungen. Natur und Schule, 1906), daß eigentlich der Unterricht im Laboratorium beginnen müsse, daß das eigene Experimentieren, das eigenhändige Umgehen mit den Objekten unvergleichlich höher anzuschlagen sei, als die eleganteste Demonstration. Aber notgedrungen will er im Laboratorium das im Demonstrationsunterricht Vorgeführte nachprüfen und erweitern lassen. So enthält auch sein Osterprogramm 1907, Halle, „Übungen zur Repetition nach Reaktionsgruppen", andere „zur Ergänzung und Vertiefung". Und die „Anleitung der bayrischen Unterrichtsverwaltung für den Unterricht in der Chemie" zu den schon erwähnten Lehrplänen von 1907 weist den praktischen Übungen die Aufgabe zu, den bisher ausschließlichen Demonstrationsunterricht zu „unterstützen" und durch eigene Beobachtungen der Schüler zu „ergänzen". Auch die Pläne selbst reden von Übungen neben dem theoretischen und Demonstrationsunterricht im Anschluß an diesen.

Man muß zugestehen, daß der hier eingeschlagene Weg der einzig gangbare ist, Praktikum und Unterricht in eine einigermaßen enge Beziehung zu bringen, solange ersteres fakultativ ist. Daß dies noch der Fall ist, liegt wohl daran, daß die Erkenntnis vom Wert der eigenen Tätigkeit auf naturwissenschaftlichem Gebiete sich erst im letzten Jahrzehnt Bahn gebrochen hat. Der alte dogmatische Unterricht ist in allen naturwissenschaftlichen Fächern durch den Demonstrationsunterricht verdrängt worden, ein unleugbarer Fortschritt, dessen günstige Folgen sich in einem wachsenden Verständnis der Naturvorgänge und einem regen Interesse für die Naturwissenschaften überhaupt zeigt. Der Ruhm, daß diese Methode eine völlige Umwälzung des Unterrichts nach sich gezogen hat, wird ihr ungeschmälert bleiben. Und doch kann sie nur als ein Übergangsstadium angesehen werden. Der Fehler des Demonstrationsunterrichts ist, daß er scheinbar mühelos das Verständnis naturwissenschaftlicher Dinge vermittelt. Er liefert das Ergebnis in bequemer Weise dargeboten. Doch das ist eine Täuschung; die Sinne können nur durch eigene Tätigkeit ausgebildet werden. Man soll die Eigenschaften der Dinge, so sagt Hahn, nicht den Schülern darbieten, sondern sie anleiten, diese selbst herauszufinden, unklare und verworrene Sinneseindrücke durch klare und bestimmte Vorstellungen zu ersetzen. Eigenes Beobachten und Nachdenken, nicht der Wortstrom des Lehrers, soll den Schüler vorwärts treiben, daß er seine „Naturblindheit" verliert und seine Sinneswahrnehmungen richtig auszulegen lernt. Es ist, wie Wunder (1907, Unterrichtsergebnisse) sich treffend äußert, schon für einen Gereiften schwer, gehörte und gesehene

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Dinge auf ihre Ausführbarkeit zu prüfen. Man denke an die Ausfüllung eines Formulars irgendwelcher Art, bei dessen wirklicher Ausführung man erst Schwierigkeiten merkt, die man vorher sich nicht vorstellen kann. Gibt man keine Möglichkeit, das Gehörte durch eigene Arbeit zu prüfen, so leitet man zur Selbsttäuschung an, zu der irrigen Überzeugung, das Gehörte verstanden zu haben und ohne eigene Versuche verstehen zu können; so erzieht man zu einer komisch anmutenden Alleswisserei und Altklugheit, die lächerlich und unglücklich macht. — Man lernt die Eigenschaften eines Stoffes durch eigene Arbeit ganz anders kennen, als wenn man die Manipulationen beobachtet, die der Lehrer in 6 m Entfernung ausführt (Geffers, Monatshefte 1910). — Nur durch lange Übung am konkreten Objekt erwirbt man die Fähigkeit, die alltäglichen Erscheinungen zu erfassen und zu beurteilen, zu analysieren und zu kombinieren. — Eigene Versuche machen den Unterricht erst zu einem wirklich naturwissenschaftlichen. Alle Versuche des Lehrers, namentlich die mit Blitz und Knall, sind unterhaltende Zauberkunststückchen (Scheid, Monatshefte 1907). — Auch der erwähnte Erlaß des preußischen Unterrichtsministers vom Jahre 1911 verlangt, daß der Unterricht, statt auf theoretische Auseinandersetzungen Wert zu legen, mehr auf die Heranziehung und Behandlung wirklich selbst erarbeiteten Stoffes gerichtet sein solle. Er solle mehr die induktive Methode, die in Physik und Chemie vorbildlich zur Anwendung kommt, hervorkehren, als sich von der Überschätzung deduktiver Kenntnisse leiten lassen. In ähnlicher Weise äußern sich übereinstimmend viele Schriften der letzten Jahre. Alle drängen daraufhin, die eigene Arbeit des Schülers mehr für den Unterricht heranzuziehen.

Der Wert der eigenen Tätigkeit, ihre Unersetzlichkeit ist so allgemein anerkannt, daß uns die Ansicht, man könne lediglich aus dem Zusehen lernen, fast vorsintflutlich anmutet. So finde ich in einer erst wenige Jahre zurückliegenden Arbeit, in welcher der Verfasser die Heranziehung der Schüler zum Aufbau der Apparate für den Demonstrationsunterricht und zur Überwachung der Vorgänge empfiehlt, die Äußerung: Die Schüler lernten „teils durch Anschauung, teils durch eigene Tätigkeit“ die vorzunehmenden Operationen kennen!

Wenn die praktische Tätigkeit nach der allgemeinen Ansicht der Fachmänner für einen wirklich nutzbringenden Betrieb der Naturwissenschaften unersetzlich ist, so darf sie keine freiwillige, sie muß eine obligatorische sein. Es erscheint überhaupt unverständlich, daß ein Fach in zwei Teile, einen obligatorischen und einen fakultativen, zerrissen ist. Ein ganzes Fach kann fakultativ sein, wenn es, ohne einen ihm eigentümlichen und durch kein anderes zu übermittelnden Bildungsstoff zu bieten, für einen Teil praktische Bedeutung besitzt (Latein, Spanisch). Wollte man

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

in einem Sprachfache die Grammatik obligatorisch, Konversation und Lektüre fakultativ machen, so würde mit Recht diese Teilung als widersinnig erklärt werden. Das gleiche trifft für ein naturwissenschaftliches Fach zu, wenn man die Übungen, die organisch mit dem übrigen Unterricht zusammengehören und einen eigenartigen, auf andere Weise nicht zu ersetzenden Bildungswert haben, von diesem Unterricht abtrennt und fakultativ macht. Solange man durch diese Übungen nur eine Weiterbildung für solche Schüler bezweckte, die in dem Fache tiefere als zur allgemeinen Bildung nötige Kenntnisse erwerben wollten, hatte ihre Wahlfreiheit eine Berechtigung, obwohl ein Analogon für diese Weiterbildungsmöglichkeit in den sprachlich-historischen Fächern z. B. nicht vorliegt. Nachdem aber der grundlegende Wert eigener Arbeit für die Naturerkenntnis allgemein anerkannt ist, muß mit Nachdruck die Forderung erhoben werden, diese Übungen obligatorisch zu machen. Dazu kommt die Tatsache, daß praktische Betätigung in jedem Fache von den Schülern brennend ersehnt wird, daß sie chemische und physikalische Versuche mit primitivsten Mitteln im Hause anstellen. Sollte die Schule nicht die Pflicht haben, diesen Tätigkeitsdrang zu fördern, in die richtigen Bahnen zu lenken und vor dem Ausarten in eine unnütze oder gar gefährliche Spielerei zu bewahren? Es gibt wohl kein Gebiet, das von vornherein die Sympathien der Jugend in so hohem Maße besäße, wie die naturwissenschaftlichen Praktika, insbesondere das chemische. Wo aber ein so großes Interesse vorhanden ist, kann auch der Erfolg nicht ausbleiben. Und endlich ein Punkt, den alle, die über Schülerübungen geschrieben haben, besonders hervorheben: Der persönliche Verkehr zwischen Lehrer und Schüler, der natürlich im Praktikum mit seiner freieren Methode sich ganz anders gestaltet als im Klassenunterricht! So manches ungünstige Urteil, das lediglich auf dem letzteren fußte, wird wesentlich geändert, wenn man den Schüler im Praktikum ungezwungen beobachtet und näher kennen lernt. Es gibt keine bessere Gelegenheit, die intellektuellen Fähigkeiten gerecht zu beurteilen, als im Praktikum. Auch aus diesen Gründen wäre es ungerecht und pädagogisch ein großer Fehler, das Praktikum fakultativ zu gestalten und so den aus irgendwelchen Gründen (es braucht nicht Interesselosigkeit zu sein!) nicht Teilnehmenden die Möglichkeit einer günstigeren Beurteilung auf Grund ihrer praktischen Leistungen zu nehmen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf