OBERREALSCHULE IN ST. GEORG ZU HAMBURG

Über obligatorische Schülerübungen als Grundlage des Chemieunterrichts auf der Oberstufe der Realanstalten

VON

OBERLEHRER O. PRÖLSS

BEILAGE
zum Jahresbericht Ostern 1911 bis Ostern 1912

HAMBURG 1912
Gedruckt bei Lütcke & Wulff, Eines Hohen Senates wie auch des Johanneums Buchdruckern.

1912. Progr. Nr. 1062

9ha
38 (1912)

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Landes- u. Stadt-Bibl.

44. g. 304

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Die vorliegende Schrift ist hervorgegangen aus einem Versuche, der Ostern 1911 auf Grund meiner Vorschläge (in der Beilage zum Programm 1911) an der Oberrealschule in St. Georg (Hamburg) angestellt wurde. Die Erfahrungen, die ich in mehreren Kursen mit dem fakultativen Chemiepraktikum der Oberstufe gemacht hatte, zeigten mir, daß dessen Erfolg durchaus nicht im richtigen Verhältnis zur aufgewendeten Zeit und zu den durch seine Einrichtung und Durchführung bedingten Kosten stand; sie brachten mich zu der Überzeugung, daß ein Aufgeben dieser Übungen sich im eigentlichen Unterricht kaum bemerkbar machen würde. Angeregt durch die Schrift Dannemanns: „Der naturwissenschaftliche Unterricht auf praktisch-heuristischer Grundlage" (1907) trat ich dafür ein, die Übungen verbindlich und zur Grundlage des Chemieunterrichts zu machen. Die von mir vorgeschlagene Lösung der Frage, wie im Rahmen der zur Verfügung stehenden obligatorischen Stunden die Übungen zunächst auf der Obersekunda eingeführt werden könnten, fand die Billigung meines Direktors und der an der Änderung beteiligten Kollegen, so daß von Ostern 1911 ab mit Genehmigung der Oberschulbehörde nach diesen Vorschlägen unterrichtet wird. Durch Übernahme der ersten beiden Kurse (Ostern 1911 und Michaelis 1911) konnte ich bereits mancherlei Erfahrungen über die Einrichtung und Leitung des obligatorischen Praktikums machen; wenn sie auch zum großen Teile sich mit denen anderer Fachleute decken, so findet vielleicht doch derjenige, der selbst einen Versuch mit der „praktisch-heuristischen Methode" zu machen beabsichtigt, den einen oder anderen willkommenen Fingerzeig. Bei den wenigen Versuchen, die in Deutschland nach dieser Richtung hin bisher unternommen sind, wäre es im Interesse der Förderung des Chemieunterrichts mit Freuden zu begrüßen, wenn die hierbei gemachten Erfahrungen veröffentlicht würden. Ist auch die Ausbeute bei dem einzelnen Bericht nicht erheblich, die Gesamtheit wird doch schließlich so viel Material bieten, daß denen, die auf dem neuen Wege folgen wollen, die Arbeit erleichtert wird. Von diesem Standpunkte aus mögen die folgenden Erörterungen beurteilt werden. Von einer detaillierten Beschreibung des eingeschlagenen Lehrganges, der einzelnen Übungen und ihrer Verbindung mit dem Klassen-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

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

II. VORSCHLÄGE ÜBER DIE EINFÜHRUNG DES OBLIGATORISCHEN CHEMIEPRAKTIKUMS INNERHALB DER PLANMÄSSIGEN STUNDEN.

Zum Verständnis meiner Vorschläge über die Einreihung des Praktikums in den verbindlichen Unterricht möge die an unserer Anstalt eingeführte Verteilung der naturwissenschaftlichen Stunden auf der Oberstufe Platz finden.

Obersekunda.

I. Halbjahr....	3 Chemie	3 Physik 2 Phys. Prakt. (fak.)	1 Geographie
II. „	3 Chemie 2 Chem. Prakt. (fak.)	3 Physik	1 Geographie

Unterprima.

I. Halbjahr....	2 Chemie 2 Chem. Prakt. (fak.)	3 Physik	2 Geographie
II. „	2 Chemie	3 Physik	2 Biologie 2 Biol. Prakt. (fak.)

Oberprima.

I. Halbjahr....	2 Chemie	3 Physik 2 Phys. Prakt. (fak.)	2 Biologie
II. „	2 Chemie	3 Physik	2 Biologie 2 Biol. Prakt. (fak.)

Ferner sei erwähnt, daß der Unterricht ungeteilt stattfindet: im Winter von 8 bezw. 9—4, im Sommer von 7 bezw. 8—3. Bei anderer Stundenverteilung und geteilter Unterrichtszeit wären die im folgenden gemachten Vorschläge sinngemäß umzugestalten.

Die Erkenntnis, daß die praktischen Übungen auf jedem Gebiete der Naturwissenschaften, insbesondere dem der Chemie, nur dann eine volle Ausnutzung ihres Wertes gestatten, wenn sie obligatorisch gemacht werden, ist in den letzten Jahren allgemein geworden. Ebenso aber auch die, daß die Übungen nur dann ihren Zweck erfüllen, wenn sie in engsten Zusammenhang mit dem Unterricht gebracht werden. Die weitgehendste Forderung in dieser Beziehung ist die, daß überhaupt der ganze Unterricht aus praktischen Übungen bestehe. So erklärt Scheid (1908) es für das Ideal, daß der theoretische Unterricht gänzlich durch das Laboratorium verdrängt werde; und schon vorher hat Wunder (1906, S. 288) die Absicht geäußert, in den unteren Klassen einen Physik-Chemiekursus einzurichten, der nur aus praktischen

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schülerübungen bestehen und die Belehrung im Klassenzimmer ganz vermeiden sollte. Gerade auf der Unterstufe halte ich diese Form des Unterrichts wenigstens für die Chemie durchaus für angebracht; handelt es sich hier doch gerade um die Erarbeitung der Grundbegriffe unter äußerster Beschränkung des Stoffes. Nach der Ordnung, wie sie bei uns zurzeit besteht, wird in Obertertia und Untersekunda die Chemie gemeinsam mit der Biologie behandelt, und zwar in der Weise, daß in den biologischen Kurs in einzelnen größeren Abschnitten die Chemie eingeschoben wird. Hierin liegt die Nötigung, Chemie und Biologie auf dieser Stufe in eine Hand zu legen. Dies ist durchaus wünschenswert, setzt aber voraus, daß der Biologe auch Chemiker ist. Wie häufig aber liegt die Lehrbefähigung oder auch das Interesse des Lehrers nur auf einem dieser Gebiete? Ist der Lehrer nur Biologe, so kommt die Chemie zu kurz; im umgekehrten Falle die Biologie. Diesem Mißstande ist abzuhelfen in der Weise, daß von den je drei Stunden Biologie bezw. Chemie in den genannten beiden Klassen je zwei der Biologie, eine der Chemie ständig zugewiesen, demgemäß auch letztere in die Hand des Chemikers gelegt wird. Diese Einzelstunde soll nun, das ist mein Vorschlag, ausschließlich zu Übungen verwendet werden. Da aber bei dem starken Besuch der Mittelklassen wohl nie die ganze Schülerzahl gleichzeitig praktizieren kann, ist eine Zweiteilung nötig. Die Schwierigkeit liegt nun darin, diese geteilte Stunde unterzubringen. Eine m. E. durchaus brauchbare Lösung ist: Chemie- und Physikübungen gleichzeitig zu veranstalten mit je der Hälfte der Schüler. Es wären dann zwei Laboratoriumsstunden anzusetzen. In der ersten arbeitet Abteilung I physikalisch, Abteilung II chemisch; in der zweiten Stunde umgekehrt. So hat jeder Schüler pro Woche je eine Stunde physikalische und eine Stunde chemische Übungen. Daß in den 80 Übungsstunden in Obertertia und Untersekunda ohne besonders angesetzten Klassenunterricht sich ein für die Mittelstufe geeigneter Überblick über die Grunderscheinungen der Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Biologie sowie der praktischen Seite gewinnen läßt, möchte ich mit Entschiedenheit bejahen; desgleichen, daß der Erfolg ein besserer sein wird, als bei dem jetzt bei uns eingeschlagenen Verfahren. Gerade auf dieser Stufe, wo es sich um grundlegende Erscheinungen und ganz neue Begriffe handelt, wo theoretische Betrachtungen noch durchaus unangebracht sind, haben die Übungen die allergrößte Bedeutung. Das ist ja auch auf dem Gebiete der Physik allgemein anerkannt worden und hat seinen Ausdruck in der Einführung der physikalischen Schülerübungen auf der Unterstufe gefunden. So wie die Physiker diese Übungen wohl nicht mehr missen mögen, werden auch die chemischen Übungen der Unterstufe als notwendig erkannt werden. Nur kann die Physik auf Unterrichtsstunden, in denen die im Praktikum erar-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

beiteten Grundbegriffe weiter ausgebaut werden, wohl kaum verzichten; auch ist auf diesem Gebiete der Demonstrationsunterricht nicht zu entbehren. Die Schwierigkeit der Verbindung des physikalischen Praktikums mit dem chemischen liegt nur darin, daß die Stunden für ersteres nicht zum praktischen Arbeiten verwendet werden müssen, sondern nur nach Bedarf zu Übungen benutzt werden. Es ist damit dem Umstande Rechnung getragen, daß manche Gebiete der Physik sich für Übungen nicht eignen. Soll aber das chemische Praktikum gleichzeitig mit dem physikalischen abgehalten werden, so müssen die Stunden zu Übungen verwendet werden, da ja immer nur die Hälfte der Schüler anwesend ist, und es natürlich widersinnig wäre, Demonstrationsversuche, praktische Ergänzungen, Rechnungen jedesmal nur mit einer Hälfte anzustellen. Diese Schwierigkeit dürfte sich aber leicht beheben lassen; in dem Augenblick, wo das physikalische Praktikum abgehalten werden muß, werden sich auch Übungen finden lassen. Diese brauchen ja nicht durchaus quantitativer messender Natur zu sein. So hat z. B. Verfasser im Praktikum bei solchen versuchslosen Gebieten Zeichnungen von Dampfzylindern, Pumpen usw. auf Karton mit beweglichen, verstellbaren Schiebern, Kolben, Ventilen usw. anfertigen lassen, graphische Darstellungen konstruiert, Vermessungsübungen abgehalten. Das Interesse der Schüler war hierbei mindestens so groß wie bei den sonstigen Übungen und zeitigte eine größere Zahl im Hause aus Holz usw. mit größtem Verständnis angefertigter Modelle. Die Chemie aber wird nicht um Übungsstoff verlegen sein, zumal wenn der Unterricht ausschließlich im Laboratorium stattfindet. Daß dieser praktische Betrieb des Anfangsunterrichts in der Chemie bei den Schülern begeisterte Aufnahme finden wird, muß jeder erwarten, der weiß, wie gerade in diesem Alter chemische Versuche mit primitivsten Mitteln von den Schülern angestellt werden.

Es ist mir nicht bekannt, ob Versuche nach dieser Richtung hin tatsächlich angestellt sind; jedenfalls werde ich bei erster Gelegenheit einen solchen vornehmen. Dagegen liegen Berichte über Versuche, praktische Übungen neben dem Chemieunterricht auf der Unterstufe zu betreiben, mehrfach vor. So hält Dannemann seit vielen Jahren an der von ihm geleiteten Realschule zu Barmen praktisch-chemische Übungen ab, auf denen der Unterricht sich aufbaut (s. Dannemann, d. naturw. Unterr.), und ebenso berichtet Milau (im Programm Kreuznach 1908) über die von ihm eingeführten Übungen an der Realschule in Kreuznach.

Die oben vorgeschlagenen Chemieübungen ohne ergänzenden Demonstrations- und Klassenunterricht für die Unterstufe lassen sich auf die Oberstufe nicht übertragen. Hier werden mit Recht theoretische Betrachtungen, Zusammenfassungen, Ergänzungen und Technologisches einen so breiten Raum einnehmen, daß den praktischen Übungen nur ein Teil der Zeit zu-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gestanden werden kann. Demonstrationsversuche, die auf der Unterstufe nur in verschwindender Anzahl vorzukommen brauchen und deshalb ohne großen Zeitverlust den beiden Laboratoriumsabteilungen einzeln vorgeführt werden können, werden hier in erheblicher Zahl nicht zu umgehen sein. Weiter unten wird anzugeben sein, nach welchen Gesichtspunkten diese nicht in den Übungen angestellten Versuche auszuwählen sind. Auch die Forderung, das Wissen auf Selbsttätigkeit zu gründen, findet ihre praktischen Grenzen, und so werden wir die Demonstrationen ebensowenig entbehren können, wie gelegentliche Schilderungen von Versuchsanordnungen und -ausführungen. Das ist kein Rückfall in die mit Recht geschmähte „Schwamm-Kreide"physik bezw. -chemie. Wer wollte z. B. auf der Schule den Fizeauschen Versuch über die Lichtgeschwindigkeit wirklich ausführen? Und doch wäre es ein bedauerlicher Mangel, wollte man nicht das Prinzip der Messung durch eine Skizze und durch Berechnung nach wirklichen Versuchsdaten den Schülern verständlich machen. So werden wir auch in der Chemie, namentlich bei technologischen Prozessen, nicht auf Beschreibung von Vorgängen unter Heranziehung von schematischen Skizzen und Bildern verzichten können. Daß in dieser Hinsicht äußerste Beschränkung nötig ist, daß man das Prinzip wenigstens durch einen einfachen Versuch erklären soll, ist selbstverständlich, läßt sich aber nicht immer durchführen (z. B. die Entkohlung des Roheisens!). Und ebenso wird der größte Teil der quantitativen Angaben ohne Versuche dargeboten werden müssen. Wieviel Zeit auf den Klassenunterricht, wieviel auf Übungen verwendet werden soll, ist Erfahrungssache. Dannemann schlägt eine Verteilung der Stunden auf Klassenunterricht und Übungen im Verhältnis 2 : 1 vor. Ich habe den von mir geleiteten Übungen dieses Verhältnis zugrunde gelegt und, wie ich voraus bemerke, damit die besten Erfahrungen gemacht.

Unter der Voraussetzung, daß die Übungen obligatorisch seien und in engste Beziehung zum übrigen Unterricht gebracht werden sollen, muß eine grundlegende Klarstellung darüber erfolgen, ob die Übungen dem Unterricht folgen, sich auf ihm aufbauen oder umgekehrt die Übungen die Grundlage des Unterrichts bilden sollen. Es ist früher erwähnt, daß für ein fakultatives Praktikum die erste Art der Verbindung die einzig denkbare ist. Wollte man sie auf das obligatorische Praktikum übertragen, so würde man dem letzteren sein Todesurteil sprechen. Denn gerade die Einsicht, daß der Demonstrationsunterricht nicht imstande ist, die Grundlagen chemischer Erkenntnis und positives Wissen zu vermitteln, daß nur Selbsttätigkeit diese Aufgabe zu lösen vermag, hat zu der Forderung geführt, die Übungen verbindlich zu machen. Soll aber in diesen nur nachgeprüft und ergänzt werden, so müssen doch die Grundlagen hierfür schon im Unterricht tatsächlich erworben sein; und die Nachprüfung wäre

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

dann etwas höchst Überflüssiges, das zu betreiben nicht jeder gezwungen werden kann. Das obligatorische Praktikum hat nur dann seine Berechtigung, leistet nur dann das, was ihm nachgerühmt wird, wenn es dem Unterricht vorhergeht, dessen Grundlage und Voraussetzung bildet. Die theoretischen Erörterungen der Oberstufe, alles Zusammenfassen, Ergänzen und Erweitern muß auf der im Laboratorium erarbeiteten Erfahrungsgrundlage fußen. Das war der Grundgedanke bei der Einrichtung der obligatorischen Physikübungen der Unterstufe, das muß auch der Grundgedanke jedes obligatorischen chemischen Praktikums sein. Nicht, wie Krug es vorschlägt, im Unterricht alle Versuche vormachen, im Praktikum „nachmachen" lassen; nicht, wie Löwenhardt es will, wichtige Teile des Pensums experimentell wiederholen, gleichsam nachprüfen lassen. Es ist auch nicht, wie derselbe Autor (Monatshefte 1907, S. 478) sich äußert, vorteilhaft, daß die Versuche schon vom Lehrer ausgeführt sind. Wenn das Ergebnis der Übung bekannt ist, können wir auf eine selbsttätige Wiederholung verzichten; auch das Interesse der Schüler ist ein geringeres, wenn es sich um ein bloßes Nachprüfen handelt, wenn sie den Ausgang von vornherein kennen, und dieses psychologische Moment wird den Erfolg der Übungen wesentlich beeinträchtigen. Soll der Versuch eine „Frage an die Natur" sein, so dürfen wir nicht die Antwort schon im voraus geben. Ein obligatorischer Laboratoriumsunterricht muß „praktisch-heuristisch" sein. „Heuristisch verfahren wir nur dann, wenn die praktischen Übungen die Grundlage bilden, auf denen sich der Demonstrationsunterricht aufbaut. . . Daß manches, was dem Schüler in den Übungen zunächst als bloße Tatsache begegnet, erst im Unterricht zum vollen Verständnis gebracht werden kann, sollte nicht Bedenken erregen. Dafür ist eben die Tatsache neu und vom Schüler selbst gefunden. Und die durch diese Umstände hervorgerufene Wißbegierde ist als psychische Voraussetzung für den Demonstrationsunterricht von unschätzbarem Werte. Auch soll im Laboratorium ja durchaus nicht auf Belehrung und Verknüpfung der Tatsachen verzichtet werden. Es wäre das ein Mangel. Der Schüler soll beim praktischen Arbeiten sehr wohl wissen, zum wenigsten vermuten, weshalb er diesen oder jenen Versuch anstellt. Denn alles praktische Arbeiten in unseren Laboratorien hat nur dann Wert, wenn der Verstand, die Hand und die Sinne zu gleicher Zeit in Anspruch genommen werden" (Dannemann, d. naturw. Unterr., S. 148).

Erkennt man die Notwendigkeit der Verbindung von Übungen und Unterricht in dem erörterten Sinne der „praktisch-heuristischen Methode" an, so erhebt sich die Frage, wie diese Verbindung für die Oberstufe der Realanstalten praktisch zu gestalten sei. Die einfachste Lösung wäre natürlich die, daß man die bisher zur Verfügung

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

stehenden Stunden des fakultativen Praktikums, das sind 40 × 2, obligatorisch machte und statt auf 2 Semester mit einer Doppelstunde wöchentlich auf 4 Semester mit je einer Doppelstunde vierzehntägig verteilte. Legt man die Stoffverteilung zugrunde: Anorganische Chemie die ersten 3 Semester, Mineralogie usw. im vierten, organische Chemie im fünften und sechsten Semester, so würde das Laboratorium in die Semester 1 bis 3 und in das fünfte zu legen sein. Das vierte würde m. E. am leichtesten Übungen entbehren können, während das sechste wegen der schriftlichen Abiturientenarbeiten, der meist frühzeitigen Entlassung sowie wegen der notwendigen Repetitionen nicht in Betracht kommt. Zu einem derartigen folgenschweren Entschluß, bisher fakultative Stunden ohne eine Entlastung an anderer Stelle obligatorisch zu machen, und damit die Stundenzahl zu erhöhen, wird sich keine Schulverwaltung verstehen. Denn mit dem gleichen Rechte könnten auch die übrigen fakultativen Fächer eine derartige Umwandlung in obligatorische verlangen, und damit würde die jetzt schon vorhandene Überlastung der Schüler noch verschärft werden. Wohl würden genügend Stunden der Chemie zur Verfügung gestellt werden können bei einer Gabelung der Oberstufe in eine mathematisch-naturwissenschaftliche und in eine sprachlich-historische Richtung. Bei dem am Realgymnasium zu Elberfeld nach dieser Richtung hin angestellten Versuch ist die Stundenzahl für Chemie nicht erhöht und das Praktikum meines Wissens fakultativ geblieben. Eine allgemeine Einführung dieser Gabelung ist kaum zu erwarten, zumal die Erfahrungen von Elberfeld nicht den Erwartungen entsprechen sollen.

Ist so eine Erhöhung der Stundenzahl ausgeschlossen, so muß die neue Methode im Rahmen der verbindlichen Stunden eingeführt werden. Wie das geschehen kann, soll sogleich erörtert werden. Vorher nur die Antwort auf die Frage: Was wird aus dem der Chemie zustehenden fakultativen Praktikum? Ich beantworte diese mit aller Entschiedenheit dahin, daß es einfach vom Stundenplan verschwinden solle. Als fakultativ ist es überflüssig, da es doch nur eine über das Gebiet der Schule hinausgehende Weiterbildung bezwecken kann, die zum Fachstudium, nicht zur allgemeinen Bildung gehört. Die Vereinfachung des Stundenplans, der Gewinn an Zeit für die Schüler sind höher anzuschlagen, als die Erfolge des fakultativen Praktikums.

Bei kleinen Klassen macht die Einführung des obligatorischen Praktikums keinerlei Schwierigkeiten: unter der Voraussetzung, daß der Übungsraum nicht besetzt ist, werden Übungen statt des Demonstrationsunterrichts abgehalten, wann der zu behandelnde Abschnitt es erfordert. In dieser Weise dürfte wohl die praktisch-heuristische Unterrichtsweise schon vielfach angewendet werden (Wunder, Monatshefte 1907, und Heineck, Monatshefte 1910). Diese Versuche können aber nicht für normale Ver-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

hältnisse maßgebend sein, da es sich auf der Oberstufe gerade der Realanstalten mit seltenen Ausnahmen um eine Schülerzahl handelt, die unmöglich ohne Teilung im Laboratorium unterrichtet werden kann. Die Angaben aller, die über Schülerübungen berichten, stimmen darin überein, daß eine Zahl von über **16** eine Teilung notwendig macht. Auch nach meinen Erfahrungen stellen 16 Praktikanten schon sehr hohe Ansprüche an den Leiter und zwingen bereits zur Gruppenbildung bei solchen Versuchen, die sich mit 10—12 einzeln anstellen lassen. Aber abgesehen von dieser in der großen Schülerzahl bedingten Unmöglichkeit, ohne weiteres nach Bedarf praktischen oder theoretischen Unterricht zu erteilen, halte ich diese Freiheit für nicht im Interesse des Unterrichts, wiewohl Hahn „diese innige und doch freie Verbindung von Klassen- und Laboratoriumsunterricht für die beste Betriebsart" erklärt, die er bis jetzt erprobt hätte. Bestimmt festgelegte Übungsstunden sind auf chemischem Gebiete vorzuziehen, weil durch sie die Gefahr eines Zurückfallens in vorherrschenden Demonstrationsunterricht gemindert wird. Ist der Lehrer verpflichtet, die bestimmte Stunde als Übungsstunde abzuhalten, so wird er von selbst seinen Unterricht von allen Versuchen entlasten, die sich im kleinen anstellen lassen. Daß die Übungsstunden aber dem Unterricht Zwang antun, Zusammengehöriges auseinanderreißen oder ein längeres Verweilen an wichtigen Punkten erschweren, ist bei richtiger Einteilung nicht zu befürchten.

Verlangt die Schülerzahl eine Teilung, was der normale Fall ist, so ist man von vornherein gezwungen, bestimmte Stunden für die Übungen festzusetzen. Hierbei liegen zwei Möglichkeiten vor: die eine ist die, daß die Übungen, wie Bohnert es im physikalischen Praktikum der Unterstufe tut, in die Eckstunden gelegt werden. Diese Lösung verbietet sich schon aus dem Grunde, weil im Gegensatz zur Unterstufe auf der Oberstufe diese Stunden meist durch fakultative Fächer in Beschlag gelegt sind, hier in Hamburg z. B. durch: Spanisch, Latein, darstellende Geometrie, naturwissenschaftliche Praktika, Zeichnen. Eine zweite Lösung habe ich im Programm der Oberrealschule in St. Georg, Ostern 1911, vorgeschlagen: gemeinschaftlicher Betrieb zweier Praktika mit jedesmal der Hälfte der Schüler. Für die Oberstufe würde sich diese Einrichtung zunächst für die Obersekunda wie folgt ermöglichen lassen: unter der Voraussetzung, daß die Chemie auf das fakultative Praktikum verzichtet, und den dritten Teil der ihr zustehenden Stunden für ein obligatorisches Praktikum benutzt, müßte von den 3 Wochenstunden eine als „Laboratoriumsstunde" verwendet werden, in der gleichzeitig chemische und physikalische Übungen abgehalten werden. Da nun eine Stunde erfahrungsgemäß für Praktika wenigstens auf der Oberstufe unvorteilhaft ist, weil durch den Aufbau und Abbau bei einer Stunde dieselben Verluste an wirklicher Arbeitszeit bedingt sind, wie

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bei zwei Stunden, so empfiehlt es sich, das Praktikum alle 14 Tage zweistündig abzuhalten. Es wird also z. B. Abteilung I in der ersten Woche physikalisch, Abteilung II in der gleichen Doppelstunde chemisch arbeiten; in der zweiten Woche Abteilung I chemisch, Abteilung II physikalisch. Da alle Schüler hierbei gleichzeitig beschäftigt werden, können die Übungsstunden mitten zwischen andern Fächern liegen, sind nicht auf die Eckstunden beschränkt. Hierin liegt aber ein ungeheurer Gewinn für die Aufstellung eines vernünftigen Stundenplanes, der Lehrern und Schülern gleichmäßig zugute kommt. Es läßt sich doch nicht leugnen, daß ein Schüler auf der Oberstufe der Realanstalten, wenn er einige fakultative Fächer mitnimmt, überlastet ist. Daß junge Leute in den Jahren größter körperlicher Entwicklung an mehreren Tagen 7 Stunden Unterricht haben, ist geradezu Unfug. Dabei hält jeder Lehrer sein Fach für das wichtigste oder für ebenso wichtig wie jedes andere, und stellt demgemäß auch seine Anforderungen. Es wird dabei kein Unterschied gemacht, ob die Schüler noch frisch zur Arbeit sind, oder ob in den späteren Stunden eine allgemeine Erschlaffung eingetreten ist; der Lehrer selbst ist ja niemals 6 oder 7 Stunden hintereinander im Unterricht, er kann also mit seinen frischen Kräften die höchsten Anforderungen stellen. Wer — wie die Naturwissenschaftler — häufig die letzten Stunden zu erteilen hat, der weiß von der Erschöpfung der Schüler zu reden, die ein energisches Arbeiten oft unmöglich macht. Unter diesem Zustande haben namentlich die am Ende liegenden Praktika zu leiden. Dazu kommen die erheblichen Ausfälle durch Hitzferien und Konferenzen. — Und was bleibt nach den überspannten Anforderungen an Zeit und Geisteskraft für zusammenhängende größere Arbeiten, wie das Deutsche, die Sprachen, die Mathematik sie erfordern, was endlich für die Erholung? Jeder, der es ernst meint mit der Jugend unserer höheren Schulen, muß zugeben, daß solche Zustände auf die Dauer unhaltbar sind, daß sie der heranwachsenden Generation die schwersten Nachteile bringen müssen. Ein Wandel in dieser offenbaren Überbürdung kann nur eintreten durch Einschränkung der großen Zahl von fakultativen Fächern, die den regulären Unterricht heute zu ersticken drohen. Ein Weg dazu ist die von mir vorgeschlagene Einrichtung der Laboratoriumsstunden. Meiner Anregung folgend, wurden solche Ostern vorigen Jahres bei uns versuchsweise eingerichtet, und es scheint, daß sie zu einer ständigen Einrichtung werden. Wie sehr durch sie der Stundenplan günstig beeinflußt worden ist, kann man aus der folgenden Zusammenstellung ersehen: es war die Unterrichtszeit für die Obersekunda (im Winter):

	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Sonnabend
früher	8—3	9—4	9—4	8—2	9—4	9—4
jetzt.....	9—2	9—2	8—2	9—3	9—4	8—3

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Wenn auch nicht alle Schüler gleichzeitig die ganze Zeit Unterricht haben, da die zu Anfang und Ende liegenden Stunden den fakultativen Fächern vorbehalten sind, so war doch die Klasse als Ganzes früher nur einmal um 2 Uhr (nach 5 bezw. 6 Stunden) fertig, nach der Neuordnung dreimal; und während früher die Stunden nach 2 Uhr durch Geschichte, darstellende Geometrie, physikalisches Praktikum, Zeichnen und Turnen besetzt waren, finden sich auf dem neuen Plan an den drei Tagen mit spätem Unterricht: zweimal Turnen, einmal Zeichnen. Ermöglicht wurde diese günstige Gestaltung dadurch, daß die physikalischen und chemischen Übungen, sowie die darstellende Geometrie verbindlich gemacht und in die Hauptunterrichtszeit verlegt wurden. Dabei war auf das fakultative Praktikum der Chemie im 2., der Physik im 1. Halbjahr verzichtet und die früher bestehende Wahlfreiheit zwischen Zeichnen und darstellender Geometrie zugunsten der letzteren aufgehoben. Da infolge der nunmehr obligatorisch gewordenen zwei Stunden darstellender Geometrie die Zahl der mathematischen Stunden reichlich hoch erschien, wurde eine Mathematikstunde gestrichen. Die Stundenzahl für Mathematik und Naturwissenschaften ist von 12 obligatorischen und 4 fakultativen auf 11 obligatorische und 2 fakultative herabgesetzt worden. Daneben ist auch für die Lehrer der naturwissenschaftlichen Fächer eine günstigere Diensteinteilung ermöglicht. Bisher hatten diese wegen der am Schulschluß liegenden fakultativen Übungen die späten Stunden; ein Lehrer z. B., der zwei Praktika hatte, mußte bei der immer nötigen Zweiteilung viermal pro Woche die Stunden von 1—3 im Sommer, 2—4 im Winter übernehmen. Daß er entsprechend später seinen Dienst begann, kann nicht als Entschädigung gelten, da die Zeit vor dem Dienstanfang erfahrungsgemäß sich schlecht ausnutzen läßt. Offenbar sind die Vertreter der anderen Gebiete mit frühem Dienstanfang und -schluß wesentlich im Vorteil. Für die Schüler bedeutet natürlich der Fortfall der späten Stunden eine große Erleichterung, die durch gesteigerte Frische und Arbeitsfreude sich auf allen anderen Gebieten günstig bemerkbar machen muß. Der Vorteil ist bei Einreihung der Laboratoriumsstunden in die obligatorische Schulzeit ein viel größerer, als wenn z. B. das 14tägige Praktikum in altgewohnter Weise hinten angehängt wird, so daß abwechselnd die eine oder die andere Abteilung an dem für die Übungen festgesetzten Wochentage früher schließt. Denn es ist klar, daß die Klasse als Ganzes zu einer größeren häuslichen Arbeit nur dann herangezogen werden kann, wenn alle Schüler gleichzeitig früh aus der Schule kommen. Hat aber die eine Hälfte zwei Stunden länger Unterricht als die andere, so sind diese zwei Stunden für die ganze Klasse als verloren zu betrachten. Wie bei dem bisher üblichen Betrieb, bei dem in einzelnen Oberklassen an keinem Tage für alle Schüler zu vernünftiger Zeit Schluß war, noch Zeit für Turnspiele und Rudern ermög-

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

licht werden soll, ist nicht zu ersehen. Und doch müssen wir diesen auf die Kräftigung unserer Jugend gerichteten Bestrebungen vom hygienischen und vom nationalen Standpunkte aus jede Förderung angedeihen lassen. — Wenn übrigens auch die durch die Entlastung gewonnene Frische jedem Fache zugute kommt, so sei doch hier betont, daß den Hauptvorteil von ihr die Sprachen haben, die auf Heranziehung häuslicher Arbeit am meisten angewiesen sind. Die Vertreter dieser Fächer sollten daher die auf Verminderung der Überbürdung gerichteten Bestrebungen tatkräftig fördern, und zur Erreichung dieses ihnen doch besonders zugute kommenden Zieles schließlich auch einmal zu Konzessionen bereit sein. In welcher Weise, wird unten näher darzulegen sein.

Kehren wir nun zu dem 14tägigen Praktikum der Obersekunda zurück. Die von mir geschilderte Einrichtung besteht bei uns für eine Klasse seit einem vollen Jahre, für eine zweite seit einem halben Jahr. Die Erfahrungen der beteiligten Fachlehrer damit sind durchaus günstige gewesen, so daß auch die neueintretende Obersekunda nach diesem Plane arbeiten soll. Für die Chemie speziell hat die Einrichtung niemals zu Unannehmlichkeiten geführt. Die von Dannemann vorgeschlagene Teilung der Zeit zwischen Praktikum und ergänzendem Unterricht im Verhältnis 1 : 2 scheint somit die richtige zu sein. Die gründliche Besprechung des Praktikums, die notwendigen Ergänzungen, nahmen im allgemeinen die zwischen zwei Praktika zur Verfügung stehende Zeit in Anspruch. Ein geringes Voreilen des Praktikums ist kein Nachteil (wenn auch dies nur selten eintrat); sollte bei manchen Abschnitten die eine oder andere der vier Stunden nicht im Anschluß an das Praktikum nötig sein, so bietet sie willkommene Gelegenheit zu Wiederholungen, Zusammenfassungen und solchen theoretischen Erörterungen, die nicht an einen bestimmten Platz im Unterrichtsgang gebunden sind. Ich habe niemals dem Stoffe Zwang antun müssen, um die beiden Teile des Unterrichts zusammenzuhalten. Der Einwand, durch die zwischen den Arbeiten der beiden Abteilungen liegende lange Zeit würde das Praktikum „verschleppt“, ist gegenstandslos. Denn es ist im Prinzip ganz gleichgültig, ob die eine Abteilung am Dienstagmorgen, die andere am Mittag desselben Tages oder ob die letztere eine Woche später arbeitet: das Praktikum ist für den Lehrer erst vorhanden, erst dann baut er auf dessen Ergebnissen auf, wenn es von beiden Abteilungen erledigt ist. Die Anleitung der bayrischen Unterrichtsverwaltung für den Unterricht in der Chemie (1907) erwähnt die gleichzeitige Abhaltung physikalischer und chemischer Übungen, aber trotz Anerkennung der für den Stundenplan sich ergebenden Vorteile empfiehlt sie dieselbe nicht, da sie hinderlich sei, wenn einer der an der Kombination beteiligten Lehrer eine Übungsstunde durch Demonstrationsunterricht ersetzen wolle. Es ist

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

bereits S. 25 der Standpunkt des Verfassers zu diesen „freien“ Übungen gekennzeichnet. Wenn statt einer Teilung empfohlen wird, die ganze Klasse unter Zuhilfenahme eines „Assistenten“ gleichzeitig im Laboratorium arbeiten zu lassen, so ist damit die Frage noch nicht gelöst, woher den Assistenten nehmen. Selbst an Schulen, mit denen ein Seminar verbunden ist, wird nicht immer gerade ein Chemiekandidat zur Verfügung stehen, und wie soll es erst an den übrigen Anstalten werden? Zudem müßte das Laboratorium dann auf mehr als 30 Plätze ausgebaut werden, was einen wesentlich größeren Raum und entsprechende Mehrkosten bei der Einrichtung bedingt.

Eine Modifikation der Lösung der Zeitfrage sei hier noch erwähnt, wie sie Dannemann (D. nat. Unterr., S. 129) gibt. Er will unter der Voraussetzung, daß Chemie und Physik in einer Hand liegen (was unzweckmäßig ist!), nicht beide Fächer neben-, sondern nacheinander betreiben: im Jahreskursus also ein Halbjahr nur Physik, das zweite nur Chemie. Von den so z. B. der Chemie (ein Halbjahr lang) zur Verfügung stehenden sechs Wochenstunden sollen zwei aufeinanderfolgende für das obligatorische Praktikum verwendet werden, natürlich im allgemeinen unter Zweiteilung, so daß für den Lehrer acht, für die Schüler sechs Wochenstunden anzusetzen wären. Dannemann hat auf der Unterstufe diese Einrichtung seit Jahren getroffen. Es sei zugegeben, daß während dieser Zeit das gerade behandelte Fach sehr intensiv betrieben werden kann; diesem Vorteil (wenn es überhaupt ein solcher ist!) steht der unleugbare Nachteil gegenüber, daß das andere Fach für ein Halbjahr vollständig vom Stundenplan verschwindet. Daß es eine zu große Belastung oder eine Zersplitterung sei, gleichzeitig mehrere naturwissenschaftliche Fächer zu betreiben, kann nicht zugegeben werden; im Gegenteil hält meiner Meinung nach die Abwechselung das Interesse für mehrere Fächer gleich rege, während ein einseitiger übermäßiger Betrieb des einen nur Übersättigung erzeugen kann. Von Zersplitterung könnte nur dann geredet werden, wenn mehrere Fächer mit ganz geringer Stundenzahl nebeneinander betrieben würden.

Liegen für die Einführung der obligatorischen Chemieübungen in der Obersekunda bereits unsere Erfahrungen vor, so stehen wir hinsichtlich seiner Unterbringung in der Unterprima vorläufig noch vor einer ungeklärten Situation. Wie erinnerlich, hatte ich S. 24 für das erste Halbjahr dieser Klasse ein 14tägig zweistündiges Praktikum für notwendig erklärt, während ich im zweiten Halbjahr auf praktische Übungen verzichten zu können glaubte. Hier tritt zunächst die Schwierigkeit auf, aus der obligatorischen Stundenzahl das Praktikum zu decken, ohne sie zu sehr zu schwächen. Soll das Praktikum eine Fortsetzung des Obersekundapraktikums sein — und das muß es, es sind in ihm die im 2. Halbjahr der Obersekunda begonnenen und halb erledigten Metalle zu Ende zu führen —,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

so müssen wieder auf jedes Praktikum von zwei Stunden vier Unterrichtsstunden (innerhalb 14 Tagen) folgen, d. h. pro Woche wie in der vorhergehenden Klasse drei Chemiestunden zur Verfügung stehen. Leider sind der Chemie in den letzten beiden Jahren nur zwei Wochenstunden zuerkannt. Es liegt nahe, die im ersten Halbjahr der Unterprima und im gleichen Semester der Oberprima fehlende Stunde (nur in diesen beiden Halbjahren sollte ja das obligatorische Praktikum nach meinem Vorschlage betrieben werden) dadurch zu schaffen, daß die sprachlichen Fächer zusammen auf eine Jahresstunde verzichten. Mit Rücksicht darauf, daß in der Obersekunda die mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer aus eigener Kraft unter Opferung ihnen zustehender Stunden eine wesentliche Entlastung geschaffen haben, ferner darauf, daß diese Entlastung indirekt in der Hauptsache doch den sprachlichen Fächern zugute kommt, sollte man erwarten, daß die Sprachen das Opfer einer Jahresstunde auf sich nehmen würden. Leider zeigen die bisher gemachten Erfahrungen bezüglich der Opferwilligkeit der Philologen, daß ein freiwilliges Eingehen auf diese Vorschläge nicht zu erwarten ist. Wenn dem tatsächlich so ist, so müssen wir mit aller Entschiedenheit fordern, daß durch die Unterrichtsverwaltungen auch gegen den Protest der Philologen eine Änderung in der Stundenverteilung in dem erwähnten Sinne erfolgt, durch die eine weitgehende Entlastung der Oberklassen herbeigeführt werden würde.

Leider können wir zurzeit nicht mit dieser von den Sprachen abzugebenden Stunde rechnen. Es sei daher hier ein zweiter Weg angegeben, der mit der augenblicklich der Chemie zustehenden Stundenzahl in der Unterprima die Einführung des obligatorischen Praktikums ermöglicht. Da im zweiten Halbjahr nur die Mineralogie und Petrographie zu unterrichten ist, diese aber durch die Einführung besonderer Geographie-Geologiestunden stark entlastet ist, so kann man zur Not im zweiten Halbjahr mit einer Stunde auskommen. Die pädagogischen Bedenken gegen eine Einzelstunde können hier nicht geltend gemacht werden, weil die Klasse schon $1^1/_2$ Jahre lang in der Hand des betreffenden Lehrers und ihm durch die vorhergehenden obligatorischen Übungen besonders gut bekannt ist. Die frei werdende Stunde werde zu den zwei Chemiestunden des ersten Halbjahres geschlagen; von den in diesem nun verfügbaren drei Stunden werden wieder zwei für den Unterricht, eine für das obligatorische Praktikum, benutzt; (natürlich wieder wie in der Obersekunda für ein 14tägig zweistündiges Praktikum.) Um nicht im ersten Halbjahr die zulässige Stundenzahl zu überschreiten, müßte eine bisher im ersten Halbjahr angesetzte Stunde in das zweite verlegt werden. Dafür käme z. B. eine der beiden Geographiestunden in Betracht, so daß statt zweier Stunden im ersten Halbjahr die Geographie je eine Stunde in beiden Halbjahren erhielte. Auch hier halte ich die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Einzelstunde für unbedenklich, da sie von einem auch sonst in der Klasse beschäftigten Lehrer erteilt wird.

Bei diesem Tausch würde sich freilich eine Frage nicht befriedigend regeln lassen, die ich für sehr wesentlich erachte, nämlich die, ob das chemische Praktikum mit einem anderen sich zu gemeinsamem Betrieb in besonderen Laboratoriumsstunden vereinigen läßt. Die Erörterungen von Seite 26 lassen dies als das Vorteilhafteste für die Aufstellung des Stundenplanes wie auch für Schüler und Lehrer erscheinen. Nun dürfte die Kombination von physikalischem und chemischem Praktikum wie auf der Obersekunda deshalb nicht angebracht sein, weil die Physik kaum wieder auf eine Unterrichtsstunde zugunsten der Übungen wird verzichten können, nachdem sie schon ein Jahr lang dies getan hat. Es bliebe also nur eine Verbindung des chemischen mit dem biologischen Praktikum. Um diese zu ermöglichen, müßte nicht eine Geographiestunde aus dem ersten ins zweite Halbjahr verlegt werden, sondern alle beide, und dafür die eine der beiden Biologiestunden aus dem zweiten ins erste Halbjahr. Diese so ins erste Halbjahr gerückte einzelne Biologiestunde wäre dann zu einem 14tägig zweistündigen obligatorischen Praktikum zu verwenden, das mit dem Chemiepraktikum gemeinsam abgehalten würde. Die Verteilung der naturwissenschaftlichen Stunden auf der Unterprima würde sich dann, wie folgt, gestalten:

1. Halbjahr	3 Physik	2 Chemie 1 oblig. Praktik.	Biologie 1 oblig. Praktik.	—
2. „	3 Physik	1 Chemie	1 Biologie 2 fak. Prakt.	2 Geographie

Ob in der Biologie wenigstens für das erste Halbjahr der Oberstufe ein Unterricht lediglich in Form von Übungen abgehalten werden kann (wie ich es für die Unterstufe der Chemie für durchaus möglich halte), das zu beurteilen ist Sache der Biologen. An unserer Schule waren deren Meinungen über diesen Punkt geteilt.

Ein anderer Grund gegen diese Kombination ist der, daß unter Berücksichtigung der auf der Obersekunda getroffenen Einrichtung die drei Fächer Physik, Chemie und Biologie in drei verschiedene Hände gelegt werden müßten. Das wird sich freilich auf die Dauer nicht durchführen lassen, widerspricht auch der modernen Forderung, die beiden letztgenannten Fächer in möglichst nahe Beziehung zu bringen. Hauptsächlich aus diesem Grunde ist bei uns von der in Frage stehenden Kombination abgesehen worden. Es bleibt dann nur noch der Ausweg, das Chemiepraktikum an das Ende zu legen und die beiden Abteilungen abwechselnd arbeiten zu lassen. Ist diese letztere Lösung auch nicht ideal, so gewährt sie doch die Möglichkeit, die in der vorigen Klasse auf der Grundlage praktischer Arbeit begonnene Behandlung der anorganischen Chemie in demselben Sinne weiterzuführen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Und das ist für uns das Wesentliche, die Vorteile für den Stundenplan, die Entlastung von Schüler und Lehrer sind Nebenerfolge.

In der Oberprima würde man sich, wenn nicht das ersehnte Geschenk in Gestalt einer von den Sprachen abgegebenen Stunde eintrifft, mit einer Unterrichtsstunde neben einem 14tägig zweistündigen Praktikum begnügen müssen. Daß auf dieser Grundlage sich ein Unterricht der organischen Chemie aufbauen kann, glaube ich auf Grund meiner Erfahrung mit einer kleinen Klasse, die ich durchschnittlich jede zweite Stunde (ungeteilt) im Praktikum unterrichtete, behaupten zu können. (Wunder, Nat. u. Sch. 1906, S. 288, will überhaupt die Hälfte des naturwissenschaftlichen Unterrichts im Praktikum zubringen!) Dabei muß natürlich zugegeben werden — das gilt auch für die übrigen Klassen —, daß der Stoff einer wesentlichen Durchsicht und Kürzung unterworfen werden muß. Auf keinem Gebiete wohl kann man sich so ins Kleine, Unwesentliche, in nichtige Einzelheiten verlieren, wie auf dem der Chemie. Wenn wir dieser Gefahr, zur beschreibenden Naturwissenschaft herabzusinken, durch scharfe Sichtung des Stoffes vorbeugen und dafür mehr das Wesentliche, Allgemeine betonen, für die Breite die Tiefe des Wissens eintauschen, so ist dies nur ein Gewinn für die Chemie. Es ist klar, daß der geübte Lehrer im Demonstrationsunterricht bei guter Vorbereitung eine weitaus größere Zahl von Versuchen machen kann, als ungeübte Schüler im Laboratorium. Aber der Wert der letzteren ist, wie oben ausführlich besprochen, ungleich höher zu veranschlagen; jeder Versuch ist ein Erlebnis des Schülers und ist in seiner primitivsten Ausführung unendlich viel höher anzuschlagen, als die eleganteste Demonstration des Lehrers. Auf diesem Grunde selbsterlebter Tatsachen, erarbeiteter Begriffe läßt sich anders bauen, als auf dem der Demonstration. So darf man trotz der Beschränkung der Zeit durch das obligatorische Praktikum, trotz der durchaus notwendigen Reduktion des Stoffes doch zuversichtlich erwarten, daß die Chemie aus der Einführung des obligatorischen Praktikums nur Gewinn davontragen wird. Daß eine strenge Auswahl zu erfolgen habe, daß vom Wichtigsten nur das Allerwichtigste zu behandeln ist, betonen auch Geffers (Monatshefte, 1910), Scheid (Monatshefte, 1909) und Milau (Programm 1908). Im übrigen ist der Mehraufwand an Zeit nicht so bedeutend, wie er auf den ersten Blick erscheint; denn das Praktikum soll ja den Unterricht entlasten, und viele Versuche, die in letzterem mit großem Zeitaufwand, weil mit großem Aufbau, ausgeführt werden, lassen sich im Praktikum mit einfachsten Mitteln im kleinen schnell ausführen.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

III. STOFFAUSWAHL UND ORGANISATION DES OBLIGATORISCHEN CHEMIEPRAKTIKUMS.

Es möge hier zunächst die Frage gestreift werden, inwieweit das obligatorische Praktikum, insbesondere das chemische, berufen ist, uns der „Arbeitsschule“ näher zu bringen. Mit Recht wird es als ein unhaltbarer Zustand bezeichnet, daß Jungen zwölf und mehr Jahre lang zum Stillesitzen verdammt seien und sich gewissermaßen des Gebrauchs der Hände entwöhnten. Bietet eine zweckvolle Ausbildung in der exakten Betätigung der Hände überhaupt Erziehungs- und Bildungsmomente, und das dürfte nicht bestritten werden, so liegt der Schule als Vermittlerin der allgemeinen Bildung und als Hauptträgerin der Erziehung (neben dem Hause) die Aufgabe ob, auch diese Seite zu pflegen. Daß die Tätigkeit in den naturwissenschaftlichen Praktika, wo die manuelle Geschicklichkeit eine bedeutende Rolle spielt, nach dieser Richtung hinarbeitet, ist sicher. In keinem anderen Fache (vielleicht vom Zeichnen und Turnen abgesehen) kommt es auf Geschicklichkeit der Hände an, und da hier jede Ungeschicklichkeit sich rächt, in schlechten oder falschen Ergebnissen sich äußert, oder wie in der Chemie in Gestalt zertrümmerter Glassachen usw. greifbar in die Erscheinung tritt, so läßt sich in jedem Praktikum eine baldige Milderung der ursprünglichen Ungeschicklichkeit feststellen. Es hat sich bisher der schöne Gedanke, welcher der Arbeitsschule zugrunde liegt, nur auf naturwissenschaftlichem Gebiete wenigstens zum kleinen Teil verwirklichen lassen. Eine Frage ist nur, ob das bisher Geleistete ausreichend ist. Diese Frage wird von vielen Seiten entschieden verneint, und es wird gefordert, daß die Schule wirkliche Handfertigkeitsübungen einführt, und zwar unter Leitung von Lehrern und unter technischer Mitwirkung geeigneter Fachleute. Es ist nicht zu leugnen, daß hierfür wieder eine neue Belastung mit Stunden notwendig wäre, die den Schüler noch mehr wie bisher dem Elternhause und der freien Betätigung seiner Neigungen entziehen würde. In dieser Beziehung sind Internate natürlich in viel günstigerer Lage als die Schule, da sie die Schüler den ganzen Tag über zur Verfügung haben und jede Gelegenheit, sie auf nützliche und ihren Neigungen entgegenkommende Weise zu beschäftigen, gern wahrnehmen. Auch der Forderung, daß die anzufertigenden Arbeiten bestimmten Zwecken dienstbar gemacht werden sollen, können diese Anstalten leicht nachkommen; in Haus, Hof und Garten bietet sich so viele Gelegenheit zu nützlicher Betätigung auf dem Gebiete der Handfertigkeit, daß man um Stoff für die Praktikanten nie in Verlegenheit kommen wird. Anders in der Schule. Hier müssen die im

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Handfertigkeitsunterricht angefertigten Arbeiten auch zum Unterricht in Beziehung stehen, wie z. B. mathematische Modelle und physikalische Apparate. Auf dem letzteren Gebiete ist an verschiedenen Schulen Hervorragendes geleistet worden, z. B. am Sophienrealgymnasium in Berlin, der Realschule in Hamm (Hamburg). Die Stunden sind bei diesen Versuchen fakultativ gewesen; es fragt sich, ob die obligatorischen Praktika der Naturwissenschaften diese Richtung zu pflegen imstande sind. Für das physikalische Praktikum möchte ich die Frage — zum geringen Teil wenigstens — bejahen. Gerade wenn die Übungsstunden, wie oben S. 25 gefordert, nicht nach dem Belieben des Lehrers auch zum Demonstrationsunterricht benutzt werden dürfen, ergibt sich leicht die eine oder andere Stunde, deren Ausfüllung mit grundlegenden Versuchen nicht wünschenswert ist, um nicht das Praktikum zu sehr dem Unterricht vorauseilen zu lassen. Hier bietet sich Gelegenheit, zu Handfertigkeitsübungen, zum Apparatebau anzuregen. Die Ausführung selbst erfordert im allgemeinen selbst bei einfachen Apparaten so viel Zeit, daß sie unmöglich im Praktikum stattfinden kann. Ich habe sowohl im mathematischen wie im physikalischen Unterricht solche Anregungen gegeben, im physikalischen Praktikum auch einige Konstruktionszeichnungen ausführen lassen. Die Jungen haben sich zu Hause mit rühmlichem Eifer an die Ausführung gemacht und — unter mehrfachem Einholen von Ratschlägen — solide konstruierte, recht brauchbare Apparate geliefert: Telegraphen, Widerstände zur Regulierung von kleinen Elektromotoren, Pumpen, Schnittmodelle von Dampfzylinder und Steuerung, Vermessungsinstrumente. Wenn z. B. zu einem solchen für horizontale und vertikale Messungen eingerichteten Instrument ein geschickter Schüler sieben Stunden gebrauchte, so mag man ermessen, ob sich solche Arbeiten im Rahmen des physikalischen Praktikums erledigen lassen. In ihm lassen sich doch nur verhältnismäßig einfache Aufbauten für Versuchsanordnungen ausführen, zu denen alle Teile von vornherein passend fertig vorhanden sind. So läßt Dannemann in kurzer Zeit aus Bogenlichtkohle, Kork, Zinkblech, Kupferdraht ein recht brauchbares Element zusammensetzen; und ein billiger Kompaß (es gibt solche für 10 Pf.!) in ein entsprechend ausgesägtes Brettchen gesetzt und mit umsponnenem Draht bewickelt, ergibt ein nettes Galvanoskop.

Fragen wir nun, ob das chemische Praktikum im allgemeinen sich zum Ersatz des Handfertigkeitsunterrichts eignet, so stoßen wir auf recht verschiedene Ansichten. Ein Teil der Autoren weist hierin dem chemischen Praktikum sogar eine bevorzugte Stellung ein; sie rechnen das Biegen von Röhren, Ausziehen von Spitzen, Korkbohren usw. zu den Handfertigkeitsübungen und betonen, daß hierdurch dieses Praktikum uns der Arbeitsschule nähert, daß sogar ein Hauptwert desselben in dieser Ausbildung manueller Geschicklichkeit

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

läge. So betreibt Wunder (Nat. u. Sch. 1906, S. 288), der freilich die günstigen Verhältnisse eines Internats voraussetzen darf, die Selbstanfertigung von allerlei chemischen Apparaten, verwendet mehrere Stunden auf Glasbearbeitung und verlangt hierin so weitgehende Fertigkeit, daß die Schüler auch Röhren stärkeren Querschnitts in tadellose Kurven biegen lernen usw. An vorhandenen Apparaten sollen von den Schülern angegebene Verbesserungen getroffen werden. Er glaubt so dem Naturtrieb Rechnung zu tragen, zu bauen und zu erfinden. Bongardt (1909) beklagt sich über die Ungeschicklichkeit seiner Schülerinnen, Versuchsanordnungen auf Grund einiger Anregungen selbst zu konstruieren. Duisberg (1906) äußert sich als Vertreter nicht der Chemielehrer, sondern der chemischen Praxis: „Uns kommt es in erster Linie auf Ausbildung in den einfachsten Fertigkeiten, wie Röhrenbiegen, Korkschneiden, Destillieren usw. an.“ „Der Aufbau eines ganz einfachen Apparates zur H-Darstellung ist lehrreicher und wichtiger, als ein Gemisch qualitativ zu trennen.“ Ich vermag nicht, mich diesen Ausführungen anzuschließen. Was zunächst die Ausnutzung des chemischen Praktikums zu einem Handfertigkeitsunterricht selbst bescheidensten Umfanges anbetrifft, so halte ich diesen Versuch für gänzlich verfehlt. Es gibt wohl kein Material, das weniger zu solchem Unterricht geeignet ist, als Glas. Für den Handfertigkeitsunterricht eignet sich in erster Linie das Holz, daneben Pappe und dünnes Blech. Deren Bearbeitung, Trennen wie Verbinden, erfordert einfachstes Werkzeug (Laubsäge, Schere, Nägel usw.) und gewährt eine so große Mannigfaltigkeit der Formgebung ohne spezielle Fachkenntnisse, wie sie z. B. beim Glas undenkbar ist. Was sich mit diesem sprödesten Material von allen Schülern erreichen läßt, ist herzlich wenig, und selbst dieses wenige läßt nur sehr bescheidene Verwendung beim Aufbau chemischer und physikalischer Apparate zu. Daß fast alle Leitfäden für das Praktikum wenigstens etliche Seiten der Glasbearbeitung widmen, ist wohl nur ein alter Zopf; denn die paar Sachen, die wirklich gebraucht werden (Röhren biegen und ausziehen), kann der Schüler dem Lehrer ohne lange Anweisungen nachmachen. Aus der Metallbearbeitung erfreut sich eines besonderen Ansehens das Löten, und es gibt Fachmänner, die in der Aneignung dieser Kunst den Höhepunkt der Praktikumsausbildung sehen. Ich halte gerade diese Fertigkeit für recht überflüssig, und es ist für den Laien auch recht schwer, sie exakt auszuführen. Und „Pfuscharbeit“ liegt der Arbeitsschule fern. Glas- und Metallbearbeitung, selbst verhältnismäßig einfacher Art, ist m. E. Sache von Fachleuten. Es zeugt von einem geringen Überblick über die auf diesen Gebieten zur Erreichung brauchbarer Leistungen nötige Übung, wenn man meint, in wenigen Stunden ungeschickte, an Betätigung der Hände gar nicht gewöhnte Schüler darin unterweisen zu können. Solche Übungen kommen im allgemeinen nur auf Zeit- und Materialverlust heraus.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Das gleiche gilt — nebenbei bemerkt — für die Ausbildung der Lehrer auf diesen Gebieten. Trotz der Kurse, die alljährlich darüber abgehalten werden, möchte ich mich entschieden gegen die z. B. auch von Duisberg ausgesprochene Ansicht aussprechen, daß es Sache des Lehrers sei, derartige technische Fertigkeiten wie Glas- und Metallbearbeitung, zu erlernen. Selbst wenn ein Lehrer so geschickt ist (wie viele werden gar kein Talent dazu zeigen und sind doch in ihrem Fache höchst brauchbar!) daß er in wenigen Stunden etwas erlernt, zu dessen richtiger Aneignung der Fachmann lange Zeit braucht, so kann er mit diesen Kenntnissen recht wenig anfangen. Die Apparate, die er aus Glas, Holz, Blech, Siegellack und Bindfaden aufbaut, nehmen eine erhebliche Zeit in Anspruch, und doch haftet ihnen infolge ihrer laienhaften Ausführung der Fluch der Vergänglichkeit an; werden sie nach einem Jahre wieder hervorgeholt, so sind sie meist unbrauchbar. Wer einmal zugesehen hat, wie ein einfacher Apparat, an dem ein geschickter Lehrer viele Stunden gebaut hat, von einem Mechaniker in einem Zehntel der Zeit solide, dauerhaft und formvollendet ausgeführt wird, der muß zugeben, daß man letzterem besser den Apparatebau überläßt. Wenn ein Lehrer so skizzieren kann, daß jeder Fachmann nach der Skizze einen Apparat konstruktiv richtig auszuführen vermag, so hat er von dieser Fertigkeit weit mehr Nutzen, als wenn er „löten“ gelernt hat. Und schließlich haben die Lehrer der Naturwissenschaften, die durch ständiges Ausprobieren neuer Versuche und Methoden, durch Vorbereitung und Korrekturen, meist auch noch durch die Verwaltung umfangreicher Sammlungen in Anspruch genommen sind, gar nicht die Zeit zu schwierigen Glas- und Metallarbeiten zur Verfügung. Auch die Ausbildung in diesen Fertigkeiten hatte einmal ihren Wert, wenigstens für die Anstalten, die in kleinen Orten fern von Großstädten belegen sind. Hier war man, da am Orte ein Glasbläser nicht ansässig war, im Interesse des Unterrichts genötigt, selbst kompliziertere Arbeiten auszuführen. Heute finden wir glastechnische Institute in jeder Mittelstadt, und wenn am Orte selbst ein solches nicht vorhanden ist, so kann man Einzelteile jeder Art auf Vorrat halten und in eiligen Fällen aus der nächsten größeren Stadt schnellstens beziehen. Einem Mechaniker oder Klempner braucht man aber nirgends ins Handwerk zu pfuschen, ein solcher ist sicher an jedem Orte, an dem eine höhere Schule ist, vorzufinden.

Richten sich diese Ausführungen gegen die Ausnutzung jeder Art von chemischem Praktikum zur Handfertigkeitsausbildung, so ist doch insbesondere im obligatorischen Praktikum ein solcher Versuch auch aus einem anderen Grunde ausgeschlossen. Die Zeit ist hier so knapp bemessen (14tägig zwei Stunden, in Wirklichkeit eineinhalb, von denen noch mindestens fünf Minuten für Aufbau und Reinigung abgehen!), daß sie auch nicht zur Einübung der allereinfachsten Glasarbeiten benutzt

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

werden darf. Hier dürfen keine Spritzflaschen hergestellt, Winkel gebogen, Spitzen ausgezogen, Röhren zugeschmolzen werden, sondern alles, was zum Aufbau der einfachen im Praktikum gebrauchten Apparate nötig ist, muß vorhanden sein, so daß z. B. ein Entwicklungsapparat mit Trockenrohr, Schlauch und Spitze in einer Minute fertiggestellt ist. Das ist nur möglich, wenn wirklich alle Teile vorhanden sind und wenn sie zueinander passen. Ich versuchte zuerst, jedem Schüler dieselben für die Dauer des Halbjahres anzuvertrauen. Der Erfolg war der, daß immer dem einen oder anderen etwas fehlte, so daß ich Ersatzteile ausgeben mußte. Heute erhält kein Schüler mehr etwas dauernd ausgehändigt, sondern alles Zubehör zum Apparateaufbau befindet sich, übersichtlich aufgestellt, in einem Schrank und wird nach Bedarf ausgegeben. Im einzelnen komme ich hierauf noch zurück. Man hat hierbei noch den Vorteil, dieselben Teile für jede gerade im Laboratorium arbeitende Abteilung benutzen zu können und somit eine große Ausnutzung. Für diese Art des Betriebes spricht sich z. B. Büchel (Monatshefte 1909, S. 516) aus: „Praktische Übungen an fertigen oder in kurzer Zeit zusammensetzbaren Apparaten sind die beste Form des Unterrichts.“ Auch Geffers (1910) verlangt fertige Apparate; die zur Verfügung stehende Zeit darf nicht durch Übung im Korkbohren, Biegen von Röhren usw. in Anspruch genommen werden.

Auch den sogenannten chemischen Operationen, wie Filtrieren, Dekantieren, Destillieren, Kristallisieren usw., kann das obligatorische Praktikum keinen Raum gewähren, wiewohl fast alle Leitfäden diesen als einleitenden Gebieten einige Stunden widmen. Auch der Bericht der Unterrichtskommission 1905, Duisberg, Scheid und andere schreiben ihnen, was ich wenigstens aus deren besonderer Erwähnung schließe, einen verhältnismäßig hohen Wert zu, obwohl doch diese rein mechanischen Operationen höchstens an die Exaktheit Anforderungen stellen. Statt sie zu Anfang aufzuhäufen, würde ich sie als ein notwendiges Übel betrachten und an den Stellen ausführen, wo sie sich nicht umgehen lassen. Ja, ich würde einen sonst instruktiven Versuch deshalb aus dem obligatorischen Praktikum ausschalten, wenn er nur unter Anwendung langwierigen Filtrierens usw. zum Ziele führt. Auch Geffers hält diese „Einleitungsübungen“ für unnötig, während Löwenhard (Programm 1907) sie zwischen die eigentlichen Übungen einstreuen will.

Die vorbereitenden Arbeiten fallen ganz von selbst fort, wenn man die Forderung stellt, daß alle Versuche im obligatorischen Praktikum nur mit den einfachsten Mitteln durchgeführt werden sollen. Hierin besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen den Demonstrationsversuchen des Klassenunterrichts, die von allen gleichzeitig gesehen und beobachtet werden müssen, und denen des Praktikums, die jeder Schüler für sich, höchstens zwei Schüler gemeinsam anstellen. Das Sichtbarmachen der Vorgänge auf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

weite Entfernungen zwingt zur Verwendung großer Gefäße und entsprechender Stoffmengen. Ein Reagenzrohrversuch ist im Demonstrationsunterricht undenkbar; denn man kann wohl das Ergebnis des Versuches durch Herumreichen des Glases zu erkennen geben, aber der eigentliche Vorgang kann nur von der Minderheit verfolgt werden. Das Reagenzglas muß daher durch den großen Kolben oder durch die Retorte ersetzt werden, und alles Zubehör, wie Waschflaschen, Trockenflaschen, Auffanggefäße usw. wächst damit ins Gigantische. Anders im Praktikum; hier wird das Reagenzglas vorherrschen, es wird fast in allen Fällen, auch bei komplizierteren Versuchen, ausreichen: als Entwicklungsgefäß mit Stopfen und Schlauchleitung, als Waschflasche mit doppelt durchbohrtem Stopfen, Steigrohr und Winkel, als Gasometer in einem Becherglas, das die „pneumatische Wanne" (nebenbei eine schreckliche Bezeichnung!) ersetzt. Dazu seine gewöhnliche Verwendung ohne irgend welches Zubehör, die im Laboratorium vorherrschen wird. Tubulierte Flaschen, Retorten, Gasometer, Vorlagen, Rückflußkühler und all das reiche Baumaterial, das im Demonstrationsunterricht und bei präparativen Arbeiten verwendet wird, hat im obligatorischen Praktikum keine Stätte. Gelingt es nicht, einen wichtigen Versuch mit den erwähnten einfachsten Geräten — wozu noch, nach Bedarf ausgegeben, etliche andere Porzellan- und Glassachen kleinsten Formates treten — so ist er in den Demonstrationsunterricht zu verweisen; bei einiger Mühe läßt sich aber nach meinen Erfahrungen der größte Teil der sonst mit gewaltigen Aufbauten ausgeführten Versuche ins kleine übertragen. Als oberster Grundsatz ist aber festzuhalten, daß nicht ein Versuch, der im Laboratorium in kleinem Maßstabe alles Wesentliche hat erkennen lassen, außerdem im Demonstrationsunterricht als „eleganter Versuch" wiederholt wird. Wie Scheid (Monatsh. 1909, S. 471) richtig ausführt, wird der Schüler entmutigt, wenn seine bescheidenen Experimente nicht im Brennpunkt des Unterrichts stehen, sondern durch Demonstrationsexperimente des Lehrers in den Schatten gestellt werden. Das Laboratorium soll ja gerade den Klassenunterricht entlasten und die Demonstrationsversuche in diesem auf ein unvermeidliches Minimum beschränken. Alles, was sich in kurzer Zeit, ohne Gefahr, mit einfachsten Mitteln durchführen läßt, gehört einzig und allein dem Praktikum. Der Lehrer muß, wenn er den Grundsätzen der praktisch-heuristischen Methode gerecht werden will, den Bestand seiner „blendenden Experimente" arg reduzieren. — Daß in der Einfachheit der Apparate ein Nachteil für den Unterricht läge, daß etwa das Interesse der Schüler an einem Reagenzglasversuch ein sehr geringes wäre, kann nicht angeführt werden; ein Interesse, das mit dem imposanten Aufbau schwindet, galt eben nur diesem, nicht dem Vorgang selbst. Im Gegenteil wird das Interesse um so mehr auf letzteren konzentriert, je weniger ablenkendes Beiwerk vorhanden ist.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Alle großen Entdeckungen sind mit einfachsten Apparaten gemacht worden; der äußere Glanz führt leicht dazu, die praktische Arbeit in eine unterhaltende Spielerei zu verwandeln (Bongardt, Monatsh. 1909). Was Dumas (1854) von den physikalischen Apparaten sagt, gilt mit gleichem Rechte für die chemischen: daß in ihnen der erste Gedanke des Erfinders häufig seiner ursprünglichen Einfachheit beraubt sei; daß komplizierte Einrichtungen ein Abirren des Blickes bewirken. Auch nach dieser Richtung hin sind die „Ratschläge für die praktischen Übungen" in den französischen Lehrplänen höchst beachtenswert: „Ziel der praktischen Übungen ist nicht, den Schüler anzuhalten, zusammengesetzte und schwierig zu handhabende Apparate herzustellen. Es sind nur ganz einfache Vorrichtungen erforderlich, und es ist sogar vorteilhaft, bei diesen Übungen den Gebrauch sperriger und zerbrechlicher Apparate, wie Chamotteöfen, Retorten, tubulierter Flaschen usw., zu vermeiden. Reagenzgläser verschiedener Größen, sollen dazu dienen, Niederschläge herzustellen, Analysen auszuführen. Alle Gase können in einem Reagenzglas, das mit einem Entbindungsrohr versehen ist, entwickelt und in einem anderen, das als Meßzylinder dient, aufgefangen werden. — Eine Spirituslampe oder ein Bunsenbrenner reichen zum Erhitzen völlig aus. Ein Trichter, eine Abdampfschale und einige Glasstäbe vervollständigen die Ausrüstung, die für solche praktischen Übungen völlig ausreicht. Auf diese Weise gewöhnt sich der Schüler daran, mit wenig Stoff und folglich auch gefahrlos zu arbeiten. Er wird außerdem der ermüdenden Bearbeitung von Kork und Glas enthoben, die ihm sonst vor dem eigentlichen Versuch viel Zeit raubt." Unter den vielen Leitfäden der letzten Jahre, aus denen sich Versuche für das obligatorische Praktikum entnehmen lassen, ist mir keiner aufgefallen, der sich durchgehend mit diesem geringen Aufwande von Geräten begnügt. Daß dies aber sehr gut möglich ist, habe ich in meinen obligatorischen Übungen feststellen können, in denen nur mit allereinfachsten Geräten gearbeitet wird. Es stehen hier zum Bau von Apparaten zur Verfügung: einfach und doppelt durchbohrte Gummistopfen, Glaswinkel, Spitzen, Verbindungsschläuche, Steigröhren, kurze Gummischlauchstücke. Alle zum Zusammensetzen zu benutzenden Teile sind in der Größe zueinander passend gewählt, so daß nicht etwa mit der Auswahl passender Teile Zeit vergeudet wird. Als Norm ist ein Reagenzglas von 15 mm lichter Weite, für die Bohrungen, Röhren usw. ein Glasrohr von 5 mm äußerem Durchmesser gewählt. Alle genannten Teile sind übersichtlich auf Brettchen montiert, so daß das Fehlen eines noch so unbedeutenden Stückes bei der Abgabe sofort bemerkt wird. Andere Sachen, die leicht fortkommen, sind in offenen Kästen mit Fächereinteilung untergebracht, z. B.: Trockenröhren, Verbrennungsröhren, Uhrgläser, Kobaltgläser, Phosphorlöffel, Magnete. Weitere Glas- und Porzellansachen, wie

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Kochflaschen, Trichter, Bechergläser (zwei Größen), Porzellanschalen, Tiegel, stehen, mit genauer Angabe der Stückzahl, an bestimmten Plätzen im Schrank. Auch die nicht zerbrechlichen Geräte sind teils auf Brettern, teils in Kästen so aufbewahrt, daß das Fehlen eines einzigen Stückes sofort bemerkbar wird. Dazu gehören: Tiegelzangen, Reagenzglashalter, Bunsenbrenner, Gasschläuche, Dreifüße, Drahtnetze, Reagiergestelle, Lötrohre, Löffel usw. Es genügen nach dem Praktikum einige Minuten, um den gesamten Bestand revidieren zu können. Ein wichtiger Punkt beim obligatorischen Praktikum, bei dem in beschränkter Zeit viel zu leisten ist, liegt in der intensiven Ausnutzung der Zeit; und diese ist in Frage gestellt, wenn nicht alles Gebrauchte wirklich vorhanden ist. Es ist übrigens unglaublich, inwieweit die leichte Kontrolle den Verbrauch an Glas herabgemindert hat; so sind im Laufe eines Jahres, obwohl pro Woche regelmäßig 30, zuweilen sogar bis 60 Praktikanten diese gemeinsamen Sachen benutzten, nur wenige Flaschen, Gläser usw. zerbrochen worden. Daß bei diesem intensiven Betrieb an Reagenzgläsern großer Verbrauch herrscht, ist nicht zu verwundern. Dafür nehmen wir ein kleines Format, das sich nur auf Mk. 3.20 das Hundert stellt.

Eine weitere Frage bei der Einrichtung des obligatorischen chemischen Praktikums ist die, ob dasselbe analog dem physikalischen sich in der Hauptsache mit quantitativen Versuchen befassen soll. Es ist ohne weiteres zuzugeben, daß ein großer Teil der chemischen Grundbegriffe nur durch solche Übungen erarbeitet werden kann. So sind Versuche über das Verbindungsgewicht und das Äquivalentgewicht sicher unbedingt nötig, um den theoretischen Erörterungen einen Untergrund zu geben. Auch sind, wie Dannemann bemerkt, diese Übungen besonders dazu geeignet, die Schüler mit den Wegen der Forschung bekannt zu machen. Wir finden daher solchen Übungen in vielen Leitfäden einen sehr breiten Raum angewiesen; die bayrische „Anleitung“ verlangt messende Versuche, um die Grundbegriffe festzulegen, „wenn sie mit einfachen Mitteln ausgeführt werden können.“ Auch die stöchiometrischen Rechnungen erhalten durch das selbsterarbeitete Zahlenmaterial ein erhöhtes Interesse gegenüber den aus einer Aufgabensammlung entnommenen Beispielen; wenngleich diese Rechenübungen nicht zu breiten Raum einnehmen sollten (vgl. Bericht der Unterrichtskommission 1905). Leider müssen wir im obligatorischen Praktikum die quantitativen Versuche aus Mangel an Zeit sehr beschränken. Wir müssen bedenken, daß ein zweistündiges Praktikum die Grundlage für vier Klassenstunden geben soll. Das ist aber nicht möglich, wenn in einem Praktikum nur eine, höchstens zwei Tatsachen zahlenmäßig ermittelt werden. Die Wägungen, selbst mit einfachsten Wagen, der Zusammenbau der Apparate, die Dauer der Vorgänge selbst werden selten gestatten, mehr als zwei derartige Versuche

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

zu Ende zu führen. Wenn, wie es bei einzelnen Gebieten mit weitgehenden theoretischen Ergänzungen der Fall ist, das Praktikum dem Unterricht vorauszueilen droht, so wird man gern die Gelegenheit benutzen, den einen oder anderen grundlegenden quantitativen Versuch zu machen. Am besten geeignet wegen der Vermeidung zeitraubender Wägungen und der günstigen Ergebnisse sind die gasvolumetrischen Versuche. Auch einfache Versuche aus der Maßanalyse, wie Herstellung einer Normallauge, Feststellung des Gehaltes einer Säure, eine Cl-Bestimmung usw., lassen sich bei solcher Gelegenheit einschalten, um das Wesen dieser einfachsten und am meisten benutzten Methode der Analyse zu zeigen. Was man aber auch an quantitativen Übungen einschalten möge (es wird stets nur eine recht geringe Zahl sein können), auf Genauigkeit ist kein übertriebener Wert zu legen. Viele Autoren geben an, was sie in dieser Beziehung verlangen. So erwähnt Scheid (1908, Aus der Praxis), der den quantitativen Übungen die wichtigste Stelle im Praktikum anweist, daß er sich mit 5 % begnüge. Und Smith erklärt als das Ideal für den Anfänger eine Genauigkeit bis auf ganze Prozente (Smith and Hall, The Teaching of Chemistry and Physics). Dieser wie jener Grad scheint mir sehr willkürlich gewählt. Wenn man bedenkt, mit wie großen Ungenauigkeiten die grundlegenden Versuche der großen Chemiker behaftet waren, wie weit noch heute Molekulargewichtsbestimmungen von der Theorie abweichen, so erscheint diese Genauigkeitsforderung als viel zu hoch gegriffen. Es handelt sich hier nicht um „wissenschaftliche Arbeiten“, sondern darum, durch eigene Versuche die Verfahren kennen zu lernen, die bei strenger Ausführung die genauen Zahlen, die wir unseren Rechnungen zugrunde legen, ergeben. Es ist meiner Meinung nach ein Versuch, das Äquivalentgewicht z. B. von Na zu bestimmen, darum nicht als verunglückt zu betrachten, weil er 19 statt 23 liefert, oder eine Heizwertbestimmung, die 5000 statt 7000 Wärmeeinheiten ergibt. Am klarsten ist das Prinzip, eine zahlenmäßig bestimmte Genauigkeitsgrenze zu vermeiden, ausgesprochen im Anhang zu den französischen Lehrplänen 1902 (s. Hahn, Progamm 1906, S. 31): „zumeist lasse der Lehrer Messungen anstellen, jedoch unter Beschränkung auf jenen Grad der Genauigkeit, der dem Schüler gestattet, durch Versuche von größter Einfachheit die Größenordnung der Dinge zu erkennen.“ Werden die quantitativen Übungen nach diesen Gesichtspunkten angestellt und bewertet, so entfällt auch der jetzt oft berechtigte Vorwurf, daß das Schulpraktikum der Hochschule vorgreife.

Steht im obligatorischen Praktikum für quantitative Versuche zu wenig Zeit zur Verfügung, und ist anderseits zugegeben, daß eine Formulierung der Gesetze nur auf ein reichliches durch Versuche erworbenes Zahlenmaterial sich stützen kann, so folgt, daß diese Versuche in den ergänzenden Unterricht verlegt werden müssen. Scheid verfährt so, unter der Begründung,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

daß wägende Versuche nicht jedermanns Sache seien; um auch von dem Klassenunterricht nicht zu viel Zeit opfern zu müssen und doch ein reiches Versuchsmaterial benutzen zu können, bereitet er die quantitativen Versuche vor der Stunde soweit vor, daß die eigentliche Ausführung nur wenige Minuten erfordert. Die ersten Wägungen sind vorher ausgeführt, die Gewichte werden zu Anfang durch die Schüler kontrolliert; das Ergebnis ist vom Lehrer im voraus berechnet, so daß auch die weiteren Wägungen sehr schnell erledigt werden können. Es ist zuzugeben, daß diese Art der Ausführung quantitativer Versuche nicht im Einklang mit dem Wesen der in dieser Schrift vertretenen Methode steht; aber bei der geringen zur Verfügung stehenden Stundenzahl muß man sich zu einem Kompromiß entschließen; und da scheint es mir ohne Zweifel, daß die Behandlung der quantitativen Zusammenhänge in dieser Form annehmbarer ist, als ein gänzliches Ausschalten. Letzteres wäre sehr zu bedauern und auf keine Weise gut zu heißen.

Es sei beiläufig bemerkt, daß die Zahl der quantitativen Versuche im obligatorischen Laboratorium der Oberstufe sich gegenüber der Zahl, die mir einzuschieben gelungen ist, wesentlich erhöhen läßt, wenn auf der Unterstufe bereits praktische Übungen stattgefunden haben oder gar der gesamte Chemieunterricht auf dieser Stufe im Praktikum erteilt worden ist. Es ist natürlich bei den jetzt von mir geleiteten Übungen, die für alle Schüler die ersten sind, nicht zu vermeiden, daß eine große Zahl von einfachsten Versuchen ausgeführt werden, die eigentlich in das Praktikum der Unterstufe gehören. Ein Übergehen dieser Versuche ist unmöglich, da bei dem ausschließlichen Demonstrationsunterricht viele Unklarheiten selbst in den grundlegenden Erscheinungen geblieben sein werden, die das Fortschreiten auf der Oberstufe gefährden müssen. Ich glaube, daß bei vorhergehendem Anfängerpraktikum in der Seite 20. geschilderten Art etwa ein Viertel bis ein Fünftel der Zeit sich zu Versuchen erübrigen läßt, die jetzt aus Zeitmangel unterbleiben müssen, und hierbei werden dann die quantitativen Übungen, passend zwischen die qualitativen eingeschaltet, zu ihrem Rechte kommen. Ein Gebiet aber wird trotz alledem ausgeschlossen bleiben müssen, das der systematischen Analyse, wenn man auch in der Auswahl der nachzuweisenden Metalle und Säuren die strengste Beschränkung auf die praktisch wichtigen trifft. Bei einem früheren Versuch im fakultativen Praktikum gelang es mir mit genauester Ausnutzung der Zeit, einen sehr verkürzten Gang nebst einfachsten Anwendungen in fünf Doppelstunden durchzuführen; das bedeutet aber für die hier zugrunde gelegten Verhältnisse zehn Wochen, ein Vierteljahr. Es ist undenkbar, diese Zeit zu erübrigen, ohne den eigentlichen Aufgaben des obligatorischen Praktikums Gewalt anzutun. Und der geringe Gewinn,

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

der in dem Kennenlernen eines wichtigen Zweiges der praktischen Chemie liegt, steht in einem nicht zu rechtfertigenden Mißverhältnis zu der dafür aufgewendeten Zeit.

Mit den vorausgehenden Betrachtungen soll nicht gesagt sein, daß dem quantitativen Arbeiten im chemischen Unterricht überhaupt die wesentliche Rolle zukäme, wie im physikalischen. In der Chemie wird, abgesehen von den Gebieten, in denen es sich um zahlenmäßige Gesetzmäßigkeiten handelt, der qualitative Versuch vorherrschen; und da dieser im allgemeinen schnell und mit geringen Mitteln sich ausführen läßt, bildet er den Kernpunkt des obligatorischen Praktikums. Auf der Unterstufe wird es sich überhaupt ausschließlich um solche Versuche handeln; hier sollen die „Grunderscheinungen" aufgefunden werden, während auf der Oberstufe auch die „Grundgesetze" nicht zurückstehen dürfen.

Qualitative Versuche lassen sich nun, unter der Voraussetzung, daß die Ausgabe der Chemikalien und Geräte keine nennenswerte Zeit in Anspruch nimmt, im Laufe einer Doppelstunde in verhältnismäßig großer Zahl ausführen; da jeder einzelne nur wenige Minuten in Anspruch nehmen darf, bleibt bei zehn bis zwölf Versuchen den Schülern reichlich Zeit übrig, das „Laboratoriumsprotokoll" zu führen. Daß ohne ein solches die Arbeiten einen großen Teil ihres Wertes einbüßen, ist allgemein anerkannt, und die im Hause erfolgende Ausarbeitung unter Aufstellung der Formeln, Ausführung von Skizzen, kurzer Schilderung des Vorgangs bildet eine wesentliche Ergänzung des praktischen Unterrichts. Nach jedem einzelnen Versuche oder — wenn mehrere zusammengehören — nach der betreffenden Versuchsreihe, erfolgt Feststellung des Beobachteten und kurze Besprechung. Hierbei ist Gelegenheit gegeben, Mißverständnisse aufzuklären und falsche Beobachtungen durch Wiederholung des Versuchs richtigzustellen. Eine ausführliche Besprechung von allgemeineren Gesichtspunkten aus erfolgt, wenn beide Abteilungen das Praktikum erledigt haben, in der Unterrichtsstunde. Hier ist auch der Platz für solche Versuche, die im Praktikum nicht ausgeführt werden können, das sind die, welche eine nicht aus den einfachsten Teilen zusammenstellbare Apparatur erfordern, solche, die — wie viele quantitative Versuche — längere Zeit in Anspruch nehmen, und endlich solche, die ihrer Gefährlichkeit wegen nicht von den Schülern ausgeführt werden dürfen.

Was die Versuche mit großer Apparatur betrifft, so wird es eine Hauptaufgabe der Lehrer sein, die sich für das obligatorische Praktikum interessieren, deren Zahl möglichst herabzudrücken durch Ausprobieren von Methoden, das Wesentliche solcher Versuche mit den im Praktikum zur Verfügung stehenden einfachsten Geräten zu zeigen. Es mögen hier einige Beispiele solcher Umarbeitung folgen:

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

1. Die Reduktion von CO_2 zu C durch Magnesium gelingt in wenigen Minuten (einschließlich Zusammensetzen des Apparats) auf folgende Weise: in Kochflasche wird aus $CaCO_3$ und HCl CO_2 entwickelt; den Verschluß bildet ein Gummistopfen mit Trichter. In diesem liegt etwa auf $\frac{1}{4}$ der Höhe eine (fertig vorrätige) Asbestscheibe, durch deren Mitte ein bis über den Trichterrand reichendes Stück Mg-band gesteckt ist. Um das Band herum ist auf der Asbestscheibe Mg-pulver aufgehäuft. Ausführung des Versuches: man stellt mit brennendem Zündholz fest, daß der Trichter bis zum Rande mit CO_2 angefüllt ist, zündet das Mg-band an, dieses brennt im CO_2 weiter und bringt das Mg-pulver zur Entzündung. Nach dem Erkalten ist das MgO-häufchen durch und durch schwarz von ausgeschiedenem C.

2. Reduktion von Fe_2O_3 durch H oder CO im schwerschmelzbaren Rohr. Ich benutze hierfür ca. 15 cm lange Stücke von schwerschmelzbaren Biegeröhren von ca. 8 mm äußerem Durchmesser, die an einem Ende so weit ausgezogen sind, daß sie mit Hilfe der „Normalschläuche“ an den aus Reagenzrohr mit Gummistopfen und Winkel bestehenden Gasentwicklungsapparat angeschlossen werden können. Zum Erhitzen des Glührohrs genügt ein Bunsenbrenner; der Nachweis von Fe, das äußerlich durch den Übergang der roten Farbe in schwarz zu erkennen ist, geschieht durch den Magneten (Zeit mit Aufbau und Prüfung 8—10 Minuten).

3. Binden des Mörtels: $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$. Stücken von Kalkbrei, der vor der Stunde durch Erhitzen in einer Eisenschale getrocknet ist, werden in ein trockenes Reagenzglas mit CO_2 (aus der Bombe) gebracht. Das Rohr wird mit Gummistopfen, Winkel, Schlauch und mit einem Steigrohr (ca. 15 cm lang, vorrätig) versehen, das in Wasser taucht. Lage des Reagenzrohrs: horizontal auf Dreifuß. Nach etwa einer halben Stunde ist das Wasser im Steigrohr sehr hoch gestiegen, und an der Innenwand des Reagenzglases ist Wasserbeschlag zu bemerken. Um zu zeigen, daß das Steigen des Wassers nicht auf die Absorption von CO_2 durch H_2O zurückzuführen ist, wird gleichzeitig ein Kontrollversuch angesetzt: dieselbe Einrichtung, ohne $Ca(OH)_2$.

4. Reduktion von Fe_2O_3 durch Al. („Thermitverfahren, Aluminothermie“). Kleine Porzellantiegel werden, um ein Zerspringen zu verhüten, mit Lehm ausgefüttert und dann mit fertigem Thermitgemisch beschickt. Der Tiegel wird in eine Auffangwanne aus Blech (es genügt auch ein irdener Topf) mit Wasser (etwa 2 cm hoch) gestellt. Das Thermit wird mit einem vorher eingesetzten, von Zündgemisch umgebenen Stück Mg-band entzündet und die Wanne sofort mit einer bereitgehaltenen Asbestplatte (vorrätig) bedeckt. Letztere kann, wenn die Reaktion nicht mehr stürmisch verläuft, abgenommen werden. Das entstandene Eisen erhält man (ohne den Tiegel zu beschädigen) als Regulus. Andernfalls wird es in der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Schlacke durch den Magneten nachgewiesen. Die Härte des Al_2O_3 kann man durch Ritzen von Glas oder Stahl zeigen.

Auch den äußerst charakteristischen Versuch: Zersetzung von HNO_3 durch Wärme in NO_2, H_2O und O führt Ohmann im Praktikum mit einem schwerschmelzbaren Reagenzglas aus (Zeitschr. für physikal. und chem. Unterr. 1911).

Da, wie oben angegeben, alle Teile passend und in genügender Anzahl vorhanden sind, erfordert der Aufbau im allgemeinen nur ein bis zwei Minuten. Der eigentliche Versuch ist ebenfalls in wenigen Minuten beendigt. Sobald die Versuchsanordnung aus mehr als etwa einem Reagenzglas mit einer Gasleitung besteht, arbeiten zwei Schüler zusammen. Selbstverständlich ist ausdrücklich auf die gefährlichen Seiten eines Versuches (z. B. Zurücksteigen von Wasser in concentr. H_2SO_4) aufmerksam zu machen. Immerhin ist die Gefahr bei den äußerst kleinen zur Verwendung kommenden Substanzmengen eine sehr geringe.

In gleicher Weise lassen sich viele Versuche im Praktikum ausführen, die scheinbar eine komplizierte Apparatur benötigen; auf diese Weise werden die Unterrichtsstunden sich noch wesentlich entlasten lassen. Von nicht im Praktikum ausführbaren Versuchen seien hier als Beispiele erwähnt: Ozondarstellung aus O durch stille Entladung, NO_2 bez. HNO_3 aus Luft (überhaupt alle Versuche mit Verwendung von elektrischem Strom), CO aus CO_2 durch Reduktion mit glühendem C, Wassergas aus glühendem C und H_2O. Die meisten Versuche, die schwerschmelzbare Gläser voraussetzen, sind wegen der erheblichen Kosten auszuschließen, es sei denn, daß wie in dem obenerwähnten Versuch 2 ein Stück eines dünnen Rohres benutzt werden kann. — Einen größeren Aufwand an Apparatur und Zeit erfordern viele Versuche zur Erläuterung technologischer Prozesse. Hier kann man oft den wesentlichen Teil des Prozesses herausgreifen und im kleinen ausführen. Als Beispiele seien genannt: 1) Beim Bleikammerprozeß ist das wesentliche: SO_2 wird durch HNO_3 oxydiert. Hier wird SO_2, aus käuflicher schwefliger Säure durch Erhitzen gewonnen, in ein umgekehrtes, durch Wasser abgeschlossenes, luftgefülltes Becherglas geleitet, in dem auf einem zu einem Tisch gebogenen Tiegeldreieck ein Uhrglas mit HNO_3 steht. Die braunen Dämpfe von NO_2 zeigen, daß die Oxydation eintritt. Die gebildete H_2SO_4 läßt sich in der Sperrflüssigkeit mit $BaCl_2$ nachweisen. 2) Leblanc-Soda. Hauptsächlichster Teil ist die Umsetzung: $Na_2S + CaCO_3 = Na_2CO_3 + CaS$. Diesen Teil des Prozesses kann man aber vor dem Lötrohr in etwa einer Minute ausführen, wenn man beide Stoffe pulverisiert benutzt. Die Schmelze wird ausgelaugt und filtriert; im Filtrat ist das Carbonat mit HCl durch CO_2-Entwicklung nachzuweisen. 3) Ammoniak-Soda. Wesentlicher Teil ist

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

die Umsetzung. $(NH_4)HCO_3 + NaCl = NaHCO_3 + NH_4Cl$. Die vor der Stunde durch Einleiten von CO_2 in $(NH_4)_2CO_3$-lösung hergestellte konzentrierte $(NH_4)HCO_3$-lösung wird von jedem Schüler mit NaCl-lösung zusammengebracht; das ausfallende $NaHCO_3$ wird abfiltriert und geglüht.

Eine besondere Betrachtung verdienen die gefährlichen Versuche. Sind sie schon im fakultativen Praktikum, in dem man es doch in der Hand hat, für derartige Versuche nur die geschicktesten und zuverlässigsten Schüler heranzuziehen, durchaus nicht zu billigen, so sind sie im obligatorischen Praktikum gänzlich ausgeschlossen; denn es steht außerhalb der Befugnisse des Lehrers, die Schüler zu gefährlichen Arbeiten zu zwingen. Solche Versuche lassen sich, ohne daß der Unterricht leidet, sehr einschränken. Ich halte es für unverantwortlich, den Schülern z. B. gelben P zu geben, wo doch die geringsten unbeachteten Spuren Schaden anrichten können. Diese Versuche, soweit sie sich nicht vermeiden lassen (es rechnen dazu auch die mit der Explosionspipette) sind Sache des Lehrers, der die Gefahr und die Mittel zu ihrer Beschränkung kennt. Die Methode Wunders (1906), der z. B. Explosivstoffe darstellen will, der die Schüler ein Benzingebläse bauen und benutzen läßt und die Möglichkeit der Gefahr für einen unzertrennlichen Begleiter von jeder Art chemischen Arbeitens erklärt, darf im obligatorischen Praktikum nicht Anhänger finden. Und daß dieser erwähnten Möglichkeit der Gefahr durch sorgfältigste Auswahl der Versuche, durch die genauesten Anweisungen entgegengetreten werden muß, bedarf keiner Erwähnung. Das chemische Praktikum bedarf keiner Sensationen und keines Spielens mit der Gefahr, um das Interesse der Schüler zu fesseln.

Die Frage, ob man im obligatorischen Praktikum in gleicher Front oder in der „zerstreuten Ordnung“ arbeiten solle, ist dahin zu beantworten, daß nur ersteres in Betracht kommen kann. Der Grund, der auf anderen Gebieten für Einführung der zerstreuten Ordnung hauptsächlich maßgebend ist, nämlich die Unmöglichkeit, teure Apparate in etwa zehnfacher Ausführung anzuschaffen, fällt bei unserem Praktikum fort. Auch ist natürlich ein Aufbau des Unterrichts auf den Praktikumsergebnissen nur möglich, wenn alle Schüler dieselben Versuche ausgeführt haben. Wir können uns daher die unbestreitbaren Vorteile des Arbeitens in gleicher Front zunutze machen, deren wesentlichster es ist, daß der Lehrer alle Schüler in der Hand behält; er kann in jedem Augenblick feststellen, ob jeder das sieht, was gesehen werden soll, er kann bei falscher Beobachtung, beim Mißlingen des Versuchs diesen sofort wiederholen lassen. Daß ungleich schnelles Arbeiten hierbei nachteilig wirke, indem die flott arbeitenden durch die langsameren Schüler behindert würden, ist wegen der geringen Zeit, die jeder einzelne Versuch erfordert, ausgeschlossen; ich habe in den 60 obligatorischen Praktika der

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Obersekunda, die ich im Laufe des letzten Jahres geleitet habe, in dieser Hinsicht keine ungünstigen Erfahrungen gemacht.

Eine andere Frage ist, ob die Schüler bei diesen Arbeiten in gleicher Front, so wie es beim physikalischen Arbeiten ausschließlich geschieht, in Gruppen von je zwei zusammenarbeiten, oder ob jeder einzelne unabhängig von anderen die Versuche ausführen soll. Ich stehe nicht an, bei allen qualitativen Arbeiten die Einzelarbeit als das Ideal zu erklären. Leider ist hierbei sehr bald praktisch eine Grenze zu finden in der Anzahl der Schüler. In einem Praktikum von 10—12 Schülern läßt sich die Einzelarbeit noch gut durchführen; dagegen erfordert bei mehr Schülern (ich machte die Erfahrung mit 16) die Kontrolle der Versuche so viel Zeit, daß ich einen Teil der Übungen in Gruppen ausführen lassen mußte, wenn ich einen bestimmten Abschnitt zu Ende führen wollte. Es ist eben ein gewaltiger Unterschied, 10—12 oder 16 Gläser oder Versuchsanordnungen zu kontrollieren, auf Besonderheiten aufmerksam zu machen und die Aufmerksamkeit von nebensächlichen Erscheinungen auf das Wesentliche des Vorgangs zu lenken. Unbedingt nötig wird die Gruppenbildung bei quantitativen Versuchen, bei denen erst die Übereinstimmung beider Praktikanten bei der Ablesung von Gewichten, Volumina usw. eine Gewähr für deren Richtigkeit bietet. Und ferner sind jene Übungen in Gruppen auszuführen, bei denen, wie oben schon erwähnt, ein Apparat aus einer größeren Zahl von Einzelteilen aufzubauen ist. Unter allen Umständen zu zweien arbeiten zu lassen, wie es vielfach empfohlen wird, halte ich nicht für zweckmäßig. Es ist doch bei den einfachen qualitativen Versuchen, bei denen nur ein Schüler sich beschäftigen kann, der andere zur Rolle des untätigen Zuschauers verurteilt. Eifrige Schüler werden hiermit nicht zufrieden sein, uninteressierte finden so eine erwünschte Gelegenheit, sich von der Arbeit zu „drücken“. Eine Wiederholung derselben Versuche durch den zweiten Schüler bringt großen Zeitverlust mit sich und widerstrebt, da das Ergebnis des Versuchs bekannt ist, den Grundsätzen des Selbstfindens, wird deshalb auch weniger Interesse wecken. Gerade der Umstand, daß die Schüler das Ergebnis nicht kennen, höchstens vermuten, ist ein wichtiges Moment, ihr Interesse rege zu erhalten.

Soll das obligatorische Praktikum seiner Aufgabe gerecht werden, mit wenigen Ausnahmen für den Klassenunterricht alle experimentellen Grundlagen zu liefern, so muß bei der geringen zur Verfügung stehenden Stundenzahl eine äußerst intensive Ausnutzung der Arbeitszeit erfolgen. Aus diesem Grunde erschien eine Zusammenlegung in Doppelstunden ohne Pause zweckmäßig, demselben Zwecke diente die bis ins einzelne gehende Lieferung fertiger Teile zum Apparatebau. Diesem Bestreben entspringt auch noch eine weitere wichtige Forderung: die

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Vorbereitung des obligatorischen Praktikums muß viel sorgsamer, vielmehr ins einzelne gehend getroffen werden, als bei einem neben dem Unterricht ohne engen Zusammenhang abgehaltenen fakultativen Praktikum. Diese sorgfältige Vorbereitung betrifft zunächst natürlich die Auswahl der Versuche. Es ist hier ausgeschlossen, dieselbe wichtige Tatsache an einer großen Anzahl von ähnlichen Versuchen zu zeigen. Es sollen natürlich nicht aus einem Versuche die weitgehendsten Schlußfolgerungen gezogen werden, aber es gibt Modifikationen genug, um bei mehreren Versuchen über dieselbe Erscheinung doch bei jedem noch etwas zu zeigen, das diesen Versuch von den anderen unterscheidet. Z. B. will man die Verbindung von Metallen mit Cl zeigen, so stelle man das Cl auf verschiedene Weise her: aus HCl mit $KClO_3$ oder MnO_2, aus Chlorkalk mit HCl, oder benutze Cl-wasser. Als Metalle nehme man z. B. Sb-pulver, das selbst im kleinsten Reagenzglas sich sicher unter Feuererscheinung mit Cl verbindet, ferner Cu in Folie auf trockenem Fließpapier (unechtes Blattgold), und zeige, daß erst beim Befeuchten des Papiers mit H_2O eine Reaktion eintritt; und endlich löse man echtes Blattgold in Cl-wasser auf. Beim Schwefel verbinde man z. B. Cu mit S, indem man dünnes Cu-blech in S-dampf taucht; und Fe- oder Zn-pulver mit festem S (Schwefelblumen), indem man die Mischung im Reagenzglas bis zum Eintreten der Verbindung erhitzt oder auf Tiegeldeckel mit einer glühenden Stricknadel die Reaktion einleitet. Ferner dürfen die Versuche nicht lange dauern, zwischen Beginn und Erkennung des Ergebnisses darf im allgemeinen nur ein Zeitraum von Minuten liegen. Endlich muß jeder Versuch nach den gegebenen Anweisungen sicher gelingen. Ein Versuch, der dem größeren Teil der Praktikanten trotz aller Sorgfalt mißlingt, ist nicht richtig vorbereitet gewesen. Hier ist es Sache des Lehrers, vor dem Praktikum den Versuch, auch wenn er ihn im Unterricht noch so oft gemacht hat, nochmals auszuführen, um zu ersehen, ob er hinsichtlich der Zeit die Anforderungen erfüllt, sein Ergebnis charakteristisch ist, welche Stoffmengen, welche Konzentration der Lösungen den besten Erfolg zeitigt. In manchen Fällen, in denen grade die letztere eine wichtige Rolle spielt, ist es zweckmäßig, diese Lösung zu gemeinsamem Gebrauche vor der Stunde anzusetzen. Rechnet man zu diesen Vorbereitungen noch die Bemühungen, wichtige aber komplizierte Versuche in für das Praktikum geeignete Form zu bringen, so erhellt, daß an die vorbereitende Tätigkeit des Lehrers hier sehr hohe Ansprüche gestellt werden. Ein zweistündiges Praktikum wird häufig das Doppelte, ja Dreifache an Zeit zur Vorbereitung erfordern. Wenn man bedenkt, daß der Lehrer nicht nur für die Praktikumsstunden, sondern noch für viele andere Stunden zu arbeiten hat, so möchte diese Aussicht auf eine so

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

große Vorbereitungszeit wohl manchen Lehrer von dem Versuche mit dem obligatorischen Praktikum abschrecken. Demgegenüber ist aber zu bedenken, daß die Vorbereitung für die Unterrichtsstunden durch Fortfall der meisten Versuche vereinfacht wird, daß ferner eine Vorbereitung auch für das Praktikum der nächsten Woche ausreicht, und daß bei Wiederholung des Kursus die erstmalige Vorbereitung die Arbeit sehr erleichtert. Daß trotzdem ständig am Ausbau des Praktikums gearbeitet werden muß, ist sicher; stets werden Versuche durch bessere zu ersetzen, als überflüssig erkannte ausgemerzt, neue hinzugenommen werden. Aber der Grundstock ist vorhanden, und mit wachsender Erfahrung wird der Blick für die Zweckmäßigkeit und Ausführbarkeit eines Versuchs geschärft. Zudem steht ein reiches Material an Versuchen in den verschiedenen Leitfäden der letzten Jahre zur Verfügung, das nur zweckmäßig ausgewählt und durchgeprobt werden muß. Wenn auch keiner dieser Leitfäden direkt zu verwenden ist, da sie zumeist für das fakultative Praktikum, jedenfalls aber nicht für das obligatorische nach den hier gemachten Vorschlägen geschrieben sind, so ist doch das Bestreben nach Vereinfachung der Versuche in allen nicht zu verkennen. Ohne den Anspruch auf eine erschöpfende Aufzählung seien hier nur genannt:

Arendt-Dörmer, Grundzüge der Chemie und Mineralogie.
Rüdorff-Lüpke, Grundriß der Chemie.
Stöckhardt (Lassar-Cohn), Schule der Chemie.
Rosenberg, Experimentierbuch für den Unterricht in der Naturlehre.
Ochs, Einführung in die Chemie.
Dannemann, Naturlehre für höhere Lehranstalten. Derselbe: Der naturwissenschaftliche Unterricht. Derselbe: Leitfaden für den Unterricht im chemischen Laboratorium.
Smith (Haber u. Hiller), Praktische Übungen zur Einführung in die Chemie.
Fischer, Chemische und biochemische Übungen.
Dennert, D. chem. Praktikum.
Löwenhardt, Leitfaden für die chemischen Schülerübungen.
Mittag, D. chemische Praktikum.
Scheid, Vorbereitungsbuch für den Experimentalunterricht in Chemie.

Ist man bei einem abgeschlossenen Gebiet nach mehrmaliger Durchführung zu einem Stamm von Versuchen gelangt, die sich durchaus bewährt haben, so empfiehlt sich, eine übersichtliche Zusammenstellung aller bei diesem Gebiet zu benutzenden besonderen Geräte und Chemikalien in einem besonderen Kasten vorzunehmen. So wird z. B. die Zusammenstellung für Versuche mit S enthalten: Reagenzgläser zum Schmelzen von S, Tiegeldeckel zur Verbindung von Fe mit S, Stricknadeln zur Entzündung, dünnes Cu-blech in Streifen, Fe-pulver, gepulvertes FeS_2 und

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

PbS zu Röstversuchen. In entsprechender Weise läßt sich eine Zusammenstellung für Versuche über die Flamme und die Verbrennungserscheinungen treffen: große Kerzen, Gasableitungsrohre, Wachsstockstückchen auf flachen Korkspunden, Blumendrahtstückchen, gelochtes Papier („Stramei") für Längs- und Querschnittbestimmung der Flamme in entsprechend geschnittenen Stücken. Besondere Zusammenstellungen habe ich für Metalle (in Streifen, als Folie und als Pulver, in letzterer Form auch einige Metalloxyde) und für Reagenzpapiere in Streifen; sie haben sich durch den Zeitgewinn gegenüber dem Entnehmen aus der Chemikaliensammlung sehr bewährt. Alle Kästen sind offen, so daß ein Blick genügt, um das Fehlen eines Stückes festzustellen.

Zu dieser allgemeinen Vorbereitung des Praktikums gesellt sich die unmittelbare, die in der Bereitstellung der für die betreffende Stunde gebrauchten Chemikalien und Apparatteile besteht. Um Zeitverluste zu vermeiden, halte ich dieses Bereitstellen für dringend nötig, selbst wenn die Chemikalien im Übungszimmer selbst untergebracht sind. Erst wenn alles zusammengestellt ist, bin ich sicher, daß nicht die knappe Zeit durch das Suchen nach einer nicht am richtigen Orte befindlichen Flasche vergeudet wird. Nicht für nötig halte ich dagegen eine schon vorher erfolgende Verteilung der Chemikalien, wie sie Löwenhard (Leitfaden, 1909) ausführt. Die Verteilung findet vielmehr vor dem betreffenden Versuch statt, indem die Schüler aus bereitgestellten deutlich bezeichneten Schalen die angegebene Menge direkt in ihre Gläser oder dergl. entnehmen. Bei einer größeren Anzahl und bei Einzelarbeit werden für jeden Stoff auf zwei Tischen, die an den beiden Längsseiten des Raumes sich befinden, Schalen aufgestellt. Eine genaue Anweisung, von welchem Tische jeder Schüler zu entnehmen hat, verhindert ungleichen Andrang. Zum Füllen der Schalen bzw. dem Zurücknehmen nicht gebrauchter Stoffe findet der Lehrer während der Ausführung des Versuchs hinreichend Zeit. Um nicht an der schnellen Ausgabe durch Fehlen von Schalen, Gläsern usw. behindert zu werden, habe ich alles für die Ausgabe Nötige in einem flachen Kasten mit verschiedenen Abteilungen zusammengestellt: sechs größere, sechs kleinere Gläser, sechs Schalen, einen Mörser, Trichter, Filter, Messer, Scheere, Glasstäbe, Lötrohr. Diese Sachen dürfen nur für die Ausgabe benutzt werden. Wenn angängig, empfiehlt es sich, die ständig gebrauchten Geräte, wie Brenner und Schlauch sowie Reagiergestell, in der Pause vor der Übungsstunde durch Schüler aufstellen zu lassen. Jede Minute, die durch sorgsame Vorbereitung für die eigentliche Arbeit gewonnen wird, ist nützlich angewandt.

Die Grundsätze, nach denen der Unterricht mit dem Praktikum zu verbinden ist, sind im vorhergehenden hinreichend

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

gekennzeichnet. Es sei hier nur ganz kurz die Frage gestreift, wieweit die Mineralogie und die physikalische Chemie im Unterricht zu behandeln seien. Hinsichtlich der ersteren stelle ich mich mit Dannemann und vielen andern auf den Standpunkt, daß sie nicht mit der systematischen Chemie zusammen betrieben werden kann. Es ist selbstverständlich, daß bei den einzelnen Elementen ihr natürliches Vorkommen Erwähnung findet, ja man wird häufig von dem betreffenden Mineral ausgehen. Aber es ist in den $1^1/_2$ Jahren, die dem systematischen Unterricht zur Verfügung stehen, nicht möglich, auf Kristallographie, Vorkommen, Entstehung und Umwandlungen einzugehen, da ja die Zahl der Stunden durch teilweise Verwendung für das obligatorische Praktikum stark beschnitten ist. Und gerade das, was an der Mineralogie als das Wichtigste erscheint, das Werden und Vergehen der Mineralien und Gesteine und damit die mit Recht zu fordernde Zuspitzung auf die Geologie, läßt sich erst dann richtig behandeln, wenn die systematische Chemie vorausgegangen ist. „Der Unterricht gewinnt erst Leben, wenn zu der praktisch-heuristischen Vorbereitung noch die Rücksichtnahme auf das Werden und Vergehen, auf die Lebensgeschichte der Mineralien, auf ihre Bedeutung für die organische Welt und für das wirtschaftliche Wohl der Menschheit hinzutritt.“ (Dannemann, Der nat. Unterr., S. 156.) Der Platz der Mineralogie ist demnach meines Erachtens nicht innerhalb der systematischen Chemie, sondern hinter dieser, wobei die mannigfaltigen Umsetzungen der Mineralien vielfach zu Wiederholungen chemischer Gebiete willkommenen Anlaß bieten.

Anders ist selbstverständlich die Stellung der physikalischen Chemie im Unterrichtsrahmen. Daß dieser ein wichtiger Platz eingeräumt werden muß, wird allgemein zugestanden. Doch scheint mir in dieser Beziehung zu weit gegangen zu werden, indem eine große Zahl von Versuchen, z. B. bei Rüdorf-Lüpke, im Chemieunterricht ausgeführt wird, die in den Physikunterricht gehören. Es kann bei der durch das obligatorische Praktikum sehr beschränkten Unterrichtszeit nicht Aufgabe der Chemie sein, die Physik zu entlasten. Rein physikalische Bestimmungen, wie Litergewicht, Dampfdichte usw., Ableitung der Gasgesetze, der Reduktionsformeln usw., sind Sache des Physikunterrichts, dessen Ergebnisse wir uns natürlich zunutze machen müssen.

Dagegen möchte ich, wie aus den allgemeinen Betrachtungen zu Genüge hervorgeht, der technologischen Seite im ergänzenden Unterricht einen breiteren Raum zugestehen; liegt doch darin ein großer Teil des Bildungswertes der Chemie, daß sie uns das Verständnis für wichtige Gebiete des Lebens erschließt. Natürlich kann es sich hier nicht um Einzelheiten handeln, sondern nur um die chemischen Grundlagen der wichtigsten Industriegebiete. Eine Unterstützung des Verständnisses

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

durch Abbildungen, Lichtbilder und Modelle ist sehr wertvoll. Den einen oder anderen Industriezweig möge man aus eigener Anschauung kennen lernen durch Besichtigung von Werken. Es ist von hohem Werte, zu sehen, wie der leitende Gedanke eines Prozesses sich aus dem Versuch im Reagenzglase ins Gewaltige übersetzt hat, zu erfahren, wie die Wirtschaftlichkeit des Prozesses von der Ausnutzung der Nebenprodukte beeinflußt wird, und anderes. Solche technologischen Exkursionen werden unter anderen auch von der Unterrichtskommission (1905) empfohlen. Leider werden sie sich nur sehr selten ausführen lassen, da zunächst die Zeitfrage eine große Rolle spielt, dann aber auch die Werke — namentlich solche, deren Betrieb für den Unkundigen Gefahren birgt, wie Walzwerke, Gießereien usw. — selten die Erlaubnis erteilen. Im übrigen würde ein Allgemeinwerden der Besichtigungen zu einer Belästigung der Werke führen, denen diese durch prinzipielle Abweisung von Besichtigungsgesuchen entgegentreten werden. Zu wünschen wäre es jedenfalls, daß die Schüler ein Hochofenwerk, ein Stahlwerk, eine Gasanstalt und dergleichen Betriebe einmal besuchen könnten.

Es mögen endlich noch einige Worte über die Kosten des obligatorischen Praktikums Platz finden. Die Kosten der ersten Einrichtung sind natürlich erhebliche; aber auch diese lassen sich sehr reduzieren. Die chemischen Schullaboratorien sind meist viel zu kostspielig eingerichtet. Sie sind, geradeso wie das alte Praktikum selbst, der Hochschule nachgebildet. So sehen wir stets auf den Tischen, meist für zwei Plätze gemeinsam, Gestelle mit Schriftflaschen für die Reagenzien. Ich halte diese Aufbauten nicht nur für unnötig, sondern sogar für nachteilig. Sie verdecken dem Lehrer den größten Teil der Schüler; gerade im chemischen Praktikum muß aber der Lehrer alle Praktikanten übersehen, um bei Fahrlässigkeit oder Unvorsichtigkeit sofort einschreiten zu können. Zudem sind die meisten der Reagenzien unnötig, wenn nicht analysiert wird. Es empfiehlt sich vielmehr, an den Seiten des Raumes an zwei bis vier Stellen viel gebrauchte Lösungen, z. B. konzentrierte und verdünnte Säuren und Laugen, auf Wandbörtern zum allgemeinen Gebrauch aufzustellen. Die richtige Verteilung läßt sich leicht erreichen und so ein zu großer Andrang zu den Gestellen vermeiden. — Ganz überflüssig sind ferner für das obligatorische Praktikum die verschließbaren Fächer und Schränke unter den Tischen, da die Geräte doch nicht ständig dem Praktikanten zugewiesen, sondern für jedes Praktikum nach Bedarf ausgegeben werden. Gerade dieser Unterbau verteuert aber die Einrichtung sehr erheblich. — Das System der Abzugsvorrichtungen an den einzelnen Plätzen ist wohl allgemein aufgegeben, da sie meist sehr schlecht funktionieren. Wenn das Praktikum wirksame elektrische Ventilation hat, kann man Cl, H_2S usw. im Reagenzglase zunächst ruhig entwickeln; sobald Belästigung

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

eintritt, werden die Gläser in ein unter dem allgemeinen Abzug (der natürlich gut ventiliert sein muß, am zweckmäßigsten elektrisch) bereitstehendes Gestell gebracht. Da es sich immer nur um ganz kurze Versuche und um sehr geringe Substanzmengen handelt, läßt sich meiner Erfahrung nach dieses Verfahren ohne Nachteil durchführen. Unbedingt nötig ist für jeden Platz eine Gaszuführung, wünschenswert (auch im Interesse der schnellen Reinigung der Geräte) zwischen je zwei Plätzen ein Wasseranschluß mit Abflußbecken, das mit Bodenventil auch als Auffangwanne benutzt werden kann.

Auch die Kosten für die Ausrüstung mit Geräten lassen sich sehr verringern, da ja nicht jeder Praktikant solche bekommt, sondern von allen Abteilungen dieselben Sachen benutzt werden. Zudem werden im allgemeinen nur Reagenzgläser und einige Porzellan- und Glassachen kleinster Ausführung, somit billigsten Preises benutzt. Die Einbeziehung quantitativer Versuche in gleicher Front erfordert einige größere Ausgaben, auf die im einzelnen nicht eingegangen werden soll.

Der Verbrauch endlich ist gering zu veranschlagen. Außer Reagenzgläsern wird, wie vorher erwähnt, fast nichts beschädigt. Der Chemikalienverbrauch aber ist nicht in Ansatz zu bringen; denn die bei Demonstrationsversuchen großen Stils zu nehmenden Mengen sind im allgemeinen so groß, daß man reichlich den Verbrauch des obligatorischen Praktikums, das diese Versuche übernimmt, damit decken kann.

St Georg.

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

eintritt, werden d . Abzug (der natürlich
gut ventiliert isch) bereitstehendes
Gestell gebracht. rze Versuche und um
sehr geringe Subs Erfahrung nach dieses
Verfahren ohne g ist für jeden Platz
eine Gaszuführun der schnellen Reini-
gung der Geräte) ranschluß mit Abfluß-
becken, das mit benutzt werden kann.

Auch die Geräten lassen sich
sehr verringern, ekommt, sondern von
allen Abteilunge Zudem werden im
allgemeinen nur an- und Glassachen
kleinster Ausfüh t. Die Einbeziehung
quantitativer rdert einige größere
Ausgaben, auf d erden soll.

Der Verbr gen. Außer Reagenz-
gläsern wird, wie gt. Der Chemikalien-
verbrauch aber i e bei Demonstrations-
versuchen großen allgemeinen so groß,
daß man reichlic Praktikums, das diese
Versuche übernim

© The Tiffen Company, 2007
TIFFEN Gray Scale
R G B W G K C Y M
A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf