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