

Nach der einen wäre eine stärkere Berücksichtigung der praktischen Aufgaben auf den Hochschulen wünschenswert. Die Vertreter dieser Richtung heben nicht mit Unrecht hervor, daß ein großer Teil der ausgebildeten Chemiker den meisten chemischen Berufen zu weltfremd gegenüberstehen, sie besäßen wohl das Rüstzeug, aber die Benutzung desselben mache ihnen Schwierigkeiten, und es dauere Monate oder Jahre, bis diese überwunden seien.

So berechtigt diese Klagen auch sein mögen, so glaube ich mit vielen anderen doch auch, daß die Lösung der Aufgabe durch experimentelles Studium bestimmter Industriezweige auf der Hochschule kaum möglich sein wird.

Die für die Chemiker erforderliche Ausbildung erheischt die unbedingte wissenschaftliche Vertiefung, und diese kann nur durch die völlige Hingabe an das theoretische Studium, bzw. durch das stärkste Eindringen der Studierenden in die theoretische Materie erreicht werden.

Das Einbeziehen praktischer Aufgaben wäre einerseits — besonders auf den Universitäten — schwer durchführbar, anderseits würde dies zu einer Ablenkung führen, die vermieden werden muß.

Daß die sogenannte Praxisrichtung leicht schadbringend sein kann, war vor einigen Jahren mehrfach auch aus der Entwicklung einzelner Fachschulen zu erkennen. Die Schüler sollten in erster Linie mit den Aufgaben der Praxis vertraut gemacht werden; die Folge war, daß sie den chemischen Teil nur ungenügend aufnahmen, und den erlernten praktischen Teil mußten sie nach kurzer Zeit als wertlos befinden.

Die Anhänger der zweiten Strömung vertreten den Standpunkt, daß eine Änderung des chemischen Unterrichtes an den Universitäten und Technischen Hochschulen nicht erfolgen darf. Der bisherigen Methode habe Deutschland die chemisch-technischen Erfolge zu verdanken und es wäre bedauerlich, von der bisherigen Art abweichen zu wollen.

Ich möchte gerne diesem Standpunkt soweit zustimmen, als an der Bedingung festzuhalten ist, daß die chemische Ausbildung sich in erster Linie auf die gründlichste Aufnahme der theoretischen und wissenschaftlichen Grundlagen zu erstrecken hat, aber meines Erachtens wäre zugleich zu betonen, daß, wenn dieses Hauptziel erreicht ist, eine Ergänzung dieser Ausbildung durch ein eingehendes Studium der wirtschaftlichen und technischen Momente, soweit sie auf wissenschaftlicher Grundlage beruhen, wünschenswert und fraglos sehr nützlich wäre.

Die Verfechter der Idee des Beharrens müßten vielleicht in Betracht ziehen, daß eine gewisse Gefahr darin liegt, wenn wir zu sehr dem dogmatischen Standpunkt zuneigen. Der bisherige Aufbau der Hochschulen war gewiß ein sehr guter, so daß fundamentale Änderungen kaum in Frage kommen können, aber die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, daß die Hochschulen in ihrer Güte einen gewissen Erstarrungspunkt erreichten, und daß es erforderlich wäre, daß auch sie dem stärker fluktuiierenden Leben wie der großen industriellen Entwicklung mehr als bisher Rechnung zu tragen haben.

Ferner wäre hier einzuschalten, daß die allgemein gültige These, die günstige chemische Entwicklung Deutschlands sei auf das innige Zusammenarbeiten von Wissenschaft und Technik zurückzuführen, kaum so aufgefaßt werden darf, daß diese Wirkung mit den jetzt bestehenden Institutionen in ihrer Eigenart untrennbar verbunden sei. Die Erfolge in dieser Richtung sind sicherlich nicht allein den jetzigen Institutionen, sondern zum größeren Teil der kulturellen Entwicklung bzw. der Arbeit-

samkeit und Strebsamkeit der hier tätigen Lehrer und Lernenden zuzuschreiben. Den einzelnen und vielen, die stetig ihre Kräfte der Förderung dieser Aufgaben zuwenden, ist das Ergebnis in erster Linie zu verdanken.

Wir müssen daher darauf bedacht sein, die Bedingungen der Ausbildung soweit als möglich zu verbessern, indem versucht wird, der bisherigen Methode neue Momente zuzuführen, durch welche anregend und fördernd gewirkt werden könnte.

Unter dieser Voraussetzung möchte ich versuchen, einige Änderungen*) vorzuschlagen, die im Anfang vielleicht etwas zu radikal erscheinen werden, aber meines Erachtens dürfte ihre Durchführbarkeit, falls man sich zu einem ernsthaften Versuch in dieser Richtung entschließen könnte, kaum zweifelhaft sein. [A. 201.]

Über einige Fragen des physikalisch-chemischen Unterrichts¹⁾.

Von H. G. GRIMM, Würzburg.

(Eingeg. am 21. Juni 1926.)

1. Einleitung.

Die Bedeutung des physikalisch-chemischen Unterrichts braucht heute nicht mehr erörtert zu werden. Es soll nur ergänzend hervorgehoben werden, daß die erheblichen Fortschritte unserer Kenntnisse über den Aufbau der Atome, der Moleküle und Kristalle und über das Wesen der chemischen Wertigkeit und Bindung in der Hauptsache von Physikern mit physikalischen Denk- und Arbeitsmethoden gewonnen wurden: Der junge Chemiker wird sich daher diese Fortschritte an den Fundamenten seiner Wissenschaft nur zunutze machen und sie zu eigenen Fragestellungen und neuen Experimenten verwenden können, wenn er sich mehr als bisher mit Mathematik, Physik, sowie mit physikalischer Chemie, der natürlichen Brücke zwischen Physik und Chemie, beschäftigt.

2. Vorbildung.

Bei dem heute üblichen Studiengang besucht der Chemiestudierende wohl überall das physikalisch-chemische Praktikum zwischen dem ersten und zweiten Verbandsexamen, also vor, während oder nach der praktischen Ausbildung in organischer Chemie.

Die mathematischen und physikalischen Kenntnisse, die der Durchschnitt der doch schon im 5.—6. Semester stehenden Studierenden mitbringt, liegen weit unter dem Minimum, das für das Verständnis der gestellten physikalisch-chemischen Übungsaufgaben erforderlich ist. Der Kontakt mit dem Schulwissen ist in den ersten Jahren des Chemiestudiums weitgehend verlorengegangen, so daß die Kenntnisse erheblich unter den bei der Reifeprüfung der Mittelschule erreichten Stand zurückgesunken sind. Zahlreiche Studierende sind mit dem Funktionsbegriff, mit der Bedeutung des Differentialquotienten und des Integralzeichens, sowie mit den Elementen der analytischen Geometrie nicht vertraut. Sehr viele Studierende versagen noch in vorgeschriftenen Seme-

*) Anm. d. Schriftleitung: Fortsetzung und Schluß dieses Aufsatzes wurden bereits auf S. 707 abgedruckt.

¹⁾ Bevor dieser Vortrag gehalten wurde, war sein Inhalt mit den Herren Eisenlohr, Eucken und Fajans besprochen worden, deren Erfahrungen und Ansichten in den wesentlichen Punkten mit den vorgebrachten übereinstimmen. Eine von den Herren Eisenlohr und Eucken auf Grund eines Fragebogens aufgestellte Statistik nebst Schlußfolgerungen, die auch Herr Thiel und der Verfasser unterzeichneten, wurde vielfach benutzt.

stern, wo sie bereits die Vorlesungen über Mathematik, Physik und physikalische Chemie gehört haben sollen, wenn man von ihnen verlangt, den Zusammenhang zwischen Masse und Volumen graphisch darzustellen und durch drei Buchstaben auszudrücken. Ist doch selbst die Gleichung der Geraden, die durch den Ursprung des Koordinatensystems geht, unbekannt. Vielfach ist auch die Bedeutung des Logarithmus, sowie der Gebrauch des Rechenschiebers unbekannt. Selbst Gleichungen mit zwei Unbekannten, sowie Gleichungen zweiten Grades bereiten schon Schwierigkeiten.

Mit den Kenntnissen in der Physik steht es nicht besser. Selbst über so elementare Grundbegriffe wie Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft, Arbeit herrscht bei weitem nicht immer Klarheit; die Dimension einer Größe kann fast nie angegeben werden. Das Ohmsche Gesetz, die Definition von Ampère, Volt und Ohm sind nicht gegenwärtig usw.

Angesichts dieser Tatsachen erscheint es notwendig, daß überall von den Studierenden vor Eintritt in das physikalisch-chemische Praktikum der Nachweis über die erfolgreiche Ausführung einer bestimmten Zahl von Aufgaben des physikalischen Praktikums verlangt wird, so wie dies kürzlich am Münchener Universitätslaboratorium eingeführt wurde. Wünschenswert ist ferner der Nachweis der Teilnahme an mathematischen Übungen, die die üblichen Mathematikvorlesungen für Chemiker stets begleiten sollten. Zu erwägen ist außerdem die Einführung zwangloser Zwischenprüfungen in Mathematik und Physik, wie sie an den technischen Hochschulen bereits in Physik abgehalten werden. Als erfreulicher Fortschritt ist zu begrüßen, daß die Chemiker an den preußischen Technischen Hochschulen sich im Diplomvorexamen in Mathematik als Wahlfach prüfen lassen können. Die bisher mit dieser Neuerung gemachten Erfahrungen sind durchaus befriedigend.

Es ist ferner wünschenswert, daß der Laboratoriumsunterricht in den ersten Semestern überall mehr als bisher mit allgemeiner Chemie durchtränkt wird, und daß dem Studierenden hierbei deutlicher zum Bewußtsein gebracht wird, daß seine mathematischen und physikalischen Schulkenntnisse für das Chemiestudium nicht überflüssig, sondern heute mehr als je unentbehrlich geworden sind. Dieses Ziel wird sich erreichen lassen, wenn man für die Anfängerausbildung mehr als bisher als Assistenten Anorganiker mit sehr guter physikalisch-chemischer Ausbildung oder auch Physikochemiker anstellt, die (wie dies z. B. in Würzburg geschieht) auch zur Abhaltung von Einführungskursen in die allgemeine Chemie herangezogen werden können.

3. Ausbildungszeit.

Die für das physikalisch-chemische Praktikum zur Verfügung stehende Zeit beträgt an Universitäten und Technischen Hochschulen nach einer von Eucken und Eisenlohr aufgestellten Statistik etwa 2—6 Wochen²⁾, nur in Stuttgart wird etwa ein Semester lang gearbeitet. Diese Zeit ist etwa fünfzehn- bis dreißig mal kleiner als die Zeit, welche für die praktische Ausbildung in anorganischer und organischer Chemie zur Verfügung steht. Dabei bereiten erfahrungsgemäß die physikalisch-chemischen Aufgaben dem durchschnittlichen Aufnahmevermögen viel mehr Schwierigkeiten als die im anorganischen und organisch-chemischen Praktikum ge-

²⁾ An acht Hochschulen wird das physikalisch-chemische Praktikum nicht in einem zusammenhängenden Kursus, sondern ein- bis zweimal wöchentlich während einiger Stunden abgehalten. Die Dauer dieser Praktika ist durchschnittlich nur zwei Wochen ganztägigen Praktikums äquivalent.

stellten Aufgaben. Man kann daher sagen, daß die Dauer der Ausbildungszeit in keinem vernünftigen Verhältnis zur Schwierigkeit des Unterrichtsstoffes steht. Die kurze Praktikumszeit erlaubt dem Studierenden nicht, sich genügend mit den theoretischen Grundlagen der ausgeführten Aufgaben bekannt zu machen und sich im physikalisch-chemischen Rechnen zu üben. Er beeilt sich, seine Messungen auszuführen und strebt danach, baldmöglichst zum zweiten Verbandsexamen zu gelangen. In dieser Prüfung hat dann der Physikochemiker naturgemäß die Kürze der praktischen Ausbildungszeit dadurch zu berücksichtigen, daß er sich mit einem recht bescheidenen Stand der Kenntnisse begnügen muß.

Es ist sehr unwahrscheinlich, daß heute an irgend einer Hochschule der Studierende, und zwar auch der begabte und interessierte, in einer Praktikumszeit von 2—6 Wochen dasjenige Maß an Übung, Sicherheit und Vertrautheit mit der physikalisch-chemischen Arbeitsweise erlangt, das er sich im anorganischen und organischen Arbeiten erwirbt. Er erlangt im besten Fall eine Übersicht über eine Anzahl von Meßmethoden, verläßt aber im übrigen das physikalisch-chemische Praktikum zu meist ohne das befriedigende Gefühl fest erworbenen geistigen Besitzes, ein Umstand, der naturgemäß auch die Wahl des Faches für die Doktorarbeit beeinflußt.

Es ist anzustreben, daß an allen Hochschulen das physikalisch-chemische Praktikum so ausgebaut wird, daß der Studierende sich ein Semester lang im Laboratorium ausschließlich mit physikalischer Chemie zu befassen hat. Dabei ist nicht so sehr erforderlich, die Zahl der Übungsaufgaben erheblich zu vermehren, vorausgesetzt, daß ein unschwer zu bestimmendes Minimum an Aufgaben überall verlangt wird. Es ist vielmehr wünschenswert, daß der Studierende sich mehr Zeit zur theoretischen Vertiefung in seine Aufgaben nehmen kann, daß er Zeit gewinnt, mehr als bisher in einem schon mancherorts eingeführten physikalisch-chemischen Repetitorium und besonders bei physikalisch-chemischen Rechenübungen mitzuarbeiten, die als Teil des Praktikums überall regelmäßig abgehalten werden sollten. Der Studierende soll sich doch im physikalisch-chemischen Praktikum nicht nur in der Ausführung von Messungen, sondern auch in physikalischem Denken und besonders in der Anwendung der Mathematik auf chemische Probleme üben, denen er meistens hilflos gegenüber steht. Zur Erreichung dieses Ziels wäre auch wünschenswert, daß der Studierende nach Erledigung der Übungsaufgaben noch etwa einen Monat Zeit hätte, eine größere Aufgabe unter Benutzung von Originalliteratur auszuführen.

4. Vorschlag für den Studiengang.

Das angestrebte Semester physikalisch-chemischen Unterrichtes (Praktikum, Repetitorium, Rechenübungen) ließe sich zwanglos etwa folgendermaßen in den bisherigen Studiengang einfügen: Auf 3—4 Semester anorganischer und analytischer Laboratoriumsarbeit folgen nach Ablegung des ersten Verbandsexamens etwa 1½ Semester organisch-chemischen Praktikums und auf diese das physikalisch-chemische Semester³⁾. Sodann hat sich der Studierende zu entscheiden, ob er eine Doktorarbeit in anorganischer, organischer oder physikalischer Chemie ausführen will. Er erhält dann in dem gewählten Fach, wenn nötig, noch etwa 1½—1 Semester lang eine speziellere Ausbildung. Dieses letzte Semester vor der Doktorarbeit gehört heute zumeist der praktischen Ausbildung

³⁾ Die physikalisch-chemische Ausbildung könnte auch der organischen vorangehen.

in organischer Chemie, die vielfach 2 Semester und mehr beansprucht und für die Ausbildung von Organikern notwendig ist, für angehende Physikochemiker und Anorganiker aber zu lang erscheint⁴⁾). Der vorgeschlagene Unterrichtsgang ist an der Technischen Hochschule Karlsruhe schon durchgeführt, wo die zur Doktorarbeit überleitende Diplomarbeit erst nach dem Diplomexamen ausgeführt wird.

5. Die Mittel zum Unterricht und zur Forschung.

Nach der bereits erwähnten Statistik von Eucken und Eisenlohr ergibt sich zunächst, daß die physikalische Chemie an den Universitäten meistens erheblich schlechter gestellt ist, als an den Technischen Hochschulen. An den 23 Universitäten in Deutschland gibt es sechs etatsmäßige Ordinariate, außerdem an sämtlichen Technischen Hochschulen mit Ausnahme von München; an den Technischen Hochschulen ist allerdings in einigen Fällen der Vertreter der physikalischen Chemie zugleich Vertreter eines anderen Faches. Nur an zwei Fünfteln der Universitäten ist die physikalische Chemie so selbstständig gestellt, daß man von eigenen Instituten oder selbständigen Laboratoriumsabteilungen sprechen kann. In den übrigen Fällen ist der Vertreter der physikalischen Chemie in bezug auf Räume und Mittel für Unterricht und Forschung fast immer vom Direktor des Chemischen Institutes abhängig; er verfügt meistens nicht über einen eigenen Etat und wo ein solcher vorhanden ist, sind die Mittel recht gering. Dabei erfordern gerade die physikalisch-chemischen Arbeiten oft erhebliche Mittel zur Beschaffung kostspieliger Apparate usw. Nach der Statistik ist sodann fast allgemein — auch dort, wo selbständige Institute vorhanden sind — die Ausstattung mit Assistenten und besonders mit nicht akademischem Personal wie Mechanikern, ganz unzureichend. Die Ausbildung von Physiko-Chemikern von Fach und die Heranziehung von akademischem Nachwuchs ist an vielen Orten, wo schon die Ausbildungsmöglichkeiten für Chemiker (Organiker und Anorganiker) völlig unzureichend sind, naturgemäß besonders schwierig bzw. unmöglich.

6. Zusammenfassung.

Wenn heute vielfach über die mangelhafte physikalische und physikalisch-chemische Ausbildung der Chemiker geklagt wird, so besteht kaum bei einem Fachvertreter ein Zweifel darüber, daß die Klagen meistens berechtigt sind. Die Ursache der mangelhaften Ausbildung liegt jedoch nicht nur in verschiedenen Mängeln des bisherigen Unterrichtsverfahrens, insbesondere in der zu kurzen Ausbildungszeit für physikalische Chemie, sondern namentlich auch darin, daß die in der Chemie für Unterricht und Forschung zur Verfügung stehenden Lehrkräfte und Mittel heute sehr zu ungünstigen der physikalischen Chemie verteilt sind, sowie ferner darin, daß der Vertreter der physikalischen Chemie an vielen Orten nicht über das wünschenswerte Maß an Selbständigkeit verfügt.

Zusammenfassend läßt sich zum Schluß sagen: Der physikalisch-chemische Unterricht an den deutschen Hochschulen braucht mehr Personal, mehr Zeit, mehr Raum und mehr Geld. [A. 171.]

⁴⁾ Herr Willstätter machte mich darauf aufmerksam, daß in München seit einigen Jahren der angehende Physiko-Chemiker und Anorganiker weniger organische Präparate und Verbrennungen auszuführen hat als der Organiker und dadurch fast ein Semester gewinnt.

Zur Frage der Ausbildung der Chemiker.

Von W. BÖTTGER, Leipzig.

(Eingeg. 7. August 1926.)

Die nachfolgenden Ausführungen weichen nicht unwesentlich von den in Kiel zu dieser Frage gegebenen Darlegungen ab, nämlich insofern, als ich dort auf die mir durch Prof. Berlin nahegelegte Seite der Ausbildung in der analytischen Chemie nicht eingegangen bin, vielmehr nur auf die Mängel in der Vorbildung, die bei einer nicht kleinen Anzahl von Schülern der höheren Schulen anzutreffen sind. Der Grund für die Abweichung von der Disposition für meinen Vortrag ist in erster Linie in der Knappheit der Zeit zu erblicken, die für die letzten Vorträge und für die Diskussion zur Verfügung stand, und in dem Umstand, daß Prof. Biltz die Frage des Unterrichts in der analytischen Chemie bereits ziemlich eingehend behandelt hatte. — Ich hielt es deshalb für geboten, bei dieser Gelegenheit die Aufmerksamkeit der Zuhörer auf die Frage der „Vorbildung“ zu lenken, nachdem sich mir kurz zuvor ein Anlaß geboten hatte, mich mit dieser Frage sehr eingehend zu beschäftigen, um den Boden für die Berücksichtigung auch dieser Seite in der Aussprache vorzubereiten.

Es erscheint mir jedoch nunmehr, nachdem es auf der Kieler Tagung zu einer Aussprache wegen der vorgedruckten Zeit nicht mehr gekommen ist, doch geboten, auf einige den Hochschulunterricht betreffende Fragen näher einzugehen. Ich hoffe damit die Ausführungen der Vorredner ergänzen zu können in der Beziehung, daß ich hier auf bestimmte Fragen eingehe, über die ich glaube, auf Grund einer langen und ziemlich umfangreichen Tätigkeit eingehende Erfahrungen gewonnen zu haben. Anderseits werde ich hier auf die Wiedergabe der in Kiel vorgebrachten Belege für die Mängel in der Vorbildung verzichten, weil diese zusammen mit anderen über das Thema: höhere Schule — Hochschule auf der Dresdner Tagung des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts gehaltenen Vorträgen als Sonderheft der Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften demnächst erscheinen werden.

Als Symptom dafür, daß die propädeutische Ausbildung der Chemiker auf den Hochschulen schon früher gewisse Mängel aufwies, ist die Schaffung der Verbandsprüfung zu erblicken. Durch diese Einrichtung sind ohne Zweifel die bis dahin bestehenden Mängel zu einem guten Teile beseitigt worden. Daß dies aber auf die Dauer nicht gelungen ist, beweist die vor einigen Jahren herbeigeführte Erweiterung dieser Prüfung. So wertvoll diese Maßnahme gewiß auch ist, so kann mit der gleichen Gewißheit gesagt werden, daß das beabsichtigte Ziel doch erst in einem den Erwartungen und den berechtigten Forderungen entsprechenden Ausmaße erreicht werden wird, wenn gewisse Reformen in der Ausbildung der Chemiker besonders während der ersten Semester herbeigeführt werden. Ich zweifle nicht, daß das, was ich hier in diesem Zusammenhange ausführe, an gar manchen Hochschulen oder Instituten bereits verwirklicht ist. Diese Überzeugung bildet geradezu eine Hemmung für mich, das, was ich sagen will, auszusprechen. Allein der Umstand, daß es auf manchen Seiten an Verständnis für diese Fragen zu fehlen scheint, bringt mich zu dem Entschluß, die bestehenden Bedenken aufzugeben, zumal in den verflossenen Jahren während des großen Andrangs zum Studium der Chemie, wobei in vielen Fällen die vermeintlichen „guten Aussichten“ und viel zu wenig das Interesse zur Sache den Ausschlag gegeben haben, die