

ihres Verhaltens die physikalische Chemie als Hilfswissenschaft entstehen ließ, um zwangsläufig nach der experimentellen Vorarbeit und Erfahrung das nächste Ziel, die Biochemie, zu bevorzugen und damit dem Endproblem, der Chemie der lebenden Zelle sich zu nähern? Und wenn wir die (in den obigen statistischen Zahlen) hervortretende Vorherrschaft der Biochemie beachten, können wir dann nicht der Vermutung Raum geben, daß wir heute immer bewußter an dem Tor rütteln, das den Eingang zur lebenden Zelle verschließt und sinngemäß zur Synthese der lebenden Zelle führt? Galt es vor hundert Jahren nicht als eine törichte Vermessenheit, entgegen der Lehre von der „Lebenskraft“ einen im lebenden Organismus erzeugten organischen Körper aus anorganischen Komponenten synthetisch darzustellen? Der kleine Gott „Zufall“, der einst einen Wöhler mit der Synthese des Harnstoffs überraschte, ist auch noch heute der Mitarbeiter genialer Pfadfinder.

Schluß.

V. Fassen wir das Gesagte zusammen. Die Ziele und Aufgaben der Chemie sind so mannigfaltig und weitreichend, wie die Stoffwelt und die lebende Natur selbst. Nicht ist es eine etwaige Erschöpfung der Probleme in der Chemie überhaupt oder in der organischen Chemie im besonderen, welche uns mahnend zu einer Revision des chemischen Unterrichts oder der Ausbildung der Chemiker hinführt, im Gegenteil: Die Überfülle neuer Probleme der Forschung sowohl in der reinen, als auch in der angewandten Chemie macht es uns zur Pflicht, ernst zu prüfen, wo wir heute Lücken haben, wo wir in der Gegenwart mehr und Besseres leisten können, damit wir auch die Zukunft uns sichern. Es gilt, ein Erstarren in den Formen der großen Vergangenheit zu vermeiden, um die kleinliche Gegenwart zu verschönern, denn die Chemie soll wirklichkeits- und lebensnah sein. Was folgt aus all diesem für die Ausbildung der Chemiker? Kurz gesagt: das bewährte Alte behutsam und dankbar erhalten, das kraftvoll sich vordrängende Neue in weiser Erkenntnis einzufügen. Mahnte doch schon einst der Meistersinger: „Verachtet mir die Meister nicht und ehrt mir ihre Kunst!“ Und bei dieser Ausbildung sollen wir viele Meister in vielerlei chemischer Kunst heranziehen, sollen wir daher eine zu weitgehende „Typisierung“ und „Normalisierung“ fernhalten.

Heute nicht minder, wohl noch dringlicher als einst, gilt, was ein Liebig und ein Duisberg forderten: die allgemeine wissenschaftliche Ausbildung des Chemikers. Sie umfaßt naturgemäß die anorganische und organische Chemie, die analytische und synthetische Chemie und, fügen wir hinzu, die Biochemie. Doch sagte nicht schon einst ein Bunsen: „Ein Chemiker, der kein Physiker ist, ist gar nichts.“ War seinerzeit dieses Urteil des genialen Meisters ein weit vorausschauendes Mahnwort für die Forscher, so ist es heute als eine zeitgemäße Forderung an alle Chemiker, sowohl wissenschaftliche als technische, zu bewerten. Lassen wir diese Forderung gelten, dann muß die chemische Ausbildung zugleich eine gründliche Bekanntschaft mit den modernen physikalischen Hilfsmitteln, mit den physikalisch-chemischen Denk- und Arbeitsmethoden einschließen. — Diese Grundlinien für die allgemein wissenschaftliche Ausbildung sollten auch fernerhin das Primäre bleiben, dem als Ergänzung für den künftigen technisch schöpferischen Chemiker gewisse Kenntnisse der chemischen Roh- und Werkstoffe, der technischen Apparatur und chemischen Wirtschaft anzugehören wären.

Diese vielseitige chemische Ausbildung stellt nun gleichsam das geistige „Potential“ dar, das von dem künftigen technischen Forscher auf der Hochschule zu erwerben wäre. Ein weiteres möchten wir aber zu dieser „potentiellen Energie“ hinzugefügt wissen, um die letztere zu einer aktuellen, dynamischen Auswirkung zu befähigen. Es betrifft die Lehrer selbst.

Unsere Zeit ist verarmt, doch ist sie überreich an Hypochondern, Mißmütigen, Kleinmütigen, die Unkenrufe vom Untergang der Kultur des Abendlandes, vom Niedergang der Naturforschung überhaupt ertönen aufdringlich genug und finden in weiten Kreisen Gehör. Gewiß, die Schatten der jüngsten Vergangenheit lagern über uns allen. Und doch nicht verzagen: Wer willensschwach, verzage; wer mut- und krafterfüllt, der wage! Gilt es doch, ein großes Werk zu tun. Ist es da nicht Pflicht und Bedürfnis der Chemiker, als Lehrer und Forscher, sich freudig zur Mitarbeit am Wiederaufbau der zerstörten materiellen und kulturellen Güter zu bekennen? Sollen wir nicht Verkünder und Träger des festen Glaubens sein, daß es gerade die Chemie ist, welche in bevorzugtem Maße die Wege zum neuen Aufstieg bahnen wird? Ist es so, dann, und nur dann, werden wir auch unsere Schüler zu Optimisten der Arbeit und zu Individualisten des schöpferischen Werkes heranbilden! Dann allein wird jeder von uns als Lehrer seine volle Pflicht tun. „Was ist deine Pflicht? Die Forderung des Tages“, so sprach einst der große Weise von Weimar.

[A. 141.]

Zur Frage der Ausbildung der Chemiker.

Von WILHELM BILTZ, Hannover.

(Eingeg. 5. Juni 1926.)

Die Gelegenheit zur Berichterstattung über einige Lehrerfahrungen vor der breiten Öffentlichkeit der angewandten Chemie muß ein Hochschullehrer dankbar begrüßen. Denn seine Unterrichtsarbeit hat zum ganz überwiegenden Teile die Ausbildung des Nachwuchses für die Praxis zum Ziele, und darum ist es sein selbstverständlicher Wunsch, von Zeit zu Zeit zu hören, ob die Praxis, sein Abnehmer, mit seiner Arbeit und den Gesichtspunkten, den „Regeln“ der Arbeit zufrieden ist. Denn „einmal im Jahre fänd' ich's weise, daß man die Regeln selbst probier“ — und ob ihr der Natur noch seid auf rechter Spur“.

Nun liegt es dem Anorganiker gewiß besonders am Herzen, hier die Probe zu wagen. Früher, als man in Deutschland vielfach die wissenschaftliche Chemie mit der organischen Chemie nahezu identifizierte, war der Anorganiker meist lediglich der vorbereitende Pädagoge. Aber auch unter veränderter Erkenntnis dessen, was heute not tut, liegt ihm die Einführung des jungen Studenten, die Schaffung der Grundlagen ob, und das anorganische Laboratorium hat die ebenso wichtige wie oft peinliche Pflicht, rechtzeitig zu sondern und durch hier unter Umständen sehr angebrachte „Warnungen“ eine Auslese zu bewirken. So spielt die Pädagogik bei uns eine größere Rolle als bei anderen chemischen Fachgenossen der Hochschulen.

Seit Liebig's Tat kann kein Zweifel bestehen, daß an dem Ziele des chemischen Hochschulunterrichtes, der Erziehung zum Forschen, festzuhalten ist. Dabei muß trotz des Anwachsens des Stoffes eine allgemein-chemische Ausbildung verbürgt bleiben, also in anorganischer und analytischer Chemie, in präparativ-anorganischer Chemie, in physikalischer Chemie, in organisch-analytischer und präparativer Chemie, in technischer Chemie.

Die Grundlage bleibt dabei die **a n a l y t i s c h e Chemie**. Sie scheint mir in jeder Hinsicht die Grammatik des Chemikers, ohne die alles weitere vergeblich und unsicher wäre; und sie teilt mit der harten Lehrmeisterin der Sprachwissenschaften die Sprödigkeit und die Forderung nach Zucht und Hingabe. „Die Meisterregeln lernt bei Zeiten, daß sie getreulich euch begleiten.“ Aber nicht so wie Herr Beckmesser. In dieser Hinsicht ist oftmals gesündigt worden. Statt lebendigen, persönlichen Unterricht zu bieten, gab man Jahrzehnte hindurch dem Anfänger ein Buch mit lauter leeren Fragezeichen in die Hand, die der Praktikant bestenfalls schematisch beantwortete, und in der quantitativen Analyse glaubte mancher Assistent in der Ausgabe einiger Mischungen und einer an enge, konventionelle Fehlergrenzen gebundenen Kritik der Resultate — sieben Fehler gibt der Merker vor — das Seinige zu tun. Die Studentenschaft reagierte in natürlicher, wenn auch sehr bedenklicher Weise. Es wurde vielleicht nicht immer aus Freude, sondern unter dem Zwange vorwärtszukommen, der Laufbahn zu Liebe gearbeitet, und man mußte zu oft hören: Wieviel Analysen muß ich machen? Wieviel Semester verlangen Sie? Werden mir anderswo testierte Analysen „angerechnet“? Nun wäre gewiß dem akademischen Lehrer wegen solcher unerquicklichen Zustände kein Vorwurf zu machen, sofern er seiner Forschungsrichtung nach nicht Anorganiker ist. Denn wo unser Forschungsziel ist, da ist unser Herz und ohne Herz kann man nicht unterrichten. Somit scheint mir heutzutage grundsätzlich eine Berufung eines Lehrers, dessen Forschungsgebiet nicht die anorganische Chemie ist, für das anorganische Laboratorium ein Unding.

Zur Einführung in den Laboratoriumsunterricht möchte ich vorschlagen: Ausführung von Reaktionen mit einfachsten Mitteln (Reagensglasversuche) und Analyse auf trockenem Wege (Lötrohrprobierkunst). Eigentlich präparative Übungen halte ich für den Anfang für ungeeignet; sie setzen, wenn sie einigermaßen selbstständig und sauber gemacht werden sollen, zuviel voraus und gehören daher in ein späteres Ausbildungsstadium. Für die Analyse auf trockenem Wege ist ein besonderes 2—3 wöchentliches Praktikum erwünscht; nebenher lassen sich diese, oft als „Vorprobe“ betrachteten Dinge nicht so sachgemäß erledigen, da die Handgriffe und die Instandhaltung des Handwerkszeuges gemeinschaftlich gezeigt und geübt werden sollten. Der Wert der Analyse auf trockenem Wege liegt darin, daß sie mit einfachen Mitteln schnell zum Ziele führt, daß sie keine nennenswerten theoretischen Kenntnisse voraussetzt, vielmehr solche, wie die Begriffe Oxydation und Reduktion aufs anschaulichste und ursächlichste vermittelt, und daß sie vorzugsweise Naturstoffe, wie Erze, Mineralien und Gesteine oder technische Werkstoffe, betrifft.

Was die qualitative Analyse auf nassem Wege angeht, so sollte sie ihres Zweckes und Stiles sich bewußt bleiben und nicht, wie es zeitweilig geschah, als Paradigma der physikalischen Chemie wässriger Lösungen erscheinen.

Noch mehr als bei der qualitativen Analyse haben wir bei der quantitativen gegenüber der „Schulanalyse“ die **wissenschaftlich-technische Analyse** zu betonen. Es werden sich einige Vorübungen mit fertigen Lösungen zur Schulung nicht umgehen lassen, aber schon der Student soll sich bewußt werden, daß das analytische Problem erst beginnt, wo die Wirklichkeit und nicht die Schule an ihn herantritt. Es sollte also mit stärkster Berücksichtigung der Analyse von Naturstoffen und technischen Stoffen unterrichtet werden. Für solche einen dem Falle angepaßten, brauchbaren Arbeitsplan

auszuwählen und durchzuführen, sollte der Praktikant hier lernen; so wird die quantitative Analyse des Schematismus entkleidet, sie wird interessant und praktisch verwertbar.

Der vielleicht noch um seine studentischen Nebeninteressen und seine „Leibesübungen“ besorgte Praktikant fragt, wieviel Zeit brauche ich zum analytischen Arbeiten? „Mein Herr, der Singer Meister-Schlag gewinnt sich nicht an einem Tag!“ Man sollte gerade im Anfang an Zeit nicht sparen. In den allerersten Semestern überwältigt die Fülle des ungewohnten Stoffes; die Lebensgewohnheiten sind auf die Laboratoriumspraxis umzustellen. Es gilt, das handwerksmäßige, das „manchmal leise verwünschte und doch immer erstrebte“, wie mir neulich ein früherer Kommilitone schrieb, zu erlernen; es gilt der Kunstfertigkeit und der Aneignung des experimentellen Stiles. Hierin in den ersten Semestern begangene Versäumnisse sind später meist irreparabel.

Wohl aber läßt sich meines Erachtens zweierlei in die Zeit der praktischen Ausbildung in quantitativer Analyse verlegen: Die **präparativen anorganischen Arbeiten**, für deren sachgemäße Ausführung der nunmehr bereits an quantitatives Vorgehen Gewöhnte hinreichend vorgebildet ist, und die nach der Seite des Stofflichen, des Apparative und der geistigen Beanspruchung das quantitative Arbeiten dieser Ausbildungsperiode aufs beste ergänzen.

Zweitens die **physikalische Chemie** in der Vorlesung und in dem einführenden Praktikum. Die Forderung, physikalische Chemie so frühzeitig zu betreiben, steht freilich im Widerspruch mit dem Gebrauche des Verbandes der Laboratoriumsvorstände und den Bestimmungen zur Vorprüfung an den technischen Hochschulen. Indessen wird das Verständnis des forschreitenden Praktikanten für anorganisches Arbeiten durch Kenntnisse der physikalischen Chemie bedingt, und anderseits setzt die Pflege der physikalischen Chemie keine beträchtlichen Sonderkenntnisse auf organisch-chemischem Gebiete voraus.

Hier darf vielleicht kurz die Frage der **Nebenfächer** gestreift werden. Ich halte es für unmöglich, dem Studierenden der Chemie Maschinenlehre, Elektrotechnik, Verwaltungskunde und Volkswirtschaftslehre mehr als höchstens informatorisch zu bieten. Wollte man weitergehen, so könnte das nur zur Zersplitterung führen. Zudem ist ein Nachholen fehlender Ausbildung in diesen Fächern in der Praxis möglich. Die Hochschule muß in erster Linie das geben, was später nicht nachzuholen ist. Die Unentbehrlichkeit der Mineralogie und vor allem der **Physik** für den Chemiker muß dagegen aufs nachdrücklichste unterstrichen werden. Was die Mathematik anbetrifft, so wird eine Sondervorlesung in den frühesten Semestern für notwendig gehalten, da ohne Mathematik keine naturwissenschaftliche Bildung denkbar ist. Wer sich in späteren Semestern der physikalischen Chemie als Forschungsfach widmet, müßte die einleitende Vorlesung ergänzen oder zum mindesten frühere Kenntnisse auffrischen. Bei der Frage nach der Vorbildung des zukünftigen Chemikers auf der Mittelschule wäre zu bedenken, daß ein für Naturwissenschaft begeisterter Absolvent eines humanistischen Gymnasiums auf der Hochschule schnell das zu lernen pflegt, worin ihm der Realschulabsolvent überlegen war; aber der letztere wird als Chemiker auf der Hochschule die „humaniora“ schwerlich nachholen. Somit erscheint mir die Wahl eines humanistischen Gymnasiums für den späteren Studenten der Chemie keineswegs bedenklich, wenn auch natürlich nicht die einzige richtige.

Wenn ein anorganisches Laboratorium seiner Unterrichtsaufgabe gerecht geworden war, wird der Student in den Schlußsemestern, nunmehr zur **Forschungsarbeit**, gern dorthin zurückkehren. Damit setzt die notwendige Spezialisierung ein. Wohl sollte jedem Lehrling der Wissenschaft das Glück beschieden sein, im Kämpfen um sein Forschungsziel, mag es auch noch so bescheiden sein, zu Zeiten sich und die Welt über seinem Thema zu vergessen. Aber wir haben die Verpflichtung, ihn nicht auf die Dauer das Allgemeine über dem Speziellen vernachlässigen zu lassen. Dem Spezialisieren sollte durch starkes Heranziehen zu Sondervorlesungen, zu seminaristischen Übungen, zu wissenschaftlichen Ausflügen und zu Kolloquien entgegengewirkt werden.

Die im vorstehenden vorgeschlagenen Lehrpläne geben meine **persönliche** Meinung wieder; sie beanspruchen gewiß keine Allgemeingültigkeit. Man kommt zweifellos auch anders zum Ziel. Von entscheidender Bedeutung scheint mir aber ein anderes, schon eingangs berührtes; und darum zuletzt noch ein Wort über den **Dozenten der Chemie**, über den **akademischen Nachwuchs**. Geringere Sorge darf einer Organisation das jugendliche Genie machen, das auf eigenem Wege, „im Wald auf der Vogelweid“ zum Meister wird. Indessen auch ihm wird als der Weisheit letzter Schluß gepredigt: „Ehrt mir die Meisterkunst“; auch dem reifen Genie öffnet sich der Himmel der Intuition erst, nachdem die Melodie alfränkisch strengerer Kunst erlebt worden war. Große Sorge macht uns aber die Pflege des Nachwuchses, dem ein so hoher Flug nicht beschieden, der aber gewillt ist, treu am Werke zu sein. Wohl ein halbes Jahrhundert hindurch begangene Unterrichtssünden sind hier wieder gut zu machen, soweit es sich um die anorganische Chemie handelt. Dem jungen Anorganiker boten sich Jahrzehnte hindurch kaum erreichbare Aussichten; es gab Zeiten, wo sämtliche Universitätslaboratorien organisch interessierten Direktoren unterstellt waren. Ja, nicht einmal die Veröffentlichung anorganischer Forschungsergebnisse war in den Berichten unserer Deutschen chemischen Gesellschaft mit derselben Liberalität gestattet, deren sich die organische Chemie erfreute.

Was muß von einem akademischen Lehrer der Mineralchemie verlangt werden? Die Lehr- und, ich betone stark, **W a n d e r j a h r e** der Assistentenzeit; wenn es angeht, ein Blick in die analytische Praxis der Industrie, die selbständigen Leistungen und die Bewährung bei der Anleitung zu Forschungsarbeiten, die Habilitation. Aber maßgebend darf nicht **allein** Begabung und Bewährung im Forschen sein. Die Unterrichts-Assistententätigkeit wäre nicht geringer zu bewerten. So erwünscht es wäre, es geht kaum mehr an, daß ein junger Gelehrter sich als Privatdozent für das Gesamtfach der Chemie habilitiert. Unerlässlich bleibt aber für den anorganischen Chemiker, daß er die Schule physikalisch-chemischer Forschung durchlaufen hat. Wir treten dem Gedächtnisse des großen Strukturchemikers **Werner** gewiß nicht zu nahe, wenn wir in seinen neuen Anschauungen der anorganischen Chemie nicht die **g e s a m t e** neue anorganische Chemie erblicken; scheint doch eher vieles daraus der Gedankenwelt der organischen Chemie verwandter, als den der Mineralchemie eigentümlichen Aufgaben. Wir müssen verlangen, daß der akademische Anorganiker den Inhalt der chemischen Thermodynamik und Atomistik sich soweit zu eigen macht, daß er in der durch jene geschaffenen Weltanschauung arbeitet. Noch heute lehrt ein Blick in viele Forschungsberichte und manche fachgenössische Debatte über Fragestellung und Ergebnisse, wie wenig das der Fall ist.

Es müssen sich dem jungen Dozenten der anorganischen Chemie aber nicht nur Assistentenstellen bieten, wie an einigen Universitäten noch heute. Gewiß ist anzuerkennen, daß solche gegenwärtig eine etwas auskömmlichere Lebensweise ermöglichen als vergleichsweise früher. Auch mit gehobenen Abteilungsvorsteherstellen ist es nicht getan. Es muß dem Anorganiker überall, zum mindesten in gleichem Maße wie anderen Fachgenossen, die Aussicht auf eine im akademischen Leben **f ü h r e n d e S t e l l u n g** geboten werden. In überaus dankenswerter Weise hat soeben die Industrie Schritte in dieser Richtung getan. Die dringendste Sorge wäre es, daß diese nicht vergeblich bleiben und in andere Bahnen abgelenkt werden. Denn, wie mir scheint, handelt es sich für jede chemische Ausbildung, und damit für die chemische Industrie in allererster Linie, um die **P e r s ö n l i c h k e i t e n** der Hochschullehrer, und das Entscheidende ist somit die Förderung des Nachwuchses. Es kann diese Grundfrage nicht ernst genug genommen werden. Denn wir können mit heißem Bemühen Lehrpläne auf Lehrpläne durchberaten, pädagogische Bücher schreiben und Prüfungsordnungen entwerfen, es kann ein Engel vom Himmel kommen, um uns die Regeln der Meisterkunst zu bringen, es bleibt alles eitel Dunst, wenn die Männer fehlen, die sie mit Kraft und Liebe in die Tat umsetzen.

[A. 145.]

Einige Bemerkungen zur Ausbildung der Chemiker.

Von E. BERL.

Chemisch-technisches und elektrochemisches Institut der
Technischen Hochschule Darmstadt.

(Eingeg. 9. Juni 1926.)

Die Aussprache über die Ausbildung der Chemiker auf der Kieler Hauptversammlung des Vereins Deutscher Chemiker sollte nicht den Zweck verfolgen, Beschlüsse über den Verhandlungsgegenstand herbeizuführen. Die Vorteile der Aussprache sollten in der Anhörung der verschiedenen Auffassungen und in der dadurch zu bewirkenden Klärung der so wichtigen Ausbildungsfrage liegen. Im ersten Teil der folgenden eigenen Ausführungen sollen Äußerungen, welche aus den Kreisen der Hochschullehrer und der Großindustrie stammen, wiedergegeben werden, während in dem zweiten Teil einiges ausgeführt werden soll über die Ausbildung der Chemiker auf chemisch-technologischem und technisch-analytischem Gebiete.

I.

Die wichtigste Aufgabe der Hochschulausbildung besteht darin, durch vertiefte wissenschaftliche Durchbildung eine breite Grundlage des Wissens und Vertrautheit mit den Stoffen zu schaffen. Von dieser Basis aus sollen sich nach dem Übertritt in die Industrie die Fähigkeiten nach allen Richtungen der technischen Beanspruchung hin entwickeln können. Demnach sind für den in die Praxis übertretenden Chemiker erforderlich: Kenntnis von durchaus ausreichendem Tatsachenmaterial, die sichere Beherrschung der Theorie, die Schulung der experimentellen Geschicklichkeit, nicht nur allein der manuellen Geschicklichkeit, sondern auch der Fähigkeit, zweckentsprechend anzuwenden. Der Chemiker soll sich an der Hochschule nicht nur ein bestimmtes Wissen erwerben, sondern zu diesem Wissen auch das Können erlernen. Er soll, wenn irgendwie möglich, zum Forschen geeignet sein und demnach die Begabung des Beobachtens entwickeln. Von sehr geschätzter Seite wird nach dieser Richtung hin eine psychotechnische Prüfung vor