

Zur Frage der Ausbildung der Chemiker¹⁾²⁾.

Von P. WALDEN, Rostock.

(Eingeg. 7. Juni 1926.)

Die Frage der Ausbildung der Chemiker gegenwärtig zur Diskussion stellen, heißt bereits: die Notwendigkeit einer Revision und Änderung der bisherigen Ausbildung bejahen. Der Ursachen gibt es mehrere. Es steht fest, daß die exakte Naturforschung in einem tiefgehenden Umbildungsprozeß begriffen ist. Die Chemie als wesentlicher Bestand dieses großen Wissenskomplexes von der Natur ist hierbei mit betroffen. Und wenn der chemischen Forschung neue Wege, Mittel und Ziele sich eröffnen, so muß auch die chemische Lehre, der chemische Unterricht einer Evolution und Anpassung sich fügen erweisen. Doch die Chemie hat noch eine andere Wesenshälfte, die sie in Abhängigkeit von dem Pulsschlag des Werklebens hält, sie ist Trägerin und Mitschöpferin der materiellen Kultur unserer Zeit. Und wenn chemische Wirtschaft und Technik heutzutage von schweren Erschütterungen betroffen sind, so sollen Sinngehalt und Leistungskraft der chemischen Lehre auch den Bedürfnissen des wirtschaftlichen Aufbaues und Umbaues, den Forderungen des Tages sich anpassen. Und so ist dann die Frage nach der Ausbildung der Chemiker nicht nur eine Standesfrage, sondern — im Hinblick auf die Bedeutung der Chemie im modernen Staat — eine grundlegende wirtschafts- und staatspolitische Frage. Der heutige chemische Unterrichtsgang ist keine Zufallsschöpfung, sondern ein historisch und logisch Gewordenes. Lassen Sie uns kurz in die Vergangenheit zurückblicken.

„Durch die Pendelschläge wird die Zeit, durch die Wechselbeziehung von Idee zu Erfahrung die sittliche und wissenschaftliche Welt regiert“, so sprach vor hundert Jahren Altmeister Goethe. Der Pendelschlag der Zeituhr vor einem Jahrhundert: Es war im Sommersemester des Jahres 1826, als der junge Chemieprofessor J. Liebig in dem neugegründeten chemisch-pharmazeutischen Institut an der Universität Gießen den ersten Kurs eines chemischen Praktikums eröffnete (J. Volhard, Just. v. Liebig, I, 61 (1909). Wie kam Liebig zu dieser Tat? „Es war in Gay-Lussacs Laboratorium, daß Liebig die Idee zur Gründung einer chemischen Schule in Deutschland empfing, in welcher er hoffte, den jüngeren Mitarbeitern das zu sein, was Gay-Lussac ihm selbst gewesen war“ (A. W. Hofmann, Faraday Lecture über Liebig, S. 54). Die kühne Idee war da, sie wirkte sich zu der historisch denkwürdigen Erfahrung aus, daß eine Chemieschule und Chemieschulung erwuchs, „deren wundervolle Taten eine der ruhmvollsten Seiten der früheren Geschichte der organischen Chemie füllen“ (Hofmann).

¹⁾ Bei den nachstehenden Bemerkungen ist absichtlich jedes Eingehen auf detaillierte Vorschläge für die Ausgestaltung der Studienpläne und die Arbeitsprogramme vermieden worden.

²⁾ Auf der diesjährigen Hauptversammlung in Kiel ist die Frage der Ausbildung der Chemiker in der Fachgruppe für Unterrichtsfragen und Wirtschaftschemie eingehend erörtert worden. Nachstehend geben wir die Ausführungen der bestellten Berichterstatter wieder. Betr. des hier nicht enthaltenen Vortrages von Dr. M. Buchner sei auf das ausführliche Referat Z. ang. Ch. 39, 933 [1926] verwiesen.

Dazu trat noch ein weiteres. Die Erfolge der Gießener Schule führten zur Nachahmung und Nacheiferung.

Als Liebig im Jahre 1840 den Zustand der Chemie in Preußen charakterisierte, stellte er folgende Forderung auf: „Ein wahrhaft wissenschaftlicher Unterricht soll fähig und empfänglich für alle und jede Anwendung machen, und mit der Kenntnis der Grundsätze und Gesetze der Wissenschaft sind die Anwendungen leicht, sie ergeben sich von selbst.“ Die Kritik Liebigs an dem Bestehenden hat — nach A. W. Hofmann — „den mächtigsten Einfluß auf die Entwicklung des chemischen Unterrichts ausgeübt“, indem die Staatsbehörden reichliche Mittel für die Gründung und Ausstattung von Unterrichts- und Forschungsstätten der Chemie hergaben. Und so entstand nach und nach ein Netz von chemischen Pflanzstätten in Deutschland, damit vollzog sich aber eine Verschiebung des wissenschaftlichen Zentrums, denn, war vorher Paris der Mittelpunkt chemischer Forschung gewesen, so wanderte der letztere zwangsläufig nach Deutschland ab. Daran vollzog sich aber eine Verschiebung des wissenschaftlichen Macht der neuen Chemie offenbarte. Liebig selbst hatte durch seine klassischen Werke die Anwendung der organischen Chemie „auf Agrikultur und Physiologie“ (1840), sowie „auf Physiologie und Pathologie“ (1842) gelehrt. Eine ruhmreiche Zeit in der Betätigung chemischer Denkweise, in der Eingliederung chemischer Forschungsergebnisse auf den Gebieten der Wirtschaft, der Heilkunde, der materiellen Kultur überhaupt brach an. Die organische Chemie, bzw. die organische Synthese wurde ein Machtfaktor zuerst auf geistigem (sprengte sie doch unter andern die Mauer der „Lebenskraft“), dann auf weltwirtschaftlichem Gebiet, sie wurde eine ungekrönte Herrscherin im Reiche der Chemie. Ihre wissenschaftlichen Kraftquellen lagen wesentlich in den Chemischen Instituten der Hochschulen, bei den Hochschullehrern, denen die Forschung und Lehre in der organischen Chemie oblag. Ziele und Bedürfnisse der organischen Chemie waren es denn auch, die rückwirkend die Organisation des Hochschulunterrichts nach der persönlichen und sachlichen Seite mit bestimmten. Die chemische, bzw. Farbenindustrie erlebte immer größere Triumphe, und indem sie selbst wuchs, wuchs auch das Bedürfnis nach geeignet geschulten Mitarbeitern aus der Zahl der jungen Chemiker. Da wurde nach und nach eine Frage wichtig: Wie soll diese für die Industrie geeignete Ausbildung des chemischen Mitarbeiterstabes gestaltet und gegebenenfalls kontrolliert werden?

Als vor drei Jahrzehnten die öffentliche Meinung der Chemiker in Deutschland von einem starken Wellengang betroffen war — der Ruf „Staatsexamen für Chemiker“ hatte den Sturm heraufbeschworen — da sagte C. Duisberg (Z. ang. Ch. 1897, 531 ff.), indem er die Ausbildung der Spezialisten auf den Hochschulen ablehnte: „... wir wollen allgemein gebildete Chemiker, welche anorganische, analytische, physikalische, organische Chemie so gut verstehen, daß sie sich auf Verlangen in jedes Spezialgebiet in kürzester Frist einarbeiten und dieses beherrschen lernen.“ Und noch ein anderes Mahnwort sagte er: „Wir halten es auch nicht für klug, wenn wir Deutsche, wie dies leider in den letzten Jahren bei uns üblich ist, immer und immer

wieder mit dem Bewußtsein der Überlegenheit in der Chemie auf den hohen Stand der deutschen chemischen Industrie hinweisen. Wir huldigen hier dem kaufmännischen Grundsatz, über das, worin wir geschäftlich am stärksten und kräftigsten sind, zu schweigen und uns lieber zu fragen, wo haben wir noch Lücken und können mehr und Besseres erreichen.“ Nur drei Jahrzehnte sind inzwischen verflossen, doch wie gewaltig und gewaltsam haben sie das Bild der Wirklichkeit umgestaltet. Gleichen sie nicht einem modernen dreißigjährigen Krieg? Einerseits ein unermüdliches Ringen um eine immer stolzer sich entfaltende Blüte von Wissenschaft und Technik, und damit auch von materieller Kultur, anderseits aber ein planmäßiges Kämpfen gegen diesen Aufstieg, der einen offenen Kampf, eine Unterdrückung, eine Vernichtung als sichtbares Ergebnis gezeitigt hat! Wie viel dringlicher und ernster als vor 30 Jahren gilt es heute, sich aller Überhebung oder des Kultus der Überlegenheit zu entäußern und sich zu fragen: „Wo haben wir noch Lücken und können noch Besseres erreichen?“

Dieses ist das Fundamentalproblem, das im Mittelpunkt der „Ausbildung der Chemiker“ steht.

I. Zur Beantwortung dieser Fragen wollen wir das subjektive Moment möglichst auszuschalten suchen, indem wir geschichtliches und statistisches Vergleichsmaterial heranziehen. Und zwar wollen wir vorerst eine Umformung unserer Fragestellung vornehmen, indem wir mit Bezugnahme auf die organische Chemie, ihre Entwicklung und historische Bedeutung in und für Deutschland uns fragen: Welche eine Bedeutung wird der organischen Chemie bei der Schulung des Geistes in den angelsächsischen Ländern beigelegt, insofern diese Schulung durch die modernsten Werke über die historische Entwicklung der Chemie erstrebt wird?

Nehmen wir zwei Beispiele: T. M. Lowrys „Historical Introduction to Chemistry“ (London 1915) und J. Massons „Three Centuries of Chemistry“ (London 1925). Lowrys überaus klares Buch will die „more important facts and theories of Chemistry“ darbringen, die organische Chemie schließt hierbei mit 1865 (Kekulé, Frankland, A. W. Hofmann u. a.) ab, und Namen wie Berthelot, v. Baeyer, E. Fischer, V. Meyer u. a. fehlen demnach ebenso wie das Wort Stereochemie.

Massons lebendig geschriebenes gehaltvolles Geschichtswerk schildert die Entwicklung der Chemie von etwa 1640—1925. Der organischen Chemie werden dabei nur wenige Zeilen (S. 164) zugemessen, die synthetischen Großtaten gar nicht erwähnt (S. 140, 141), und vergebens sucht man im Namenindex nach einem Liebig und Wöhler, Dumas, Gerhardt und Wurtz, A. W. Hofmann, E. Fischer und A. v. Baeyer usw.³⁾

Schalten wir jede Gefühlsäußerung aus. Prüfen wir vielmehr verstandesmäßig den Grund für die Entrechtung gerade der organischen Chemie in dieser Geschichtsdarstellung (die englische Kritik hat dem Werk Massons ein ausnehmend glänzendes Urteil entgegengebracht), so werden wir möglicherweise nicht fehlgehen, wenn wir diese geringe Bewertung in Abhängigkeit setzen von der besonderen Mentalität, von der spezifischen Veranlagung des englischen Geistes, der seine

Schulung und Betätigung weniger in den Problemen der synthetisierenden organischen Chemie, als vielmehr in genialen naturphilosophischen Ideen von großer Weite, in gesetzmäßigen Zusammenhängen und ähnlichem findet. Die geduldige und liebevolle Kleinarbeit beim Studium der Entstehung und des Wesens der einzelnen organischen Verbindungen, sowie die Freude an der Mehrung der Zahl und Mannigfaltigkeit solcher Verbindungen, dies alles konnte Geister von der Art eines Graham oder eines Gladstone (trotzdem beide Schüler eines Liebig waren) oder eines Will. Ramsay (Schüler von Fittig) nur vorübergehend fesseln. Zweifelsohne hat diese teilweise Emanzipation von der Denk- und Arbeitsweise der organischen Chemie, diese naturphilosophische und physikalisch orientierte Schulung des Chemikers großes geleistet und eine Eigenart der Forschung begünstigt, die ernster Beachtung wert ist. Das ist die eine Seite unseres Vergleichsmaterials.

II. Wenden wir uns jetzt einem andersgearteten Vergleichsmaterial zu, indem wir die wissenschaftliche Forschung der Gegenwart statistisch auszuwerten versuchen. Dabei soll die folgende Frage beantwortet werden: Wie verteilt sich in der Gegenwart die wissenschaftliche Forschungsarbeit auf die einzelnen großen Zweige der Chemie (anorganische, organische, physikalische, Biochemie u. a.)? Welcher Problem- und Stoffgruppe wird das meiste Interesse und die meiste geistige Energie zugewandt, welche gilt also heutzutage als die aussichtsreichste?

Verweilen wir zuerst bei Amerika (bzw. den Ver. St.). Hier hat sich in kurzer Zeit ein glänzender Aufschwung der chemischen Forschung und Technik vollzogen. Die natürlichen Stoff- und Kraftquellen dieses Landes, die Aktionsfreiheit im Raum und in den Mitteln, die große Fülle unverbrauchter geistiger Energien usw., dies alles wirkt zusammen, um hier ein chemisch-technisches Kraftfeld von unbegrenzten Zukunftsmöglichkeiten zu schaffen. Wie gliedert sich nun die wissenschaftlich-chemische Produktivität hier? Die Zahl der im Verbands der American Chemical Soc. registrierten Chemiker ist etwa 17 000 (also etwa gleich derjenigen von Deutschland, England und Frankreich zusammengekommen). Diese größte chemische Organisation hat für ihre wissenschaftlichen Veröffentlichungen das Organ „The Journal of the American Chemical Society“. Über Umfang und Art der in diesem Journal niedergelegten Arbeiten ziehen wir die Daten der Jahre 1924 und 1925 zu Rate.

1924 umfaßte das Journal rund 2880 Druckseiten; diese verteilten sich derart, daß der „organischen und biologischen Chemie“ rund 1400 Seiten, der „allgemeinen, physikalischen und anorganischen Chemie“ etwa 1380 Seiten zukamen (der Rest entfiel auf Besprechungen von Büchern usw.).

1925 brachte dasselbe Journal etwa 3100 Textseiten, welche sich derart verteilten, daß von den Originalmitteilungen etwa 1470 Seiten auf die „organische und biologische Chemie“, und rund 1470 Seiten, also ebensoviel, auf die „allgemeine, physikalische und anorganische Chemie“ entfielen. Kurz zusammengefaßt:

Gemessen an dem Umfang der wissenschaftlichen Produktion (der Jahre 1924 und 1925) ist die chemische Forschung in Nordamerika mit dem gleichen Betrage beteiligt an der organisch-biologischen Richtung, wie andererseits an der anorganisch-physikalischen Chemie. Dies sind die zwei großen Arbeitsgruppen.

Wie stellt sich nun das geistige Arbeitsverhältnis

³⁾ Eine andere, und zwar ausführliche Darstellung der organischen Chemie findet sich in dem Geschichtswerk von Sir E. Thorpe (der allerdings einer älteren Generation von Chemikern angehört): History of Chemistry, London 1924.

innerhalb der einzelnen Richtungen der Chemie im engeren Deutschland dar? Nehmen wir als Unterlagen einerseits die führenden Zeitschriften für anorganische und physikalische Chemie, andererseits das Hauptorgan für organische Arbeiten (Liebigs Annalen).

Liebigs Annalen brachten in 6 Bänden 1911 Seiten (1924) bzw. 1895 Seiten Originalarbeiten (1925).

Dem stehen gegenüber: Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie mit etwa 10 Bänden und 3970 Seiten (1924) bzw. 3510 Textseiten (1925); dazu noch die Zeitschrift für physikalische Chemie mit rund 3170 Seiten (1924) bzw. 2370 Seiten (1925) Originalarbeiten. Demnach stand die wissenschaftliche Produktivität, gemessen an dem Umfang dieser Zeitschriften, im Jahre 1925 im Verhältnis von 28% (bzw. 3000 Seiten) in Nordamerika zu 72% (bzw. 7800 Seiten) in Deutschland, während die Mitgliederzahl der Chemiker eine umgekehrte Beziehung (etwa 17 000 zu 8000 des Vereins deutscher Chemiker) aufwies. Die Quantität der Leistung liegt demnach offenbar auf der Seite der deutschen Chemiker; über die Qualität bzw. Originalität der Leistungen ist jedoch in unseren Zahlen kein Hinweis enthalten. Weiterhin kann jedoch mit Bezug auf die einzelnen Arbeitsgebiete ausgesagt werden, daß unter den deutschen Chemikern die anorganisch-physikalisch-chemische Richtung ganz erheblich vorwaltet gegenüber der organisch-chemischen Richtung der Forschung.

Die soeben gegebene Statistik vermag trotz ihrer Unzulänglichkeit ein annäherndes Bild vom Umfang der wissenschaftlichen Arbeit, je nach der Arbeitsrichtung und für die betreffenden Volksgruppen, zu geben; sie versagt, wenn wir nach dem Zahlenverhältnis der Einzelprobleme in den verschiedenen Zweigen der chemischen Forschung (anorganisch, organisch usw.) fragen, und zwar mit Bezug auf die ganze chemische Welt. Zur Beantwortung dieser Fragen nehmen wir das „Chemische Zentralblatt“ vom Jahre 1925 zu Hilfe. Hier finden wir die Quersumme des internationalen chemischen Schaffens. Die Zahl der Referate betrug:

aus der allgemeinen und physikalischen Chemie	2816
aus der anorganischen, mineral. u. geolog. Chemie	865
aus der organischen Chemie	1671
aus der Biochemie	3645
Zusammen:	8997

Wenn diese Statistik kurz zusammengefaßt werden soll, so kann man sagen, daß in der Welt der chemischen Forscher zur Zeit das wissenschaftliche Interesse bzw. die Zahl der wissenschaftlichen Arbeiten in folgender Reihenfolge ansteigt und im folgenden Verhältnis zueinander steht: Anorganische Chemie zu organischer: physikalischer: Biochemie wie 1:2:3:4. Oder anders ausgedrückt: Bei Berücksichtigung der internationalen Forschungsarbeit in der reinen Chemie (8997 Publikationen im Jahre 1925) beträgt der prozentuale Interessenanteil an den Problemen der anorganischen Chemie 10%, der organischen Chemie 20%, der allgemeinen und physikalischen Chemie 30%, der Biochemie 40%. Die Weltproduktion an chemisch-wissenschaftlicher Denk- und Experimentalarbeit ergibt also das Vorwiegen der anorganisch-physikalischen Richtung (zusammen $10 + 30 = 40\%$) und der Biochemie (ebenfalls mit 40%) gegenüber den Problemen der reinen organischen Chemie (mit 20%).

III. Zweifelsohne hat sich eine Verschiebung des wissenschaftlichen Schwerpunktes der Forschung in der Gegenwartschemie vollzogen. Überblicken wir die

etwa zweihunderttausend bereits bekannten organischen Verbindungen, und bedenken wir, daß theoretisch und experimentell die Synthese von noch weiteren Hunderttausenden möglich sein dürfte, so entsteht die bange Frage, welchem Zustande die schöpferische Arbeit der organischen Chemie zusteuert, ob diese unverdrossene Vermehrung der Zahl der Einzelindividuen der geistigen Aufnahmefähigkeit kommender Zeiten und der eigentlichen Aufgabe der organischen Chemie überhaupt entspricht? „Die organische Chemie kann einen jetzt ganz toll machen. Sie kommt mir wie ein Urwald der Tropenländer vor, voll der merkwürdigsten Dinge, ein ungeheures Dickicht, ohne Ausgang, ohne Ende, in das man sich nicht hineinwagen mag.“ Die Klage entstammt nicht der Gegenwart, es war F. Wöhler, der schon im Jahre 1835 diese Worte schrieb!

Die relative Leichtigkeit, mit der gerade die organische Chemie eine schöpferische Forschung und einen schöpferischen Unterricht ermöglichte, zugleich aber auch eine praktische Auswertung der synthetischen Ergebnisse in greifbare Nähe rückte, hat uns mittlerweile jene Stofffülle beschert, die — wenn wir das Bild gebrauchen dürfen — zu einer einseitigen Hypertrophie der ganzen Chemie zu führen droht.

Die historische Rolle der organischen Chemie in der chemischen Industrie ist allbekannt, sie beide entwickelten sich gleichzeitig, sie beeinflussten und förderten sich wechselseitig. Diese Wechselbeziehung hob die organische Chemie heraus aus den Reihen der anderen chemischen Disziplinen. Man sprach zuweilen von einer „Diktatur“ der organischen Chemie, die den chemischen Lehrstühlen und Instituten, der chemischen Lehre und Forschung an den Hochschulen einen spezifischen Charakter aufgezwungen hätte. Die obige Statistik zeigt nun, daß in der heutigen wissenschaftlichen Welt für die Gesamtheit der chemischen Forscher diese bevorzugte Wertung der organischen Chemie nicht mehr zutrifft. Da die heutige chemische Industrie in einer eigenartigen Symbiose mit der chemischen Forschung lebt, so dürfen wir wohl annehmen, daß die soeben angeführte Umwertung auch mit der Neuorientierung der chemischen Industrie zusammenhängt. Und wenn im Zusammenhange mit dieser Statistik die Frage nach der Ausbildung der für die Praxis bestimmten Hochschulchemiker gestellt werden darf, so kann die Antwort nach meinem Dafürhalten nur lauten: Eine „fast ausschließlich auf organisch-chemischem Gebiete“ liegende theoretische Ausbildung bedeutet eine bedauernswerte Verkennung und Verneinung des Zeitgeistes, doch ebenso ist auch jede andere einseitig bevorzugte Ausbildung vom Übel.

IV. Die Chemie als Wissenschaft ist ein Spiegel des Wellenschlages der Naturforschung überhaupt, sie ist aber auch Mitschöpferin und Mitnutznießerin der materiellen Kultur. Gewiß konnte seinerzeit ein Berthelot, als einer der Schöpfer der organischen Synthese, sagen: „La chimie crée l'objet de ses études“. Doch heute dürfte dieses immer fortgesetzte „Erschaffen“ neuer Verbindungen nach kunstreichen, oft recht heroischen Verfahren, die sich von dem stillen chemischen Wirken in der lebenden Zelle ganz wesentlich unterscheiden, nicht mehr als das vorwiegende Ziel der Forschung, auch nicht als der Weg zur Erforschung der Natur gelten. Noch unlängst sagte ein führender organischer Chemiker in Amerika, daß die meisten Vertreter der organischen Chemie gar nicht „der Tatsache bewußt zu sein scheinen,

wie detailliert und rein empirisch das Wissen ist, auf dessen Führung wir uns in den organischen Synthesen verlassen müssen. Unter den zweihunderttausend organischen Verbindungen ... haben wir fast keine grundlegenden Prinzipien ..." (W. A. Noyes, Journ. Amer. Chem. Soc. 48, 539, 1926).

Die Ruhmestaten der organischen Chemie sind in der Geschichte der Entwicklung chemischer Ideen und Arbeitsmethoden sowie in der Schaffung und Entwicklung der chemischen Großindustrie für alle Zeiten festgelegt, die organische Chemie kann daher getrost auch eine objektive Kritik vertragen und muß sie, wie die soeben (von W. A. Noyes) angeführte einer Prüfung unterziehen. Ja, dieses Mißverhältnis zwischen dem ungeheuren Formenreichtum einerseits und der Zahl der Grundprinzipien, der quantitativen Gesetze und großen führenden Ideen andererseits ist auffallend, es könnte vielleicht zu Erschöpfungszuständen der Forschung führen. Oder es muß eine Umbiegung der chemischen Mentalität und eine Umstellung der chemischen Arbeitsmethoden auslösen! Ein drittes existiert nicht. In welchem Sinne soll dies alles sich vollziehen? Die Antwort möchte ich aus der obigen Statistik herauslesen, kurz möchte ich sie in die Worte kleiden: „Zurück zur Natur"! Und wenn wir nach bestimmten Angriffspunkten für diese umorientierte Forschung fragen, so erinnern wir an eines modernen Meisters und Bahnbrechers Worte: „Die größte Aufgabe der Chemie aber erkennen wir nun darin, die stofflichen Formen und die Gesetze ihrer Wechselwirkung aufzuhalten, die die Grundlage der Lebensvorgänge ausmachen" (F. Haber, Fünf Vorträge [1924], 50). Es ist die biochemische Forschung mit ihren Zielen, welche uns eine Welt der unerwarteten Erfolge eröffnet, „deren Auswirkung das Zeitbild ändert und die allgemeine Ordnung der Dinge über das Augenmaß der Gegenwart hinaus umgestaltet" (Haber, ebenda, 55). Sollen wir aus dieser Erkenntnis heraus nicht rechtzeitig auch die chemische Ausbildung umzustellen uns bemühen? Soll die obige Statistik der wissenschaftlichen Weltproduktion keine Mahnung und Lehre sein?

Und nun ein anderes Gebiet. Hier erinnern wir an ein anderes Wort Habers: „Es ist ein unverbrüchlicher Zusammenhang zwischen den physikalischen Hilfsmitteln und den chemischen Fortschritten." Es ist die Physik unserer Zeit, die neue große Ideen, neue Denk- und Forschungsmittel geschaffen, neue experimentelle Wege zur Erkenntnis der Stoffe und des Stoffes überhaupt angebahnt hat. Eine Überfülle neuartiger Probleme ist in den Brennpunkt des wissenschaftlichen und technischen Interesses getreten und reizt zur theoretischen und experimentellen Prüfung. Die physikalische Chemie hat neue Impulse empfangen und greift ihrerseits immer tiefer in die biochemische Forschung ein. Vor vielen Jahrzehnten sagte schon Berzelius (Jahresber. 20, 455): „Seitdem eine katalytische Wirkung durch Berührung zugegeben worden ist, so ist es unmöglich, zu sagen, wo sie an dem chemischen Prozeß nicht teilnimmt" (1840). Es hat eines langen und verschlungenen Weges bedurft, um die Richtigkeit dieser Behauptung des Altmeisters Berzelius ganz zu erfassen und die ungeheure Leistung der Katalyse auch in der chemischen Industrie beim Schaffen von neuen Werten dienstbar zu machen. „Und blicken wir aus dem Laboratorium und dem Fabrikgebäude hinaus in die Welt — so sagte unlängst ein Berufener (Mittasch, Ber. d. d. Chem. Ges. 59, 34, 1926) — so zeigt sich, daß auch in der Natur kein Gebiet chemischen Ge-

schehens existiert, wo die Katalyse nicht anzutreffen wäre, so daß wir am Ende die Katalyse als eine unbedingte natürliche Notwendigkeit anzusehen haben. Eine Chemie ohne Katalyse ist schließlich gar nicht vorstellbar." „Dem Chemiestudierenden, der in Fabrikbetriebe überzutreten gedenkt, ist eine mehr als oberflächliche Beschäftigung mit der Katalyse zu raten", sagt Mittasch (l. c.).

Zu diesen bedeutsamen Worten sei nur hinzugefügt, daß die Katalyse in ihrer praktischen und theoretischen Auswirkung wiederum mit der physikalischen Chemie (Affinitätslehre, Reaktionsgeschwindigkeit, Atomphysik usw.) zwangsläufig verknüpft ist. Das Studium der Oberflächenkräfte, die Chemie der Oberfläche bzw. in der Oberfläche stellt sich dem Studium der Kräfte zwischen den Molekeln, im Innern der Molekeln und Atome an die Seite. Vor uns entsteht fernerhin eine neuartige Chemie der Kristalle bzw. der Stoffe im festen Zustande. Die Kolloidchemie erobert sich immer neue Gebiete. Und wie vor langer Zeit sind es wiederum die Metalle, die der Wissenschaft und Praxis Probleme in übergroßer Zahl darbieten. Dazu kommt noch die in immer größere Nähe rückende Erschöpfung der Vorräte einzelner wirtschaftswichtiger Natur- und Rohstoffe und die Notwendigkeit eines Ersatzes derselben. Während also von dieser Seite eine ökonomische Verwendung dieser Stoffe für künftige Werkarbeit gefordert wird, ist es andererseits der Stand des Weltmarktes, der uns gebieterisch eine Erhöhung der wirtschaftlichen Leistung und des Nutzeffektes diktiert. Der Kompaß der Stoffveredlungs- und -verwertungsarbeit weist immer deutlicher auf die bisher wenig beachteten Rohstoffvorräte hin, die in den einfachen, scheinbar wertlosen anorganischen Verbindungen und Elementen reichlich zugänglich sind: Luft, Wasser, Kohle und Erde (Steine). Ist es nicht so, als ob wir nach Jahrtausenden zu den „4 Elementen" — Luft, Wasser, Feuer und Erde — zurückgekehrt sind? Die Alchemisten fanden mit Hilfe dieser vier Elemente keineswegs den vielgesuchten „Stein der Weisen", doch weise suchend findet die moderne Chemie in den vier Elementen bzw. in den Steinen das Material für neue kostbare Güter!

Waren es soeben die einfachen Naturstoffe, so ist es andererseits die noch zu wenig erkannte unauffällige Aufbau- und Umwandlungsarbeit in der Natur, ist es der Chemismus in der lebenden Zelle, der uns immer mehr fesselt, weil er mittels geringer Energieunterschiede und scheinbar einfacher Reaktionen großes vollführt. „Die Natur tut nämlich nichts überflüssig und ist im Gebrauch der Mittel zu ihren Zwecken nicht verschwenderisch" (I. Kant).

Durchmustert man rückschauend die Geschichte der wissenschaftlichen Chemie, so mag es wohl so erscheinen, als ob ihr Entwicklungsgang einen unregelmäßigen, zufälligen Verlauf genommen habe. Doch die kleine Statistik und die daran geknüpften Bemerkungen lassen eine andere Ansicht als ebenso berechtigt, vielleicht gar als wahrscheinlicher erscheinen. Man könnte von einem Entwicklungsgesetz der chemischen Forschung reden, das im Unterbewußtsein der Forschergenerationen schlummernd, letzten Endes doch die einzelnen Etappen der Entwicklung bestimmt. Ist es nicht folgerichtig, daß die chemische Forschung mit dem Alltäglichen und Sinnfälligen, mit den „vier Elementen" begann, zu dem Einfachsten und Leblosen (der anorganischen Stoffwelt) überging, alsdann der Erforschung der organischen Stoffe, dem Reiche des Komplizierteren sich zuwandte, zur Charakterisierung gerade der organischen Stoffindividuen und

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 einfügen. 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 allgemein 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 anzugliedern 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.