

Unterrichtsprobleme in Chemie und chemischer Technologie im Hinblick auf die Anforderungen der Industrie

von

Dr. Wolf Johannes Müller

o.ö. Professor für Chemische Technologie anorganischer Stoffe
an der Technischen Hochschule in Wien



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH
1927

Unterrichtsprobleme in Chemie und chemischer Technologie im Hinblick auf die Anforderungen der Industrie

Antrittsvorlesung an der Technischen Hochschule
gehalten am 12. Januar 1927

von

Dr. Wolf Johannes Müller

o. ö. Professor für Chemische Technologie anorganischer Stoffe
an der Technischen Hochschule in Wien



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1927

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten**

ISBN 978-3-662-34743-0

ISBN 978-3-662-35063-8 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-35063-8

Betrachtet man die Ziele, welche der Student beim Studium der Chemie verfolgt, so sieht man ohne weiteres, daß in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die spätere technische Laufbahn das Ziel des Studiums darstellt. Es ist also nicht zu verwundern, daß die Anforderungen, welche die Industrien an ihre späteren Mitarbeiter stellen müssen, einen gewichtigen Anteil daran haben, wie die Ausbildung der Chemiker ausgestaltet werden soll. Gerade in der jetzigen Zeit sind weitgehende Diskussionen über dieses Thema im Fluß und ich begrüße die Gelegenheit, zu diesen Fragen Stellung nehmen und vielleicht zur Klärung und Förderung ein wenig beitragen zu können.

Wenn man von der Ausbildung der Chemiker spricht, muß man zunächst daran denken, daß die heute in der ganzen Welt verbreitete Methode des Unterrichts, die in Vorlesungen gewonnenen theoretischen Kenntnisse durch den praktischen Unterricht im Laboratorium zu vertiefen, erst etwa 100 Jahre alt ist. Vor gerade 100 Jahren eröffnete LIEBIG in Gießen das erste Unterrichtslaboratorium, in welchem Chemiker durch systematischen Unterricht in den verschiedenen Zweigen der chemischen Praxis ausgebildet wurden und nach vollendeter Ausbildung ihren wissenschaftlichen Befähigungsnachweis in Form von mehr oder weniger selbständigen wissenschaftlichen Untersuchungen, welche unter Leitung eines älteren Dozenten ausgeführt wurden, der Doktorarbeit, erbrachten.

Der Erfolg gab dem kühnen Neuerer recht. Im Laufe von wenigen Jahrzehnten erstanden an fast allen Universitäten und densich damals entwickelnden technischen Hochschulen in Deutschland und Österreich chemische Unterrichtslaboratorien, welche nicht nur die Forschung und den Unterricht mit einem genügenden Nachwuchs versorgten, sondern darüber hinaus die namentlich seit 1870 in raschem Aufblühen begriffene chemische Industrie mit Mitarbeitern versorgten. Für die hohe Einschätzung der Wichtigkeit der Chemie als wissenschaftlicher Grundlage in-

dustrieller Technik zeugte ferner die Tatsache, daß viele Industrielle, wenn sie auch nicht speziell chemische Industrie betrieben, ihren Söhnen als Vorbereitung das chemische Studium mit dem üblich gewordenen Abschluß der Doktorarbeit und des Dokortitels angeheißen ließen.

Die Entwicklung, von den Siebzigerjahren an, stand nun, bedingt durch die ungeheuren wissenschaftlichen und technischen Erfolge der organischen Chemie, im Zeichen dieser Disziplin. Fast alle anderen Teildisziplinen der Chemie traten in den chemischen Instituten, welche beinahe ausschließlich unter Leitung von Vertretern der organischen Chemie standen, zu Hilfswissenschaften zurück, auch den stürmischen Propagandaarbeiten eines OSTWALD, die physikalische Chemie als gleichberechtigten Unterrichtsgegenstand mit eigenen Instituten an den Hochschulen einzuführen, war nur ein teilweiser Erfolg beschieden. Interessanterweise waren es gerade die technischen Hochschulen, welche in größerem Umfange durch Schaffung selbständiger Institute nicht nur für physikalische Chemie, sondern auch für anorganische Chemie und die verschiedenen Disziplinen der Chemie hier reformierend vorgingen.

Solange die organische Chemie sich durch die beispiellose Entwicklung der organischen Technik, welche sich in Deutschland ein Weltmonopol errungen hat, so weiterentwickelte, blieb in der Praxis der Hochschulen die Vorherrschaft der organischen Chemie bestehen.

Wohl hatten sich ab und zu Widersprüche gegen diese Entwicklung erhoben. Wieder und wieder haben sich Gelehrte anderer Forschungsrichtungen in den Fachzeitungen dagegen ausgesprochen. Als charakteristisches Mahnwort sei der Schlußsatz des Vortrages „Über die zunehmende Bedeutung der anorganischen Chemie“ angeführt, welchen VAN'T HOFF 1898 auf der Naturforscherversammlung in Düsseldorf hielt.¹ Er schloß seinen damaligen Vortrag mit dem Wunsch, „daß Deutschland, welches auf dem Gebiete der anorganischen Chemie von anderen Nationen überflügelt zu werden droht und welches durch den Tod von Männern, wie VIKTOR MEYER, LOTHAR MEYER, GERHARD KRÜSS und CLEMENS ZIMMERMANN, vor kurzem so viele Kräfte in dieser

¹ Zeitschr. f. anorg. Chemie. Bd. 18 (1898), S. 1.

Beziehung verloren hat, daß Deutschland durch die Richtung, welche die Jünger unserer Wissenschaft sich jetzt wählen, auf anorganischem Gebiete alsbald wieder an entschieden führende Stellung kommt“.

Wenig gehört, verhallte dieser Ruf. Nach wie vor blieb die Chemie organischer Richtung führend in Deutschland, was, wie schon erwähnt, dadurch erklärlich war, daß die Industrie hauptsächlich speziell in organischer Chemie ausgebildete Chemiker zum größeren Teil aufnahm.

Erst die grundlegende Umstellung der Industrie nach anorganischer Richtung, welche sich während des großen Krieges in Deutschland vollzog und welche nach dem Kriege eine Verschärfung dadurch erfuhr, daß das Monopol der Farbstoffherstellung vernichtet war und die deutsche Industrie auf die Verfolgung größerer anorganischer Probleme und solcher organischer Probleme gewiesen wurde, zu deren Bearbeitung eine mehr anorganische und physikalisch-chemische Schulung erforderlich war, hat bewirkt, daß heute in Deutschland die Nachfrage nach Chemikern dieser Ausbildungsrichtung wesentlich gestiegen ist.

Den Widerhall dieser Bewegung sehen wir z. B. in einer Aussprache, welche auf der Tagung des Vereines „Deutscher Chemiker“ in Kiel „Über die Unterrichtsprobleme der Chemie“ veranstaltet wurde und bei welcher die Vertreter der verschiedenen Fachrichtungen zu Wort kamen.² Es sprachen hier unter den gemeinschaftlichen Titeln „Zur Frage der Ausbildung der Chemiker“ die Herren WALDEN, BILZ und BÖTTGER; Herr GRIMM über „Einige Fragen des physikalisch chemischen Unterrichtes“, Herr BERL: „Einige Bemerkungen zur Ausbildung des Chemikers“, Herr KERTES: „Vorschläge zur Verbesserung der Hochschul-ausbildung der Chemiker“, und Herr BUCHNER³): „Zur Ausbildung des Chemikers in der chemischen Technologie“.

Betrachten wir zunächst das, was über die allgemeine Ausbildung in Chemie gesagt wurde, so wurde von allen Seiten beinahe einstimmig betont, daß beim Hochschulunterricht in Deutschland der anorganischen und physikalischen Chemie eine stärkere Berücksichtigung, als es bisher der Fall war, zuteil werden müsse. So sagt WALDEN: „Eine fast ausschließlich auf organisch-chem-

² Zeitschr. f. angew. Chemie. 1926, 969ff.

³ Zeitschr. f. angew. Chemie. 1926, S. 933.

mischem Gebiete liegende theoretische Ausbildung bedeutet eine bedauernswerte Verkennung und Verneinung des Zeitgeistes, doch ebenso ist auch jede andere einseitig bevorzugte Ausbildung von Übel.“

Dem ist zweifellos zuzustimmen. In der Unterrichtspraxis sind es hauptsächlich die technischen Hochschulen Deutschlands und darunter nicht an letzter Stelle unsere Technische Hochschule in Wien, welche durch Ausgestaltung verschiedener chemischer Institute an einer Hochschule, welche die Studierenden nach den Lehrplänen nacheinander zu absolvieren haben, für eine möglichst umfassende chemische Ausbildung Sorge getragen haben, wobei die Praktika in den technologischen Instituten den Studierenden Gelegenheit geben sollen, ihre theoretische und praktische Ausbildung an Problemen und Aufgaben anzuwenden und zu vervollständigen, welche dem Gedankenkreis der technischen Chemie (Technologie) entnommen sind. Wir können also feststellen, daß die Organisation des Unterrichtes in Chemie an unserer Hochschule den Forderungen, welche von fachkundigster Seite in Deutschland aufgestellt wurden, vollständig entspricht.

Die in großer Breite geführten Diskussionen über den technologischen Unterricht ergaben die weitgehendsten Differenzen in den vertretenen Anschauungen. Die verschiedenen hier herrschenden Meinungen faßt BUCHNER kurz und treffend folgendermaßen zusammen: „Seit mehr als 30 Jahren werden von den Chemikern der Wissenschaft und Praxis Anstrengungen gemacht, die Erteilung des chemisch-technischen Unterrichtes an den Hochschulen zu reformieren. Es haben sich verschiedene Richtungen herausgebildet, die zu dieser wichtigen Frage Stellung nehmen. Die eine, durch OST vertreten, will überhaupt auf die Erteilung des allgemeinen chemisch-technischen Unterrichtes verzichten, hingegen wünscht sie Errichtung von Professuren für spezielle wichtige Gebiete auf dem Gebiete der chemischen Technologie.“

Im Gegensatz zu dieser Anschauung befindet sich eine insbesondere von DUISBERG vertretene Gruppe, die die Heranbildung von Spezialchemikern ablehnt. Eine weitere Gruppe, insbesondere vertreten durch BERNTHSEN und SCHRAUTH, beklagt den Mangel des Gefühls der Hochschulabsolventen für die Ausführbarkeit des auf wissenschaftlichem Gebiete Erlernen und

Neugefundenen infolge Fehlens einer gewissen Kenntnis der maschinellen Hilfsmittel und der der Technik zur Verfügung stehenden Apparaturen. Vor allem seien die an der Universität ausgebildeten Studierenden technischen Aufgaben gegenüber geradezu hilflos.

Eine andere Gruppe, hauptsächlich vertreten durch BINZ, untersucht die Beziehungen der chemischen Technologie zu der Wirtschaftslehre und schlägt vor, die chemische Technologie zur Wirtschaftskemie auszubilden. Die Studierenden sehen die Chemie als das an, was sie eigentlich ist, eine treibende Kraft in der Weltwirtschaft. BERNTHSEN, SCHRAUTH und BINZ treten lebhaft für die chemische Technologie als Examenfach ein. Für diese Frage hätten aber die reinen Wissenschaftler kein Verständnis gezeigt.

Seine eigene Forderung, die im gewissen Sinne mit der Forderung von KERTES übereinstimmt, geht nach einer radikalen Änderung. Er fordert, daß auf die gründliche wissenschaftliche Ausbildung, welche durch die Doktorarbeit abgeschlossen wird, eine drei- bis viersemestrige Ausbildung speziell in technischer Chemie zu setzen sei, in welcher der Wert hauptsächlich auf die Beherrschung des spezifisch Technischen gelegt werden soll, was er als das Apparative und die technische Beherrschung der Aggregatzustände der chemischen Stoffe oder chemischen Verbindungen und der zur Herstellung der Aggregatzustände erforderlichen chemischen oder physikalischen Energien oder Zustände definiert.

Auch BERL betont die Wichtigkeit des Erlernens des reinen Technischen. Er will dies dadurch erreichen, daß die Studierenden nach amerikanischem Vorbild, wo zwischen technischer Hochschule und Fabriken ein Übereinkommen dahin gehend besteht, daß die Studierenden während der Ferien in den verschiedenartigen Fabriken hospitieren können, einen mehrwöchigen Kurs im Gaswerk der Stadt Darmstadt einrichten ließ, in welchem die Studierenden durch eigenes Handanlegen sämtliche Operationen durch Mitwirken kennenlernen.

Man sieht, daß in Deutschland also die Meinungen über den Wert der speziellen technologischen Ausbildung weit auseinander gehen. Das eine Extrem der Anschauung, welches zum Teil von den Führern der Großindustrie in Deutschland vertreten

wird, hält die Technologie und besonders das technologische Praktikum für keine Notwendigkeit. Man steht auf dem Standpunkt, der an sich vollständig berechtigt ist, daß man gründlich wissenschaftlich ausgebildete Chemiker haben will, welche je nach ihrer Veranlagung, entweder wissenschaftlich tätig bleiben oder, wenn sie in die Betriebe übergehen, das ihnen mangelnde technische Wissen schnell nachholen. Es ist gewiß zuzugeben, daß dort, wo man die Zeit und die Mittel hat, dem Chemiker in seiner Anfangsstellung den technologischen Unterricht in Form von Anfängerkursen oder als Hilfsarbeiter bei wissenschaftlich-technischen Untersuchungen zu erteilen, sehr gute Erfahrungen machen wird.

Ganz anders liegt die Sache meines Erachtens bei mittleren und kleinen Betrieben der chemischen Industrie. Hier geht das Interesse in erster Linie dahin, den Chemiker so schnell wie möglich nutzbringend verwenden zu können, und es steht außer jedem Zweifel, daß eine gediegene technologische Ausbildung einen Chemiker, der jung in einen Betrieb kommt, befähigen wird, die wissenschaftlichen Kenntnisse, die er von der Hochschule mitbringt, richtig zu verwerten und seine Stellung auch dem Meister gegenüber, der ihm sonst auch bei bester wissenschaftlicher Ausbildung als „Praktiker“ überlegen ist, richtig zu finden.

Auch wird er, wenn er nicht in die eigentliche chemische Technik, sondern in eine angrenzende Technik kommt, sich in die Spezialerfordernisse mit guten technischen Kenntnissen viel leichter einarbeiten.

Da in unserem Lande die chemische Industrie und die an die chemische Industrie angrenzenden Industrien hauptsächlich in mittleren und kleineren Betrieben vorhanden sind, so ist hier die Frage nach der Notwendigkeit des technischen Unterrichtes ohne weiteres mit ja zu beantworten. Um so wichtiger ist also die Frage, wie der chemisch-technologische Unterricht erteilt werden soll.

Daß hier die bisherige Praxis nicht ganz befriedigend ist und eine Änderung wahrscheinlich am Platze ist, zeigt die vorhin wiedergegebene Diskussion recht deutlich.

Da es sich hier um das Spezialgebiet handelt, welches ich zu vertreten habe, möchte ich auf diese Frage etwas ausführlicher eingehen. Um hier klar vorzugehen, müssen wir zunächst eine

Frage präzisieren, welche wir bei den bisherigen Ausführungen vorausgesetzt haben. Es ist dies die Frage: Was versteht man unter chemischer Technologie und wie wird sie im Unterricht — Lehrbüchern, Vorlesungen und Praktikum — behandelt?

Das bekannte Lehrbuch von OST definiert die chemische Technologie als die Lehre von der Technik, d. h. die Lehre von den Arbeitsmethoden, nach welcher die von der Natur gelieferten Rohstoffe in den Fabriken zu Gebrauchsgegenständen, zu „Gütern“ umgearbeitet werden, soweit es sich dabei um stoffliche, d. h. chemische Umwandlungen handelt. Nach dieser Definition ist die chemische Technologie im wesentlichen eine beschreibende Wissenschaft, sie beschreibt die mechanischen und chemischen Vorgänge und die Hilfsmittel, welche zur fabrikatorischen Herstellung der auf chemischem Wege erzeugten Güter notwendig sind, und die Wege, auf welchen diese Erzeugung stattfindet.

Demgemäß ist die Einteilung der üblichen Lehrbücher und wohl auch der Vorlesungen mehr oder weniger willkürlich nach einzelnen Stoffgebieten angeordnet, wo dann bei dem einzelnen Stoffgebiete die dabei mehr oder weniger zufällig benutzten Arbeitsmethoden beschrieben werden.

Der Vorteil dieser Art der Darstellung ist der, daß man einen bestimmten Stoff, z. B. Soda, alle technischen und chemischen Hilfsmittel, behandelt, welche bei dieser Fabrikation in Frage kommen; der Nachteil ist der, daß bestimmte allgemeine Operationen natürlich ausführlich nur einmal besprochen werden können und sich dann für den Leser oder Hörer leicht mit diesem speziellen Fall verknüpfen, wobei man vergessen kann, daß es sich eigentlich um allgemeine Arbeitsmethoden handelt.

Das speziell Neue, das die Technologie gegenüber dem Wissen, das der Student aus dem Studium der Chemie mitbringt, die Anwendung der spezifisch technischen Hilfsmittel, wird gewissermaßen nur verschleiert und eingehüllt zur Kenntnis gebracht.

Auch das allgemein übliche technologische Laboratorium lehrt in seinem Unterrichtsgange wohl fast ausschließlich die laboratoriumsmäßige Seite der chemischen Technologie. Wohl fast überall wird der chemisch-technischen Analyse ein breiter Raum gegeben. Daran schließt sich laboratoriumsmäßige Behandlung technisch-chemischer Fragen, haupt-

sächlich präparativer Natur, eventuell Nacharbeitung von Patenten, was alles wohl einen Hinweis auf wichtige technische Dinge gibt, aber dadurch, daß die der Technik eigentümlichen Hilfsmittel an Apparaten nicht benutzt werden, eigentlich nur ein erweitertes rein chemisches Praktikum darstellt.

Dieser Mangel an Vertrautheit mit den eigentlichen Elementen der Technik führt KERTES und BUCHNER zur Forderung nach einer Umgestaltung des chemisch-technischen Unterrichtes, welcher darin bestehen soll, daß dem üblichen Studium des Chemikers ein mehrsemestriger Kurs in technischer Chemie angefügt werden soll, in welchem sowohl im theoretischen Unterricht wie im Praktikum die allgemeine apparative und praktische Seite der Ausführung chemischer Reaktionen im großen gelehrt werden sollte.

Während in Deutschland die Diskussionen zwischen den extremsten Richtungen — von einer vollständigen Ablehnung des technologischen Unterrichtes auf einer Seite bis zur Forderung eines mehrsemestrigen Studiums im Anschluß an das gewöhnliche Studium andererseits — hin und her gehen, ist man im Auslande, besonders in Amerika, in dieser Richtung schon wesentlich weiter gegangen. Man hat den Begriff des „Chemical Engineerings“ geprägt.

Die Bewegung des „Chemical Engineering“ ist in Amerika schon älteren Datums. Es handelte sich dabei früher mehr um eine Ausbildung mittlerer Stufe, entsprechend unseren mittleren Fachschulen, welche Kurse in Chemie und verschiedenen Zweigen der Ingenieurwissenschaft brachten, und man setzte der Sache in Deutschland ein gewisses Mißtrauen entgegen, da natürlich nicht von der Hand zu weisen ist, daß man, wenn man in der normal gegebenen Studienzeit Leute zu Chemikern und Ingenieuren ausbilden will, nur erreichen kann, um ein altes Göttinger Witzwort zu variieren, Leute ausbildet, von welchen die Chemiker glauben, daß sie Ingenieure seien und die Ingenieure glauben, daß sie Chemiker seien.

Es besteht in Amerika seit mehreren Jahren ein „Committee on chemical engineering education“, welches in mehreren Denkschriften den Stand der chemisch-technischen Unterrichtsmethoden in Amerika studiert hat, und, was für uns wichtig ist, eine Definition gegeben hat, was unter „Chemical Engineering“

zu verstehen ist. Nach dem Report von 1922 lautet diese Definition folgendermaßen:

Chemical engineering, as distinguished from the aggregate number of subjects comprised in courses of that name, is not a composite of chemistry and mechanical and civil engineering, but itself a branch of engineering, the basis of which is those unit operations which in their proper sequence and coordination constitute a chemical process as conducted on the industrial scale. These operations, as grinding extracting, roasting, crystallizing, distilling, air-drying, separating, and so on, are not the subject matter of chemistry as such nor of mechanical engineering. Their treatment in the quantitative way with proper exposition of the laws controlling them and of the materials and equipment concerned in them is the province of chemical engineering. It is this selective emphasis on the unit operations themselves in their quantitative aspects that differentiates chemical engineering from industrial chemistry, which is concerned primarily with general processes and products.

In Übersetzung: „Chemical Engineering“ ist zum Unterschied von der zusammengewürfelten Anzahl von Gegenständen, welche in Unterrichtsgängen dieses Namens zusammengefaßt werden, nicht ein Gemisch Chemie, Maschinen und allgemeiner Ingenieurkunst, sondern selbst ein Zweig der Ingenieurkunst, dessen Grundlage diejenigen Operationen sind, welche in ihrer eigenen Folge und Zusammenstellung die Ausführung eines chemischen Prozesses, der im industriellen Maßstab ausgeführt wird, darstellen. Diese Operationen, wie Mahlen, Extrahieren, Rösten, Kristallisieren, Destillieren, Lufttrocknen, Scheiden usw., sind weder Gegenstände der Chemie als solcher, noch der mechanischen Ingenieurkunst. Ihre Behandlung in quantitativer Weise unter besonderer Entwicklung der die beherrschenden Gesetze und der dafür benutzten Materialien, ist der Gegenstand des „Chemical Engineering“. Der besondere Nachdruck, der auf die Behandlung dieser Operationen an sich und in quantitativer Beziehung gelegt wird, unterscheidet „Chemical Engineering“ von industrieller Chemie (chemische Technologie), welche sich hauptsächlich auf die allgemeinen chemischen Prozesse beziehen.

Diese Definition zeigt, daß man in Amerika bemüht ist, das „Chemical Engineering“ als selbständigen Zweig der Ingenieur-

wissenschaft abzutrennen, und die Auffassung, „Chemical Engineering“ sei eine mehr oder weniger willkürliche Vermischung von Chemie und Ingenieurkunst, ist heute nicht mehr berechtigt.

Man sieht ferner, daß man sich in Amerika ernsthaft bemüht, die Mißstände, welche die frühere Ausbildung in „Chemical Engineering“ zeigte, abzustellen und daß es sich jetzt hierbei um etwas ganz anderes und Neues handelt, das unserer Aufmerksamkeit im höchsten Grade wert ist.

Wenn auch eine solche radikale Abtrennung der chemisch-technischen Ausbildung meines Erachtens weder für unsere österreichischen noch für die deutschen Verhältnisse wünschenswert ist, liegt darin eine wichtige Anregung zur Umgestaltung des chemisch-technischen Unterrichtes, deren Konsequenzen wir jetzt verfolgen wollen.

Wie oben angeführt, werden jetzt in den deutschen technischen Lehrbüchern, wie auch in den üblichen technischen Vorlesungen alle diese Dinge im Rahmen einzelner chemischer Fabrikationen behandelt, wo sie naturgemäß zu kurz kommen müssen und nicht in ihrer prinzipiellen Einheit erfaßt werden.

Nehmen wir z. B. eine der wichtigsten chemisch-technischen Operationen, die des Mahlens, so finden wir in einem der üblichen Lehrbücher Steinbrecher bei der Schwefelsäure, Hartmühlen bei Mörtel, Desintegratoren bei der Kokerei beschrieben.

Die theoretische Begründung der Mahlvorgänge findet sich nirgends, und es ist vom Studierenden kaum zu verlangen, in diesen an verschiedenen Stellen beschriebenen Einzelheiten die Einheit zu sehen. Um eine einheitliche Darstellung der Zerkleinerungsmaschinen zu finden, muß man zu einem Spezialwerk greifen, welches jedoch wieder für die Bedürfnisse des Unterrichtes zu umfangreich ist. Es kann sich für den technischen Chemiker natürlich nicht um maschinenbauliche Einzelheiten handeln; was er aber unbedingt kennen müßte, sind die den Zerkleinerungsmaschinen zugrunde liegenden physikalischen Gesetze, die Kenntnis der Wege, auf welchen die verschiedenen Maschinen die Zerkleinerung erreichen und ebenfalls physikalisch, etwa nach Härte des Materiales geordnet, die Eignung der verschiedenen Aggregate für Zerkleinerung je nach Art des Rohstoffes und des gewünschten Zerkleinerungsgrades. Wie mit der Zerkleinerung steht es mit allen allgemeinen Operationen, durch welche

die chemisch-technische Arbeit im Betrieb sich von der Arbeit im Laboratorium unterscheidet.

Es existieren zwar, wie erwähnt, in der Literatur eine Reihe von Büchern, welche derartige allgemeine Operationen in Form von Monographien behandeln. Für den Studierenden sind diese aber zu speziell und zu umfangreich. Eine wesentliche Verbesserung des Unterrichtes könnte meines Erachtens dadurch erzielt werden, daß man in der technologischen Vorlesung alle diese Dinge als „allgemeine chemische Technologie“ zusammenfaßt und behandelt. Zieht man die vorhin erläuterte Definition des „Committee on chemical engineering education“ für „Chemical engineering“ heran, so sieht man überraschenderweise, daß die hier von uns geforderte „allgemeine chemische Technologie“ gerade dem entspricht, was das „Committee on chemical engineering education“ als „Chemical engineering“ definiert.

In systematischer Hinsicht handelt es sich also darum, das Lehrgebäude der chemischen Technologie zu teilen, d. h. den Versuch zu machen, ob es nicht gelingt, in systematischer Weise alle allgemeinen Operationen zu einem Lehrgebäude der allgemeinen chemischen Technologie zu vereinen und diesen Teil im chemisch-technischen Unterricht an die Spitze zu stellen.

Das Ausscheiden eines solchen allgemeinen Teiles aus dem Gefüge einer empirisch beschreibenden Naturwissenschaft ist nicht ohne Vorbild. Er entspricht vollständig dem Ausscheiden der physikalischen Chemie, wie er sich in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts vollzogen hat.

Hier hatten die Ergebnisse der Forschung gezeigt, daß es eine große Reihe von Gesetzmäßigkeiten gibt, welche nicht individuelle Eigenschaften des einzelnen chemischen Stoffes, sondern großen Stoffklassen gemeinsam sind, und daß es weiter eine Reihe allgemeingültiger Gesetze gibt, welche den Energieverhältnissen und der Dynamik chemischer Vorgänge entsprechen. Die Summe dieser Gesetzmäßigkeiten wurde systematisch eingeteilt, als allgemeine oder physikalische Chemie aus dem Bau der beschreibenden Experimentalchemie herausgelöst und von der temperamentvollen Initiative OSTWALDS an, zu einem notwendigen und selbständigen Zweig der heutigen Chemie entwickelt.

Das hier für uns vorliegende Problem hat mit diesem Vor-

gang gemein, daß es sich auch bei den allgemein technischen Operationen hauptsächlich um Anwendung physikalischer und physikalisch-chemischer Gesetzmäßigkeiten handelt, welche bei der Großverarbeitung in der chemischen Industrie in Betracht kommen.

Betrachtet man die Aufzählung der Gegenstände, welche in der Definition des amerikanischen Committees beispielsweise als Gegenstand des „Chemical Engineering“ oder wie wir hier sagen wollen, der allgemeinen chemischen Technologie in Betracht kommen: Mahlen, Extrahieren, Destillieren, Kristallisieren, Lufttrocknen, Scheiden usw., so ist sowohl von allgemein wissenschaftlichem, wie auch vom Unterrichtsstandpunkt aus, die wichtigste Grundfrage, die hier zu beantworten ist, folgende: Läßt sich die Behandlung der allgemeinen chemischen Technologie in ein wissenschaftlich gerechtfertigtes und klares Schema bringen, oder handelt es sich lediglich um die Aufzählung heterogener Dinge in willkürlicher Weise.

Läßt sich die erste Frage mit Ja beantworten, so weist dies meines Erachtens nicht nur auf die praktische, sondern auch auf die rein wissenschaftliche Berechtigung eines derartigen Vorgehens hin.

Da es sich hauptsächlich um physikalische Vorgänge handelt, könnte man an eine Einteilung nach den Gebieten der Physik denken, also mechanische Vorgänge, Wärmevorgänge usw. Eine derartige Einteilung würde aber zu wenig Beziehungen zu den effektiven Aufgaben und Mitteln der chemischen Technik haben, und würde auch, wie sich leicht zeigen läßt, absolut zusammengehörige Dinge zerreißen.

Dagegen lassen sich sämtliche Vorgänge, deren sich die chemische Technik bedient, leicht in große Klassen einteilen.

Es sind dies:

- A) Transportvorgänge und Mengenbestimmung.
- B) Vorbereitungs- und Fertigungsvorgänge.
- C) Trennungsvorgänge.
- D) Reaktionsvorgänge.

Eine Art der Unterleitung ist dann ohne weiteres durch den Aggregatzustand des Stoffes oder Stoffgemisches, der oder das behandelt wird, gegeben, eine zweite durch die Energieart, welche dabei in Anwendung gebracht wird. Ein derartiges Schema wird alle in der chemischen Technik vorhandenen Operationen um-

fassen und hat den Vorteil, mit möglichst geringer Willkür aufgestellt zu sein.

Es sei deshalb versucht, ein Schema so aufzustellen, daß innerhalb der obigen Gruppen die Operationen nach dem Aggregatzustand, und in den so gebildeten Untergruppen nach der angewandten Energie angeordnet aufgezählt werden und eine derartige Einteilung vorzunehmen. Man erhält so ein einfaches, nach physikalischen und physikalisch-chemischen Prinzipien geordnetes Schema, welches nachstehend wiedergegeben sei.

A) Transportvorgänge und Mengenbestimmung

1. Für feste Stoffe.
2. Für flüssige Stoffe.
3. Für Gase.

B) Vorbereitungs- und Fertigungsvorgänge
Zerkleinerungsvorgänge fester Stoffe

C) Trennungsvorgänge

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| I. Fest-fest: | IV. Flüssig-flüssig: |
| a) Mechanisch, | a) Mechanisch, |
| b) durch Wärme, | b) durch Wärme. |
| c) magnetisch-elektrisch. | |
| II. Fest-flüssig: | V. Flüssig-gasförmig: |
| a) Mechanisch, | a) Mechanisch, |
| b) durch Wärme, | b) durch Wärme, |
| c) elektrisch. | c) elektrisch. |
| III. Fest-gasförmig: | VI. Gasförmig-gasförmig: |
| a) Mechanisch, | a) Mechanisch, |
| b) durch Wärme, | b) durch Wärme. |
| c) elektrisch. | |

D) Reaktionsvorrichtungen für Reaktionen

- | | |
|---------------------|---------------------------|
| VII. Fest-fest: | X. Flüssig-flüssig: |
| a) Mechanisch, | a) Mechanisch, |
| b) durch Wärme. | b) durch Wärme, |
| | c) elektrisch. |
| VIII. Fest-flüssig: | XI. Flüssig-gasförmig: |
| a) Mechanisch. | a) Mechanisch |
| b) durch Wärme, | b) durch Wärme, |
| c) elektrisch. | |
| IX. Fest-gasförmig: | XII. Gasförmig-gasförmig: |
| a) Mechanisch, | a) Mechanisch, |
| b) durch Wärme. | b) durch Wärme, |
| | c) elektrisch. |

In diesem verhältnismäßig einfachen Schema lassen sich sämtliche Operationen der chemischen Industrie, die diese begründeten physikalischen Gesetze sowie alle Materialfragen behandeln und zusammenfassen.

Diese Tatsache scheint mir sehr für den Versuch zu sprechen, die Behandlung der chemischen Technologie auf diesem Wege in Angriff zu nehmen.

Der in die Augen springende Vorteil dieser Behandlung ist der, daß der Student, bei welchem natürlich schon eine gute Ausbildung in den verschiedenen Zweigen der Chemie, sowie in Physik vorausgesetzt wird, das wesentlich Neue, das die Technologie in seinen Wirkungskreis bringt, in systematisch geordneter Weise lernen kann und so eine gründliche Vorbereitung für die spezielle chemische Technologie, in welcher die einzelnen Fabricationen und Verfahren nach sachlicher Einteilung besprochen werden, erhält. So vorbereitet wird er auch eventuell Vorlesungen von Spezialisten, wie sie vielfach propagiert werden, mit wesentlich besserem Nutzeffekt folgen können, als dies bisher der Fall war.

Hand in Hand mit der Umgestaltung der Vorlesung ist eine Umgestaltung des Laboratoriumsunterrichtes eine dringende Forderung. Auch dieser soll den Studierenden mehr als bisher Kenntnis vermitteln, welche das in der Vorlesung natürlich nur theoretisch zu gewinnende Bild der „allgemeinen Technologie“ vertiefen und das theoretische Schema mit Blut und Leben erfüllen soll.

Es ist natürlich klar, daß man in einem chemischen Laboratorium eine chemische Fabrik nicht eröffnen kann. Dagegen lassen sich ohne Überschreitung des Rahmens Einrichtungen aus der Großtechnik verpflanzen, welche die hier vorhandene Lücke auszufüllen imstande sind. Es ist die Einrichtung des technischen Raumes, wie er in den großen Fabriken zur Übertragung der im Laboratorium gefundenen Verfahren ins Große in größerer oder geringerer Vollkommenheit vorhanden ist. Es ist dies ein Raum, in welchem die verschiedenartigsten Apparaturen, wie sie im Großen gebraucht werden, in modellmäßig kleiner, aber betriebsfähiger Form vorhanden sind, so daß sie durch geeignete Leitungen und Verbindungen zu Aggregaten kombiniert und diese für die verschiedensten Zwecke verwendet werden können. Die Dimen-

sionierung der Apparaturen wird man so vornehmen, daß man in einem Gang einige Kilo eines Präparates herstellen kann, wobei auf Meßvorrichtungen zwecks Ausbeutebestimmungen der größte Wert zu legen ist.

Eine derartige Einrichtung, wie sie sich Professor SUIDA für Zwecke der organischen Technologie schon geschaffen hat, ist für das zu bauende Institut am Getreidemarkt in schönem Ausmaß vorgesehen und wird sicher dazu beitragen, die Ausbildung in chemischer Technologie auf ein zweckentsprechendes Niveau zu bringen.

Selbstverständlich ist, wie schon betont, ein solcher Versuchsraum keine Fabrik, er ist aber imstande, den Studierenden mit technischen Fragen wie Materialfragen, Ausbeutefragen, Verarbeitungsfragen usw. vertraut zu machen.

Sehr wünschenswert ist daneben die praktische Arbeit in chemischen Fabriken. Hiefür wäre eine weitergehende Möglichkeit als bisher geboten, wenn die in der Nähe Wiens gelegenen Fabriken in Übereinkunft mit dem Institut für chemische Technologie anorganischer Stoffe den Studierenden während der Ferien Gelegenheit geben wollten, sich, sei es als Werkstudenten, sei es als Volontäre zu betätigen und so auch den Arbeitsgang in den Fabriken von Grund auf kennen zu lernen.

Es wurde eingangs ausgeführt, daß die Anforderungen, welche die Industrie an den künftigen Mitarbeiter stellen muß, einen gewichtigen Einfluß auf die Ausbildung der Chemiker hat. Diese Anforderungen lassen sich dahin zusammenfassen, daß einerseits eine wissenschaftlich vertiefte Ausbildung in den verschiedensten Zweigen der Chemie und Physik die eine unbedingte Grundlage bildet, daß aber andererseits eine gediegene technisch-chemische Ausbildung dazu kommen muß.

Mögen die hier entwickelten Vorschläge dazu beitragen, Chemiker ins Leben zu schicken, welche mit klaren chemischen Kenntnissen einen Blick für die technischen Möglichkeiten verbinden. Solche Leute brauchen wir in den schwierigen Zeiten des Wiederaufbaues, in welchen wir stehen.

Manzsche Buchdruckerei, Wien

Chemische Technologie. Von Professor Dr. **Arthur Binz**, Berlin. Mit 11 Abbildungen. (Enzyklopädie der Rechts- und Staatswissenschaft, Band LIa.) 81 Seiten. 1925. RM 3,90

Fünf Vorträge aus den Jahren 1920—1923. Über die Darstellung des Ammoniaks aus Stickstoff und Wasserstoff. Die Chemie im Kriege. Das Zeitalter der Chemie. Neue Arbeitsweisen. Zur Geschichte des Gaskrieges. Von **Fritz Haber**. II, 92 Seiten. 1924. RM 2,70

Der Betriebs-Chemiker. Ein Hilfsbuch für die Praxis des chemischen Fabrikbetriebes. Von Fabrikdirektor Dr. **Richard Dierbach**. Dritte, teilweise umgearbeitete und ergänzte Auflage von Chemiker Dr.-Ing. **Bruno Waeser**, Magdeburg. Mit 117 Textfiguren. X, 334 Seiten. 1921. Gebunden RM 12,—

Die Entwicklung der chemischen Technik bis zu den Anfängen der Großindustrie. Ein technologisch-historischer Versuch von Dr. phil. **Gustav Fester**, a. o. Professor an der Universität Frankfurt a. M. VIII, 225 Seiten. 1923. RM 7,50; gebunden RM 9,—

Grundriß technisch-wirtschaftlicher Probleme der Gegenwart. Stoff, Energie und Arbeit, ihr Wesen und ihre Zusammenhänge in der Wirtschaft. Von Dipl.-Ing. **Carl T. Kromer**. IV, 48 Seiten. 1926. RM 2,40

Lunge-Berl, Taschenbuch für die anorganisch-chemische Großindustrie. Herausgegeben von Professor Dr. **E. Berl**, Darmstadt. Sechste, umgearbeitete Auflage. Mit 16 Textfiguren und 1 Gasreduktionstafel. XVI, 334 Seiten. 1921. Gebunden RM 9,60

Landolt-Börnstein Physikalisch-chemische Tabellen. Fünfte, umgearbeitete und vermehrte Auflage. Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgelehrten herausgegeben von Dr. **Walther A. Roth**, Professor an der Technischen Hochschule in Braunschweig, und Dr. **Karl Scheel**, Professor an der Phys.-Techn. Reichsanstalt in Charlottenburg. Mit einem Bildnis von **R. Börnstein**. In zwei Bänden. XV, 1695 Seiten. 1923. In Moleskin gebunden RM 106,—

Lunge-Berl, Chemisch-technische Untersuchungsmethoden.

Unter Mitwirkung zahlreicher Fachmänner herausgegeben von Ing.-Chemiker Dr. **Ernst Berl**, Prof. der Technischen Chemie und Elektrochemie an der Techn. Hochschule zu Darmstadt. Siebente, vollständig umgearbeitete und vermehrte Auflage. In 4 Bänden. I. Band: Mit 291 in den Text gedruckten Figuren, einem Bildnis und 85 Tafeln. XXXII, 1100 Seiten. 1921. Geb. RM 36,—
II. Band: Mit 313 in den Text gedruckten Figuren und 19 Tafeln. XLIV, 1412 Seiten. 1922. Geb. RM 48,—
III. Band: Mit 235 in den Text gedruckten Figuren und 23 Tafeln. XXXI, 1362 Seiten. 1923. Geb. RM 44,—
IV. Band: Mit 125 in den Text gedruckten Figuren und 54 Tafeln. XXV, 1139 Seiten. 1924. Geb. RM 40,—

Anleitung zur organischen qualitativen Analyse. Von Dr. **Hermann Staudinger**, Prof. für Anorgan. und Organ. Chemie, Leiter des Laboratoriums für Allgemeine und Analytische Chemie an der Eidgenössischen Techn. Hochschule Zürich. XIV, 94 Seiten. 1923. RM 3,60

Qualitative Analyse auf präparativer Grundlage. Von Prof. Dr. **W. Strecker**, Marburg. Zweite, ergänzte und erweiterte Auflage. Mit 17 Textfiguren. VI, 199 Seiten. 1924. RM 6,60

Der Gang der qualitativen Analyse. Für Chemiker und Pharmazeuten bearbeitet von Dr. **Ferdinand Henrich**, o. ö. Professor an der Universität Erlangen. Zweite, erweiterte Auflage. Mit 4 Textfiguren. 44 Seiten. 1925. RM 2,40

Ernst Schmidt, Anleitung zur qualitativen Analyse. Herausgegeben und bearbeitet von Dr. **J. Gadamer**, o. Professor der Pharmazeutischen Chemie und Direktor des Pharmazeutisch-Chemischen Instituts der Universität Marburg. Neunte, verbesserte Auflage. VI, 114 Seiten. 1922. RM 2.50

Praktikum der quantitativen anorganischen Analyse. Von **Alfred Stock** und **Arthur Stähler**. Dritte, durchgesehene Aufl. 36 Textfig. 150 Seiten. 1920. Unveränd. Neudruck. 1926. RM 4,20

Fachausdrücke der physikalischen Chemie. Ein Wörterbuch. Von Dr. med. **Bruno Kisch**, a. o. Professor an der Universität Köln a. Rh. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. IV, 100 Seiten. 1923. RM 4.—

Chemiker-Kalender 1927. Ein Hilfsbuch für Chemiker, Physiker, Mineralogen, Industrielle, Pharmazeuten, Hüttenmänner usw. Begründet von Dr. **Rudolf Biedermann**. Fortgeführt von Professor Dr. **W. A. Roth**. Herausgegeben von Professor Dr. **L. Koppel**. 48. Jahrgang. In drei Bänden. Gebunden RM 18,—