

NEUE WEGE UND AUFGABEN DER INGENIEURBILDUNG*

Von

K. POLINSZKY

Lehrstuhl für Chemische Technologie, Technische Universität Budapest
Eingegangen am 23. Januar 1981

Die Produktion, d. h. die Grundlage der Existenz und der Entwicklung der Gesellschaft, bekommt heute eine immer größere Bedeutung, auch deshalb, weil sich die wissenschaftlich-technische Revolution auf die Produktion unmittelbar auswirkt. Es werden immer neue Produktionstechnologien, darunter chemische Technologien, komputergesteuerte Maschinenreihen, Produktionssysteme, Halb- und Vollautomatiken verwendet.

Dieser Prozeß erhält eine besondere Bedeutung auch, weil sich die Weltwirtschaft und zugleich unsere einheimische Wirtschaft ändert. Der Bedarf an Rohstoffen und an Energie — zum Teil auch ihr Mangel — nimmt überall zu. Von diesen Faktoren abhängig ändert sich das Nachfrage-Angebot-Verhältnis auf dem Weltmarkt. Hinzu kommen noch die Aufgaben des Umweltschutzes, die bei der Auswahl und der Verwirklichung der Technologien vor Auge gehalten werden müssen.

Das oben Erwähnte ist für die chemische Industrie, die eine der sich am dynamischsten entwickelnden Industriezweige ist, deren Rohstoffpreise sich ganz problematisch ändern, besonders gültig.

Die Änderung der Erdölpreise wirkt sich nicht nur auf die petrochemische Industrie, sondern auch auf die übrige chemische Industrie aus. Noch weiter wirkt sie sogar, denn die Chemisierung der Industrie und der Landwirtschaft — wie Verbrauch an Kunststoffen, Kunstfasern, an Kunstdünger und Pflanzenschutzmittel usw. geht schon so weit, daß davon die gesamte wirtschaftliche Lage unserer Heimat betroffen ist. Wenn wir all dies noch mit der möglichen Umweltverschmutzung der chemischen Industrie verbunden untersuchen, bekommt man ein komplexes Bild von bevorstehenden schweren Aufgaben. Von der Flexibilität, Intensität und Qualität unserer Produktion hängt es ab, in welchem Maß unsere Landwirtschaft imstande ist, den schwer voraussehbaren Änderungen des Weltmarktes und der Weltwirtschaft widerstehen zu können. Man kann zwar keine volle Immunität gegenüber den Änderungen sichern, doch steht es fest, daß je entwickelter eine Wirtschaft ist, um so weniger kann sie überrascht oder erschüttert werden, d. h. um so

* Vortrag gehalten an der III. Konferenz der Lehrstühle für Chemische Technologie der sozialistischen Länder, am 14. April 1980, in Balatonfüred.

schneller kann sie auf die veränderte Situation reagieren, sich ihr anpassen, und die sich ergebenden Aufgaben lösen. Es ist eine Existenzfrage, diesen Forderungen entsprechen zu können. Ob wir unseren volkswirtschaftlichen Aufgaben gewachsen sind, hängt zum Teil auch von der Zahl und Qualität der qualifizierten Arbeitskräfte ab. Den Ingenieuren kommt hier eine bedeutende Rolle zu, ihrer Ausbildung ist deshalb eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Beschleunigung der Entwicklung der Wissenschaft und der Technik, die Änderungen der Weltwirtschaft stellen neue Forderungen gegenüber der Hochschulbildung von heute, und noch mehr gegenüber der von morgen. Die Mehrheit von denen, die heute als Studenten in den Hörsälen der Universitäten und Hochschulen sitzen, wird nicht nur in den letzten Jahrzehnten des 20., sondern auch am Anfang des 21. Jahrhunderts als aktiver Ingenieur tätig sein. Sie werden nicht nur die Aufgaben lösen müssen, die heute schon zu sehen sind, sondern auch diejenigen, die heute noch nicht einmal vorzustellen sind. Auch diese Tatsache soll bei der Ingenieurbildung von heute vor Augen gehalten werden [2].

Das bisherige System unserer Hochschul-Fachbildung kann bedeutende Erfolge aufweisen: das ungarische Hochschulwesen konnte die riesigen Ansprüche auf Spezialisten, darunter auf Ingenieure in der Zeit der sozialistischen Industrialisierung, der sozialistischen Umorganisation der Landwirtschaft und der kulturellen Revolution befriedigen. Als dessen Ergebnis ist die Zahl der Akademiker im Vergleich zu ihrer Zahl vor dem zweiten Weltkrieg auf das 5,5fache gestiegen. Die Bildungs-Kapazität unseres Hochschulwesens kann die nötige Qualität der Spezialisten auch für das nächste Jahrzehnt für die Volkswirtschaft und andere Sphären des Lebens sichern, seine Struktur soll aber weiter entwickelt werden.

Der bisher grundsätzlich extensive Charakter der wirtschaftlichen Entwicklung und die Auffassung, wonach das Hochschulwesen ausschließlich nur ein Institutssystem für Spezialistenbildung ist, hat leider dazu geführt, daß auch die meisten Zweige des Hochschulwesens extensiv, und zugleich unflexibel auf die Spezialisten-Ansprüche der Volkswirtschaft reagiert haben. In seiner Struktur wurden die relativ kurzfristigen Ansprüche der Volkswirtschaft und der Institutionen widerspiegelt. Die Frage, inwieweit die Hochschulbildung den perspektivischen, unmittelbar nicht erkennbaren Ansprüchen des Landes entspricht, inwieweit sie eine Intelligenz ausbilden und erziehen kann, die auch unter veränderten Umständen im internationalen Wettbewerb ihr Soll leisten kann, tauchte nicht auf. Auch nicht die Frage, ob das Hochschulwesen eine ihrem geistigen und materiellen Potential entsprechende Rolle im geistigen wissenschaftlichen und kulturellen Leben des Landes spielt oder spielen kann.

In den vergangenen drei Jahrzehnten hatten sich nicht nur die Kenntnisse vervielfacht, sondern auch die verschiedenen Gebiete der Wissenschaft

sind reicher und breiter geworden. Einerseits haben sich neue Zweige abgespalten, andererseits verschmolzen sich miteinander die Grenzgebiete.

Die Änderungen in der Entwicklung der Wissenschaft, der Ausbreitung der Technik haben sich bedeutend auf die Gestaltung der Industrie und der Landwirtschaft und nicht zuletzt auf das Bewußtsein des Menschen ausgewirkt. In der Wechselbeziehung zwischen der Wissenschaft und der Produktion wird immer mehr die Wissenschaft bestimmend. Die Produktion wird allmählich zum technologischen Verwendungsgebiet der Wissenschaft. Die wissenschaftliche Tätigkeit ist auf vielen Gebieten mit der Produktion verflochten; ihre Ergebnisse realisieren sich unmittelbar in Produkten bzw. Dienstleistungen, wie es zum Beispiel auf dem Gebiet der Atomforschung, der Elektronik oder der chemischen Industrie zu sehen ist.

Die fruchtbringende Wechselwirkung der Wissenschaft und der Praxis, unter anderen die Ausarbeitung von neuen Technologien, fordert jedoch Spezialisten. Die Industrie fordert junge Diplomingenieure, die über all die Kenntnisse und möglicherweise über die praktischen Fertigkeiten verfügen, die von dem Arbeitsplatz, von der Aufgabe gefordert werden. Er soll sogar all das, was gestern noch unbekannt war, und heute noch als wissenschaftliches Novum gilt, kennen, und soll zur Weiterentwicklung des Neuen fähig sein.

Offensichtlich kann im Rahmen der normalen Bildungszeit diesen Forderungen keine Hochschule oder Universität entsprechen. Würden wir versuchen, damit Schritt zu halten, so führte es sicher zum Mißerfolg, denn einerseits müsste man von Jahr zu Jahr die Lehrpläne, die Struktur der Lehrfächer ändern, andererseits würde die Konvertibilität der die Bildung beweisenden Diplome gefährdet, in manchen Fällen sogar aufgehoben werden.

Die Lösung für die Fachmannausbildung der Zukunft ist eine rationale Arbeitsteilung zwischen den Ausbildungsinstituten und den Betrieben bzw. Unternehmen, und zwar so, daß die theoretische und praktische Grundausbildung auch weiterhin die Aufgabe des bildenden Instituts, hingegen die Spezialisierung teilweise, d.h. die Vorbereitung für die Versorgung des konkreten Arbeitskreises, die Aufgabe der Arbeitsgeber sein soll.

In der technischen Hochschulbildung müssen wir die Ausarbeitung von Strukturen bestreben, die die flexiblere Anpassung an die Forderungen der Volkswirtschaft und die konsequentere innere Berufslenkung aufgrund höherer Anforderungen ermöglichen.

Zur Zeit scheint unsere Fachausbildung, besonders auf dem Gebiet der technischen und der Agrarausbildung, zu sehr aus engen und flexiblen Fachbildungsprofilen zu bestehen. Weder die Studenten noch die Diplomingenieure haben die Möglichkeit, sich an die veränderten Umstände elastischer anzupassen. Die verschiedenen Fächer, Fachzweige sind in ihrem Inhalt und ihren Anforderungen oft nicht an die theoretischen und praktischen Bedürfnisse der entsprechenden Berufe, sondern an einige Arbeitskreistypen angepaßt.

Dies bedeutet jedoch, daß mit Änderung der volkswirtschaftlichen Ansprüche, mit der Minderung des Expertenbedarfs einiger Fachzweige, mit dem Rückgang irgendeines Berufs, oder mit der Füllung der gebrauchten Stellenzahl verschiedene Fachbildungszweige den Grund ihrer Existenz verlieren können. Womit nicht gesagt werden soll, daß die Ausbildung der Ingenieure in der Zukunft nicht nach einem festgelegten Lehrplan vor sich gehen soll. Flexibilität darf nicht bedeuten, daß Grundlagen des Unterrichts nicht obligatorische Lehrgegenstände sein sollten.

Es wird bei uns an den Universitäten sehr oft darüber diskutiert, *in welchem Maß die Universitätsbildung auf die Theorie bzw. auf die Praxis orientiert sein soll*. Die Lehrkräfte an den Universitäten empfehlen eher die theoretische, die Partner in der Industrie eher die praktische Orientierung. Der Meinung des die Universitätsbildung lenkenden Ministeriums nach ist es unmöglich, die Frage zu beantworten, wenn man sich nur eine Fünfjahresausbildung vor Augen hält.

Bis jetzt haben wir immer gesagt, daß die Universitäten zweifache Aufgaben hätten:

- einerseits: die Unterrichts- und Erziehungstätigkeit,
- und andererseits, parallel damit, zugunsten des Unterrichts und der Gesellschaft, wissenschaftliche Forschungstätigkeit.

Meiner Meinung nach ist die Zeit schon herangereift, um im weiteren *über dreifache Aufgaben der Universitäten zu sprechen*. Die schon erwähnten zwei sollten mit der Aufgabe der Weiterbildung ergänzt werden. Es gab natürlich auch früher schon eine gewisse Weiterbildung, aber diese war nicht allgemein, und nicht mit der Grundausbildung zusammenhängend. Nur mit einer derartigen Auffassung der Aufgaben der Universitäten ist der erwähnte Widerspruch aufzulösen. Die Universitäten können sonst, ohne Zweifel, für Hunderte von Berufen, die sich wegen der technischen Entwicklung schnell ändern, auflösen oder einengen, keine sogenannten tagesfertigen Fachleute ausbilden. Für den ausgebildeten Fachmann des Zeitalters der wissenschaftlich-technischen Revolution ist es aber auch nicht unwichtig, ob er nur für ein enges Fachgebiet ausgebildet ist, oder so, daß ihm die Anpassung ans Neue erleichtert wird.

Die Grundausbildung an den Universitäten muß deshalb darauf eingestellt werden, den Studenten flexible, theoretisch gut begründete Kenntnisse mit breitem Profil beizubringen und zugleich die Fertigkeit, Fähigkeit und hauptsächlich den Anspruch zur ständigen Erneuerung des Wissens in den Hörern zu entwickeln.

Auf diese Weise wird dieses Wissen konvertierbar, und so kann man den Anforderungen von heute und morgen entsprechen. Dementsprechend sollen die Arbeitsstelle und die Universität nach der Beendigung der Grundausbildung die speziellen Kenntnisse beibringen, in einer Weiterbildung, wodurch der Akademiker zur Ausfüllung eines bestimmten Wirkungskreises fähig wird.

Es soll aber betont werden: Die Ausbildung von theoretisch gut vorbereiteten Fachleuten darf nicht bedeuten, daß der Unterricht von der Wirklichkeit unabhängig ist. Im Gegenteil: das höhere theoretische Niveau soll viel mehr als früher auf dem Grund der Wirklichkeit stehen. Es geht also darum, daß die Bildung nicht nur den Bedarf eines engen Gebietes und *nicht nur* die Anforderungen von heute vor Augen halten darf. Was die Spezialisierung anbelangt, an ihr soll natürlich auch das Ausbildungsinstitut mit der postgraduellen Bildung, d. h. mit der Weiterbildung der Ingenieure, teilnehmen.

Im achten Jahrzehnt unseres Jahrhunderts hat das Hochschulwesen also die Aufgabe, die Tiefe des Unterrichts unter den Umständen zu untersuchen, die durch die gegeneinander wirkende Spezialisierung und Integrierung gegeben sind. Mit nur von Zeit zu Zeit erneuertem Inhalt scheint es unmöglich, im traditionellen Rahmen des Unterrichts den gesellschaftlichen und volkswirtschaftlichen Ansprüchen entsprechen zu können.

Die Notwendigkeit der Erneuerung verlangt inhaltliche und organisatorische Veränderungen, und vor allem, einen endgültigen Bruch mit jahrhundertalten Anschauungen. Man hat ja bis jetzt in mehreren Etappen, laut oder leise, das Hochschulwesen überall auf der Welt schon irgendwie reformiert, das sich jedoch immer nur auf die Lösung der eben entdeckten aktuellen Probleme beschränkte. Jetzt ist es uns jedoch schon klar, daß dieser Weg weiter nicht zu verfolgen ist. Ich meine, wir müssen mit einem Teil der jahrhundertalten Unterrichtsordnung brechen, mit vielem, das in der kulturellen Entwicklung des Menschen eine bedeutende Rolle hatte, heute aber weder der Form noch dem Inhalt nach den Anforderungen entsprechen kann. Die Universität gab jahrhundertlang Diplome, die nicht so sehr als ein Dokument über das fachliche Wissen, sondern als ein eigenartiger Schein betrachtet wurden, der als Eintrittskarte in die obersten, führenden Schichten der Gesellschaft galt. Das wurzelt tief im gesellschaftlichen Bewußtsein und scheint nicht auszurotten zu sein. Der Nimbus des Diploms drängt leider den erwarteten Inhalt an Kenntnissen oft in den Hintergrund, dessen Primat heute jedoch unbestritten sein muß und dessen Alleinrecht die Zukunft verlangt.

Die Erziehung zur Berufsfreude soll heute vielmehr angestrebt sein. Mir scheint, daß wir alle, die für die Erziehung der Jugend verantwortlich sind — die Familie, die Schule, der Arbeitsplatz —, sie nicht für die Wirklichkeit vorbereiten, wir motivieren sie nicht genügend, zu kämpfen und Risiken aufzunehmen, wir geben unsere historischen Erfahrungen nicht weiter, wir machen es nicht spürbar, daß das Leben ein Kampf für das Bessere, das Schönere ist — manchmal gegen uns selbst. In den meisten Fällen lassen wir das Gegenteil gelten. Sogar im Fachunterricht begehen wir manchmal den Fehler, daß wir nicht die Wirklichkeit, sondern das Ideale unterrichten, das sogar in der nahen Zukunft kaum realistisch ist.

Klar ist es, daß sich die Naturwissenschaften, die technischen Wissenschaften und die Technologie im Vergleich zu einem Menschenleben außerordentlich schnell entwickeln und ändern. Der größte Unterschied gegenüber der Vergangenheit ist, daß sich die Veränderungs- und Evolutionsprozesse immer schneller abspielen, mitunter kommt es sogar zu größeren plötzlichen Sprüngen. Ein angehender Ingenieur am Anfang des 20. Jahrhunderts konnte im Grunde genommen damit rechnen, daß er noch lange Zeit mit den Kenntnissen auskommen wird, die er an der Universität erlernt hatte.

Dies hat sich jedoch geändert. Der angehende Diplomingenieur gilt 2—3 Jahre lang als Anfänger im engeren Fach. Er lernt und spezialisiert sich weiter, bevor er voll zu arbeiten anfängt. Seine Tätigkeit auf höherem Niveau beginnt erst 3—5 Jahre nach der Erwerbung des Diploms. Es vergehen also 5—8 Jahre, bis er seine praktische technische Tätigkeit ausübt. So taucht die Frage auf: was, wie und in welcher Struktur unterrichtet werden soll. Wie sollen die neuen Wege der Ingenieurbildung sein?

Nach der Untersuchung der immer schnelleren Entwicklung, der sich ständig ändernden Aufgaben des Wirkungskreises eines Ingenieurs und der beschränkten Zeit der Ingenieurausbildung hat das ungarische Hochschulwesen die neuen Wege der Ingenieurausbildung gesucht, ausgearbeitet und teilweise schon auch eingeführt.

Die grundlegende Methode der Entwicklung unseres Hochschulwesens ist die stufenweise Ausarbeitung eines Ausbildungssystems, das eine flexible Unterrichtsplanung mit mehreren Faktoren ermöglicht, ein weites Profil hat, theoretisch wohl begründet ist, aus mehreren Stufen besteht, das weiter auszubauen ist, und so zur Einbürgerung von Fachausbildungstypen beiträgt, die sich an die technisch-wissenschaftlichen bzw. gesellschaftlichen Veränderungen besser anpassen können.

Das Fachausbildungssystem dieses Typs hat auch die Voraussetzung, daß die jungen Fachleute nach ihrem Arbeitsbeginn im Rahmen der postgraduellen Bildung, die den Ansprüchen des Arbeitsplatzes, ihrer Neigung und ihren fachlichen Interessen entspricht, neben der Arbeit zu Fachleuten in engerem Sinne werden.

Mit Rücksicht auf das oben dargelegte Konzept sind unsere Anfangsergebnisse die Folgenden:

Die Ingenieurbildung geht in zwei Stufen vor sich: Betriebsingenieure werden in 3 Jahren, Diplomingenieure in 5 Jahren ausgebildet. In den vergangenen 10—15 Jahren hatte unser Hochschulwesen das bedeutende Ergebnis, daß es, neben der Ausbildung von Diplomingenieuren für die traditionellen Ingenieuraufgaben, auch die Ausbildung der von der Volkswirtschaft verlangten Betriebsingenieure, der Produktionsleiter mit Hochschulbildung gelöst und gesichert hat. Eine Art der Bildung in zwei Stufen ist die bigraduale Bildung, d. h. die Bildung von Betriebs- und Diplomingenieuren innerhalb derselben

Universität bzw. Fakultät. So haben wir auch die bigraduale Chemieingenieur-Bildung ausgearbeitet, die mehrere pädagogische und wirtschaftliche Vorteile hat [3].

Die Einführung der Grenzwissenschaften-Bildung gehört auch zu unseren neuen Wegen. Der Unterricht in neuen interdisziplinären Fächern (z. B. Biologie-Ingenieur, Ingenieur-Mathematiker) ist schon eingeführt. An der Biologie-Ingenieur-Fakultät haben wir auch ein Umweltschutzfach organisiert. Ein wichtiges Gebiet der interdisziplinären Ingenieurbildung ist die Bildung der Organisator-Ingenieure. Sowohl an der Chemischen Universität in Veszprém als auch an der Chemischen Fakultät der Technischen Universität in Budapest haben wir die Ausbildung der Organisator-Ingenieure für die chemische Industrie verwirklicht.

Auch auf dem Gebiet der Weiterbildung der Ingenieure haben wir Ergebnisse. Die beschleunigte wissenschaftliche und technische Entwicklung verlangt, wie bekannt, die regelmäßige und organisierte Auffrischung und Erweiterung der Kenntnisse der Diplomfachleute. Deshalb nimmt die Bedeutung der diplomernerneuernden, ergänzenden, spezialisierenden, neubildenden und anderen Formen der Weiterbildung immer zu. Dementsprechend haben wir auf dem Gebiet der Weiterbildung der Ingenieure schon vieles getan, wir haben aber weitere Aufgaben noch vor uns [4].

Die Ingenieur-Weiterbildung hat eine große Tradition bei uns: 1939 wurde in Ungarn — wahrscheinlich als erste in ganz Europa — ein Weiterbildungsinstitut für Ingenieure gegründet, das eine bedeutende Tätigkeit auf dem Gebiet der weiterbildenden Kurse ausübte. 1960 rief unsere Regierung eine weitere Weiterbildungsmöglichkeit ins Leben: die Fachingenieurbildung. Unsere Diplomingenieure können diese Qualifikation mit einer 2 Jahre langen, organisierten Weiterbildung im Beruf erreichen.

Unter den skizzierten Aufgaben und den neuen Wegen der modernen Universität der Zukunft schreibe ich eine besondere Bedeutung — auch vom Gesichtspunkt der Befriedigung der Spezialisierungs-Anforderungen aus — der Fachingenieurbildung zu, die als die dritte Stufe der Mehrstufen-Ingenieurbildung anzusehen ist. Zur Zeit arbeiten wir an einer organisierten Weiterbildung der Betriebsingenieure [5].

Ich möchte nun noch einen historischen Überblick über die bisherige Entwicklung und die zu erwartenden Richtungen der Entwicklung auf dem Gebiet der Chemiker-Ausbildung geben.

Als Hilfsmittel und Ausgang diene Abb. 1, die von Hougen stammt und auf die Chemie-Ingenieur-Bildung zwischen 1905 und 1975 aufgrund von Lehrplänen amerikanischer Universitäten zurückblickt [6]. (Die Dekade zwischen 1965 und 1975 soll noch später diskutiert werden). Hougen behandelt die Probleme des Lehrmaterials mit einer typischen *Chemieingenieur-Auffassung*: er macht eine *Lehrmaterialbilanz* (Abb. 1.), er zeigt also je nach Dekaden, was

*In den Lehrplan
aufgenommene Kenntnisse:*

Transporterscheinungen

Differentialgleichungen

Rechentchnik

Physische Messungen

Angewandte Reaktions-
kinetik

Prozeßplanung

Lehrmaterialerweiterung
aus

Organischer Chemie
Physikalischer Chemie
Verfahrenslehre

Thermodynamik

Meßtechnik

Lehrmaterialerweiterung
aus

Physikalischer Chemie
Verfahrenslehre
Allgemeiner Chemie

Stoff- und Energiebilanzen

Verfahrenslehre

Industrielle Chemie

Metallographie

Angewandte Elektrochemie

Kalorische Maschinen

Technische Analytik

HAUPTFÄCHER

1965

TRANSPORTERSCHEI-
NUNGEN

PROZESSDYNAMIK

RECHENTECHNIK

PROZESSLEHRE

1955

REAKTIONSKINETIK

PROZESSPLANUNG

1945

THERMODYNAMIK

MESS- UND REGELUNGS-
TECHNIK

1935

STOFF- UND ENERGIE-
BILANZEN

1925

VERFAHRENSLEHRE

1915

INDUSTRIELLE CHEMIE

1905

*Aus dem Lehrplan
ausfallende Kenntnisse:*

Lehrmaterialreduzierung
aus

Verfahrenslehre

Stoff- und Energie-
bilanzen

Industrielle Chemie

Metallographie

Maschinenzeichnung

Kalorische Maschinen

Lehrmaterialreduzierung
aus

Mechanik

Angewandter Elektro-
chemie

Kalorische Maschinen

Industrieller Chemie

Juristische Kenntnisse

Lehrmaterialreduzierung
aus

Mechanik

Maschinenzeichnung

Darstellende Geometrie

Hydraulik

Gasherstellung und
-verteilung

Fremdsprachen

Lehrmaterialreduzierung
aus

Mechanik

Chemie

Abb. 1

der herrschende, den Grund des Lehrmaterials bildende Gegenstand ist, er zeigt aber auch, was für neue Gegenstände in den Lehrplan aufgenommen wurden, und zum Schluß, was für Kenntnisse im Vergleich zur vorigen Dekade aus dem Lehrmaterial weggelassen wurden. Nach Hougen ist für die siebente Dekade charakteristisch, daß neben der Beibehaltung des traditionellen Lehrmaterials der sechsten Dekade eine Abzweigung zum Umweltschutz, zum Biologe-Ingenieur, zu Lebensmittelindustrie-Prozessen und zu den Polymeren zu beobachten ist. Die sieben Jahrzehnte überbrücken *drei, einander offensichtlich an den Grenzen überdeckende Perioden*, die sich durch den Lehrgegenstand unterscheiden, der den Grund des Lehrplans bildet.

Der Grundgegenstand *der ersten Periode* war die *INDUSTRIELLE CHEMIE*. Es ist etwas Ähnliches wie die Chemische Technologie von Wartha Vince, Professor an der Technischen Universität Budapest, von 1871 bis 1912, war, deren Vortragsmaterial erhalten blieb und wofür die Technologiebeschreibung vom Know-how-Typ charakteristisch war. Diese Behandlungsweise verlor mit der Vermehrung der Technologien an Details und gestaltete sich in irgendeine theoretische Prozeßdiagramm-Beschreibung um, die mit der Hervorhebung von einigen — wenn auch wichtigen — Details lebendiger gemacht wurde. Derselbe Prozeß spielte sich nicht nur in Amerika, sondern auch bei uns ab, aber in den USA schon von den zehner Jahren angefangen, auf die Art, daß sich die *VERFAHRENSLEHRE* erweiterte und durch sie die *INDUSTRIELLE CHEMIE* allmählich zurückgedrängt wurde.

Den Grundgegenstand *der zweiten Periode* bildet also die *VERFAHRENSLEHRE*, die deshalb die *INDUSTRIELLE CHEMIE* zurückdrängen konnte, weil sie viel kompakter war, weil sie nicht das Konkrete beschrieb, sondern das Abstrakte: anstatt der Spiritus-Raffinade die Destillation behandelte. Das Lehrmaterial wurde trotzdem immer mehr und umfangreicher. Und da tauchte die Frage auf, wäre es nicht möglich, auch diesen Gegenstand kompakter zu behandeln und anstatt der Besprechung der Operationen in alphabetischer Reihenfolge eine, das Gemeinsame hervorhebende Behandlungsweise zu finden?

Die Antwort ist sehr interessant.

Man soll es vor Augen halten, daß die Aufteilung der gesamten Produktionsreihe in Operationen nur dann berechtigt ist, wenn nach dieser *Dekomposition* die Zusammensetzung, die Synthese folgt. Und das hatte man im Lehrgegenstand *STOFF- UND ENERGIEBILANZEN* gefunden (Abb. 2). In dieser Periode bildeten also die *OPERATIONEN* die Grundlehre, deren Abzweigungen auch gezeigt werden. Die Lösung, d. h. die Gemeinsamkeiten hervorhebende Behandlungsweise der *OPERATIONEN*, war das Verhältnis zur *THERMODYNAMIK* und zur *REAKTIONSKINETIK*, und etwas später zur Theorie der *TRANSPORTPROZESSE*. Dies führte zur zweiten *Dekomposition*, und zu den *OPERATIONEN* dagegen führt, als deren Antithese, die *MATHEMATISCHE MODELLIERUNG* zurück (Abb. 3).

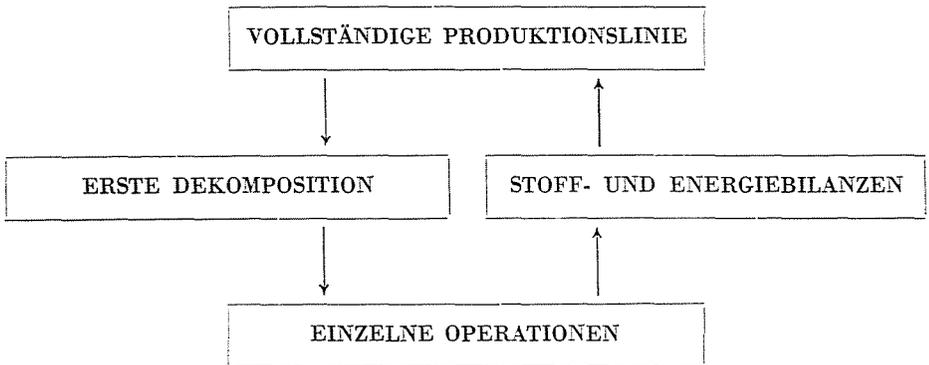


Abb. 2

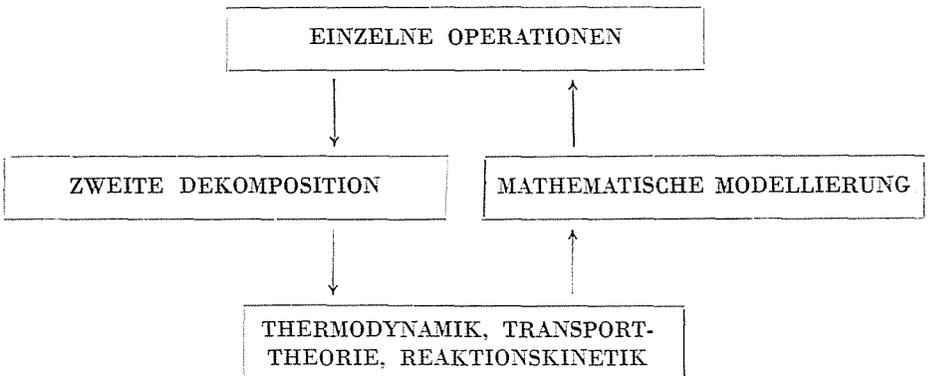


Abb. 3

Das Unterrichtsschema ist also hierarchisch aufgebaut und sieht so aus, wie es in der Abb. 4. dargestellt ist. Die Dynamik der vorhin analysierten Umgestaltungen des Lehrmaterials soll in Abb. 5 nach Aris gezeigt werden [7].

Ich möchte die Aufmerksamkeit auf das Wort SYSTEM lenken, das auf einen Begriff hinweist, worüber hier noch nicht die Rede war. Vor allem möchte ich hier darauf hinweisen, daß das *spürbare Problem* des chemischen Technologie-Unterrichts das ungarische Hochschulwesen mit einer originellen, sich von der amerikanischen unterscheidenden Lösung überbrücken wollte, und zwar mit der ALLGEMEINEN CHEMISCHEN TECHNOLOGIE. Nicht in dem Sinne, daß die Wasserenthärtung zum Beispiel eine in jeder Fabrik verwendete Technologie, folglich allgemein, ist, sondern in dem Sinn, daß in einer jeden Technologie auch ohne die Dekomponierung auf einzelne Operationen allgemeine Züge zu finden sind, deren Hervorhebung und Analyse der Gegenstand der allgemeinen chemischen Industrie ist. Solche sind zum Beispiel die

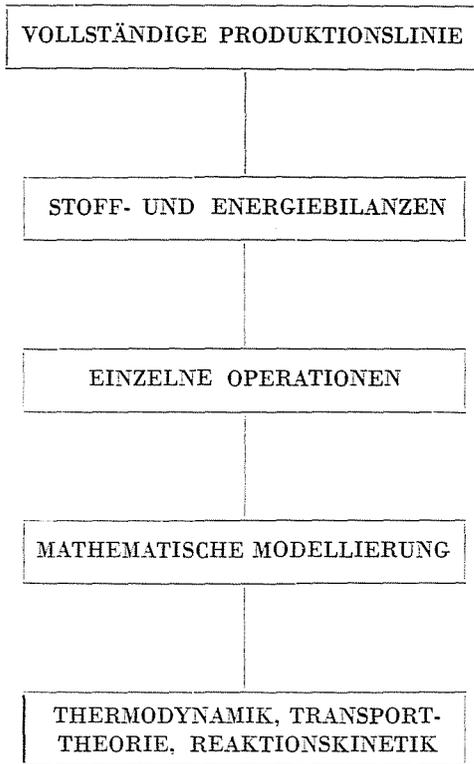


Abb. 4

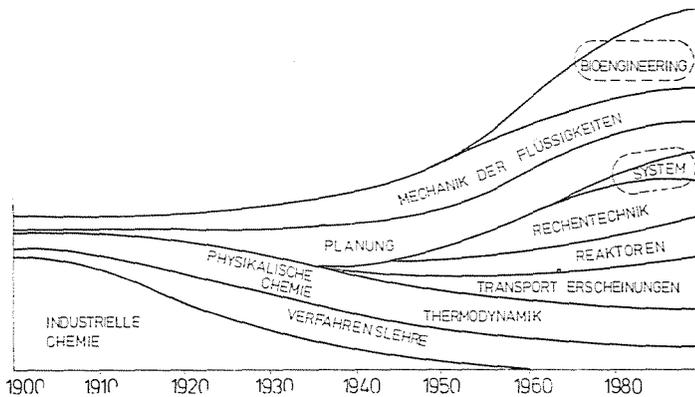


Abb. 5

Gesetze der Selbstkostenverminderung, der Maßstabwirkung, die Theorie der Rezirkulation usw.

Die Integrität der chemischen Technologie kann aber keinesfalls die Tatsache aufheben oder verneinen, daß eine jede Operation der chemischen

Industrie ein in Reihen oder parallel geschaltetes, in by-pass oder Rezirkulationskreis geschaltetes Netz, d. h. System, hat. Und hier schaltet sich die Entwicklungsgeschichte des Unterrichts in den siebziger Jahren ein, und als deren Eigentümlichkeit der Begriff des Systems, die Behandlung des Systems, die Systemtheorie. Und wenn wir auf unsere Abbildung, die die Beziehung zur Hierarchie darstellt, zurückgehen (Abb. 6), wird es gar nicht schwer, den Platz der SYSTEMTHEORIE zu finden. Die SYSTEMTHEORIE übernimmt — schon mit einem Inhalt von höherem Niveau — die Stelle, die früher der Gegenstand MATERIE- und ENERGIEBILANZEN hatte.

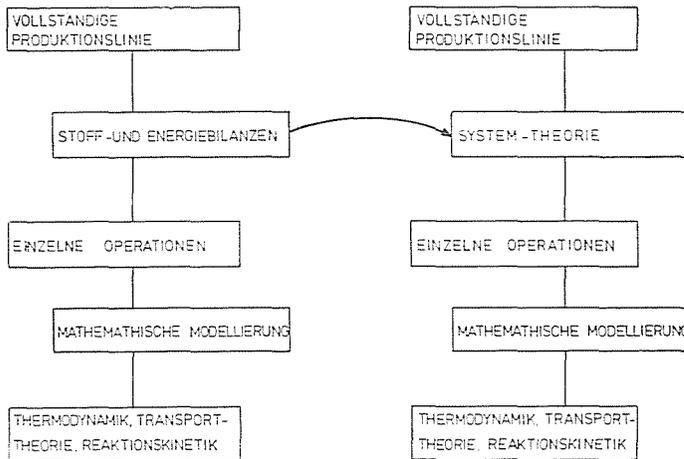


Abb. 6

Wenn wir jetzt die Eigenart dieser zweiten Periode kompakt erfassen wollen, und zwar im Vergleich zur vorigen, können wir folgendes feststellen: in der ersten Periode wurde das unterrichtet, wie man dieses oder jenes behandeln oder herstellen kann: in der zweiten Periode wurde das unterrichtet, *warum* man in einer gegebenen Situation in der chemischen Industrie so oder so handeln muß. Bei der Untersuchung der *dritten Periode* kommen wir auf Abb. 5 zurück: in der rechten Ecke oben sehen wir einen *neuen Zweig*: BIO-ENGINEERING.

Ich könnte natürlich auch andere Beispiele erwähnen. Es wäre möglich, hier viele Zweige noch zu zeigen. Und im Zusammenhang mit diesen neuen Zweigen kommen wir jetzt auf die dritte Periode der sieben Jahrzehnte zurück. Sie hat kaum noch begonnen.

Den Grundgegenstand der dritten Periode können wir heute noch nicht finden. Wir sind der Meinung, daß mit der zweiten Periode sich die Zeit der

auf die chemische Industrie orientierten Chemie-Ingenieurbildung abgeschlossen hat, und ein Bildungsinstitut der dritten Periode muß schon solche Chemiker-Fachleute ausbilden, für die nicht nur die chemische Industrie das einzige interessante Gebiet ist; die überall in der sich chemisierenden Welt im Geist ihrer Fachwissenschaft zu denken und zu schaffen fähig sind, wo ihre Tätigkeit, *besser gesagt*, ihre auf die Zusammenarbeit orientierte Tätigkeit gebraucht wird.

Die dritte Periode ist also *die Gegenwart und die Zukunft*. Hier muß ich daran erinnern, daß wir heutzutage in Ungarn

— uns zeitlich nach der extensiven Entwicklung der chemischen Industrie, aber noch *vor* der Periode der Chemisierung der Volkswirtschaft, oder an ihrem *Anfang* befinden,

in der Ausbildung sind wir schon *nach* der auf die chemische Industrie orientierte Periode der Ausbildung, aber noch *vor* einer Periode, in der *die Ausbildung die ganze Volkswirtschaft vor Augen halten soll*.

Und ich glaube, damit haben wir bewiesen, daß *in der ungarischen Chemieindustrie, Forschung und Ausbildung ein neues Zeitalter beginnt*. Das Novum besteht darin, daß diese Änderung den inneren Gesetzen der Chemieindustrie, der Chemiewissenschaften und der Chemiker-Ausbildung entsprechend vor sich geht und daß sie sich innerhalb einer weltweiten Änderung, nämlich der wissenschaftlich-technischen Revolution, und nicht unabhängig von ihr abspielt.

Die Verwirklichung und Weiterentwicklung der neuen Wege der Ingenieurbildung ist die Aufgabe der Gegenwart, die von uns die wissenschaftlich-technische Revolution und die Änderung der Weltwirtschaft verlangt.

Zusammenfassung

Der Verfasser diskutiert die Wirkungen der technisch-wissenschaftlichen Entwicklung und weltwirtschaftlichen Veränderungen auf die Ingenieurausbildung und schildert die aus diesen Veränderungen stammenden Ansprüche. Die Aufgaben der »Universität der Zukunft« und die bisher erreichten Ergebnisse der technischen Hochschulbildung auf dem Gebiet der Ingenieurausbildung und -weiterbildung in Ungarn werden erörtert. Die Bedeutung der interdisziplinären Ausbildung wird betont.

In einem geschichtlichen Überblick wird die Entwicklung der Chemieingenieurausbildung geschildert, mit besonderer Rücksicht auf die Lehrgegenstände, die in den verschiedenen Perioden unseres Jahrhunderts den Grundgegenstand der Ausbildung bedeuteten.

Literatur

1. SZEKÉR GY.: Kemizálás a népgazdaságban (Chemisierung in der Volkswirtschaft) Budapest, 1971, Műszaki Könyvkiadó.
2. POLINSZKY K.—KORCSOG A.—SZEBÉNYI I.: New Ways of Training Engineers. Technical University Press — Documentation, Budapest, 1975.
3. KORCSOG A.—ROHONYI A. et al.: Experiments of Two-Level Training in Hungarian Higher Education. Higher Education, 6, 1 (1977).

4. LÁSZTITY R.—SZEBÉNYI I.: Present State and Development of Postgraduate Training for Chemical Engineers. Hundred Years of the Faculty of Chemical Engineering, Technical University Budapest 1871—1971. Akadémiai Nyomda, Budapest, 1972. 34—47.
5. POLINSZKY K.: A hazai vegyészképzés és a kémiai kutatás történeti áttekintésben. (Die ungarische Chemikerausbildung und chemische Forschung in geschichtlichem Überblick). Kémiai Közlemények, **50**, 419 (1978).
6. HOUGEN, O. A.: Seven Decades of Chemical Engineering. Chemical Engineering Progress, **73**, 89 (1977).
7. ARIS R.: Academic Chemical Engineering in a Historical Perspective. Industrial and Engineering Chemistry Fundamentals, **16**, 1 (1977).

Prof. Dr. Károly POLINSZKY H-1521 Budapest