Probleme des Maschinenbaustudiums aus der Sicht eines ehemaligen Assistenten

Autor(en): **Schicht, Hans H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **87 (1969)**

Heft 20

PDF erstellt am: **03.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-70693

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

weg zu erlassen, was eine laufende Anpassung an die Weiterentwicklung von Wissenschaft und Lehrbetrieb ermöglicht.

3. Der ungewisse Zustand, der sich bei einer Ablehnung ergäbe, würde die Gefahr verschärfen, dass die Hochschulen zu Sammelstätten für Aktionen missbraucht werden, die den Umsturz der in Staat und Gesellschaft geltenden Ordnungen bezwecken, wie das im Ausland mehrfach vorgekommen ist.

4. Ein grosser Teil der heute bestehenden Unzulänglichkeiten lässt sich nicht durch Gesetze aus der Welt schaffen. Sie gründen in menschlichen Schwächen, denen mit allgemeinen Regelungen nicht beizukommen ist. Das Wichtigste jeder Lehranstalt sind die *Personwerte der Lehrer*. Diese lassen sich aber durch keine noch so vollkommenen Bestimmungen sicherstellen.

5. Es besteht kein Zweifel, dass die Hochschulen, welche die Gestalter der Welt von morgen auszubilden haben, auf die grossen geistesgeschichtlichen Umbrüche Rücksicht nehmen müssen, die in diesem Jahrhundert die Welt erschüttern, und dass sie sich auch an der Neugestaltung der gesellschaftlichen und politischen Ordnungen massgebend zu beteiligen haben. Je wirklichkeitsgemässer und überzeugender sie das tun, desto eher tragen sie zu einem sinnvollen Aufbau bei. Auch für eine solche richtungsweisende und vorausschauende Wirksamkeit lässt das Gesetz allen erforderlichen Spielraum frei.

Im übrigen sei auf die bereits früher veröffentlichten Meinungsäusserungen (SBZ 1969, Hefte 9 und 13) hingewiesen.

A. Ostertag, W. Jegher

Probleme des Maschinenbaustudiums aus der Sicht eines ehemaligen Assistenten

Von **Hans H. Schicht,** Institut für Kalorische Apparate, Kälte- und Verfahrenstechnik der ETH, Zürich, Vorsteher: Prof. Dr. P. Grassmann

Technik und Hochschule

Seit einigen Jahren stehen im Bewusstsein der Öffentlichkeit zwei Fragen stark im Vordergrund: die Unsicherheit gegenüber einer von der Technik geprägten und beherrschten Welt, sowie die Stellung und Bedeutung der Universität als Bildungs- und Ausbildungsstätte. Beide Fragen sind, von den technischen Hochschulen aus gesehen, nicht voneinander zu trennen. Die Hochschule als Stätte von Lehre und Grundlagenforschung und die Industrie als Stätte von Zweckforschung und Verwirklichung bedingen einander, sind verknüpft in Aufgabe und Wirkung. Es ist deshalb auch selbstverständlich, dass die Hochschule auf allen ihren Ebenen an diesen Auseinandersetzungen teilnimmt und sie fördert, wie die unlängst an der ETH Zürich abgehaltene Vortragsreihe «Bildungsanforderungen in der industriellen Welt» zeigte. Die folgenden Ausführungen stützen sich auf die – zeitlich noch nicht allzu weit zurückliegenden – persönlichen Erfahrungen des Verfassers als Student und Assistent an der Abteilung für Maschineningenieurwesen der ETH Zürich.

Das Ingenieurstudium an der ETH Zürich

Es scheint erforderlich, einleitend den gegenwärtigen Aufbau des Ingenieur-Studiums an der ETH Zürich zu umreissen. Es ist an allen Ingenieur-Abteilungen dieser Hochschule durch eine klare Trennung der propädeutischen Grundlagenfächer vom eigentlichen Fachstudium gekennzeichnet. Die propädeutischen Fächer mit einem ausgeprägt mathematisch-physikalischen Schwerpunkt füllen die ersten vier Semester aus und werden in den zwei Vordiplomen geprüft. Das Fachstudium – geprüft im Schlussdiplom – umfasst an der Abteilung für Maschinen-Ingenieurwesen, etwa gleichgewichtig, die weiteren, aber stärker maschinenbaubezogenen Grundlagenfächer Strömungslehre und Thermodynamik, sowie die vertieften Ausbildungen in zwei Ingenieur-Hauptgebieten. Hier steht dem Studenten heute die Wahl unter 15 derartigen Vertiefungsgruppen offen.

Das Studium an allen Ingenieur-Abteilungen der ETH, d. h. den Abteilungen für Bauingenieurwesen, Maschineningenieurwesen, Elektrotechnik, Kulturtechnik und Vermessung, dauert acht Semester, woran sich noch das Diplom-Semester anschliesst. Der überwiegenden Zahl der Studenten gelingt die Einhaltung dieses Zeitplans [1].

Die Auswahl des Unterrichtsstoffes

Einerseits erlaubt die zeitliche Straffung des Studiums dem Studenten einen frühzeitigen Eintritt ins Berufsleben. Anderseits erwachsen dadurch bei der Auswahl des Stoffes, der dem Studenten vermittelt werden soll, grosse Schwierigkeiten. Die Ingenieurwissenschaften stehen heute in einer gewaltigen, fast unkontrollierten Entwicklung, die parallel zur raschen Breiten- und Tiefenentwicklung der Technik verläuft. Die Flut der technisch-wissenschaftlichen Veröffentlichungen ist längst auch für den Spezialisten unüberschaubar geworden. Ein Beispiel zur Verdeutlichung: auf dem Gebiete der Zweiphasenströmungen Gas/Flüssigkeit in Rohrleitungen, einem Teilgebiet der Verfahrenstechnik, erscheinen gegenwärtig rund 1000 Veröffentlichungen pro Jahr [2]!

Wie also soll das Rüstzeug beschaffen sein, das den Ingenieur die ganzen 40 Jahre seines Berufslebens zu tragen vermag? Die Antwort: Beschränkung auf die Grundlagen, vorweg die Grundgesetze der Mathematik und Physik, denn diese haben, obwohl auch ständiger Fortentwicklung unterworfen, einen dauerhafteren Charakter als die jeweiligen Tagesaktualitäten der Technik. Auch in den Ingenieurfächern werden fast nur noch Grundlagen gelehrt, ergänzt durch eher spärliche Hinweise auf die Praxis. Stillschweigend vertraut die Hochschule darauf, dass die Industrie dann den Absolventen das konkrete technische Rüstzeug liefert.

So ist das Studium zu einem grossen Teil auf das rein empfangende Entgegennehmen von Wissen ausgerichtet. Der Ingenieur sollte jedoch nicht nur auf die Fähigkeit hin ausgebildet werden, die bekannten Gesetze der Naturwissenschaften zum Bau technischer Erzeugnisse auszunützen. Die Technik geht oft andere Wege als die Grundlagenwissenschaften; der Ingenieur muss also auch fähig sein, schöpferisch in technisch-wissenschaftliches Neuland vorzudringen. Hierzu ist eine solide Kenntnis der naturwissenschaftlichen Zusammenhänge ein wertvolles und notwendiges Hilfsmittel, aber auch nicht mehr. Der Übungsbetrieb, der den Vorlesungen zur Seite gestellt ist, sollte deshalb vor allem auch die Komponente des Schöpferischen, des Erfinders im angehenden Ingenieur fördern.

In den Übungen der Grundlagenfächer befasst sich der Student überwiegend mit Rechenbeispielen im Stile der Mittelschule, mit eindeutigen, mit «richtig» oder «falsch» bewertbaren Lösungen. Die Gelegenheit, schon zu diesem Zeitpunkt den Studenten schrittweise an Aufgaben heranzuführen, die eigenes Abwägen, individuellen Entscheid erfordern, wird vernachlässigt, und dies sechs Semester lang – drei Viertel des Studiums!

In den letzten zwei Semestern zeigen dann die Semesterarbeiten mit erschreckender Klarheit diese Lücken auf. Hier muss der Student, ausgehend von den Grundlagen des entsprechenden Vertiefungsfaches, eine Maschine oder einen Apparat projektieren, die funktionell wichtigen Abmessungen bestimmen und schliesslich nach konstruktiven Lösungen suchen. Jetzt steht er erstmals vor Aufgaben, die nicht allein mit dem Vorlesungsskriptum zu lösen sind: er muss sich Detailkenntnisse aus der Spezialliteratur beschaffen und, vor allem, er muss lernen, sich auf Grund überschlägiger Abschätzungen zu entscheiden, zum Beispiel zwischen den zahlreichen denkbaren Bauweisen seiner Maschine. Er lernt auch, die Zeit einzuteilen, Wichtiges vom nur Wünschenswerten zu trennen. Diese Art des Arbeitens, auf die er in keiner Weise vorbereitet ist, bereitet dem Studenten verständlicherweise die grössten Schwierigkeiten.

Die hieraus erwachsende Forderung nach einem anspruchsvolleren Übungsbetrieb in den Grundlagenfächern stellt sich heute dringender denn je. Früher hatte der Student drei Semesterarbeiten auszuführen und damit hinreichende Gelegenheit, ingenieurmässiges Denken und Gestalten zu üben. Seit 1968 aber sind es nur noch zwei, ja, in Extremfällen ist es lediglich eine: ist doch in gewissen neuen Vertiefungsfächern, wie Ingenieurmathematik und Mechanik, eine Semesterarbeit im klassischen Stil gar nicht möglich.

Neuerdings wird versucht, diesen Verlust durch Seminarien wieder wettzumachen. Diese zumindest an der Abteilung für Maschineningenieurwesen noch neue Unterrichtsform gewinnt rasch an Boden: während vor fünf Jahren nur drei Vertiefungsrichtungen Seminarien abhielten, sind es heute bereits neun. Hier ergibt sich zugleich die Möglichkeit, den oft unterentwickelten

sprachlichen Ausdruck des angehenden Ingenieurs zu schulen und, wenigstens punktweise, in engen Teilgebieten der Ingenieurwissenschaften bis zu den neuesten Erkenntnissen vorzudringen. Die Studenten, wenigstens die unternehmungsfreudigen unter ihnen, begrüssen diese Möglichkeit der Mitgestaltung am Unterricht.

Manches spricht dafür, auch schon in den propädeutischen Semestern Seminarien zu veranstalten. Nicht zuletzt erhielte der Student so schon viel früher als bisher Gelegenheit, sich kritisch mit der Spezialliteratur, vor allem auch der fremdsprachigen, auseinanderzusetzen: die meisten wissenschaftlichen Veröffentlichungen erscheinen heute in englischer Sprache, etwa gleichgewichtig gefolgt von Russisch und Deutsch. Vielleicht würde er sich dann zum vermehrten Besuch der hervorragenden Sprachkurse entschliessen, welche die ETH anbietet. Heute begegnet man noch in den höheren Semestern immer wieder Studenten, die selbst vor den englischen Publikationen zurückschrecken.

Die Trennung Propädeutika/Fachstudium

Von der Notwendigkeit ausgehend, die Ingenieurstudenten bewusster zu Selbständigkeit und Entschlussfreudigkeit zu erziehen, wird die säuberliche Trennung der vorbereitenden Fächer vom Fachstudium fragwürdig.

Heute entscheiden die bestandenen Vorexamina in den Propädeutika über die Zulassung zur Schlussdiplomprüfung. An den technischen Hochschulen – und wohl an jeder Schule zur Berufsausbildung – erfüllen Examen zwei Aufgaben: die Prüfung des Wissens und der beruflichen Eignung. Gegenwärtig bestimmt also die Begabung, mathematisch-physikalische Zusammenhänge nachvollziehen zu können, vor allem die weitere Laufbahn der Ingenieurstudenten. Und der Entscheid über die Eignung zum Fachstudium wird zum grossen Teil von Nicht-Ingenieuren getroffen.

Es ist grundsätzlich richtig, die Vordiplome als die schwierigsten Hindernisse im Geländelauf der Berufsausbildung zu gestalten. Der Student muss frühzeitig zum Überdenken seiner Berufswahl gezwungen werden. Diese Aufgabe erfüllt die Prüfung aber nur dann korrekt, wenn sie, vom Berufsbild des Ingenieurs her gesehen, den Kandidaten in abgerundeter Form bewertet.

Eine Möglichkeit, dies herbeizuführen, wäre eine stärkere Verflechtung des propädeutischen und des Fachstudiums, welche aber auch in den Prüfungsplänen zum Ausdruck kommen müsste. Bereits in den ersten Semestern sollte der Student in viel stärkerem Umfange als bis anhin erworbene mathematische und physikalische Kenntnisse auf ein breites Spektrum von Ingenieurproblemen anwenden können. Umgekehrt wäre es auch für das Fachstudium ein Gewinn, wenn beispielsweise die Mathematik nicht in einer längst verschlossenen Schublade liegen würde – sie interessiert nicht mehr, da bereits geprüft und benotet.

Das Nachdiplom-Studium

Die durch die Fülle des Unterrichtsstoffes erzwungene Beschränkung auf die Grundlagen wird den Studenten zunächst nicht voll befriedigen. Er entschloss sich ja nicht zum Ingenieurberuf, um nachvollziehend Physik zu treiben, sondern vielmehr, weil ihn die schöpferische Umsetzung der naturwissenschaftlichen Gesetze in technische Gebilde reizte. Und dann hört er in seinen vier Studienjahren viel weniger von Technik als von Physik, und er entfernt sich auch innerlich immer weiter von seinem ursprünglichen Berufsziel. So wird es ihn schliesslich vor allem reizen, an der Erforschung der Grundlagen mitzuarbeiten. Dies gilt in besonderem Mass für die Intelligenz-Elite unter den Studenten.

Die Hochschule kommt diesen Wünschen entgegen, sie bereitet in den anspruchsvollen Nachdiplomstudien, welche jetzt in vermehrtem Masse in geregelter Form einsetzen, auf eine Laufbahn als Forscher vor. Solange dieses Nachdiplom-Studium nur die zukünftigen Wissenschaftler anspricht und ansprechen soll, ist diese Entwicklung voll zu begrüssen. Aber man muss sich der Gefahr bewusst sein, dass der Ausweis über ein erfolgreich absolviertes Nachdiplom-Studium zu einer Prestigeangelegenheit werden kann, womit eine Abwertung des Schlussdiploms einherginge. Eine Parallele zeigt sich in den USA: im Chemical Engineering ist heute nicht mehr der B.Sc., sondern der M.Sc. der Normalabschluss, und für eine Forschertätigkeit in der Industrie gar der Ph.D. (Doktorexamen), häufig unerlässliche Voraussetzung.

Eine höchst wirkungsvolle Abart des Nachdiplom-Studiums sind die Fortbildungskurse für Fachleute, die schon längere Zeit in der Industrie tätig sind. Der grosse Erfolg derartiger Veranstaltungen lässt es wünschenswert erscheinen, sie in Zukunft noch viel stärker auszubauen.

Gerade im Nachdiplomunterricht, in allen seinen Formen, könnte man auch Forscher aus der Industrie mit Lehraufgaben betrauen. Eine stärkere personelle Verflechtung von Hochschule und Industrie könnte für beide Partner ein grosser Gewinn sein.

Der Ingenieur als Glied der Gesellschaft

Zum Abschluss noch einige Bemerkungen, die über das Ingenieurstudium im Sinne der Fachausbildung etwas hinausgreifen.

Der Ingenieur erscheint in der öffentlichen Meinung oft als der Fachidiot par excellence. Hervorragend geschult als Spezialist, ist er nicht befähigt, die Wirkungen seiner Arbeit auf die Umwelt gesamthaft zu sehen und den oft unerfreulichen, ja gefährlichen Folgeerscheinungen mancher technischer Entwicklungen mit dem nötigen Nachdruck zu begegnen, geschweige denn, ihr Entstehen zu verhindern.

Zum Glück sind die Ingenieure zahlreich, die nicht diesem schwarzen Bild entsprechen, aber dennoch spüren gerade auch wir Ingenieure ein Unbehagen gegenüber der technischen Welt. Und es war sicher nicht Zufall, dass sich in der eingangs erwähnten Vortragsreihe «Bildungsanforderungen in der industriellen Welt» alle Vortragenden mit diesem Unbehagen auseinandersetzten. Sie waren sich darüber einig, dass der Ingenieur in seiner Ausbildung ein Gegengewicht gegen die Ingenieurwissenschaften braucht, ein Rüstzeug, das ihn befähigt, seine technisch-organisatorische Arbeit auch in ihren Folgen für die ganze Gesellschaft, also nicht nur für seinen Auftraggeber zu sehen.

Wie aber soll dieser Gegenpol beschaffen sein? Ich glaube, man muss sich hier hüten, das Heil allein in den Geisteswissenschaften zu suchen. Ob die Beschäftigung mit den Werken von Mozart, Keller, Kant den Ausgleich herbeiführen kann? Sicher nicht für jeden. Vor allem, wenn die Auseinandersetzung beim reinen Nachempfinden der Werke dieser Grossen stehen bleibt. Als tatendurstiger Mensch wird sich gerade der Ingenieur hierfür nur selten begeistern können.

Hingegen wäre es für seine Arbeit und Persönlichkeitsformung zweifellos wertvoll, wenn er wenigstens über Grundkenntnisse in denjenigen Geistes- und Naturwissenschaften verfügte, die ihn unmittelbar berühren: Kenntnisse in Psychologie und Menschenführung könnten ihn besser zur Lenkung seiner Mitarbeiter befähigen, Kenntnisse der Toxikologie und der Gewässerbiologie liessen ihn die Auswirkungen der Abfallstoffe besser vorhersehen, die seine Fabriken an die Umwelt abgeben. Oder man könnte, nach einem Vorschlag von *A. Schrafl* [3], das Verantwortungsgefühl gegenüber der Gesellschaft durch geeignete interdisziplinäre Seminarien zu heben versuchen. Dabei denkt Schrafl einerseits an die Erörterung geschichtlicher Fragen, zum Beispiel die Rolle des Akademikers in der Zeit des Dritten Reiches, anderseits an Gegenstände aus dem aktuellen politischen, kulturellen und sozialen Geschehen, z. B. der Entwicklungshilfe.

Durch eine solche Erweiterung des Unterrichtsfeldes würde die Hochschule wertvolle Beiträge an die Allgemeinbildung leisten, Beiträge auch, die im Rahmen ihrer unmittelbaren Möglichkeiten liegen.

Zum Abschluss

Vergleicht man die technischen Hochschulen, im besondern die ETH Zürich, mit den Universitäten, so können sie sich durchaus blicken lassen: sie sind vielen der letzteren im Aufbau der Lehrpläne und deren Aktualität, in ihrer Reformbereitschaft weit voraus. Aber weil die Welt heute weitgehend von der Technik bestimmt wird und die technischen Hochschulen auf diese Entwicklung als Impulsgeber einen starken Einfluss nehmen, genügt dies nicht.

Ihr Massstab ist der Weg, den die technisierte Welt einschlägt, und dass hier in den kommenden Jahrzehnten gewaltige Probleme eine Lösung finden müssen, wird niemand bestreiten. Hierauf müssen sie ihre Absolventen noch besser vorbereiten.

Literaturverzeichnis:

[1] *P. Grassmann:* «Schweizerische Bauzeitung», 1963, H. 21, S. 369 bis 372.

[2] *S. W. Gouse, Jr.:* An Index to the Two-Phase Gas-Liquid Flow Literature, M. I. T. Press, Cambridge/Mass. und London 1966.

[3] *A. Schrafl:* Motion zu Handen des Zürcher Kantonsrats, überwiesen am 24. Febr. 1969; siehe z. B. «Zolliker Bote» vom 28. Febr. 1969.