

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 21

Artikel: Werdegang und Weiterbildung des Elektroingenieurs : eine Standortbestimmung

Autor: Leuthold, P. E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-904094>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Werdegang und Weiterbildung des Elektroingenieurs – eine Standortbestimmung

P.E. Leuthold

Die harte Konkurrenz auf den internationalen Märkten hat unter anderem dazu geführt, dass die Ingenieurausbildung in der Schweiz teilweise recht hart kritisiert wird. Ohne in Abrede zu stellen, dass da und dort Verbesserungen möglich sind, stellt der Autor doch fest, dass unsere ETH und HTL den internationalen Vergleich nicht zu scheuen brauchen. Hingegen würde in der Industrie und Wirtschaft der Ingenieur-Weiterbildung noch viel zu wenig Gewicht beigemessen.

La vive concurrence sur les marchés internationaux a fait que notamment en Suisse la formation des ingénieurs subit une critique partiellement dure. Sans nier que des améliorations sont possibles ça et là, l'auteur constate que nos écoles polytechniques et techniques supérieures supportent la comparaison à l'échelle internationale. Par contre, un poids trop faible est accordé dans l'industrie et l'économie au perfectionnement des ingénieurs.

Dieser Beitrag gibt in vollem Umfang den Vortrag wieder, den der Autor an der Generalversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins am 27. August 1988 in Zürich gehalten hat.

Adresse des Autors

Prof. Dr. Peter E. Leuthold,
Institut für Kommunikationstechnik,
ETH-Zentrum, 8092 Zürich.

Die in den letzten Jahren schwieriger gewordenen Verhältnisse in der schweizerischen Uhren-, Maschinen- und Elektroindustrie haben bekanntlich Anlass zu einer intensiven Suche nach möglichen Ursachen gegeben. Es ist verständlich, dass dabei auch die technischen Bildungsstätten, d. h. die Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH) sowie die Höheren Technischen Lehranstalten (HTL) in vermehrtem Masse unter die Lupe genommen werden, hängt doch die Leistungsfähigkeit der Industrie zu einem grossen Teil von der Qualität ihrer Ingenieure ab. Ebenso steht die Frage im Raum, ob die Weiterbildung der Ingenieure den heutigen Anforderungen genügt.

Vor allem von seiten der Industrie und Wirtschaft, aber auch von den anvisierten Bildungsstätten selbst wird mitunter heftige Kritik an der heutigen Ingenieurausbildung geübt [1; 2; 3]. Die Vorwürfe lassen sich im wesentlichen in vier Hauptgruppen einteilen (Tab. I):

- Ausbildungssystem
- Ausbildungsziel
- Art der Stoffvermittlung
- Weiterbildung

Eine Standortbestimmung zur Ingenieurausbildung wird sich im wesentlichen mit dieser Kritik auseinandersetzen müssen. Hierzu ist es notwendig, das Anforderungsprofil des Ingenieurs wenigstens in groben Umrissen festzulegen. Gerade in diesem Zusammenhang wird oft der Fehler gemacht, dass dem Jungingenieur, der seine Ausbildungsstätte verlässt, dasselbe Profil zugeordnet wird wie dem schon seit Jahren in der Industrie tätigen Ingenieur.

Eine kürzlich erfolgte Umfrage un-

ter rund 200 ETH-Jungingenieuren (mit weniger als zwei Jahren Industriepaxis) der Maschinen-, Elektro- und Werkstoffbranche [4] hat gezeigt, dass folgende Eigenschaften für eine erfolgreiche Berufstätigkeit besonders wichtig sind:

- Vielseitigkeit (Grundlagenkenntnis),
- Fachwissen, insbesondere auch Informatik,

Kritik an der Ingenieurausbildung

Ausbildungssystem

Zementierte Struktur
(Ausbildungszeiten, Organisation)
Überalterte Lehrpläne
Geringer Lehrkräftebestand

Ausbildungsziel

Erziehung zu Spezialisten
Ungenügende Praxisorientierung
Informatik kommt zu kurz
Fehlende Ausbildung in Unternehmensführung, Wirtschaftslehre usw.

Art der Stoffvermittlung

Prinzip des Frontalunterrichts schlecht
Ungenügende didaktische Fähigkeiten der Dozenten
Zu hohe Wochenstundenzahl
Keine Förderung der Kreativität

Weiterbildung

Unternehmen räumen ihren Ingenieuren zu wenig Zeit für die Weiterbildung ein
Zu geringes Angebot an Weiterbildungsmöglichkeiten
Weiterbildung der Dozenten nicht ausreichend

Tabelle I

- Kommunikations- und Teamfähigkeit,
- Kreativität,
- analytisches Denkvermögen.

Weitere, vor allem aus Industriekreisen oft geforderte Attribute des Ingenieurs wie etwa

- Führungsfähigkeiten,
- unternehmerisches Denken,
- Interesse an Wirtschaftsfragen,
- Denken in Gesamtzusammenhängen usw.

können realistischerweise wohl erst nach einigen Jahren Berufstätigkeit gefordert werden, da ja in der Ausbildungsphase die Motivation für diese Disziplinen weitgehend fehlt. Offenbar handelt es sich hier um Objekte der berufsbegleitenden Weiterbildung.

Das Anforderungsprofil des HTL-Ingenieurs weicht nicht wesentlich von diesem Bild ab. Natürlich dürfen von einem HTL-Ingenieur nicht dieselben theoretischen Fachkenntnisse wie vom Hochschulingenieur erwartet werden. Auch hinsichtlich der Vielseitigkeit sind reduzierte Ansprüche zu stellen. Im übrigen sei aber klar festgehalten, dass die individuelle Streuung der Fähigkeiten von ETH- und HTL-Ingenieuren, insbesondere nach einigen Jahren Berufstätigkeit, zur Verwischung solcher Abgrenzungen führt.

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die Ausbildung und Weiterbildung von Elektroingenieuren; die Aussagen dürften aber zu einem grossen Teil auch auf die Ingenieurausbildung in anderen Branchen übertragbar sein.

Entsprechend der eingangs festgehaltenen Schwerpunkte der Kritik an der Bildung im technischen Bereich lässt sich eine erste Standortbestimmung auf vier vielleicht etwas provokativ formulierte Thesen reduzieren:

1. Unser Ausbildungssystem ist vergleichsweise effizient.
2. Unsere Jungingenieure sind keine «Fachidioten», sondern sie wissen im Gegenteil von zu vielen Dingen zu wenig.
3. Klassische Unterrichtsformen sind besser als ihr Ruf.
4. Ungenügende Weiterbildung der Ingenieure ist eine Folge der ungenügenden technischen Weiterbildung der obersten Führungskräfte.

Stellungnahmen erwünscht

Es herrscht – zumindest verbal – weitgehend ein Konsens darüber, wie wichtig für unsere Wirtschaft eine effiziente Aus- und Weiterbildung der Ingenieure ist. Wie diese Aus- und Weiterbildung aber aussehen soll oder wie mehr junge Leute – vor allem auch Frauen – zur Wahl des Ingenieurberufs motiviert werden können, darüber gehen die Meinungen weit auseinander. Der Autor und die Redaktion würden sich deshalb über Stellungnahmen zu diesem Beitrag sehr freuen. Unsere Adresse lautet: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Bulletin-Redaktion, Ausgabe Informationstechnik, Postfach, 8034 Zürich.

Diese Thesen sollen nun der Reihe nach untermauert und in einen breiteren Rahmen gestellt werden.

Das Ausbildungssystem

Schon seit vielen Jahren werden Stimmen laut, wonach die geltenden Ausbildungszeiten zu kurz bemessen seien, um Ingenieure mit der heute geforderten Qualität zu erziehen. Bis anhin wurde eine Verlängerung der Studiendauer von seiten der Wirtschaft und insbesondere von den politischen Entscheidungsstellen strikte abgelehnt; heute scheint sich aber eine gewisse Aufweichung der Positionen abzuzeichnen, wie der zur Diskussion stehende Antrag des Technikums Winterthur betreffend die Erweiterung der Lehrgänge von drei auf vier Jahre erkennen lässt. Wird mit einem solchen Schritt das anvisierte Ziel, «bessere» Ingenieure auszubilden, erreicht?

Zunächst erhebt sich einmal die Frage, wie man die Fähigkeiten des Ingenieurs überhaupt quantifizieren kann. Das in der Einleitung festgehaltene Anforderungsprofil liest sich zwar sehr schön, aber wieviele Grundlagen-, Fach- und Informatikkenntnisse wirklich notwendig sind, lässt sich wohl kaum in absoluten Angaben umreissen. Hinzu kommt, dass Kreativität, Kommunikations- und Teamfähigkeit sowie analytisches Denkvermögen weitgehend eine Frage der Begabung darstellen und somit nicht gelehrt, sondern nur gefördert werden können. Natürlich hat sich das Gebiet der Elektrotechnik in den vergangenen

Jahren gewaltig erweitert, aber würde man daraus einen Zwang zur Verlängerung der Studien ableiten, so ginge es nicht um das Anfügen eines weiteren Jahres, sondern man müsste gleich eine Vervielfachung der Ausbildungsdauer in Betracht ziehen. Unter Berücksichtigung der beschränkten Lebensdauer des Menschen wäre dies eine völlig unrealistische Massnahme.

Somit bleibt nur noch die Möglichkeit eines Vergleichs mit dem Ausland, das zum grössten Teil, insbesondere auch unser nördliches Nachbarland, keine längeren Studiengänge kennt. Bis heute wurde kaum evident, dass dabei der Schweizer Ingenieur schlechter abschneiden soll – im Gegenteil, der ETH-Ingenieur besitzt nach wie vor einen guten Ruf [5], und die hohe Akzeptanz unserer HTL-Absolventen an amerikanischen Hochschulen zeigt, dass sich auch diese Ausbildung sehen lassen kann.

Eine unkonventionelle, aber pragmatische Definition des Ingenieurs, die seine Fähigkeiten quantitativ erfasst, lautet demnach wie folgt:

Der ETH-Ingenieur ist ein Absolvent der Eidgenössischen Technischen Hochschule, der nach einem Mittelschulabschluss eine 4½-jährige akademische Ingenieurausbildung erhalten hat.

Der HTL-Ingenieur ist ein Absolvent einer Schweizer Ingenieurschule, der nach einer abgeschlossenen Berufslehre eine dreijährige Ingenieurausbildung erhalten hat.

Ausnahmeregelungen sollen dabei nicht berücksichtigt werden. Aus dieser Definition geht hervor, dass die Forderung nach einer Verlängerung der Studiendauer intuitiven Charakter hat und nicht damit begründet werden kann, dass die heutigen Lehrgänge kein angemessenes Ausbildungsniveau mehr gewährleisten.

Wenn schon eine Verlängerung ins Auge gefasst werden sollte, müsste wenigstens ein Zwischenabschluss vorgesehen werden, wie dies z. B. in den USA auf Hochschulstufe der Fall ist (Bachelor's und Master's Degree). Es zeigt sich nämlich, dass die Effizienz der Ausbildung einer Klasse bzw. eines Semesters nach drei oder gar vier Jahren gemeinsamen Unterrichts progressiv absinkt, weil die Unterschiede zwischen guten und weniger leistungsfähigen Studenten zu sehr zur Geltung kommen.

Der Vorwurf, die Ingenieurausbildung erfolge auf der Basis überalterter Lehrpläne, zielt mindestens für die Elektrotechnik an der Wirklichkeit vorbei. Allgemein anerkannt und auch mehrheitlich praktiziert sind heute dreistufige Lehrgänge (Tab. II): Ungefähr je ein Drittel der Studiendauer ist der Vermittlung von Grundlagen (Mathematik, Informatik, Physik, Elektrotechnik und bei den HTL auch Sprachen), der Einführung in die verschiedenen Teilbereiche (Nachrichtentechnik, Automatik, Elektronik, Energietechnik usw.) sowie der Vertiefung in ein bestimmtes Fachgebiet gewidmet. Dabei spielen vor allem die Semester- und Diplomarbeiten in den letzten ein bis zwei Jahren eine bedeutsame Rolle, bei denen die Studenten erstmals anspruchsvolle Probleme unter Verwendung modernster Technologien selbstständig bearbeiten können.

Die enorme Expansion auf dem Gebiet der Informationstechnik in den vergangenen Jahrzehnten hat die Abteilungen für Elektrotechnik gezwungen, Anpassungen an den Lehrplänen vorzunehmen. Dies betrifft vor allem die vertiefte Fachausbildung und die *Einführung der Informatik* auf allen Stufen. So fanden z. B. an der Abteilung für Elektrotechnik der ETHZ grössere Revisionen 1960, 1971, 1980 und 1985 statt, und die nächste Revision ist bereits unterwegs. Dabei zeigt sich eine deutliche Verkürzung des Erneuerungszyklus. Die Grundausbildung hat sich jedoch – abgesehen von der Aufnahme gewisser Informatikfächer – wenig geändert. Dasselbe gilt für die allgemeine Systemtechnik bei der Einführung in die verschiedenen Teilbereiche. Beide Ausbildungsstufen werden sich auch in den nächsten Jahrzehnten nicht wesentlich ändern, weil die physikalischen Gesetzmässigkeiten und deren mathematische Beschreibung nach wie vor von fundamentaler Bedeutung sind. Die oft zu vernehmende Behauptung, die Halbwertszeit des Ingenieurwissens betrage nur noch 5 Jahre [1], trifft demnach höchstens auf die in der vertieften Fachausbildung vermittelten Technologiekenntnisse zu und darf nicht verallgemeinert werden (Tab. II). Daraus folgt übrigens der Schluss, dass sich die Bildungsstätten auf die Vermittlung des Stoffes von bleibendem Wert konzentrieren müssen; die Aufrechterhaltung des speziellen Fachwissens nach dem Studium ist Gegenstand der noch später zu besprechenden Weiterbildung.

Stufen	«Halbwertszeit» des vermittelten Stoffes
- Grundlagen	≥ 50 Jahre
- Einführung in die Fachgebiete	≥ 20 Jahre
- Vertiefte Fachausbildung	≥ 5 Jahre

Tabelle II Zeitgemässer Dreistufen-Lehrplan

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass anlässlich der Vorbereitung des heute geltenden Studienplans für Elektrotechnik an der ETHZ mehrere Diskussionsrunden mit Industrievertretern stattfanden. Trotz vielen Anregungen, welche weiteren Disziplinen in den Lehrplan aufzunehmen bzw. welche Gegenstände zu eliminieren seien und welche Verbesserungen am Ablauf der Studien vorgenommen werden könnten, landete man schliesslich unter Berücksichtigung der gegebenen Randbedingungen stets auf dem Boden der Realität – nämlich beim vorangehend beschriebenen Konzept der dreistufigen Ausbildung.

Auch der viel geschmähte «Schulbetrieb» an der ETH und an den HTL muss in Anbetracht der kurzen Ausbildungszeiten und insbesondere des relativ schwachen Lehrkörpers als sehr effizient bezeichnet werden. Beeindruckend fällt ein Vergleich der Studiendauer bis zum Diplomabschluss an der Abteilung für Elektrotechnik der ETHZ und an den entsprechenden Abteilungen deutscher Hochschulen aus (Fig. 1).

Sehr problematisch sind die häufig angestellten Vergleiche zwischen unserem Ausbildungssystem und demjenigen in den USA, wo vor allem auf die geringere Wochenstundenzahl und die daraus resultierende selbständigere Arbeitsweise aufmerksam gemacht wird. Der Umstand, dass dort der Student ein Semestergeld von mehreren 1000 \$ bezahlen muss, schafft natürlich hinsichtlich der Motivation eine ganz andere Ausgangslage. Wenn das Studium schon so teuer ist, möchte man entsprechend profitieren und ist bereit, durch selbständige Verarbeitung des Vorlesungsstoffes ein angemessenes Niveau zu erreichen, um damit möglichst rasch und sicher über die Runden zu kommen. Bei uns muss der von der hohen Wochenstundenzahl ausgehende Druck die oft nicht allzu grosse Motivation ersetzen, was

natürlich nur zum Teil möglich ist. Immerhin wächst aber in den höheren Semestern, insbesondere bei den selbständigen Arbeiten, die Einsatzfreudigkeit erheblich an.

Natürlich wären auch bezüglich des «Zubringerdienstes», d. h. der *Mittel- und Berufsmittelschulen* sowie der Sekundarschulen, einige Wünsche anzubringen. Die Elimination gewisser historisch gewachsener Stoffgebiete und ein weniger auf das Lernen von Formeln als auf das Verstehen von Zusammenhängen ausgerichteter Unterricht in Mathematik und Physik würden den Einstieg in die Ingenieurausbildung spürbar erleichtern. Aber allein schon zufolge der regional unterschiedlichen Vorbildung ist jede höhere Schulstufe gezwungen, zu Beginn des Lehrganges nicht nur eine Anpassung der Denkweise, sondern auch eine Homogenisierung des Ausbildungsniveaus der Studentenschaft vorzunehmen. Diese Problematik hat sich jedoch in den vergangenen Jahrzehnten kaum verschärft und bietet somit gleichermassen keinen Anlass, die Studiengänge «nach unten» auszudehnen.

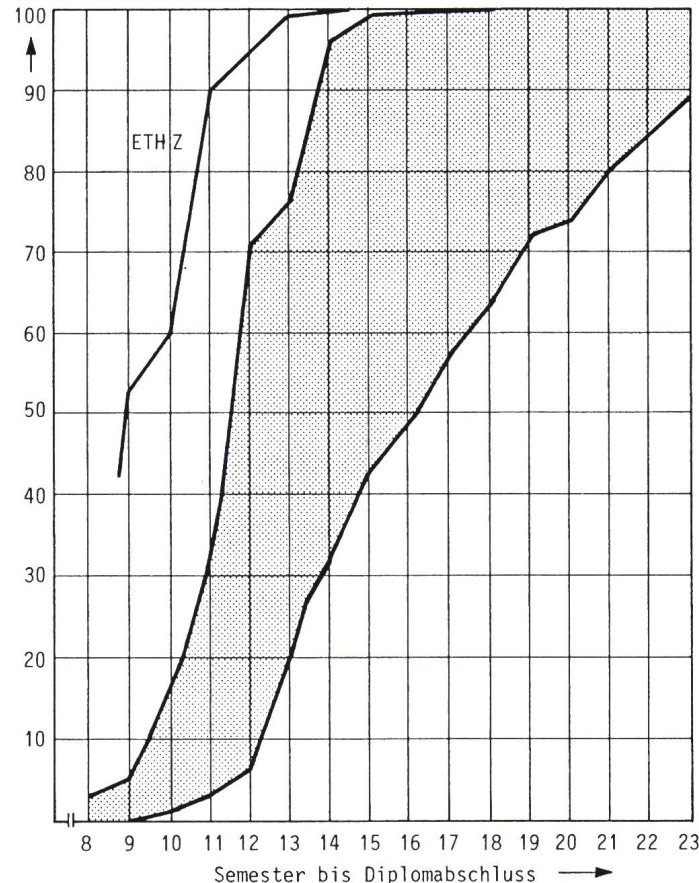
Ausbildungsziel

Es steht nicht zur Diskussion, dass der Elektroingenieur eine gute *Grundlagenausbildung* haben muss. Daneben sollte er mindestens einmal auf einem Spezialgebiet in die Tiefe «gebohrt» haben, damit er weiss, was es bedeutet, sich bis an die Front der technischen Entwicklung heranzutasten. Eben diese Tätigkeit wird ja schliesslich später von ihm erwartet. Leider erfordert die Aneignung der hierzu erforderlichen Kenntnisse, die durch den Besuch von Lehrveranstaltungen auf Stufe Vertiefung sowie durch das Studium einschlägiger Literatur erworben werden müssen, einen relativ grossen Zeitaufwand. Deswegen aber gleich von einer Erziehung zu «Fachidioten» zu sprechen [1], ist sicher fehl am Platz, weil ja die an einem Beispiel durchexerzierte Methodik der Problemlösung weitgehend auf andere Fälle übertragen werden kann. Da der Begriff Spezialist heute fast einen negativen Beigeschmack hat, tolerieren manche Lehranstalten eine Ausbildung, bei der die Absolventen zwar sehr vieles zu hören bekommen, aber keine Gelegenheit mehr haben, sich in einem Fachgebiet ernsthaft zu vertiefen. Diesen Eindruck erhält man immer wieder bei der Abnahme von Schlussdiplomprüfun-

gen – eine Feststellung, die von vielen Dozenten bestätigt wird. Es sei auch erwähnt, dass im allgemeinen an den Ingenieurschulen ein mehr oder weniger ausgeprägter Trend herrscht, Absolventen mit den Merkmalen eines Hochschulingenieurs heranzubilden. Obwohl die Beweggründe dafür durchaus aner kennenswert sind, haben die Erfahrungen mit den «Gesamthochschulen» in Deutschland klar gezeigt, dass dies nicht die optimale Lösung sein kann. Vielleicht wäre also das Ausbildungsspektrum des HTL-Ingenieurs zugunsten der Vertiefung eher wieder etwas zu schliessen und dafür das Teamwork, d. h. die Zusammenarbeit zwischen «Spezialisten» – auch im Rahmen interdisziplinärer Studienprojekte, zu fördern. Eine solche Massnahme würde zudem die Forderung nach einer Verlängerung der Studiendauer entkräften.

Der Vorwurf, die Ausbildung unserer Elektroingenieure sei zu wenig *praxisorientiert*, muss schlechthin als absurd bezeichnet werden. Es ist allgemein bekannt, dass die Stärke der ETH-Ingenieure im Vergleich zu ihren amerikanischen Kollegen in der praktischen Erfahrung liegt. HTL-Absolventen weisen ohnehin in der Regel eine abgeschlossene Berufslehre auf und verfügen damit in besonderem Masse über Kenntnisse der Praxis. Vielmehr könnte man sich wundern, warum heute der Ruf nach einer Reduktion der Berufslehre für HTL-Anwärter laut wird [6]. An dieser Stelle darf auch darauf hingewiesen werden, dass die Zusammenarbeit zwischen der Industrie sowie den Hoch- und Ingenieurschulen in den letzten zehn Jahren einen erfreulich guten Stand erreicht hat. Heute entstehen schätzungsweise gegen die Hälfte der Semester- und Diplomarbeiten im engeren oder weiteren Rahmen gemeinsamer Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Einen nicht zu vernachlässigenden Beitrag leistet hier die Informationstechnische Gesellschaft (ITG) des SEV mit ihrem Aktionsprogramm der sog. ITG-Patenschaften an den beiden ETH. Dabei geht es um die Zusammenführung von Ingenieuren aus der Industrie und Studenten, die eine Semesterarbeit auf einem gemeinsam interessierenden Gebiet durchführen. Nach einem eher mühsamen Anlauf scheint sich die Aktion nun einigermaßen etabliert zu haben; eine Ausdehnung auch auf die Ingenieurschulen wird zurzeit ins Auge gefasst. Der

Prozentsatz der Absolventen



Figur 1
Studiendauer von Elektroingenieurabsolventen an der ETH Zürich und an deutschen Hochschulen

— ETH Zürich



Bereich, in dem sich die Studiendauern bundesdeutscher Hochschulen bewegen. Berücksichtigt sind dabei nur die Hochschulen, die am Fakultätentag für Elektrotechnik vertreten sind. Der Fakultätentag vertritt die Interessen der Abteilungen für Elektrotechnik beim deutschen Kultusministerium. Nicht berücksichtigt sind somit in der Statistik die sogenannten Gesamthochschulen und die Hochschulen der Bundeswehr.

Spruch vom «Professor im Elfenbeinturm» und vom «antiquierten HTL-Dozenten» gehört also mindestens für die Elektrotechnik der Vergangenheit an.

In bezug auf die Informatikausbildung der Elektroingenieure sei festgehalten, dass sie heute in den Lehrplänen praktisch aller Bildungsstätten einen angemessenen Stellenwert hat. Diejenigen, die glauben, der Ingenieur von morgen benötige dank CAD, CAE, CAM, CIM, KI usw. nur noch einige bescheidene Kenntnisse der Mathematik, Physik, Systemtheorie und Elektrotechnik, werden sich täuschen. In der Tat sind die Werkzeuge aus dem Bereich der Informatik lediglich Hilfsmittel, um technische Systeme, die den physikalischen Gesetzen gehorchen, in den Griff zu bekommen. Eingehende Kenntnisse der letzteren bilden daher nach wie vor die Voraussetzung für eine erfolgreiche Ingenieur Tätigkeit. Leider sind schon heute negative Auswirkungen eines übermässigen Gebrauchs von Informatikmitteln festzustellen: Die Studierenden haben grösste Mühe, im Kopf eine überschlagsmässige Rechnung vorzunehmen, sie sind nicht mehr in der

Lage, durch Vernachlässigungen zu einfachen analytischen Resultaten zu gelangen, es fehlen Vorstellungen über den Verlauf mathematischer Funktionen usw. Offensichtlich muss also dafür gesorgt werden, dass in den Lehrplänen das Pendel nicht allzu sehr in Richtung Informatik ausschlägt.

Nicht angesprochen wurde bis jetzt die Frage, inwiefern Ökonomie, Unternehmensführung, Betriebslehre, Technologie-Management usw. vermehrt Gegenstand der Ingenieurausbildung sein sollte. Forderungen nach einer *Erweiterung* des Unterrichts in diesen Disziplinen werden vor allem aus Wirtschafts- und Industriekreisen gestellt [1; 7]. Bezeichnend ist etwa das kürzlich erschienene Pressecommuniqué einer Gruppe *Ingenieure für die Schweiz von morgen*, die sich vorwiegend aus hochkarätigen Industrieführern zusammensetzt [8]. Da steht u. a. zu lesen: «Verlangt werden ausser einer bedarfsgerechten Ausbildung auch unternehmerisches Denken und Interesse an Wirtschaftsfragen, Führungsqualitäten, Praxisnähe, Kreativität sowie gesamtheitliches Denken.» Derartige Forderungen an den Jungingenieur zu stellen, zielt natürlich

weit an der Wirklichkeit vorbei. Das Ingenieurstudium wird in den meisten Fällen nicht mit der Absicht ergriffen, später einmal als Manager oder gar als Unternehmensführer tätig zu sein. Unsere Studenten sind fasziniert von den Möglichkeiten der modernen Technik, und sie wollen sich möglichst rasch diejenigen Kenntnisse aneignen, die später eine erfolgreiche Teilnahme an bahnbrechenden Neuentwicklungen erlauben. Davon träumt das Gros der technisch interessierten Jugend und nicht von Management, Wirtschaftsfragen, Betriebslehre usw.! Ein Indiz für diese Haltung ist auch das weitverbreitete Desinteresse an politischen Fragen, das sich während der Studentenunruhen manifestiert hat. Es wäre also verlorene Zeit, trotz ungenügender Motivation eine Ausdehnung des Unterrichts in den erwähnten Bereichen vorzunehmen, ganz abgesehen von der dadurch resultierenden Verdünnung der technischen Ausbildung.

Im Hinblick auf das in der Einleitung festgehaltene Anforderungsprofil kommt aber heute die Schulung der Kommunikations- bzw. Präsentationsfähigkeit – und zwar sowohl mündlich als auch schriftlich – immer noch zu kurz. Mit Recht wird geklagt, dass die wenigsten Jungingenieure in der Lage seien, einen brauchbaren Bericht über eine Neuentwicklung zu verfassen oder dazu ein attraktives Referat zu halten. Die Lehrgänge haben also dieser Zielsetzung vermehrt Rechnung zu tragen, wobei hier glücklicherweise mit einer Motivation der Studierenden höherer Semester gerechnet werden darf, wie der gute Besuch entsprechender, nicht obligatorischer Kurse an der Abteilung für Elektrotechnik an der ETHZ zeigt.

Art der Stoffvermittlung

Die Stoffvermittlung in Form des Frontalunterrichts wird heute stark kritisiert. Insbesondere herrschen grosse Zweifel, ob die Vorlesung eines Professors vor 200 oder 300 Studenten überhaupt einen Sinn habe. Älteren Kritikern ist dabei oft nicht bekannt, dass heute praktisch zu allen Vorlesungen ein Manuskript existiert, das den Zuhörer vom Mitschreiben entlastet. Abgesehen von seltenen Ausnahmen wird kein Dozent in seiner Vorlesung einen Text «vorlesen», sondern er erläutert den im Manuskript festgehaltenen Stoff, gibt Hinweise auf wichtige Punkte und mögliche Fehlerquellen und behandelt insbesondere Anwen-

dungsbeispiele. Diese Einweg-Kommunikation ist sogar äusserst effizient, wenn nun noch im Rahmen von Übungen und eventuell Praktika in kleinerem Kreise die Möglichkeit besteht, selber Aufgaben zu lösen und auftretende Probleme mit dem Dozenten oder mit dessen Assistenten zu diskutieren. Die weit herumgebotene Mär, wonach der Student keine Gelegenheit mehr habe, mit dem Dozenten direkt in Kontakt zu treten, trifft nicht zu. Im Gegenteil, es kommt nicht selten vor, dass der Dozent in den Pausen oder am Ende einer Vorlesung noch im Hörsaal anwesend ist, ohne dass er von Studenten in Beschlag genommen wird. An dieser Stelle sei auch erwähnt, dass sich das Verhältnis zwischen Lehrpersonal und Studierenden weder an der ETH noch an der Ingenieurschulen in den letzten 50 Jahren wesentlich verändert hat, was ebenfalls dafür spricht, am Frontalunterricht – selbstverständlich ergänzt durch Übungen, Praktika, Kolloquien und Seminare – weiterhin festzuhalten.

In bezug auf Alternativen werden oft der programmierte Unterricht oder das projektorientierte Studium genannt. Der erstere ist aber noch unpersönlicher als eine Grossvorlesung und eignet sich daher lediglich zur begleitenden Stoffvermittlung, während das projektorientierte Studium sich gemäss den bisherigen Erfahrungen nur dann als effizient erweist, wenn genügend Lehrpersonal zur Verfügung steht, welches der Arbeitsgruppe dasjenige Wissen, das eine unabdingbare Voraussetzung für die zielstrebige Projektverfolgung darstellt, innert nützlicher Frist beibringt. Die heute vorhandenen Lehrkörper im Bereich der Elektrotechnik müssten hierfür um ein Mehrfaches verstärkt werden.

Der Vorwurf, die hohen Wochenstundenzahlen von 28 bis 33 Stunden an der ETH bzw. 35 bis 38 Stunden an den HTL würden zu einer «unsinnigen Büfflerei» führen, die jegliche kreative Tätigkeit im Keime erstickt, zielt wiederum an der Wirklichkeit vorbei [1]. Kreativität und Innovation beruhen auf der Verknüpfung von bekannten Dingen zu neuen Systemen und Strukturen mit Hilfe geeigneter Methoden. Letztere sowie die entsprechenden Kenntnisse müssen also in angemessenem Umfang vorhanden sein, bevor überhaupt eine schöpferische Tätigkeit möglich ist. Dies bedeutet, dass man leider nicht darum herumkommt, in den unteren Semestern den «Nürnberger Trichter» anzusetzen. Es wäre da-

bei verlockend, den oft gehörten Vorschlag, die Studierenden sollten sich die Kenntnisse durch Literaturstudium und programmierten Unterricht selber erarbeiten, aufzugreifen. Die Praxis zeigt aber, dass trotz gutem Willen bei schönem Wetter der Zug zum Strandbad stärker ist als die Lust zur Lektüre von Fachliteratur. Diese Tatsache ist dabei stets vor dem Hintergrund des europäischen Bildungssystems zu sehen, in dem der Student eigentlich eher die Ansicht vertritt, der Staat müsse froh sein, dass er überhaupt studiere. Bezeichnend ist in diesem Zusammenhang die treuherzige Aussage eines Studierenden, für ihn müsse die Vorlesung eine gewisse «Unterhaltungskomponente» aufweisen, sonst gehe er nicht hin.

Mit den Semesterarbeiten im letzten Studienjahr, die effektiv in vielen Fällen bis zur Hälfte der Wochenstundenzahl beanspruchen, ergeben sich nun Freiräume, die im allgemeinen ein reiches Mass an kreativer Tätigkeit zulassen und wo insbesondere modernste Technologien und Informatikwerkzeuge eingesetzt werden können. Entsprechend sind solche Arbeiten von den Studierenden auch geschätzt, und es wird oft ein bewundernswerter Einsatz gezeigt. Dasselbe gilt für die Diplomarbeiten, sofern sie eine Dauer von mindestens 12 Wochen aufweisen. Dies trifft an der ETH zu. An den Ingenieurschulen sind sie aber leider oft zu kurz und werden sogar parallel zum laufenden Unterricht abgewickelt. Es wäre daher wünschenswert, dass auch der HTL-Absolvent generell zwei Semesterarbeiten im letzten Studienjahr durchführen könnte und dass eine Diplomarbeit von mindestens 12 Wochen nach Abschluss des letzten Semesters angehängt würde.

Abschliessend soll noch das Problem der Didaktik im Unterricht angeschnitten werden. Im allgemeinen haben die didaktischen Fähigkeiten eines Dozenten auf Stufe HTL und insbesondere auf Stufe Hochschule keine so grosse Bedeutung, wie oft von studentischer Seite behauptet wird. Natürlich mag diese Eigenschaft die erwähnte «Unterhaltungskomponente» empfindlich beeinträchtigen; massgeblich bleiben aber die Persönlichkeit, die Glaubwürdigkeit und selbstverständlich die profunde Sachkenntnis. Es gibt viele Dozenten, die im Unterricht gar nicht brillieren, denen aber später nachgesagt wird, man habe eigentlich sehr viel gelernt. Die Annahme, man könne also durch eine didaktische

Thema	Zeithorizont		Teilnehmerzahl		Zielpublikum			
	eher weit	eher kurz	geschätzt	erschieden	geplant M	S	erschieden M	S
Faser-Lichtleiter und integrierte Optik		×	150	156	×		×	×
Entwicklung von Semicustom-Schaltungen (CAD)		×	60	60	×	×	×	×
Digitale Signalprozessoren (DSP)	×		150	123	×	×	?	×
Electronic Packaging		×	80	74	×	×	×	×
Werkzeuge für Simulation und Test elektronischer Schaltungen und Systeme (CAE/CAD)		×	80	84		×		×
MANTO-Zukunftsperspektiven für die Informations- u. Energietechnik	×		200	51	×	×	?	×
Wege zum industriellen Erfolg in den neunziger Jahren	×		150	78	×		?	×
Neue Konzepte für die Parallelverarbeitung in elektronischen Systemen	×		150	103	×	×	?	×
Expertensysteme in der Industrie	×		100	67	×	×	?	×

Tabelle III Teilnehmerstatistik für ITG-Informationstagungen und -Diskussionsveranstaltungen für den Zeitraum vom Januar 1985 bis März 1988

M Manager, Führungskräfte

S Sachbearbeiter, Fachleute

? keine oder praktisch keine

Schulung der Dozenten wesentliche Probleme der Ingenieurausbildung lösen, dürfte wohl eher eine Illusion sein.

Weiterbildung für Elektroingenieure

«Vier von zehn Schweizern bilden sich weiter», stellt eine grossangelegte Untersuchung des Bundes fest und kommt zum Schluss, dass berufliche Weiterbildung in der Schweiz grossgeschrieben werde [9]. Wenn dann andererseits in [7] Mangel an fähigen Ingenieuren die Rede ist und in [8] zugegeben wird, dass die befragten Unternehmen nach ihrer eigenen Meinung eher zu wenig Zeit für die Weiterbildung ihrer Ingenieure aufwenden, scheint eine euphorische Stimmung kaum am Platze zu sein. Insbesondere sagt die erwähnte Studie nichts über die für die Weiterbildung aufgewendete Zeit aus.

Zunächst sei festgehalten, dass die Möglichkeiten der Weiterbildung auf dem Gebiet der Elektrotechnik in unserem Lande sehr gross ist. Namentlich kann man an den Hochschulen als Fachhörer reguläre Vertiefungsvorlesungen und Nachdiplomkurse sowohl

in technischen Disziplinen (Nachrichtentechnik, Energietechnik, Automatik, Elektromagnetische Verträglichkeit usw.) als auch in wirtschaftswissenschaftlichen Gebieten (Unternehmensführung, Technologie-Management usw.) besuchen. Eine reiche Palette von etwa 20 verschiedenen Nachdiplomstudien im technischen und betriebswissenschaftlichen Bereich bieten die Ingenieurschulen an [10]. Hinzu kommen die über das ganze Jahr verteilten Veranstaltungen nationaler Vereinigungen wie z. B. ITG, ETG, SGA, SI, SIA und IEEE Chapters, internationale Anlässe wie etwa das Zürich-Seminar, das Zürich-EMC-Symposium und das Montreux-TV-Symposium (Zweijahreszyklen) sowie mehrere in der Schweiz ad hoc organisierte internationale Konferenzen. Es sei hier einmal deutlich erwähnt, dass in diesem Bereich sehr viel Milizarbeit vor allem von seiten der Hochschuldozenten geleistet wird. Daneben gibt es aber auch private Institutionen, die Kurse auf nationaler und internationaler Ebene anbieten. Schliesslich sind noch die zahllosen firmenintern organisierten Kurse zu nennen.

Werden diese Weiterbildungsmöglichkeiten durch einen angemessenen Besuch honoriert?

Es fällt auf, dass technische Weiterbildungsveranstaltungen vorwiegend von jüngeren Ingenieuren besucht werden, die (noch) nicht in Linienfunktionen stehen. Höhere Kader scheinen eine technische Weiterbildung kaum mehr nötig zu haben; man findet sie vornehmlich nur noch in Kursen für Unternehmensführung, Wirtschaftsfragen, Administration usw. Dabei wäre gerade für sie der Besuch von Tagungen und Diskussions-sitzungen über technische Entwicklungen mit weitem Zeithorizont im Hinblick auf die Früherkennung besonders wichtig.

Die Tabelle III bestätigt diese Aussage anhand unserer Erfahrungen bei den ITG-Veranstaltungen. Der Umstand, dass sich die höchsten Führungskräfte der Industrie technisch zu wenig weiterbilden, führt zu einer Unterschätzung der Notwendigkeit, den unterstellten technischen Mitarbeitern eine angemessene Weiterbildung einzuräumen, wie ja gemäss [8] zugegeben wird. Der Umstand, dass in der Schweizer Industrie eine Karriere im technisch-wissenschaftlichen Bereich mit wenigen Ausnahmen kaum möglich ist, lässt sich auf dieselbe Fehlbeurteilung zurückführen und dürfte eher ein Grund für die mangelnde In-

novationskraft sein als die angeblich unzweckmässige Ausbildung an der ETH und an den Ingenieurschulen. Schliesslich sei noch erwähnt, dass durch eine gezielte technische Weiterbildung von älteren Ingenieuren, die man heute oft einfach «versanden» lässt, eine merkliche Entschärfung des Ingenieurmangels erreicht werden könnte.

Ein besonderes Problem stellt die Weiterbildung der Dozenten im Bereich der Elektrotechnik dar. Während die Hochschuldozenten dank Forschung und Entwicklung in Kontakt oder gar in Zusammenarbeit mit in- und ausländischen Industrien und Forschungsinstitutionen zwangsweise «à jour» gehalten werden, besteht bei HTL-Dozenten die Gefahr, dass sie nach wenigen Jahren den Anschluss an die neuesten Technologien verpasst haben. Es wäre daher dringend notwendig, die Weiterbildungsurlaube grosszügiger zu handhaben und – falls nicht bereits erfolgt – zu institutionalisieren. Aufgrund der Aussagen im Abschnitt über die Stoffvermittlung ist hingegen von einer Weiterbildung auf didaktischem Gebiet wenig zu erwarten, wie übrigens auch praktische Erfahrungen zeigen.

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Abhandlung soll keinesfalls den Eindruck erwecken, dass die heutige Ausbildung der Elektroingenieure absolut in Ordnung sei und keinerlei Korrekturen bedürfe. Sicher herrschen aber keine «chaotischen» Zustände», wie dies in [1] behauptet wird, und es ist nicht zulässig, den «Schwarzen Peter» bezüglich un-

genügender Innovationskraft unserer Industrie auf die Bildungsstätten abzuwälzen. Wenn Verbesserungen an den Ingenieurlehrgängen angebracht werden sollen, ist es wichtig, dass bewährte Methoden und Strukturen zufolge modeströmungsbedingter Kritik nicht einfach über Bord geworfen werden. Dabei ist nicht nur die Frage der Qualität des Unterrichts aus der Sicht des Studierenden, sondern auch die Frage nach dem Gesamtwirkungsgrad zu beurteilen. Fest steht, dass die Verlängerung der Studiendauer auf HTL- und ETH-Stufe keine Notwendigkeit darstellt und dass an den Ingenieurschulen nur schon eine Erhöhung des Stellenwerts der Semester- und Diplomarbeiten in der beschriebenen Weise einen grossen Schritt in die richtige Richtung bedeuten würde. Ebenso wäre eine vermehrte Schulung der schriftlichen und mündlichen Kommunikations- bzw. Präsentationsfähigkeit dringend erwünscht.

Kein Grund zur Zufriedenheit besteht in bezug auf die heutigen Verhältnisse bei der technischen Weiterbildung der Ingenieure. Dabei fehlt es nicht an Möglichkeiten, sondern eher an der Einsicht der obersten Führungskräfte in Wirtschaft und Industrie, dass es sich hier nicht um ein notwendiges Übel, sondern um ein echtes Bedürfnis handelt, das heute in seiner Bedeutung einem effizienten Management oder einem guten Marketing keinesfalls nachsteht. Der Anteil der Weiterbildung an der Gesamtarbeitszeit der Ingenieure müsste gegenüber dem Ist-Zustand im Mittel sicher vervielfacht werden, damit die Konkurrenzfähigkeit mit dem Ausland erhalten bliebe. Ansätze für eine solche

Ausweitung sind da; es ist zu hoffen, dass eine Verwirklichung innert nützlicher Frist erfolgen wird.

Dankwort

Für die Unterstützung beim Zusammentragen von Informationen und Unterlagen sei den Herren *E. Brunner*, Sekretär ITG des SEV, *K. Häusler*, Sekretär der Abteilung für Elektrotechnik der ETHZ, sowie Dr. *J. Kemper*, wissenschaftlicher Adjunkt am Institut für Kommunikationstechnik der ETHZ, bestens gedankt.

Literatur

- [1] *M. de Senarclens*: Ingenieurausbildung: Menschenbildung hat Priorität. Aktuelle Technik 10(1987)10, S. 19...20.
- [2] *W. Oberle*: Zur Ingenieurausbildung in der Schweiz: Für zukunftsorientierte Strukturformen. NZZ 208(1987)150 v. 2. Juli, S. 20.
- [3] *B. Widmer*: Ingenieurschulen: Den Anforderungen nicht mehr gewachsen. STZ 84(1987)1, S. 25...28.
- [4] *C. Meinherz* u.a.: «Kontakttreffen» Donnerstag, 16. Juni 1988, Haupthalle ETH Zürich. Zürich, ETH, Abteilungen Maschinenbau, Elektrotechnik und Werkstoffe, 1988.
- [5] *G.S. Moschytz*: Die ETH: Verschlafene Bildungsstätte oder MIT Europas? Bull. SEV/VSE 78(1987)1, S. 38...41.
- [6] *O. Piller*: Bildungspolitische Aspekte bei der technischen Ausbildung. Bull. SEV/VSE 78(1987)1, S. 42...44.
- [7] Hochschule St. Gallen erhält ein Institut für Technologie-Management. NZZ 209(1988) 156 vom 7. Juli, S. 17.
- [8] Pressecommuniqué Gruppe «Ingenieure für die Schweiz von morgen». Zürich. Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften, April 1988.
- [9] Vier von zehn Schweizern bilden sich weiter. NZZ 209(1988)87 v. 15. April, S. 21.
- [10] Nachdiplom-Studien an den Ingenieurschulen. STZ 84(1987)15/16, S. 28...29.