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: 71 (1980)

Heft: 21

Artikel: Die Ausbildung zum diplomierten Elektroingenieur an der ETH Zürich

Autor: Häusler, K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905295

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: 16.07.2025

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

Die Ausbildung zum diplomierten Elektroingenieur an der ETH Zürich

Von K. Häusler

378.6(494.34 ETH): 621.3;

Nach einem Rückblick auf die Entstehungsgeschichte des Studiums in Elektrotechnik folgen ein paar Gedanken zur Zielsetzung und zu aktuellen Problemen des Lehrplans. Anschliessend kommt der Aufbau des Studiums zur Sprache, und schliesslich wird gezeigt, wie die beiden gegensätzlichen Forderungen nach Theorie und Praxis im Rahmen der Hochschulausbildung verwirklicht werden.

Après un rappel de l'évolution de l'étude en électrotechnique, l'auteur traite du but et des problèmes actuels du plan d'étude, puis de sa structure. Pour terminer, il montre comment les exigences de la théorie et celles de la pratique ont pu être réalisées par l'enseignement de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich.

1. Entstehung der Abteilung für Elektrotechnik

In der Anfangszeit der ETH Zürich las Prof. *R.I. Clausius* über die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus als Bestandteil seiner Physikvorlesungen. 1875 übernahm Prof. *F. Weber* diesen Lehrstuhl; im Laufe der Zeit kamen verschiedene Spezialvorlesungen über Themen der Elektrizitätslehre hinzu. Sie waren hauptsächlich für angehende Physiker und Maschineningenieure bestimmt. 1890 gründete Prof. *Weber* das erste elektrotechnische Institut im neu erstellten Eidgenössischen Physikgebäude an der Gloriastrasse 35, welches kürzlich dem Zentralgebäude für Elektrotechnik weichen musste.

Die Ausbildung zum Elektroingenieur wurde erst nach der Jahrhundertwende eingeführt, zunächst als Vertiefungsrichtung im Studiengang für Maschineningenieure. Durch die zunehmende Bedeutung der Elektrotechnik erhielt die Mechanisch-Technische Schule (ursprüngliche Bezeichnung der Abteilung III) 1909 den Doppelnamen Abteilung für Maschinenwesen und Elektrotechnik. Im Jahre 1935 kam es schliesslich zur Gründung einer selbständigen Fachabteilung für Elektrotechnik IIIB. Diese hatte damals 241 Studierende zu betreuen (Maschineningenieure 309). Heute weist sie die grösste Studentenzahl an der ETHZ auf, nämlich 1118 (Stand Dez. 1979, einschliesslich Doktoranden).

Für Elektro- und Maschineningenieure galt in den ersten vier Semestern auch nach der Trennung ein weitgehend gemeinsamer Studienplan. Die Fachausbildung begann ab fünftem Semester und teilte sich in die beiden Richtungen Starkstrom und Schwachstrom auf. In den fünfziger Jahren war noch eine dritte Wahlmöglichkeit in Betriebswissenschaften offen. Ab 1960 setzte sich an der Abteilung eine einheitliche Ausbildung ohne Unterteilung in Studienrichtungen durch. Gleichzeitig kam vom ersten Semester an ein eigener Lehrplan zur Anwendung. Das Studium dauert schon seit längerer Zeit acht Semester, nachdem diese Anzahl im letzten Jahrhundert zuerst sechs und später sieben betragen hatte. Auf dem Gebiet der Elektrotechnik lehrten 1910 drei ordentliche bzw. ausserordentliche Professoren, bei der Gründung der neuen Abteilung IIIB waren es 7, und heute sind 17 Fachprofessoren an 11 Instituten ganz oder teilweise für die Ausbildung in Elektrotechnik zuständig (vgl. Fig. 1).

2. Ziel und Konzept des Studiums

Im Bundesbeschluss über die Eidgenössischen Technischen Hochschulen vom Jahre 1970 werden als Hauptziele die Förderung der Wissenschaften und die Vorbereitung künftiger Ingenieure auf ihre Berufstätigkeit genannt. Das Hochschulstudium stellt die Verbindung her zwischen der Mittelschule, bei welcher die Allgemeinbildung und das logische Denken im Vordergrund stehen, und der Berufspraxis des Ingenieurs, welche direkt oder indirekt auf die Realisierung technischer Produkte und Anlagen ausgerichtet ist. An der genannten Zielsetzung hat sich während des 125jährigen Bestehens der ETH grundsätzlich nichts geändert, denn schon nach der Formulierung des Gründungsgesetzes von 1854 bestand die Aufgabe der ETH darin, «Techniker unter steter Berücksichtigung der besonderen Bedürfnisse der Schweiz theoretisch und soweit tunlich praktisch auszubilden». Einer gewaltigen Veränderung unterlag hingegen das technische Wissen mit seinen Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt. Das gilt in besonderem Masse für die Elektrotechnik, wo der Lehrstoff enorm an Volumen zugenommen hat und wo die zur Anwendung kommenden Arbeitsmethoden einem dauernden Wechsel unterliegen. Angesichts dieser akzelerierten Entwicklung ist es für eine Hochschule keine leichte Aufgabe, innerhalb der seit 50 Jahren gleichgebliebenen Studiendauer von acht Semestern eine optimale Ausbildung anzubieten. Das Einsatzgebiet des Elektroingenieurs hat eine solche Breite erreicht, dass es völlig illusorisch geworden ist, soviel Fachwissen zu vermitteln, dass ein nahtloser Übergang zur Berufspraxis gewährleistet wäre. Der Unterricht muss sich darauf beschränken, in den verschiedenen Teilgebieten die wichtigsten Grundlagen zu bringen, welche für den Absolventen den Ausgangspunkt bilden, um später weiter in die Details einzudringen. Hauptziel des Studiums ist ohnehin nicht das Fachwissen an sich, sondern die Fähigkeit zur wissenschaftlichen Arbeitsweise. Der angehende Elektroingenieur soll am Ende der Ausbildung in der Lage sein, durch seine Kenntnisse der wichtigsten elektrotechnischen Bauelemente, Systeme und Verfahren sowie durch eine geeignete Methodik Aufgaben der Praxis selbständig zu bearbeiten und sich dabei der Fachliteratur zu bedienen.

Die rasche technische Entwicklung bringt es mit sich, dass der Studienplan immer häufiger überarbeitet werden muss und sich neuerdings sogar in permanenter Revision befindet. Im folgenden seien dazu ein paar typische Problemkreise herausgegriffen:

Zwang und Freiheit. Im Gegensatz zur Stufe des Gymnasiums ist der Hochschulbetrieb grundsätzlich freier: Es existiert keine Präsenzkontrolle in den Vorlesungen, und Prüfungen finden in der Regel nur dreimal während des ganzen Studiums statt. Trotzdem entstehen auch auf dieser Stufe Diskussionspunkte über die Studienfreiheit. An der ETHZ sind die sog. Testate ein häufiges Gesprächsthema. Es handelt sich um die Bescheinigung über abgegebene Übungsaufgaben und über durchgeführte Praktikumsversuche. Wieviel Arbeitsleistung darf man dafür verlangen? Soll die Erfolgskontrolle ausschliesslich auf die Prüfungen beschränkt bleiben? Gilt die Testatberechtigung auch bei abgeschriebenen Übungsaufgaben, wenn also der Student nicht aktiv am Unterricht teilgenommen hat? Es versteht sich von selbst, dass die für die

Ausbildung verantwortlichen Dozenten grösseres Gewicht auf Kontrollen und Prüfungen legen als die Studenten, welche am liebsten nur die besonders interessant oder nützlich erscheinenden Lehrveranstaltungen besuchen und nur wenige Prüfungen absolvieren würden.

Festlegung des Lehrstoffes. Die heute benötigte grosse Zahl von Dozenten erschwert die Koordination zwischen den einzelnen Vorlesungen und hat neben der Gefahr von Doppelspurigkeiten auch zur Folge, dass das vermittelte Wissen mitunter die Aufnahmefähigkeit eines Teils der Studierenden überschreitet. Hauptursache dieser Tendenz ist die laufende Zunahme des Lehrstoffes. Die Studienplaner kommen daher nicht darum herum, den Inhalt der Vorlesungen von Zeit zu Zeit zu überprüfen und zu verdichten.

Beziehung zu anderen Fachbereichen. In der Anfangszeit verfügte die ETH nur über halb so viele Abteilungen wie heute, und die Ausbildung erfolgte in den unteren Semestern weitgehend gemeinsam. Dadurch war ein reger fachlicher und persönlicher Kontakt zwischen Studenten verschiedener Richtungen möglich. Inzwischen sind die Abteilungen immer spezialisierter geworden. Die Ausbildung von Elektroingenieuren hat sich von derjenigen von Maschineningenieuren fast vollständig gelöst. In der technischen Praxis ist nun aber ein gegenläufiger Trend zu beobachten: Durch immer komplexere Aufgaben – z.B. in der Energieverteilung und in der Medizin – arbeiten immer mehr Fachleute mit unterschiedlicher Ausbildung zusammen. Dieses Teamwork unter Spezialisten setzt ein gewisses Verständnis des einen für die Belange des andern voraus. Für die Gestaltung des Lehrplans entsteht aus diesem Grund der Konflikt, dass der Studierende auch einen Einblick in die Probleme benachbarter Gebiete bekommen soll, obwohl schon im eigenen Fachbereich zuwenig Zeit für alles Wünschenswerte zur Verfügung steht.

Bedürfnisse der Industrie. In der erwähnten Zielsetzung des Gründungsgesetzes der ETH wird eine Berücksichtigung der schweizerischen Verhältnisse verlangt. Tatsächlich kann eine technische Disziplin kaum isoliert von den wirtschaftlichen Bedingungen des Landes gelehrt werden. Andererseits darf sich die Hochschule in ihrer neutralen, öffentlichen Stellung nicht zu stark auf einzelne Industriezweige ausrichten. Das richtige Mass kann nur durch ein sorgfältiges Abwägen zwischen Lehrfreiheit und Anpassung an die Bedürfnisse der Wirtschaft gefunden werden, wobei vor allem die Unterscheidung zwischen kurzfristigen Strömungen und langfristigen Entwicklungen wichtig ist.

3. Die Etappen des Studiums

Die traditionelle Ingenieurausbildung an der ETH erfolgt in zwei Hauptstufen, nämlich in einer allgemeinen Grundausbildung, in welcher das mathematisch-naturwissenschaftliche Rüstzeug vermittelt wird, und in einer eigentlichen Fachausbildung. Der zweite Teil gliedert sich zumeist in eine Grundausbildung innerhalb des Fachbereichs und in eine spezifische Fachausbildung. Die letzte Etappe ist in ein paar Abteilungen noch in einzelne Studienrichtungen aufgegliedert.

An der Abteilung für Elektrotechnik gilt seit Beginn der siebziger Jahre ein dreistufiger Studienplan, dessen neuester Stand in Figur 2 schematisch dargestellt ist. Die *propädeutische Ausbildung* erstreckt sich bis ins 6. Semester, hat aber ihren Schwerpunkt in den ersten vier Semestern. Den grössten Stun-

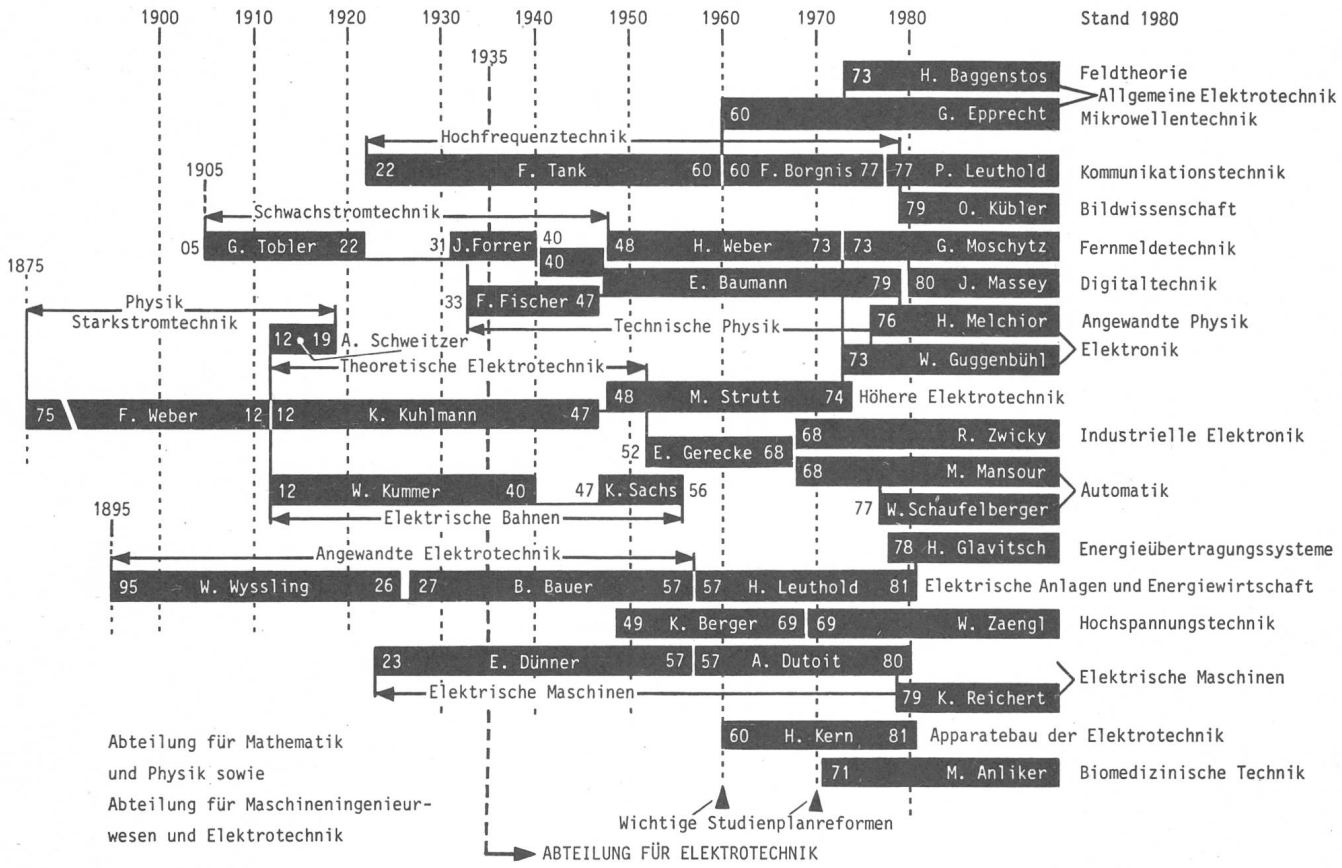

Fig. 1 Ordentliche und ausserordentliche Professoren der ETHZ auf dem Gebiet der Elektrotechnik (Fachprofessoren IIIB)

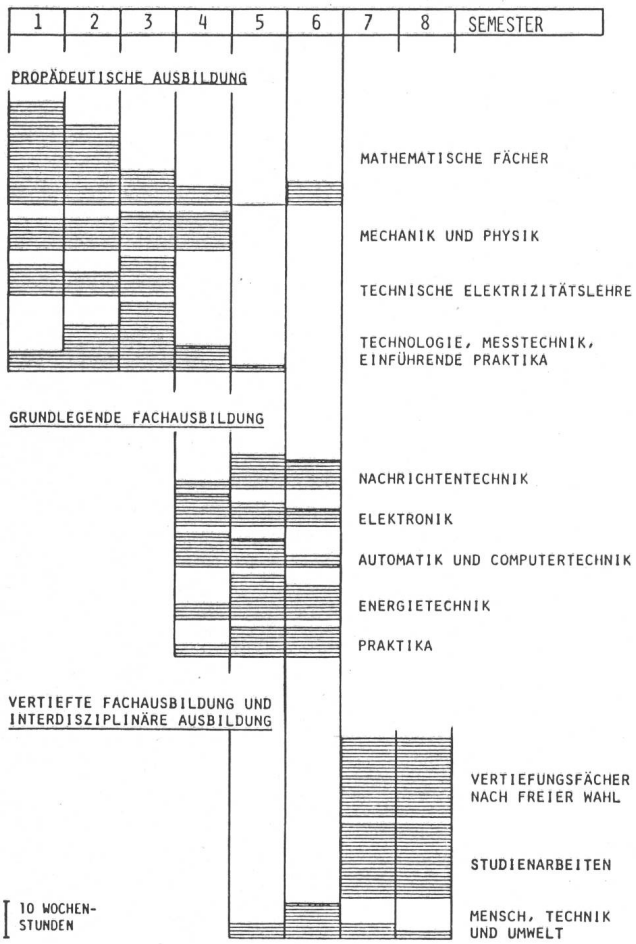

Fig. 2 Studienplan der Abteilung für Elektrotechnik an der ETH Zürich
Die Höhe der schraffierten Felder entspricht der wöchentlichen Stundenbelastung für den Studenten einschliesslich Repetition, insgesamt ca. 50 Stunden pro Semester und Woche (Stand 1980)

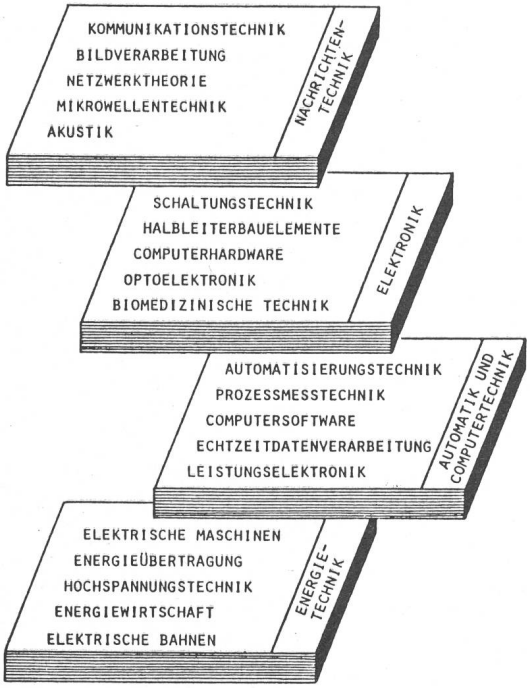

Fig. 3 Vertiefungsbereiche im 7. und 8. Semester

denanteil umfassen die mathematischen Grundlagen, gefolgt von Mechanik und Physik sowie von einführenden Vorlesungen und Praktika auf dem Gebiet der Elektrotechnik. Der Stoff dieser ersten Stufe wird in zwei Vordiplomprüfungen nach dem zweiten und vierten Semester geprüft. Die *grundlegende Fachausbildung* im 4. bis 6. Semester enthält Grundzügevorlesungen und ein umfangreiches Praktikum, unterteilt in die Bereiche Nachrichtentechnik, Elektronik, Automatik und Computertechnik, Energietechnik. Während bis zur zweiten Etappe ein einheitlicher Studienplan vorgeschrieben ist, bekommt der Studierende in der *vertieften Fachausbildung* eine grosse Wahlfreiheit unter zahlreichen Vertiefungsfächern. Es handelt sich um zwei- und vierstündige Vorlesungen mit Übungen, welche sich über ein oder zwei Semester erstrecken. Eine grobe Übersicht zeigt Figur 3. Von etwa gleichem zeitlichem Gewicht sind zwei grössere selbständige Arbeiten im 7. und 8. Semester (Studienarbeiten). Schliesslich ist der dritten Stufe seit rund 10 Jahren eine interdisziplinäre Ausbildung Mensch, Technik, Umwelt angegliedert, in welcher der Studierende mit juristischen und psychologischen Fragen der industriellen Arbeit sowie mit den Auswirkungen der Technik auf die Umwelt vertraut gemacht wird. Abschluss des Studiums bildet die Schlussdiplomprüfung, bestehend aus einer sog. Fachprüfung, welche sich auf die grundlegende Fachausbildung und die gewählten Vertiefungsfächer bezieht, und einer achtwöchigen Diplomarbeit.

Die beschriebenen Etappen des Studiums waren früher noch stärker zeitlich voneinander getrennt. Das wirkte sich insofern ungünstig aus, als der Student während mehrerer Semester Theorien auf dem Gebiet der Mathematik, Mechanik und Physik lernen musste, deren Zweck und Anwendung er erst viel später erfassen konnte. Diese Schwierigkeit gilt zwar zum Teil heute noch, hingegen versucht man nun in vermehrtem Masse, elektrotechnische Vorlesungen in die unteren Semester vorzuziehen, soweit sie ohne umfangreiche mathematische Voraussetzungen gehalten werden können. Dadurch kommt der Student früher mit seinem eigentlichen Fach in Kontakt, und er kann den Nutzen der Basiswissenschaften besser einschätzen, als wenn diese völlig losgelöst von der Elektrotechnik gelehrt werden.

Für detailliertere Angaben über den gegenwärtigen Studienplan sei auf eine von der Abteilung herausgegebene «Wegleitung» verwiesen.

4. Theorie und Praxis in der Ausbildung

Der Hochschulabsolvent, welcher in der Lage sein soll, auf seinem Gebiet wissenschaftlich zu arbeiten, braucht eine umfassende theoretische Ausbildung, vor allem bezüglich der mathematischen und physikalischen Grundlagen. Dies ist eine der Hauptvoraussetzungen, um nach Studienabschluss den Doktorgrad erwerben oder in der industriellen Forschung arbeiten zu können. Allerdings haben schon die Gründer der ETH erkannt, dass für eine erfolgreiche Ingenieurtätigkeit die Theorie allein nicht genügt, sondern dass ein Bezug zur Praxis hergestellt werden muss. Sie haben daher in der Zielsetzung der ETH beide Aspekte ausdrücklich festgehalten, wie schon erwähnt wurde. Das ist keineswegs selbstverständlich; denn während Fachhochschulen (Techniken) naturgemäss stärker auf die Berufspraxis ausgerichtet sind, beschränkt sich manche ausländische Hochschule auf eine vorwiegend theoretische Ausbildung. Die ETH Zürich hat ihrem Auftrag gemäss eine

solche Einseitigkeit stets vermieden und beide Seiten berücksichtigt. Die Ergänzung der Theorie durch praktische Arbeiten ist auf verschiedenen Ebenen möglich. Die folgenden Beispiele zeigen, in welcher Form das primär theoretische Studium Ausgleiche praktischer Art erhält.

Als Gegengewicht zum vertieften Fachunterricht erfüllen besonders die beiden umfangreichen *Studienarbeiten* eine wichtige Aufgabe. Sie beanspruchen während des ganzen 7. und 8. Semesters je die Hälfte der Studienzeit und schliessen in den meisten Fällen eine teilweise Realisierung und Erprobung des Resultats im Labor mit ein. Daneben werden auch rein theoretische Arbeiten ausgeführt. In beiden Fällen sind Aufgabenstellung, Vorgehen und selbständige Arbeitsweise den Bedingungen der Berufspraxis angenähert.

Einen ähnlichen Zweck erfüllt das für Elektro- und Maschineningenieure vorgeschriebene *Industriepraktikum* von insgesamt 18 Wochen Dauer. Es wird in der Regel teils vor Studienbeginn und teils während der Semesterferien absolviert. Der Studierende bekommt auf diese Weise eine direkte Vorstellung über seine spätere Berufswelt sowie über die organisatorischen und sozialen Bedingungen eines grösseren Betriebes. Das obligatorische Praktikum bildet daher eine wertvolle Ergänzung zum Hochschulunterricht.

Das Zusammenwirken von Theorie und Praxis kommt auch im Zusammenhang mit den Vorlesungen selbst zur Auswirkung: Der vom Dozenten vorgetragene Lehrstoff wird anschliessend in sog. *Übungen* repetiert und angewendet, indem der Studierende unter Anleitung von Assistenten praktische Aufgaben aus dem betreffenden Gebiet löst. Dieses wichtige Unterrichtshilfsmittel wird leider stark beeinträchtigt, weil an der Abteilung für Elektrotechnik im Verhältnis zu den Studentenzahlen zuwenig Assistenten zur Verfügung stehen.

Als praktische Seite im Rahmen des Studiums können auch die während der Vorlesungen gezeigten Experimente bezeichnet werden, welche zum Teil mit Fernsehgrossprojektion übertragen werden. Noch wichtiger sind die praktischen Versuche, welche die Studierenden im Labor selbst durchführen. Diese *Praktika* nehmen vor allem in der mittleren Phase des Studiums einen breiten Raum ein und tragen wesentlich zum Verständnis der elektrotechnischen Zusammenhänge und Anwendungen bei.

Die hier geschilderten Gesichtspunkte dürfen freilich nicht darüber hinwegtäuschen, dass auch bei einem ausgeglichenen Studienplan für den jungen Ingenieur noch eine längere Einarbeitungszeit in der Berufspraxis erforderlich ist, bis ihm grössere technische Projekte übertragen werden können. Der ununterbrochene technische Fortschritt auf allen Bereichen der Elektrotechnik bedingt nicht nur eine laufende Anpassung der Studienpläne, sondern erfordert auch eine dauernde Weiterbildung des berufstätigen Ingenieurs. Als Beitrag dazu führt die Abteilung für Elektrotechnik seit längerer Zeit verschiedene Nachdiplomstudien durch.

Adresse des Autors

Kurt Häusler, dipl. El.-Ing. ETH, Abteilungssekretär IIIB, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.