

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: 78 (1987)

Heft: 3

Artikel: Lehre, Forschung und Studium

Autor: Epprecht, G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-903815>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

Lehre, Forschung und Studium

G. Epprecht

Seit dem Zweiten Weltkrieg hat die Forschung als Aufgabe der Hochschule stetig an Wichtigkeit gewonnen, eine Entwicklung, die ihre Berechtigung hat und breite politische Unterstützung findet. Nicht im nötigen Masse weiterentwickelt und der wachsenden Studentenzahl angepasst aber haben sich die Anstrengungen im Gebiete des Unterrichts. Für den einzelnen Studierenden sind damit die Lernbedingungen zunehmend schlechter geworden.

Depuis la Seconde Guerre mondiale la recherche prend de plus en plus d'importance parmi les tâches des Ecoles polytechniques, ce qui est compréhensible et approuvé dans les milieux politiques. Par contre, les efforts pour l'enseignement n'ont pas été suffisamment augmentés, compte tenu du nombre grandissant des étudiants, de sorte que l'étudiant rencontre des conditions de plus en plus insuffisantes.

Vortrag anlässlich der ITG/IEEE-Sponsortagung «Bildung im technischen Bereich» am 29. Oktober 1986 bei der Firma Contraves AG, Zürich.

Adresse des Autors

Prof. Dr. G. Epprecht, Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.

«Die Aufgabe der polytechnischen Schule...

besteht darin, Techniker für Hochbau, industrielle Mechanik ... theoretisch und soweit tunlich praktisch auszubilden.» So steht es im Bundesgesetz von 1854 betreffend Errichtung einer eidgenössischen polytechnischen Schule.

Im Jahre 1924 hiess es im Reglement der ETH: «Die ETH bezweckt ... die Vermittlung wissenschaftlicher Bildung sowie die Pflege ... von wissenschaftlicher Forschung.»

Heute gilt der Bundesbeschluss vom 24. Juni 1970: «Die ETH dienen in Lehre, Forschung und Studium der Förderung der Wissenschaften und bereiten künftige Ingenieure, Architekten, Mathematiker und Naturwissenschaftler auf ihre Berufstätigkeit vor».

Man bemerkt in diesen Zweckartikeln, die Ausdruck des jeweiligen Zeitgeistes sind, eine fortschreitende Verlagerung von reiner technischer Ausbildung zur weitergefassten Aufgabe der allgemeinen Förderung der Wissenschaften.

Das Wichtigste an jeder Universität oder Hochschule sind die Studenten und die Professoren. In den drei Begriffen, die heute im Gesetze stehen: *Lehre, Forschung und Studium*, ist offenbar die Lehre eine Sache der Professoren, das Studium eine Aufgabe der Studenten, und die Forschung ist eine gemeinsame Sache aller. So messerscharf sind diese Aufgaben allerdings nicht zu trennen. Auch ein Professor soll studieren, und auch Studenten lernen teilweise durch eigenes Lehren. Die Partnerschaft von Unterricht und Forschung ist entsprechend der gesellschaftlichen Entwicklung in der ganzen Welt einem Wandel unterworfen. Das Gewicht der Forschung an den technischen Hochschulen hat im Laufe der Zeit stark zugenommen. Ein grosser Schub ging aus hauptsächlich von den Vereinigten Staaten von Ame-

rika in der Zeit des Zweiten Weltkrieges, als dort aus dem Stab von Hochschulen Forschungsinstitutionen gebildet wurden, die ganz wesentlich die technische Überlegenheit der Amerikaner begründet haben. Dass Forschung für die heutige Industrie ein wesentlicher Faktor geworden ist, der nicht mehr ganz dem Zufall überlassen werden darf, ist auch etlichen Politikern bewusst. Ein Staat ohne Wissenschaft ist heute ein Staat ohne Wirtschaft.

Die Forschung hat an der Hochschule drei Aspekte

Zum ersten betreiben wir Forschung, weil man ein Wissenschaftler wird, indem man an Forschung partizipiert. Projektarbeit kann man eigentlich nur lernen, indem man an Projekten arbeitet. Ein Forschungsbetrieb ist daher für den Studenten wichtig als eine Form des Lernens. Nur einfache Dinge lernt man allein vom Zusehen, Zuhören und Zulesen, zu den schwierigeren gelangt man durch eigenes Tun.

Zum zweiten erwartet man von den Professoren und den Assistenten, dass sie mit den Studenten über moderne wissenschaftliche Fragen reden. Doch wie sollten sie davon reden ohne eigene tätige Erfahrung? Die Professoren der Schule brauchen eine Vorstellung davon, welches wichtige Rüstzeug dem Ingenieur mitzugeben ist. Da sich der Ingenieur morgen hauptsächlich mit dem Befassen wird, was sich heute an der Front der Forschung tut, muss der Professor selber an die Front.

Und zum dritten erwartet die Wirtschaft, die Industrie und das Parlament, dass wir den Wissensstand im Lande ganz allgemein à jour bringen, weil wir sonst zurückbleiben. Sie hoffen, dass beim Grübeln der Forscher

einige Schätze ans Tageslicht kommen, die unserem Land Vorteile verschaffen. Wechselwirkungen zwischen Wirtschaft, Industrie und Hochschulen sind dabei wichtig. Auch in dieser Beziehung sind viele gute Impulse von Amerika ausgegangen.

Nun habe ich im Thema Unterricht und Forschung das gleiche getan wie die meisten massgebenden Leute: Wir sprechen von Unterricht und Forschung und Forschung und Forschung. Die Komplexität und der Aufwand für Forschung ist in den letzten Jahrzehnten um mehr als eine Grössenordnung gewachsen. Der Aufwand für den Unterricht ist im Vergleich dazu ganz wesentlich zurückgeblieben. Über die Bedeutung, die Bedürfnisse, die Effizienz und die Organisation von Forschung wird in Medien, im Parlament, in Regierungen und Wirtschaftskreisen heute viel geredet und geschrieben, und darüber sind wir an der Hochschule natürlich sehr froh.

Die Entwicklung des Unterrichtes hat aber nicht Schritt gehalten mit jener der Forschung

Auch die Belange des Unterrichtes sind heute wesentlich komplexer als vor Jahrzehnten, wenn auch der Mensch noch praktisch der gleiche ist. Für Parlamente und Medien sind allerdings Unterrichtsfragen nicht so attraktiv wie die millionenschweren Forschungsprobleme.

In der Liste der Anforderungen an den Diplomanden ist in den letzten 50 Jahren etliches beigefügt und nur wenig gestrichen worden. Die Zahl der Studenten hat sich an der Abteilung für Elektrotechnik seit 1940 mehr als vervierfacht. Das gesamte Volumen von Gehirnzellen, wenn man so sagen darf, die ein Dozent pro Jahr beeinflussen möchte, hat sich wohl seit 1940 um etwa eine Grössenordnung verändert. Die mittlere Intelligenz unserer Studenten und deren Leistungsbereitschaft ist aber kaum angestiegen. Demgegenüber hat vielleicht auch die mittlere Genialität der Professoren keine sprunghaften Verbesserungen erlebt. Zwar hat sich die Zahl der Dozenten in diesem Zeitraum etwa verdoppelt, doch der Anteil der Arbeitszeit, den sie durchschnittlich der Forschung und der Administration widmen, hat sich wesentlich vergrössert.

Das bedeutet, dass die Rechnung für den Unterricht nicht aufgeht.

Massenunterricht

Dass es so gekommen ist, mag zum einen an der noch weitverbreiteten Vorstellung liegen, dass Unterricht an der Hochschule darin besteht, dass ein Professor auf dem Podium sein Wissen von sich gibt und dass beliebig viele Studenten aufmerksam zuhören, worauf sie das Gehörte wissen oder können.

Da man heute mit elektronischen Mitteln die Stimme des Professors so laut machen kann, dass sie in jedem Falle das durchaus nicht lautlose Zuhören der vielen Studenten übertönt, scheint es keine Rolle mehr zu spielen, wie gross der Hörsaal ist. Für den Studenten wächst leider die Motivation nicht proportional zur Lautstärke im Hörsaal. Das Lernen auf jeder Stufe ist ein interaktives Geschehen zwischen erfahrenen und unerfahrenen Menschen. Ein Professor in einem Saal mit 1000 Zuhörern ist für die Anliegen wissenschaftlicher Ausbildung fast ebenso wirkungslos wie ein Professor, der in einem leeren Hörsaal spricht. Oft könnte der Student aus einem Buch im stillen Kämmerlein mehr lernen als beim Zuhören in der Massen-Frontalveranstaltung. Sowohl das Lernen aus Büchern allein wie auch das Zuhören in einer Massenveranstaltung können sinnvoll sein; doch dazu wurden die Hochschulen wohl nicht geschaffen. Die in Massen gefütterten Studenten fühlen sich lustlos und beklagen Überlastung, obwohl statistisch erwiesen ist, dass eine stundenmässige Überlast nicht besteht.

Forschungspolitische Bedürfnisse...

bestimmen heute meistens, ob eine neue Professur geschaffen oder gestrichen wird. Darin liegt eine zweite Ursache des Rückgangs an Qualität des Unterrichtes. Damit einer Abteilung eine zusätzliche Professur zugeteilt wird, muss sie den Beweis erbringen, dass ein Forschungsgebiet vernachlässigt wird, nicht etwa dass eine grössere Menge von Studenten schlecht bedient wird. Wenn dann alle einschlägigen Fachsparten an einer Hochschule durch publikationsfreudige Professoren besetzt sind, so kann ja eigentlich nichts mehr schiefgehen.

Systemdenken, kreative Ingenieure, den Blick fürs Ganze...

wünscht sich die Industrie und fordert die Gesellschaft. Kreativität wird durch Massenunterricht bestimmt nicht sonderlich gefördert, denn Massenunterricht ist Mangelunterricht, er ruft nach starrer Ordnung und unpersönlicher Verwaltung des Studenten.

Wie soll nun heute an einer Hochschule mit mangelnder Betreuung in einer anonymen Masse von Mitstudierenden jene Generation von ganzheitlichen und kreativen Ingenieuren heranreifen, die wir eigentlich nötig hätten? Persönlich glaube ich nicht, dass wir mit der Aufnahmefähigkeit, der Lernfähigkeit oder der Bildungsfähigkeit der Studenten bereits an harte biologische Grenzen stossen; am durchschnittlichen Wirkungsgrad unseres Unterrichtes liesse sich hingegen noch einiges gewinnen. Da aber stossen wir eher an Grenzen bei den Dozenten. Nicht dass deren Lehr- und eigene Lern-Kapazität ausgeschöpft wäre. Aber wo immer sie eine brachliegende Weide entdecken, motiviert die heutige Umwelt (d.h. die Kollegen und jene, von denen ihre Institutsmittel abhängen) sie dazu, dort mehr Forschung anzusiedeln. Das kommt teilweise ja auch den Studenten zugute, aber nur wenigen. Eine Ambiente engagierten Lernens zu schaffen, gelingt uns heute fast nur noch in den obersten Semestern, in den Projektarbeiten mit der intensiven Betreuung durch engagierte Assistenten. An die Ineffizienz gleichgültigen Lernens in den grossen unteren Semesterklassen haben wir uns allmählich resignierend gewöhnt.

Unterrichten ist ein geregelter Vorgang ...

und das braucht:

1. einen Satz von Sollwerten oder eine bekannte Zielfunktion,
2. einen Akteur oder ein «Stellglied» zur Übermittlung des Wissens und Könnens,
3. einen Sensor mit Rückmeldeleitung, welcher das Erreichte misst und meldet,
4. einen Regler, der aufgrund von Soll- und Istwerten Massnahmen organisiert.

Ein guter Dozent wäre alles in einem, aber den gibt's nur selten, denn

wir wünschen ja, dass er in mehreren anderen Regelkreisen auch noch Hauptakteur sei. Weil es aber zuwenig Universalgenies gibt, müssen wir versuchen, die Aufgabe mit partiellen Genies zu lösen, durch Arbeitsteilung nämlich. Was einer allein nicht kann, kann vielleicht ein Team. Wöchentlich blättern wir uns durch die Fachzeitschriften unseres Forschungsbereiches ... einer müsste auch einmal nachlesen, was Pädagogen und Unterrichtsspezialisten aus ihren Forschungen für Schlüsse ziehen. Darüber habe ich kürzlich in anderem Zusammenhang gesprochen und will jetzt nicht darauf eingehen.¹ Die Quintessenz davon ist banal: Es braucht mehr Leute mit den richtigen Fachkenntnissen, diesmal nicht mit technischen, sondern mit didaktisch-pädagogischen. So wie heute selten mehr ein Forscherteam im Alleingang und ohne Hilfsmittel in nützlicher Zeit etwas Brauchbares erarbeiten kann, so kann auch ein guter Dozent im Alleingang ohne tatkräftige Mitarbeiter nur beschränkte Resultate erreichen. Das gilt nicht nur an der Hochschule, sondern auch an den HTL, wo wir heute ebenso von den Dozenten Dinge erwarten, welche die Arbeitskapazität und die Kompetenz der Besten übersteigen.

Je anspruchsvoller die Gegenstände, die Fakten oder die Methoden sind, die dem Studenten vermittelt werden sollten, desto wichtiger ist der direkte Kontakt mit dem Lehrer oder dem Wissenschaftler. Der Kontakt nämlich sichert den im Lehrvorgang wesentlichen Feedback. Aus der Psy-

¹ G. Epprecht: Der Ingenieur und die Pädagogik. Symposium «Ingenieurpädagogik '86» der Int. Ges. für Ing.päd. (IGIP), Klagenfurt, Sept. 1986.

chologie des Lernens ist bekannt, dass bei jedem Austausch von Fachwissen ein emotionales Geschehen mitläuft. Das wird zwar oft nicht bewusst, ist aber wichtig für die Intensität von Lernen und Erinnern. Selbst wenn dem Dozenten eines Massenkurses das Emotionelle bewusst wäre, würde er es wohl kaum schaffen, auch diese Sache noch für ein paar hundert Individuen zu berücksichtigen.

Die ETH liefert zuwenig Ingenieure...

um die Industrie schlagkräftiger zu machen, so hören wir. Wenn sich zuwenig Maturanden für technische Studien melden, so liegt das nicht nur an einer technik-kritischeren Einstellung unserer jungen Generation oder daran, dass unsere Mittelschulen durchschnittlich zu einseitig geisteswissenschaftlich orientiert sind, sondern vielleicht auch an der mangelnden Attraktivität des technischen Studiums. Und im stillen denken die Dozenten: Ach Gott, noch mehr Studenten! Das Ingenieurstudium gilt als hart. Ich befürworte nicht, dass wir es weicher machen, aber wir sollten es wärmer machen. Unsere wissenschaftlichen Methoden sind kühl, machen wir das Studium nicht noch kühler durch Beziehungslosigkeit in zu grossen Klassen mit zuwenig Vorbildern und Bezugspersonen von einigem persönlichem Format. Vernachlässigen wir nicht, auch vom Sinn unseres technischen Tuns und von den übergreifenden Zusammenhängen zu reden, denn auch darüber erwarten die Jungen von der Hochschule Stellungnahmen, auch wenn die Personalabteilungen der Fir-

men diese Themen noch nicht auf der Wunschliste haben. Die Abteilung für Elektrotechnik hat mit dem Einbau der obligatorischen Fächergruppe «Mensch, Technik, Umwelt» hier Pionierarbeit geleistet. Doch ist immer zu fürchten, dass dieser gute Ansatz von der nächsten technischen Entwicklungswelle wieder weggeschwemmt wird.

Was eine Schule vermitteln kann, ist immer nur Bruchstück

Der Berg von Fachwissen, den wir unsern Studenten aufbürden müssten, wird weiterwachsen. Doch besteht kein Grund zur Panik. Jeder Bau besteht grösstenteils aus Löchern. Was nach der Erstausbildung fehlt, kann später nachgeholt werden: seien es nun neue Spezialitäten oder neue Fundamente. Wir sind heute in den Industriestaaten an einem Wendepunkt angelangt, wo wir beginnen einzusehen, dass wir zwar in vielen Bereichen mangels Nachfrage die Produktion nicht mehr steigern können, wohl aber die Produktivität. Dass sich heute viele Firmen zusammenschliessen, ist eine Folge davon: Im Klartext ist der Zweck allerdings weniger das Rationalisieren als das Rationieren. Die damit einhergehende «Managementwelle» wird einige Leerläufe unserer Wohlstandsgesellschaft ausfüllen. Wenn sie wieder abflaut, werden die einzigen Marktvorteile, die uns übrigbleiben, Ideen und Qualität sein. Glücklicherweise lässt uns die eingesparte Arbeitszeit genügend Spielraum für lebenslange Weiterbildung, und ich hoffe, dass wir hier im nächsten Jahrzehnt einen neuen Quantensprung machen.