Ingenieure im Spannungsfeld von technischem Wandel und volkswirtschaftlichen Gegenwartsproblemen

Autor(en): **Stolz, Peter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 44: **SIA-Heft 5**

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85565

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

Ingenieure im Spannungsfeld von technischem Wandel und volkswirtschaftlichen Gegenwartsproblemen

Von Peter Stolz, Bettingen

Strukturprobleme der Volkswirtschaft und der Ruf nach arbeitssparenden Innovationen

Vor dem Hintergrund der letzten Rezession, die noch keineswegs der Wirtschaftsgeschichte angehört, und angesichts der ebenfalls im Laufe der 70er Jahre zusehends höheren Bewertung des Schweizer Frankens überrascht es keineswegs, dass immer wieder Anstrengungen gefordert werden, welche die Konkurrenzfähigkeit der schweizerischen Industrie - zumal der am Export orientierten Zweige - steigern sollen. Während man in der Hochkonjunktur und bei recht raschem Wirtschaftswachstum zumal nach höheren Aufwendungen für die *Ausbildung* rief, die sich erst nach relativ langer Ausreifungszeit im Beschäftigungssystem als Ertrag niederschlagen konnten, ist man heute ungeduldiger und verlangt so rasch als möglich Resultate. Diese sieht man vor allem in Form von *Innovationen,* in denen wissenschaftliche Erkenntnisse in eine technisch brauchbare und schliesslich ökonomisch verwertbare Gestalt gebracht sind. Am meisten verspricht man sich nach dieser Richtung naheliegenderweise von Massnahmen, die die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit fördern. Damit sind naturgemäss in starkem Masse die *Aktivitäten der Ingenieure* angesprochen. Auf deren Bedeutung im industriellen Tätigkeitsbereich «Forschung und Entwicklung» ist weiter unten zurückzukommen.

Beschleunigter technischer Wandel, wie er somit in jüngster Zeit häufig verlangt wird, führt nun unzweifelhaft oft dazu, dass *vermehrter Kapitaleinsatz an die Stelle der Arbeitskraft* tritt. Neuerdings zeichnet sich sogar - speziell in der *Mikroelektronik* - ein *sowohl arbeitssparender als auch kapitalsparender* technischer Wandel ab: mit der Konsequenz, dass der letzte den verantwortlichen Entscheidungsträgern in der Industrie um so attraktiver erscheint. Das schweizerische Produktesortiment ist als Antwort auf die Herausforderungen der letzten Jahre in die Richtung auf Güter mit relativ preisunelastischer Nachfrage umstrukturiert worden - Güter, zu deren Herstellung in der Regel *weniger Arbeitseinsatz* nötig war [8]. Die Folgen dieser Strukturänderung sind bis jetzt auf dem inländischen Arbeitsmarkt nur wenig spürbar gewesen, sondern haben in erster Linie ausländische Arbeitskräfte getroffen. Dies wird sich in Zukunft ändern, so dass künftig analoge Strukturänderungen auch die Beschäftigungssituation von Schweizern tangieren werden.

Die Vorstellung von der Entwicklung der Arbeitsproduktivität - als der pro Einheit der eingesetzten Arbeit erzielten Erzeugung -, die einem sich verlangsamenden Wirtschaftswachstum davoneilt und damit *Arbeitsplätze gefährdet,* ist eine düstere, aber leider nicht unplausible Perspektive [6]. Hat es vor diesem Hintergrund überhaupt einen Sinn, Entstehung und Verbreitung von Innovationen, kurz: technischen Wandel zu forcieren? Dazu muss man nun bedenken, dass der Rationalisierungseffekt von Innovationen mit der entsprechenden Einsparung an Arbeitskraft nur die eine Seite der Medaille darstellt. Mittels Innovationen kann man nicht nur gleiche Produkte rationeller und speziell mit weniger Arbeitseinsatz herstellen, sondern auf der anderen Seite werden auch *neue Produkte* entwickelt. Solche Produktinnovationen können neue Märkte erschliessen, zusätzliche Nachfrage schaffen!

Technischer Wandel, Beschäftigung und qualitatives Wachstum

Diese gegenläufigen Auswirkungen des technischen Wandels auf die Beschäftigung zu saldieren und somit den Nettoeffekt abzuschätzen, erscheint unwahrscheinlich schwierig. Eine Welt ohne technischen Wandel ist derart verschieden von der unseren, dass es der Autor für aussichtslos hält, mit entsprechenden Modellen schlüssige Aussagen herleiten zu wollen. Wie dem auch sei, man mag geneigt sein, in den Dienstleistungen vermehrte Aufnahmemöglichkeiten für freigesetzte Arbeitskräfte zu sehen. Doch gerade die Elektronik schafft auch im *tertiären Sektor,* der lange Zeit Produktivitätsfortschritten nur schwer zugänglich war, enorme *Rationalisierungsmöglichkeiten.* Die durch die Grossintegration erreichte Senkung der Kosten pro Transistorfunktion lässt die moderne Mikroelektronik auch im Dienstleistungsbereich zu einem immer billigeren Substitut für Arbeitskraft werden [3].

In einer wilden «Flucht nach vorn» versucht man, die durch Innovationen in Kauf genommenen Arbeitsplatzverluste auf dem Weg über neue Innovationen wenigstens teilweise wieder zu kompensieren [17]. Wäre es demgegenüber nicht klüger, auf bestimmte Typen technischen Wandels wie die Mikroelektronik zu verzichten? Dies könnte nur im Rahmen eines internationalen Kartells erreicht werden: gewiss eine Utopie. Schert aber ein *einzelnes Land* aus und schirmen sich dort gewisse Wirtschaftszweige gegen den technischen Wandel ab, so kann leicht die Situation eintreten, dass der Arbeitsplatzabbau stärker ist, als wenn die entsprechenden Innovationen zum Zuge kämen. Genau dies ist der *schweizerischen Uhrenindustrie* passiert, welche die Idee der Elektronik-Uhr - die Erfindung eines Schweizers - nicht aufgegriffen hat. Die amerikanische Industrie liess sich nicht zweimal bitten [5].

Lassen wir uns somit in den Teufelskreis einspannen, im Interesse der Erhaltung von Arbeitsplätzen eine sich beschleunigende Entwicklung der Arbeitsproduktivität doch wieder durch höheres Wirtschaftswachstum einholen zu wollen und uns damit auch noch zusehends *schwerere Umweltschädigungen* einzuhandeln? Immerhin zeichnet sich eine Möglichkeit ab, dass wir dieser teuflischen Falle entrinnen können: nämlich dann, wenn wir vom quantitativen Wirtschaftswachstum zum *qualitativen Wachstum* übergehen. Bei letzterem handelt es sich mit den Worten von *Christian Lutz* [12] «um eine Entkoppelung zwischen Wirtschaftswachstum einerseits und dem physischen Einsatz von Produktionsfaktoren anderseits. Dass wir Produkte erzeugen, die denselben Zweck mit weniger Materialverschleiss, Energieaufwand und Umweltbelastung erfüllen, dass wir einen wachsenden Teil unseres Einkommens für immaterielle Güter verwenden oder auch dazu übergehen, zusätzliche Freizeit dem zusätzlichen Einkommen vorzuziehen, und dass wir uns zunehmend auf die Hervorbringung von Erzeugnissen spezialisieren, in denen ein besonders hoher Anteil von hochqualifizierten Dienstleistungen steckt - das ist nichts anderes als die Verlagerung von physisch-quantitativem auf immateriell-qualitatives Wirtschaftswachstum.»

In derartigen Ideen und Postulaten darf man nicht einfach eine Behinderung der Ingenieurtätigkeit sehen, sondern in

dieser Suche nach qualitativ ganz andersartigen Innovationen [4], nach alternativen Technologien liegt auch eine *grosse Chance* für den Ingenieur. Dass dieser die sozialökonomischen Probleme des technischen Wandels illusionslos sieht, dabei jedoch nicht resigniert, sondern daraus einen Ansporn für seine Tätigkeit ableitet, hält der Verfasser für ein zentrales Anliegen der Ingenieurausbildung [2].

Forschungs- und Entwicklungsförderung, Hochschulen und Höhere Technische Lehranstalten

Wenn oben vom Zusammenhang zwischen technischem Wandel und aktuellen sozialökonomischen Problemen gesprochen worden ist, so werden damit in besonderem Masse die Personen mit höherer technisch-wissenschaftlicher Ausbildung angesprochen, die im Tätigkeitsbereich «Forschung und Entwicklung» (künftig abgekürzt: F & E) arbeiten. Entsprechend zielen auch Konzepte zur Innovationsförderung speziell darauf ab, das in diesen Erwerbspersonen verkörperte Potential zu nutzen. Nun ist es selbstverständlich und wird gewiss von niemandem in Zweifel gezogen, dass dieses Potential in besonders hohem Grade an Universitäten und Technischen Hochschulen beziehungsweise unter Absolventen dieser Bildungsstätten zu suchen ist. Wesentlich umstrittener ist die Frage, inwieweit dies auch bei Höheren Technischen Lehranstalten (HTL) und bei Fachkräften mit einer entsprechenden Ausbildung der Fall sei. Entsprechend seltener beziehen Postulate zur Förderung von technischem Wandel und Innovationen die HTL und deren Absolventen in ihren Gesichtskreis ein.

Zwei Äusserungen in dieser Richtung seien hier genannt. In einem unlängst erschienenen Aufsatz plädiert Prof. *Cerletti* [7], Vizepräsident des Schweizerischen Wissenschaftsrates, im Interesse einer verbesserten Forschungs- und Entwicklungsstrategie für die Schweiz unter anderem für einen Einbezug von Ingenieurschulen (HTL) in ein solches Konzept: «In diesem Zusammenhang wären auch Überlegungen am Platz, ob nicht auch *Höhere Technische Lehranstalten* vermehrt für industrielle Entwicklungsaufgaben herangezogen werden könnten. So wie Forschung auf Hochschulebene die Lehre begleitet, können auch praxisnahe Entwicklungsarbeiten die Lehrfunktion der Technika sinnvoll ergänzen.» Ähnliche Gedanken hat schon der ehemalige Präsident der «Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung», Prof. *Allemann*, geäussert. Die von ihm vertretene Idee, dieses Gremium solle auch angewandte Forschung ausserhalb des Hochschulbereichs unterstützen, hat sich tatsächlich in einem geänderten Förderungskonzept der genannten Kommission niedergeschlagen - einem Konzept, das es ermöglicht, neben Hochschulen unter anderen Institutionen auch HTL damit zu betrauen, praxisnahe Projekte zu bearbeiten [1].

Ein früher Kontakt der HTL-Studenten mit Entwicklungsprojekten ist erstens dann der Ausbildung dieser jungen Leute sehr förderlich, wenn sie später in nennenswertem Masse im Tätigkeitsbereich «Entwicklung» arbeiten werden. Zweitens zielen die Postulate der zitierten Autoren auf die Erwartung ab, die Ingenieurschulen vermöchten *direkt* und nicht lediglich über ihre Absolventen einen Beitrag zum technischen Wandel und zu Innovationen zu leisten. Als Volkswirtschafter vermag der Verfasser zum ersten Gesichtspunkt mehr zu sagen als zum zweiten. Schon in dem bei *Cerletti* ausgebreiteten Zahlenmaterial wird recht deutlich, dass auch die HTL-Absolventen im Bereich «F & E» der schweizerischen Industrie zahlenmässig stark vertreten sind. Der HTL-Absolvent ist offenbar nicht ausschliesslich, wie es eine etwas stereotype Vorstellung will, der Fertigungsingenieur (allenfalls auch der Verkaufsingenieur), wogegen der Akademiker - und praktisch nur er - hauptsächlich in der Forschung oder in forschungsnahen Bereichen zu finden wäre. Dass der HTL-Ingenieur von der Berufslehre und der Weiterbildung an der Ingenieurschule her unzweifelhaft anders profiliert ist als sein akademisch ausgebildeter Kollege, führt dennoch nicht zu einer derart trennscharfen Aufteilung auf Tätigkeitsgebiete entlang den unterschiedlichen Qualifikationsniveaus, wie es im soeben zitierten stereotypen Bild angedeutet ist.

Tabelle 1. Naturwissenschafter/Hochschulingenieure und HTL-Absolventen in F & E sowie übrigen Tätigkeitsbereichen der schweizerischen Industrie, 1975

	F & E	*übrige Tätigkeitsbereiche*	*sämtliche Bereiche*
Naturwissenschafter/Hochschulingenieure	a_1 = 4 236 (52,4%)	a_2 = 3 855 (47,6%)	8 091 (100,0%)
HTL-Absolventen	b_1 = 4 699 (41,0%)	b_2 = 6 757 (59,0%)	11 456 (100,0%)
Alle	8 935 (45,7%)	10 612 (54,3%)	19 547 (100,0%)

Quelle: eigene Berechnungen nach [16]

Akademiker und HTL-Absolventen in Forschung und Entwicklung

Für die vorliegende Fragestellung ist es nun aber wichtig, über die bei *Cerletti* zu findenden Daten hinaus zu untersuchen, wie sich in der Industrie tätige Akademiker einerseits und HTL-Absolventen andererseits auf den Bereich «F & E» und die übrigen Tätigkeitsbereiche verteilen. Aus Tabelle 1 geht zwar hervor, dass erwartungsgemäss Naturwissenschafter (im engeren Sinne: ohne Mediziner und Pharmazeuten) und akademisch ausgebildete Ingenieure zusammen mit gut der Hälfte relativ häufiger in F & E arbeiten als die HTL-Absolventen mit gut zwei Fünfteln, von einer derart strikten qualifikationsspezifischen Aufteilung auf Tätigkeitsbereiche, wie sie in der Vorstellung vom HTL-Absolventen als Fertigungsingenieur zum Ausdruck kommt, jedoch keine Rede sein kann. Dies sei noch mit der Berechnung von *Yules* Assoziationskoeffizienten Q untermauert, wobei die Definition der Symbole aus Tabelle 1 ersichtlich ist:

$$Q = \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{a_1 b_2 + a_2 b_1} \quad (-1 \leq Q \leq +1).$$

Wären Akademiker durchwegs im Bereich «F & E» tätig und HTL-Absolventen vollständig ausserhalb, so nähme Q den Wert +1 an (im unplausiblen gegenteiligen Fall wäre $Q = -1$). Eine vom Qualifikationsniveau unbeeinflusste Verteilung des Personals auf die Tätigkeitsbereiche würde durch $Q = 0$ zum Ausdruck gebracht. Der vom Verfasser aus Tabelle 1 errechnete Wert für Q ist +0,22, man muss somit von einem ziemlich schwachen Zusammenhang sprechen.

Dass hier HTL-Ingenieure mit Hochschulingenieuren *und* Naturwissenschaftern verglichen werden, mag im Leser zunächst eine gewisse Verwunderung hervorrufen. Doch ist dieser Vergleich mindestens für das «Hauptreservat» der Naturwissenschafter, die chemische Industrie, und entsprechend für die Fachrichtung «Chemie» durchaus berechtigt, denn auch auf HTL-Stufe werden *Chemiker* ausgebildet. Da sich die Naturwissenschafter stärker auf den Tätigkeitsbereich «F & E» konzentrieren als die ETH-Ingenieure [16], erhöht dies das hier interessierende Anteilsge-

fälle im Vergleich zu einer ausschliesslichen Betrachtung der Ingenieure (ETH, HTL), *erschwert* es also dem Autor, die These vom schwachen Zusammenhang zwischen Qualifikationsniveau und Tätigkeitsbereich zu belegen. Eine allfällige leichte Verzerrung führt deshalb sicher nicht zu einem im Sinne der Aussagen des Verfassers «frisierten» Resultat.

Es empfiehlt sich dennoch, den Vergleich noch für die ETH- und die HTL-Ingenieure allein durchzuführen. Dann drängt es sich freilich auch auf, den Spezialfall «chemische Industrie» für diese Gegenüberstellung ausser acht zu lassen. Denn die in den HTL-Ingenieuren enthaltenen HTL-Absolventen der Fachrichtung Chemie lassen sich ihrerseits viel besser mit der Merkmalsgruppe der Naturwissenschafter vergleichen. Ein weiteres, noch gewichtigeres Argument für die Abtrennung der Branche «Chemie» von den anderen Industriezweigen wird zu Beginn des folgenden Abschnitts vorgelegt. In Tabelle 2 wird demnach gezeigt, wie sich die Ingenieure verschiedener Qualifikationsstufen (ETH, HTL) auf F & E und die übrigen Tätigkeitsbereiche der schweizerischen Industrie ausserhalb der Chemie verteilen.

Tabelle 2. Hochschulingenieure und HTL-Absolventen in F & E sowie übrigen Tätigkeitsbereichen der schweizerischen Industrie ohne Chemie, 1975

	F & E	*übrige Tätigkeitsbereiche*	*sämtliche Bereiche*
Hochschulingenieure	a'_1 = 1 677 (46,5%)	a'_2 = 1 929 (53,5%)	3 606 (100,0%)
HTL-Absolventen	b'_1 = 3 892 (41,2%)	b'_2 = 5 553 (58,8%)	9 445 (100,0%)
Alle	5 569 (42,7%)	7 482 (57,3%)	13 051 (100,0%)

Quelle: eigene Berechnungen nach [16].

Das entsprechende Gefälle ist noch geringer als das im umfassenderen Rahmen der gesamten Industrie für Naturwissenschafter/Hochschulingenieure einerseits und HTL-Absolventen andererseits (siehe Tabelle 1) ermittelte. Die Assoziation der Merkmale «Qualifikationshöhe (ETH, HTL)» und «Tätigkeitsbereich (F & E und Rest)» gemäss den Werten in Tabelle 2 ist denn auch mit $Q = +0{,}11$ äusserst schwach.

Geringes Anteilsgefälle zwischen ETH- und HTL-Ingenieuren hinsichtlich Tätigkeitsbereichen

Nun lässt sich leider von den verwendeten Zahlen her der Bereich «F & E» nicht aufspalten. Dies ist für das in Tabelle 1 erfasste Untersuchungsgebiet nachteiliger als für das in Tabelle 2 dargestellte. Indem man die *ganze* Industrie betrachtet, nimmt man eine beträchtliche Heterogenität in Kauf, kommt doch in der Chemie der *Forschung* im Bereich «F & E» ein weitaus grösseres Gewicht zu als in den übrigen Branchen. Und wo die Forschung im Sektor «F & E» eine dominierende Stellung einnimmt, da spielt der HTL-Absolvent mit seiner ausgesprochen anwendungsbezogenen Ausbildung von vornherein eine bescheidene Rolle. Etwas anders verhält es sich in den Branchen ausserhalb der chemischen Industrie, denn dort nimmt die *Entwicklung* im Vergleich zur Chemie einen deutlich grösseren Platz ein. Weil sich die Quelle [16] über den Unterschied zwischen Forschung einerseits und Entwicklung andererseits ausschweigt, wird hier eine erwünschte grössere Homogenität indirekt angestrebt, indem der Verfasser das Untersuchungsfeld nach Branchen entsprechend einengt: Es wird somit an der Abgrenzung gemäss Tabelle 2 angeknüpft. Vielleicht wäre es überhaupt bei aller Präzision der begrifflichen Differenzierungen innerhalb des Bereiches «F & E» [10] aus praktischen Gründen recht schwierig, in Enquêten durchwegs trennscharf die Grenze zwischen angewandter Forschung und Entwicklung zu erfassen. Immerhin kann hier nicht verschwiegen werden, dass es manchmal auch nicht ganz leicht ist, das ganze Aggregat «F & E» gegen aussen, vor allem gegen die Konstruktion abzugrenzen. Oft ist es in einer Unternehmung gar nicht wünschenswert, die Konstruktion streng auf Routineaufgaben festzulegen und innovative Aktivitäten ganz dem Bereich «F & E» vorzubehalten [13].

Wenn - wie gezeigt - ausserhalb der Chemie in der schweizerischen Industrie HTL-Ingenieure *relativ* annähernd gleich häufig in F & E arbeiten wie ETH-Absolventen der entsprechenden Fachrichtungen, so bedeutet dies keineswegs, dass die an Ingenieurschulen ausgebildeten technischen Fachkräfte grösstenteils die gleichen Aufgaben wahrnehmen wie die Hochschulingenieure. Abgesehen von der chemischen Industrie konzentriert sich die industrielle Forschungs- und vor allem Entwicklungstätigkeit personell in erster Linie auf die Maschinen-, Elektro- und Metallindustrie. Entsprechend seien hier speziell die *Elektro-* und *Maschineningenieure* betrachtet. Der Verfasser hat für die Jahresperiode vom Herbst 1977 bis Sommer 1978 in der Neuen Zürcher Zeitung und in einschlägigen Fachzeitschriften Inserate mit offenen Stellen für Ingenieure analysiert: Bei den für Ingenieure der Fachrichtungen Elektrotechnik und Maschinenbau ausgeschriebenen Positionen hat sich die NZZ als repräsentativ erwiesen. Entsprechend der Fragestellung sind nun die Inserate herauszugreifen, welche Substitutionsmöglichkeiten zwischen Hochschul- und HTL-Ingenieuren (sogenannte vertikale Substitution) signalisieren; sei es, dass für eine Stelle ausdrücklich beide Qualifikationsniveaus in Betracht gezogen werden, sei es, dass pauschal von einem Ingenieur ohne nähere Angabe zur Qualifikationsstufe die Rede ist. Beim letzten Typ von Ausschreibungen dürfte wohl der Ausdruck «Ingenieur» ab und zu etwas freigebig verwendet werden. Der nachfolgend angegebene Wert für das Substitutionspotential wäre deshalb eher noch etwas *nach unten* zu korrigieren. Dies mag sich auch deswegen aufdrängen, weil dieses Datenmaterial nicht nach Tätigkeitsbereichen desaggregiert ist und vertikale Substitution in F & E schwieriger erscheint als beispielsweise in Konstruktion, Produktion oder Verkauf. Für die Grenze zwischen der an der Innovation orientierten Entwicklung und der mit mehr Routine-Elementen durchsetzten Konstruktion hat eine empirische Untersuchung bei an der ETH Zürich ausgebildeten Elektro- und Maschineningenieuren mit praktischer Erfahrung einen wertvollen Aufschluss erbracht. In der Entwicklung machten mehr Firmen - gemäss den Angaben der dort angestellten Befragten - einen Unterschied zwischen ETH- und HTL-Ingenieuren als in der Konstruktion [14].

Zurück zur eigenen Analyse der Stelleninserate! Der in der Stichprobe [19] ermittelte Anteil *(s)* dieser «Substitutionsinserate» für Elektro- und Maschineningenieure (ETH oder HTL; Ingenieur ohne nähere Qualifikationsangabe) liegt bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0{,}01$ im Vertrauensintervall

$$22{,}7\% \leq s \leq 27{,}7\%$$

Die vorher als notwendig nachgewiesene Korrektur führt dazu, dass man geneigt ist, die wahre Proportion s eher unterhalb der unteren Vertrauensgrenze zu suchen. Hier interessiert überhaupt nicht so sehr der genaue Prozentwert als vielmehr die Erkenntnis, wonach die sich in der industriellen Praxis schon länger abzeichnende und inzwischen im revidierten Berufsbildungsgesetz schliesslich rechtlich verankerte Anerkennung der HTL-Absolventen als Ingenieure - jedenfalls zur Zeit - *nicht*

dazu führt, dass sich die auf verschiedenen Wegen erworbenen Qualifikationen im Beschäftigungssystem verwischen.

Aufgabenteilung zwischen Technischen Hochschulen und Ingenieurschulen

In der Beschäftigung von Ingenieuren kommt trotz gewisser Substitutionsmöglichkeiten unbestreitbar ein ausgeprägter *Bedarf an «niveaumässig» differenzierten Qualifikationen* zum Ausdruck. Auch wenn sich, wie oben gezeigt, die Hochschulingenieure keineswegs viel stärker auf den Bereich «F & E» konzentrieren als die HTL-Absolventen, so ist hier doch gewiss in der Mehrzahl der Fälle, in denen ein Fachmann mit HTL-Abschluss nachgefragt wird, der letzte kein Substitut für einen Akademiker: Man sucht ihn vielmehr gerade wegen seiner *andersgearteten* Qualifikation. Nach Ansicht des Autors sollte man dieses vom Beschäftigungssystem herkommende Signal auch im Bildungswesen respektieren. Die in radikalen Bildungsreformen angelegten Versuche, die auf unterschiedliche Begabungsprofile der Studenten aufbauenden differenzierten Bildungsgänge mehr und mehr ineinanderlaufen zu lassen, hält der Verfasser sowohl aus gesamtwirtschaftlicher Sicht als auch speziell im Interesse der Absolventen für verfehlt. Genau dies geschieht in den *deutschen Gesamthochschulen* (vgl. die kritischen Verlautbarungen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker [9]): Es drängt sich nicht auf, dieses Experiment in der Schweiz nachzuahmen.

Schon die *weniger weitgehende Umwandlung der Ingenieurschulen in Fachhochschulen in der Bundesrepublik* birgt problematische Elemente in sich. Im Zuge dieses Teils der Bildungsreformen hat man auf die Berufslehre verzichtet und als Zugangsvoraussetzung neu die Fachhochschulreife eingeführt. Soweit der Autor sieht, beruht die *Andersqualifikation* des nichtakademisch ausgebildeten Ingenieurs zu einem wesentlichen Teil auf dessen praktischen Fertigkeiten, die er mit beachtlichem theoretischem Können verbindet, das freilich naturgemäss nicht an das eines Hochschulingenieurs heranreicht. Bindet man durch Verzicht auf die Lehre, und indem man rein schulische Zugangsvoraussetzungen statuiert, die praktische Seite der Qualifikation eines Ingenieurs vom HTL-Typ zurück, so wird aus dem andersqualifizierten Ingenieur leicht ein minderqualifizierter Ingenieur, der das Defizit an formaler Qualifikation gegenüber dem an einer Technischen Hochschule ausgebildeten Diplom-Ingenieur nicht mehr wie zuvor durch ausreichendes berufspraktisches Können einigermassen wettmachen kann. *Lutz* und *Kammerer* [11] erwarten entsprechend, dass der Übergang von der Ingenieurschule zur Fachhochschule in der Bundesrepublik trotz der äusserlichen Aufwertung *in der Substanz* den gegenteiligen Effekt für den graduierten Ingenieur haben werde.

Wenn an dieser Stelle wieder an die Postulate von *Allemann* und *Cerletti* angeknüpft wird - insbesondere an die vom letzten Autor vertretene Idee einer «Einheit von Lehre und Entwicklung» an den HTL -, so muss nach dem inzwischen Gesagten klar geworden sein, dass damit keineswegs eine «Akademisierung» der Ingenieurschulen gemeint sein kann. Gerade die *Praxisnähe* der HTL lässt von diesen und deren Absolventen einen *spezifischen Beitrag zu Produkt- oder Prozessinnovationen* erwarten. Es ist freilich schon darauf hingewiesen worden, wie wenig selbstverständlich es ist, im Rahmen von Strategien der Forschungs- und Entwicklungsförderung die Nutzung dieses Potentials zu verlangen. Vielleicht hängt dies mit der verbreiteten Neigung zusammen, die HTL im institutionellen Bezugsrahmen des Bildungswesens völlig sachfremd bei den Mittelschulen anzusiedeln und damit zu übersehen, dass im Unterschied zu letzteren Bildungsstätten die Ausbildung an einer Ingenieurschule deren Absolventen zu einem *Beruf* qualifiziert.

So sehr sich die HTL andererseits auch von den Hochschulen unterscheiden, dieses *eine* Merkmal der *berufsqualifizierenden Ausbildung* haben jene mit diesen Bildungsgängen gemeinsam! Und wie die falsche Vorstellung, die Ingenieurschule sei eine Mittelschule, den Blick auf die Möglichkeiten der HTL speziell im Rahmen der industriellen Entwicklung verstellen kann, so mag es ohne weiteres die gleiche Konsequenz haben, wenn man umgekehrt übersieht, dass an HTL *und* Hochschule die Ausbildung eine berufsqualifizierende Funktion hat. Auch hier geschieht leicht ein Irrtum, wenn die Hochschulen im Lichte von *Humboldts* idealistisch-neuhumanistischem Konzept [15] als Stätten einer aus dem ökonomischen Verwertungszusammenhang herausgehobenen, gleichsam autonomen höheren Bildung gesehen werden. Die (an sich sinnvolle) institutionelle Grenze zwischen dem akademischen Bereich einerseits und dem beruflichen Bildungswesen samt den daran anschliessenden Möglichkeiten der Weiterbildung (z.B. HTL) andererseits wird dann nicht selten mit der Abgrenzung zwischen *zweckfreier höherer Bildung* und auf *Broterwerb ausgerichteter Ausbildung* identifiziert. Diese unrealistische Polarität trägt zu den Missverständnissen über die Rolle der Ingenieurschulen und der aus ihnen hervorgehenden Absolventen bei: Es sei nur an das Bild vom HTL-Absolventen als dem reinen Fertigungsingenieur erinnert.

Der Verfasser ist überzeugt, dass derartige Fehleinschätzungen wie die hier aufgezeigten dort am seltensten vorkommen, wo die HTL-Absolventen und allgemein die Ingenieure am häufigsten beschäftigt werden: in der Privatwirtschaft und vor allem in der Industrie. Wo Güter für den Markt hergestellt werden, kann man es sich auch am wenigsten leisten, Ressourcen in Gestalt von technischem Können zu verschwenden. In einer breiteren Öffentlichkeit herrschen hingegen noch ziemlich unklare Vorstellungen über die HTL vor. Die Vielfalt von Namen für diese Institution - Technikum, Höhere Technische Lehranstalt, Ingenieurschule - hat gewiss im Publikum einige Verwirrung gestiftet. Die anvisierte Informationslücke findet aber noch eine andere Erklärung darin, dass die Ingenieurschulen weniger prominent sind als die Hochschulen und zugleich nur eine *kleine* Auswahl aus den Berufsleuten zu einer gehobenen Ausbildung führen - somit auch von der Zahl der Absolventen her nicht besonders auffallen. In einem derartigen «Vakuum» können sich dann leicht stereotype Vorstellungen wie die oben erwähnten ausbreiten. Da die Öffentlichkeit direkt oder indirekt auf die Institutionen des Bildungswesens Einfluss nimmt, wirken sich solche Vorstellungen in der Praxis recht nachhaltig aus. Im naturgemäss von demokratischen und bürokratischen Mechanismen geprägten Prozess der Entscheidungsfindung über Institutionen des Bildungssystems, auch des beruflichen Bildungswesens, müssen sich verkürzte, übervereinfachte Bilder von der Aufgabenteilung zwischen verschiedenen Bildungsgängen stärker niederschlagen, als dies dort der Fall ist, wo die Absolventen später tätig sind: im Beschäftigungssystem, das heisst für die Mehrzahl der Ingenieure in der Industrie.

An diesen Schwierigkeiten kommt man nicht vorbei, wenn man die zitierte Forderung in stärkerem Masse als bisher verwirklichen möchte, wonach die industrielle Entwicklung die Lehre an Ingenieurschulen ebenso ergänzen sollte, wie sich an den Hochschulen trotz aller Belastungsproben das Postulat einer Einheit von Lehre und Forschung nach wie vor bewährt. Über die *organisatorischen Bedingungen*, unter denen die HTL ihre Tätigkeit entfalten, entscheidet genauso wie bei den Hochschulen die Politik und damit auch die öffentliche Meinung. Erkennt diese freilich den Sinn von Postulaten wie denen von *Allemann* und *Cerletti*, so stehen die Chancen einer Realisierung nicht schlecht. Die Erträge von Entwicklungsprojekten lassen sich nämlich viel leichter internalisieren als die von Forschungsvorhaben: Auftraggeber sind

desto eher bereit, für entsprechende Leistungen einen *Preis* zu bezahlen, je mehr diese in praktisch anwendbare Vorschläge münden. Die «Einheit von Lehre und Entwicklung» an HTL liesse sich wohl zum grössten Teil über den Markt finanzieren. Öffentliche Mehrausgaben hielten sich in äusserst bescheidenem Rahmen. Der Wunsch an die zuständigen Instanzen reduziert sich somit im wesentlichen darauf, dass den HTL (wo nicht ohnehin schon vorhanden) die nötige organisatorische Flexibilität eingeräumt werde, damit sie diese Chance wahrnehmen können.

***

Der Verfasser bedankt sich bei den Institutionen, die seine Untersuchungen finanzieren: der *Stiftung zur Förderung der Ingenieurschule beider Basel (HTL)* in Muttenz und dem *Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit* in Bern. Dem gleichen Projekt entstammen – neben anderen Aufsätzen – auch die im Literaturverzeichnis zitierten Arbeiten [18] und [19].

Privatadresse des Verfassers: PD Dr. *P. Stolz,* Lindenplatz 4, 4126 Bettingen. Der Verfasser ist Privatdozent für Nationalökonomie und Wirtschaftsgeschichte an der Universität Basel sowie Dozent an der Ingenieurschule beider Basel.

Literaturverzeichnis

[1] *Allemann H.:* «Die Forschungsförderung im Dienste der Strukturpolitik». Die Volkswirtschaft 50 (1977), H. 3, S. 101 f.

[2] *Arienti R., Marfisi V.:* «The Engineer: A Technologist or an Agent of Technological Humanism?». European Journal of Engineering Education 3 (1978), H. 1, S. 67 ff.

[3] *Baur F.:* «Mikroelektronik – Auswirkungen auf Wirtschaft und Gesellschaft». Ohne Ortsangabe: Siemens 1977, S. 3, 9.

[4] *Bischoff F.:* «Ist unsere Wirtschaft innovativ genug? Die Bedeutung von Innovationen für Wachstum und Beschäftigung». VDI-Z 120 (1978), H. 22, S. 1048.

[5] *Blattner N.:* «Industrial Policy – A Sceptical View». Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften 1978, H. 3, S. 335 ff., bes. 338.

[6] *Blattner N.:* «Hindernisse auf dem Weg zur Vollbeschäftigung». Kyklos 32 (1979), H. 1/2, S. 72 ff.

[7] *Cerletti A.:* «Wie kann eine Unternehmung die weltweite Entwicklung der Technik parieren? Zukunftsstrategien für die Forschung und Entwicklung in der Schweiz». Management-Zeitschrift io 48 (1979), H. 2, S. 52 ff., bes. 56.

[8] *Ditzler Ch., Koellreuter Ch., Kugler P.* et al.: CH-Industriemodell I. Ökonometrisches Branchenkonjunkturmodell für die Schweiz auf Quartalsbasis. Diskussionspapier Nr. 31 der beiden Basler sozialökonomischen Institute, Basel 1979, S. 24 ff.

[9] «Erklärung des VDE zur Errichtung von Gesamthochschulen und zur Lage an bestehenden, integrierten Gesamthochschulen». etz-b 29 (1977), H. 18, S. 617 ff.

[10] *Kern W., Schröder H.-H.:* «Forschung und Entwicklung in der Unternehmung». Reinbek b. Hamburg: Rowohlt 1977, S. 21 ff.

[11] *Lutz B., Kammerer G.:* «Das Ende des graduierten Ingenieurs? Eine empirische Analyse unerwarteter Nebenfolgen der Bildungsexpansion». Frankfurt a.M. und Köln: Europäische Verlagsanstalt 1975, S. 182 ff.

[12] *Lutz Ch.:* «Qualitatives Wachstum – reale Möglichkeit oder Chimäre?» Der Monat in Wirtschaft und Finanz 1979, H. 3, S. 4.

[13] *Popp G.:* «Die Organisation des Forschungs- und Entwicklungsbereichs in der schweizerischen Maschinenindustrie». Diss. HSG, Aarau: Keller 1972, S. 145 f.

[14] *Reuther C.-F.:* «Ausbildung und Einsatz von Diplom-Ingenieuren». Diss. ETHZ, Zürich: Juris 1971, S. 39 ff., 152.

[15] *Schelsky H.:* «Einsamkeit und Freiheit. Idee und Gestalt der deutschen Universität und ihrer Reformen». Reinbek b. Hamburg: Rowohlt 1963, S. 66 ff.

[16] *Schweizerischer Handels- und Industrie-Verein:* «Forschung und Entwicklung in der schweizerischen Privatwirtschaft». Zürich 1978, S. 38, Tabelle 4.1.

[17] *Staudt E.:* «Die ökonomischen Ursachen der Rationalisierung in der Strukturkrise». Wirtschaftswissenschaftliches Studium 7 (1978), H. 9, S. 413, 418.

[18] *Stolz P.:* «Ingenieurausbildung und Ingenieurarbeitsmarkt in der Schweiz. Eine ökonomische Untersuchung». Schweizerische Bauzeitung 96, (1978), H. 47, S. 885 ff.

[19] *Stolz P.:* «Möglichkeiten der Substitution in der Beschäftigung von ETH- und HTL-Ingenieuren». Die Unternehmung 33 (1979), H. 2, S. 125 ff.

Les ingénieurs civils et leur formation

par Maurice Cosandey, Bern*)

Vous conviendrez facilement avec moi, je l'espère, que *l'art de bâtir* demande d'une part d'excellentes *connaissances scientifiques et techniques* et d'autre part de *l'intuition et de l'expérience*. La formation des ingénieurs civils à la Faculté des sciences techniques ou à l'Ecole polytechnique répond en général assez bien au volet des connaissances. Il faut trouver, par contre, de nouvelles idées pour accroître l'influence de l'intuition et mieux intégrer les leçons de l'expérience. Cette dernière ne peut être apportée que par les enseignants, d'où l'importance de leur choix.

Mais si l'on veut juger de la *qualité de la formation,* il est nécessaire de trouver un ou des critères dont l'objectivité ne puisse être mise en doute (du moins dans la plus large mesure possible). Je vois, à première vue, *deux critères* qui pourraient nous guider:

- Le premier est *d'analyser les causes des accidents* que l'on doit malheureusement déplorer de temps en temps. Sommairement dit, si l'on constate que l'ingénieur civil est systématiquement le responsable, on pourra tirer quelques conclusions sur sa formation. Enfin, c'est ce que je pense! Et je ne suis pas en contradiction avec *Freyssinet* qui disait que l'on n'était pas ingénieur tant que l'une de ses constructions ne s'était pas écroulée. En disant cela, il voulait dire que l'ingénieur prend des risques qui conduisent parfois et exceptionnellement à dépasser une probabilité de ruine raisonnable ou usuelle. Je prends en considération, quant à moi, la totalité des ingénieurs civils et je constate, par la statistique, si les résultats d'ensemble sont bons ou mauvais. Ce sont deux choses différentes. De toute façon, je préfère l'image de l'ingénieur qui termine sa carrière sans avoir eu de gros ennuis.
- Le deuxième est *d'examiner sa capacité de travailler multidisciplinairement* et de faire preuve de *mobilité* dans son activité.

Lorsqu'on *analyse les accidents survenus à des constructions* on peut faire *deux constatations:*

- *c'est quasiment toujours la conjugaison de plusieurs causes* qui est responsable de la catastrophe;
- la cause principale est rarement le fait de *l'utilisation d'une théorie trop sommaire.*

Je n'attends pas une approbation unanime sur ces deux assertions. Elles sont basées sur les expériences que j'ai acquises en tant qu'expert et qui n'ont pas valeur universelle. On retire toujours énormément d'enseignements d'un accident. S'il n'y a pas de blessés ou de morts, je dirais même qu'un *accident est le bienvenu pour faire avancer l'art de construire*. Naturellement cela est juste à la condition qu'on n'en déduise pas immédiatement un changement des normes dans le sens de diminuer la liberté de l'ingénieur. Il est intéressant de constater que l'attitude des maîtres de l'ouvrage, en cas d'accident, varie suivant la culture et la mentalité d'un pays. Dans un cas, on met immédiatement à ban l'architecte ou l'ingénieur ou les deux ensemble, dans un autre cas, on

*) Ansprache, gehalten am 18. Sept. an der Eröffnung der Ausstellung «Die Entwicklung des Grossbrückenbaus» in der ETH Zürich.