

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 104 (1986)
Heft: 6

Artikel: Ingenieure - Ausbildung von der Studienwahl bis zur innovativen Tätigkeit
Autor: Stolz, Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76070>

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: 01.07.2025

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

Ingenieure – Ausbildung von der Studienwahl bis zur innovativen Tätigkeit

Von Peter Stolz, Bettingen

Innovation und auch Investition sind volkswirtschaftlich zentrale Prozesse, in denen Ingenieure eine herausragende Rolle spielen. Die wirtschaftliche Schlüsselstellung der hochqualifizierten technischen Fachleute hat vor dem Hintergrund, dass seit geraumer Zeit bei der Studienwahl für die Ingenieurfächer eine abnehmende Tendenz festzustellen ist, nun zum Ruf nach einer Korrektur dieses Trends geführt. Der Autor untersucht ausgewählte quantitative und qualitative Aspekte einschlägiger Forderungen und stellt sie in Beziehung zum Arbeitsmarkt und den beruflichen Tätigkeitsbereichen der Ingenieure (vor allem Forschung und Entwicklung).

Die Schlüsselstellung der Ingenieure in der Volkswirtschaft

Innovation und – damit eng verbunden – Investition als zukunftsorientierte Aktivitäten bestimmen auf mittlere und längere Sicht in erheblichem Masse über Wohlstand und Lebensqualität in einer hochentwickelten Volkswirtschaft. Sie sind schon deswegen miteinander verknüpft, weil sich technischer Fortschritt, zu dessen Realisierung die Innovation unerlässlich ist, sehr oft darin verkörpert, dass Sachkapital erweitert, erneuert und ersetzt wird. Als in der Schweiz der 70er Jahre die Investitionsquote (Anteil der Bruttoinvestitionen am Bruttosozialprodukt) drastisch sank, verlangsamte sich deshalb auch das Tempo, mit dem sich Innovationen durchsetzten und verbreiteten [3]. In beiden Tätigkeitsbereichen – Innovation und Investition – spielt der Ingenieur eine zentrale Rolle. Dass Ingenieure entscheidend zum technischen Fortschritt beitragen, ist gewiss jedem klar, wenn auch über die Errungenschaften der Technik die eher im Hintergrund wirkenden Akteure von einer breiteren Öffentlichkeit nur zu leicht vergessen werden; letzteres ist z. B. für die Tendenzen bei der Berufs- und Studienwahl nicht folgenlos [5]. Die Ingenieure spielen besonders bei der *Innovation* als derjenigen Phase des technischen Fortschritts eine bedeutende Rolle, in der die Erfindung in die Praxis umgesetzt und damit der Brückenschlag zur Wirtschaft vollzogen wird. Technische und unternehmerische Aufgaben sind hier ineinander verflochten.

Bevor der spezielle Bezug der Ingenieure zum Bereich der Investitionen deutlich werden kann, ist zu präzisieren, wer im einzelnen mit «Ingenieur» gemeint ist. Diese Bezeichnung umfasst, wenn sie nicht zu bestimmten Zwecken

genauer zu differenzieren ist, die Absolventen bau- und industrieorientierter Studienrichtungen an den beiden ETH sowie den zahlreichen HTL. Die weite Fassung der Ausbildungs- bzw. Berufsbezeichnung (vgl. [10, 17]) schliesst hier auch Architekten und Chemiker als industrieorientierte Naturwissenschaftler mit ein. Architekten, Bau- und Vermessungsingenieure erbringen ihre Leistungen in sehr ausgeprägtem Masse im Rahmen der Projektierung und Ausführung von *Bauinvestitionen*. Maschinen- und Elektroingenieure beschäftigen sich häufig damit, *Ausrüstungsinvestitionen* zu entwickeln und zu produzieren. Am ehesten machen in diesem Bereich die Chemiker eine Ausnahme. Im ganzen gesehen ist jedenfalls keine andere Berufsgruppe so intensiv mit Investitionsgütern befasst wie die der Ingenieure.

Wenn also, wie eingangs betont, Innovation und Investition für die Zukunft einer industriellen Volkswirtschaft von entscheidender Bedeutung sind und sich zugleich die Ingenieure in diesen beiden Schwerpunktgebieten stark engagieren, so liegt die Schlussfolgerung nahe: Der Ingenieur ist – um eine während eines STR-Symposiums an der ETH Zürich gestellte Frage [3] zu bejahen – in der Tat eine Schlüsselfigur der Wirtschaft. Angesichts dieser exponierten Stellung ist es nicht verwunderlich, dass gerade die folgenden zwei Forderungen in jüngster Zeit immer wieder laut werden:

1. Ein grösserer Teil jedes Jahrgangs ist zu Ingenieuren auszubilden.
2. Die Absolventen technischer Studien müssen vermehrt innovatives Verhalten trainieren, zugleich aber über zusätzliches ökonomisches Wissen verfügen. Dieser Aufsatz behandelt hauptsächlich die erste Forderung, während die zweite nur gestreift und erst später vertieft werden soll.

Der Ruf nach mehr Ingenieuren und die Arbeitsmarktlage der hochqualifizierten technischen Fachleute

Die Forderung, in der Schweiz sei ein grösserer Anteil jedes Jahrgangs als bisher zu Ingenieuren auszubilden, ist in jüngster Zeit – besonders von einer Studiengruppe der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW) – erhoben worden. Diese Gruppe hat den technisch-wissenschaftlich-industriellen Komplex Japans untersucht und ein Defizit der Schweiz hinsichtlich der Ingenieur-Ausbildungsquote diagnostiziert [10]. Analoge Feststellungen stammen aus der Industrie und der Berufsberatung [5, 8, 14].

Man muss solche Äusserungen vor dem Hintergrund der – noch recht massvollen – schweizerischen Bildungsexpansion sehen, die während geraumer Zeit – freilich mit Ausnahme der letzten Jahre – weitgehend an den Ingenieurfächern und industrieorientierten Naturwissenschaften vorbeigegangen ist [5, 17]. Die mit dieser Forderung anvisierten Ziele weisen manchmal nämlich eher in die Richtung, die wegen Pensionierung erwarteten Abgänge zu ersetzen, als dass man die Personalbestände erhöhen wollte.

Dennoch ist die Frage zu stellen, weshalb überhaupt eine Knappheit, ja womöglich ein Mangel an Ingenieuren befürchtet wird, wenn doch in den Jahren 1977 bis 1984 die an Hochschulen ausgebildeten Maschinen- bzw. Verfahreningenieure, Architekten/Landesplaner, Elektroingenieure, Bauingenieure und Chemiker zu denjenigen Berufsgruppen in der Schweiz gehörten, die im Vergleich zur Gesamtheit der Hochqualifizierten überdurchschnittlich ganzarbeitslos waren [15].

Was vordergründig als Widerspruch erscheint, lässt sich jedoch erklären. Wenn die Hochschulingenieure hinsichtlich der registrierten Ganzarbeitslosigkeit nur noch von den Psychologen, Soziologen und Politologen übertroffen werden, hingegen Erzieher und Pädagogen weit weniger betroffen sind, so ist zu bedenken, in welchem Ausmass junge Geistes- und Sozialwissenschaftler auf – oft durchaus als freiwillig deklarierte – Teilzeitbeschäftigung ausgewichen sind.

Gemäss der letzten Hochschulabsolventenbefragung waren im Sommer 1983 drei Fünftel der antwortenden Geisteswissenschaftler (Abschlussjahrgang 1982) teilzeitbeschäftigt, bei den

Sozialwissenschaftlern (ohne Ökonomen) befand sich ungefähr jeder zweite in dieser Lage, während von den Ingenieuren (und den Ökonomen) nicht ganz jeder achte teilzeitbeschäftigt war. Betrachtet man die Teilarbeitslosigkeit (gemäss Selbstdeklaration), so ergibt sich auf niedrigerem zahlenmässigem Niveau [1] ein analoges Gefälle. Die Phil.I-Neuabsolventen und frisch ausgebildeten Sozialwissenschaftler haben sich dem Umfang der Arbeit und der Qualität der Stellen gut angepasst [11].

Die Ingenieure hingegen suchen nach wie vor eine Vollzeitstelle und orientieren sich an einem präzisen Berufsbild. Ähnliches gilt für die Zumutbarkeit einer Tätigkeit, wie sie von den Arbeitsämtern für Hochschulingenieure gesehen wird. Eine eher enge Abgrenzung im Sinne des schärferen Berufsbildes senkt die Wahrscheinlichkeit, dass ein registrierter arbeitsloser Hochschulingenieur fach- bzw. qualifikationsfremde Arbeit annehmen muss.

Die Arbeitslosenquote der HTL-Ingenieure einschliesslich der Absolventen von Technikerschulen TS (registrierte Erwerbslose) ist deutlich tiefer als die der Hochschulingenieure, wenn sie sich auch seit 1983 derjenigen der ETH-Absolventen annähert hat [15]. Einer der Gründe, wenn auch nicht der einzige, liegt ohne Zweifel darin, dass die Grenzen der zumutbaren Arbeit im Sinne des Arbeitslosenversicherungsgesetzes (Art. 16 AVIG) für die Absolventen von HTL und TS zweifellos weiter gezogen sind. Dies ist auch richtig, weil diese Fachleute meist eine Berufslehre durchlaufen haben und somit auch als Praktiker arbeiten können.

Bezieht man auch die Zukunft in die Überlegungen zur Ingenieur-Ausbildungsquote mit ein, so darf die im Laufe der 90er Jahre aus demographischen Gründen mit recht grosser Sicherheit zu erwartende generelle Abnahme des Angebots an Arbeitskräften [2] nicht übersehen werden. Dies muss aber zu erhöhten Anstrengungen führen, damit *relativ* mehr Jugendliche für den Ingenieurberuf gewonnen werden können, wenn man die bisherigen *absoluten* Personalbestände auf Dauer auch nur erhalten will [19]. Gemäss einer Studie über die Kantone BS und BL macht es bereits heute Schwierigkeiten, Ingenieur- und Informatikerstellen zu besetzen [6].

Positive Signale an Studienwähler wirken oft undifferenziert. Sie können zu Übersteuerungsprozessen führen, wo man an sich ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage angestrebt hätte. Ermuntern sollte man Studienwähler nur – Neigung und Eignung vorausgesetzt –, wenn *langfristig* die

Nachfrage nach hochqualifizierten Arbeitskräften auf einem quantitativ hohen Niveau gesichert ist (z. B. Elektronik und Informatik).

Quantitative und qualitative Aspekte von Forderungen nach einer grösseren Ingenieur-Ausbildungsquote

Der Ruf der SATW nach mehr HTL-Absolventen

Geht man davon aus, dass der Ruf nach mehr Ingenieuren nur dort laut wird, wo er aufgrund von langfristigen Beschäftigungserwartungen legitim ist, dass es also gelingt, entsprechende Signale differenziert und selektiv wirken zu lassen, so ist zu fragen, inwieweit die *Präferenzen* der Studienwähler, ihre Neigungen tatsächlich in Richtung auf Technik und Naturwissenschaften systematisch beeinflusst werden können.

Auf der Ebene einkommens- oder statusorientierter Anreize ist es jedoch in einer stark marktwirtschaftlich gesteuerten Gesellschaft verwunderlich, dass man bei einer in gewissen Bereichen der Privatwirtschaft als gravierend empfundenen Knappheit an Ingenieuren geeigneter Qualifikation die Beschäftigungsbedingungen und Gehälter nicht noch gezielter dort als positives Signal einsetzt, wo es aufgrund der langfristigen Erwartungen als gerechtfertigt erscheint.

Für die eingehendere Diskussion ist an die beiden wesentlichen *Gesichtspunkte* anzuknüpfen: einerseits an die *Eignung* für den Ingenieurberuf – speziell für die Aktivitäten im Umfeld des technischen Fortschritts – und andererseits an die *Ausbildungskapazitäten* bzw. an deren *Finanzierung*. Was diese zweite Beschränkung anbelangt, so ist gerade in zukunftsreichen Gebieten wie der Elektrotechnik auf Hochschulebene der Engpass personell und finanziell besonders gravierend [4]. (Kürzlich hat der *Hayek*-Bericht über die beiden ETH verschiedene Massnahmen vorgeschlagen, mit denen diese finanzpolitisch bedingten Restriktionen gelockert bzw. in ihren Folgen (z. B. durch Rationalisierung) gemildert würden.)

Die bereits erwähnte SATW-Studiengruppe hat nicht zuletzt im Hinblick auf solche Beschränkungen vorgeschlagen, die Absolventenzahlen an den Ingenieurschulen (HTL) zu erhöhen [9, 10]. Von den institutionellen Bedingungen einer Realisierung dieser Absicht sei nur soviel genannt, dass die Autoren von einer «Erweiterung der Zutrittsbe-

dingungen» sprechen. Hier kommen aber qualitative Probleme ins Spiel. Wenn Ingenieure – zumal für erfinderische und innovatorische Aufgaben – gesucht werden, ist zu fragen, ob der Ruf nach mehr *nichtakademisch* ausgebildeten Ingenieuren gerechtfertigt ist. Hierzu werden im folgenden Ergebnisse eigener ökonomisch-statistischer Untersuchungen vorgelegt, die einen Beitrag zur Diskussion im Kreis technisch-naturwissenschaftlich ausgebildeter Fachleute leisten mögen.

Ausbildungsniveau und Tätigkeit in Forschung und Entwicklung

Einen ersten Anhaltspunkt zu der vor genannten Frage geben die Zahlen der in den Bereichen Forschung und Entwicklung (F&E) tätigen ETH-Ingenieure und HTL-Absolventen. Dabei ist freilich im Auge zu behalten, dass es einschlägige innovatorische Anstrengungen auch jenseits von F&E gibt; statistisch sind solche Aktivitäten in anderen Funktionsbereichen jedoch für die hier genannten Untersuchungszwecke nicht fassbar. Da ohnehin der Schwerpunkt der innovatorischen Aktivitäten in F&E liegt, ist es gewiss zulässig, Tätigkeiten im Umfeld des technischen Fortschritts statistisch mit dem Bereich F&E zu identifizieren.

Hier werden die Zahlen und Anteile der Hochschulingenieure sowie Naturwissenschaftler in der schweizerischen Industrie samt Bauwesen (die verwendete Quelle hat die im SIA organisierten Ingenieur- und Architekturbüros leider nicht erfasst), die in F&E bzw. in den übrigen Tätigkeitsbereichen eingesetzt sind, mit den entsprechenden Werten für HTL-Ingenieure [12] verglichen. Naheliegenderweise sind unter den Akademikern Mediziner und Pharmazeuten nicht berücksichtigt, da es für diese Ausbildungszweige an den HTL keine Pendant gibt. Zu erwarten ist, dass ein relativ grösserer Teil aller akademisch ausgebildeten technisch-naturwissenschaftlichen Fachkräfte in F&E tätig ist, als dies bei den aus dem beruflichen Bildungswesen hervorgegangenen HTL-Ingenieuren gilt. Diese plausible Hypothese sei mit den Zahlen in Tabelle 1 konfrontiert.

Die dieser Hypothese – als Gegenstück – entsprechende Nullhypothese, wonach Akademiker und HTL-Ingenieure in relativ gleich starker Masse in F&E beschäftigt sind, kann erwartungsgemäss mit Hilfe eines Chi-Quadrat-Tests auf hohem Signifikanzniveau (99,9%) verworfen werden. Die Daten werden damit als Resultat einer Zufallsstichprobe aufgefasst, was freilich nur näherungsweise gilt. Hinsichtlich der hohen Signifikanz muss man sich überdies im

klaren sein, dass sie auch auf die grosse Stichprobe zurückzuführen ist [7]. Jedenfalls weichen die Muster der Verteilung der verschiedenen hoch qualifizierten Ingenieure auf industrielle Tätigkeitsbereiche systematisch und – was ebenso wichtig ist – in der *erwarteten Richtung* deutlich voneinander ab.

Das quantitative Ausmass des Zusammenhangs ist freilich – und dies im Unterschied zur Signifikanz – nicht gerade extrem. Dies erkennt man deutlich in Tabelle 1. Dieser Eindruck wird noch durch das *Yulesche Q* als Assoziationsmass untermauert. Wären Hochschulingenieure und Akademiker verwandter Fachrichtungen durchwegs in F&E tätig, alle HTL-Absolventen aber ausserhalb dieses Bereichs, so läge Q mit +1 an der oberen Wert-Grenze dieses Masses (im völlig unplausiblen umgekehrten Fall gälte Q = -1). Hätte die Qualifikationshöhe auf die Tätigkeit keinen Einfluss, was durch den Chi-Quadrat-Test widerlegt ist, so beliefe sich Q auf Null. Für die tatsächliche Ausbildung-Tätigkeit-Zuordnung 1980 gilt: Q = +0,24. In der Tat ist der Zusammenhang quantitativ nicht sehr stark ausgeprägt. In absoluten Zahlen sind sogar mehr HTL-Ingenieure als Akademiker der hier interessierenden Fachrichtungen in F&E tätig.

Starre oder flexible Ausbildung-Beruf-Zuordnung bei unterschiedlich qualifizierten Ingenieuren?

HTL-Ingenieure sind also keinesfalls durchweg als Produktions- oder Verkaufsingenieure tätig, wie es einer noch recht verbreiteten Vorstellung entspricht. Es wäre aber ein grosser Fehler, unter dem Druck einer sich abzeichnenden Knappheit an hochqualifizierten technischen Fachkräften die unterschiedliche Profilierung akademisch ausgebildeter und aus dem beruflichen Bildungswesen hervorgehender Ingenieure zu verkennen. Die in F&E beschäftigten HTL-Ingenieure erfüllen nämlich in den meisten Fällen nicht die gleichen Funktionen, wie sie für Hochschulingenieure und industriennahe Naturwissenschaftler typisch sind.

Je forschungsnäher und vor allem je näher eine Aufgabe innerhalb des Bereichs F&E an der Grundlagenforschung ist, desto eher wird sie nur von einem Hochschulabsolventen zu erfüllen sein. Ähnliches gilt für Vorgesetztenstellen in diesem Tätigkeitsbereich (allerdings auch sonstwo); auch hier hat akademische Qualifikation besondere Bedeutung. Man muss die in Tabelle 1 gemachten quantitativen Angaben ohnehin im Lichte der *Breite* sehen, mit

	F & E	Übrige Tätigkeitsbereiche	Sämtliche Bereiche
Naturwissenschaftler und Hochschulingenieure	4475 (50,2%)	4434 (49,8%)	8909 (100,0%)
HTL-Ingenieure	5019 (38,2%)	8109 (61,8%)	13 128 (100,0%)
Alle	9494 (43,1%)	12 543 (56,9%)	22 037 (100,0%)
$\chi^2_{\text{kor}} = 311,1 \quad \chi^2_{0,999} = 10,83 \text{ bei FG} = 1$			

Tabelle 1. Technisch-naturwissenschaftlich ausgebildete Akademiker und HTL-Absolventen in F & E bzw. übrigen Tätigkeitsbereichen der Schweiz. Industrie samt Bauwesen, 1980 (Berechnungen des Autors nach [12])

der F&E innerhalb der Erhebung, der die Zahlen für die diesbezüglichen Berechnungen entnommen sind, abgegrenzt worden ist [12]: Konstruktion und Weiterentwicklung von Prototypen bis zur Fabrikationsreife gehören beispielsweise ebenso zu F&E wie der Bau und Betrieb von «Pilot Plants». Je näher eine Aufgabe an der Praxis liegt und je mehr die Funktion Sachbearbeitercharakter hat, desto eher kommt der Absolvent einer Ingenieurschule im Rahmen der Arbeitsteilung zum Zuge.

Würde man sich ausschliesslich auf die Eidgenössische Volkszählung (EVZ) 1980 beziehen, um ein Bild von der Starrheit oder Flexibilität des Qualifikation-Beruf-Zusammenhangs zu erhalten, so erschiene die Ausbildung-Beruf-Zuordnung nach dem Hochschuldiplom einerseits und dem HTL-Abschluss andererseits extrem streng, und die entsprechenden Berufe wären – oder man hätte jedenfalls den Eindruck – scharf gegeneinander abgegrenzt. So waren gemäss EVZ 1980 von 2500 in als hochschuladäquat unterstellten Bauingenieurpositionen tätigen Schweizern mit hiesigem Wohnsitz 2478 – also über 99% – akademisch ausgebildete Bauingenieure. Gleiches gilt, um ein industriennahe Beispiel herauszugreifen, für die ETH-Elektroingenieure bzw. die ihnen zugeordneten beruflichen Positionen [13]. Das eine Prozent Arbeitskräftezugangsquote beruht auch nicht etwa auf – z. B. ins Register A avancierten – HTL-Ingenieuren, sondern ist dadurch bedingt, dass unter anderem einige Bauingenieure ein Zweitstudium in Ökonomie abgeschlossen haben und die zuletzt erworbene Ausbildung für die Zuordnung gemäss Amtsstatistik massgebend ist [13].

Bei den entsprechenden Berufen auf HTL-Ebene beträgt die Quote der Selbstrekrutierung entsprechend der EVZ 1980 ebenfalls jeweils nahezu 100%. Diese extreme Abgrenzung ist freilich ein Ergebnis der amtsstatistischen Definitionen, in welchen die Berufsbezeichnungen bei den Ingenieu-

ren einfach durch den jeweiligen Bildungsgang (ETH, HTL) vorweggenommen sind; hingegen erlaubt sie keine zuverlässige Aussage über die tatsächliche Ausbildung-Beruf-Zuordnung [18].

Die Wirklichkeit liegt aber zwischen den Extremen. Weder ist im Ingenieurwesen die Zuordnung von formell erworbenen Qualifikationen (ETH oder HTL) zu den Berufen völlig beliebig, noch ist sie so starr, wie es gemäss EVZ den Anschein hat. Eigene statistische Untersuchungen aufgrund von Stelleninseraten in der NZZ und in einschlägigen Fachzeitschriften haben gezeigt, dass 1977/78 für die Mehrheit der so erfassten offenen Ingenieurstellen (aller Tätigkeitsbereiche, also nicht nur von F&E) in der Architektur, dem Bauingenieurwesen, der Chemie, der Elektrotechnik, dem Maschinenbau und dem Vermessungswesen exakt *ein bestimmtes* Ausbildungsniveau (entweder Hochschule oder HTL) verlangt worden ist: nämlich für 63,6% – eine Proportion, deren Stichprobenfehler bei einem Konfidenzniveau von 99% $\pm 2,3\%$ beträgt [16]. Echte Flexibilität (hier im Sinne von Substitutionsmöglichkeiten) zwischen den Ausbildungsniveaus dürfte keineswegs beim Rest, sondern gemäss den Schätzungen des Autors für 15% bis 20% der offenen Stellen bestanden haben.

Trotz des grossen Aufwands sind auf diesem Wege nur relativ grobe Anhaltswerte zu gewinnen, die unter inzwischen veränderter Wirtschaftslage und bei nach Umfang sowie Qualifikationsstruktur variierendem Angebot an neu ausgebildeten Ingenieuren noch zu relativieren sind. Bei aller gebotenen Vorsicht kann aber gesagt werden, dass die Idee der SATW-Studiengruppe zur intensiveren Nutzung der Ausbildungskapazitäten von Ingenieurschulen (allenfalls zum Ausbau dieser Kapazitäten) hinsichtlich möglicher Tätigkeitsfelder für HTL-Absolventen einer realen Grundlage durchaus nicht entbehrt. Ob es freilich genügend qualifizierte Interessenten für diese Ausbildungs-

plätze geben wird, steht auf einem anderem Blatt.

Da die erfinderische und innovative Tätigkeit der Ingenieure als für die Volkswirtschaft zentrale Leistung eine ausgeprägt qualitative Komponente enthält, soll hier als Ergänzung zu den quantitativen Überlegungen eine Idee erwähnt werden, die der Präsident der ETH Zürich, *Professor H. Ursprung*, 1984 geäußert [19] und am STR-Symposium 1985 [20] bekräftigt hat: Es komme auch darauf an, die *qualitative* Herausforderung anzunehmen. In Analogie zur Situation bei den Chemikern forderte er, dass künftig ein grösserer Teil der Hochschulingenieure – speziell der industrieorientierten Fachrichtungen – eine Dissertation verfassen und promovieren solle, damit in Zukunft mehr Ingenieure mit eigener Forschungserfahrung in die Industrie gelangen, wo sie die Innovationskraft verstärken könnten. Das auch hier wie schon anderswo formulierte Postulat, technisch-naturwissenschaftlich Gebildete müssten über mehr betriebs- und volkswirtschaftliches Zusatzwissen verfügen, rundet das Anforderungsprofil von Hochqualifizierten an der Nahtstelle von Technik und Wirtschaft nach der anderen Seite ab. Ich werde in einem separaten Beitrag speziell auf letzteren Punkt zurückkommen.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. P. Stolz, Lindenplatz 4, 4126 Bettingen. Extraordinarius für Nationalökonomie sowie Wirtschaftsgeschichte an der Universität Basel und Dozent an der Ingenieurschule beider Basel.

Literatur

- [1] AGAB (Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für akademische Berufs- und Studienberatung): Die Beschäftigungssituation der Neuabsolventen der Schweizer Hochschulen – Ergebnisse der Befragung 1983. In: Wissenschaftspolitik 13 (1984), H. 1, S. 59 f.
- [2] Blatner, N.: Jugendarbeitslosigkeit auch in der Schweiz? In: Die Volkswirtschaft 55 (1982), H. 12, S. 817.
- [3] Bombach, G.: Die Produktivitätskrise im Spannungsfeld von technischem Fortschritt, Arbeitsmarkt und Bildungspolitik. In: STR-Symposium «Der Ingenieur – Schlüsselfigur der Wirtschaft?» ETH Zürich 1982, S. 16 f.
- [4] Das Studium in Elektrotechnik an der ETH Zürich. In: Bulletin der ETH Zürich Nr. 174, November 1982, S. 4.
- [5] Graf, P.: Warum nicht Ingenieur? Ursachen des Trends in der Studienwahl. In: NZZ Nr. 68, 22.3.1983, S. 33.
- [6] Marelli, B.: Die Nachfrage nach Arbeitskräften in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft. Forschungsstelle Arbeitsmarkt der Universität Basel: Basel 1985, S. 27, 31.
- [7] McCloskey, D. N.: The Loss Function Has Been Mislaid: The Rhetoric of Significance Tests. In: American Economic Review 75 (1985), H. 2 (Papers and Proceedings), S. 202 f.
- [8] Rhyner, P.: Forschungsprobleme aus nationaler und privatwirtschaftlicher Sicht. In: Swiss Chem 5 (1983), H. 4, S. 7 f.
- [9] Roth, A. W.: Japan als Vorbild: Ingenieure sind gefragt. In: Schweizerische Technische Zeitschrift 80 (1983), H. 9, S. 13, 15.
- [10] Roth, A. W.; Forrer, M. P.; Morf, J. J.; Sutter, F. Ingenieure und Industrie in Japan. Kurzbericht einer Studiengruppe der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften. Schweizer Ingenieur und Architekt 102 (1984) H. 19, S. 370, 373.
- [11] Schucan, L.: Berufswahl und Arbeitsmarkt. Basler Studienführer. Basel, 6., erw. Aufl. 1984, S. 14 f.
- [12] Schweizerischer Handels- und Industrie-Verein: Forschung und Entwicklung in der schweizerischen Privatwirtschaft. Bericht zur vierten Erhebung des Vororts über das Jahr 1980. Zürich 1982, S. 11, 31 (Tab. 4.1), 66.
- [13] Sheldon, G.: Die berufliche Flexibilität in der Schweiz im Spiegel der Eidgenössischen Volkszählungen 1980 und 1970. Forschungsstelle Arbeitsmarkt der Universität Basel. Basel 1985, S. 20, 83 ff. und Tabelle D4 (zusätzliche Ausdrücke der Ausbildung-Beruf-Matrix, die in dieser Arbeit nicht vollständig wiedergegeben sind).
- [14] Speiser, A. P.: Die Ausbildung von Ingenieuren in Japan und in der Schweiz. NZZ Nr. 283, 4.12.1984, S. 38.
- [15] Stampfli, R.: Die Akademikerarbeitslosigkeit in der Schweiz 1977–1984. Diskussionspapier Nr. 98 der beiden Basler sozialökonomischen Institute. Basel 1985, S. 19 ff. und Anhang A/4.
- [16] Stolz, P.: Möglichkeiten der Substitution in der Beschäftigung von ETH- und HTL-Ingenieuren. Die Unternehmung 33 (1979) H. 2, S. 132 ff.
- [17] Stolz, P.: Ingenieure abseits der Bildungsexpansion. Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik 116 (1980) H. 1, S. 31 ff.
- [18] Stolz, P.: Kommentar zum Beitrag von G. Sheldon: Berufliche Flexibilität: Empirische Ergebnisse für die Schweiz. H. Schelbert-Syfrig und W. Inderbitzin (Hrsg.): Beschäftigung und strukturelle Arbeitslosigkeit. Verlag Rüegger, Diessenhofen 1982, S. 201 ff.
- [19] Ursprung, H.: Die quantitative Herausforderung an die ETH. ETH-Bulletin, Zürich Nr. 185, April 1984, S. 2 f.
- [20] Ursprung, H.: Die Förderung der Kreativität an der Schwelle zur Industrie. ETH-Bulletin, Zürich Nr. 194, Juli 1985, S. 10.

Kernwärme

Heizreaktoren eine Alternative

Von Antoine Pescatore, Winterthur

Über 50 Prozent des schweizerischen Energieverbrauchs wird in Form von Heizwärme konsumiert. Die zunehmende Umweltgefährdung zeigt die Grenzen der Verwendung fossiler Energieträger in Verbrennungsprozessen.

Die heutigen Heizreaktorprojekte zeigen in der Übersicht, dass eine Vielzahl technischer Lösungen in Bearbeitung oder schon im Versuchsbetrieb stehen. Heizreaktoren verlangen keine hohen Temperaturen und Drücke. Die Sicherheitsanforderungen lassen sich daher grundsätzlich wesentlich wirtschaftlicher erfüllen.

Tiefe Erdölpreise sind der schlimmste Feind aller Substitutionsanstrengungen; in der Marktwirtschaft hat der Preis eines Beitrages zum Umweltschutz ausserordentliches Gewicht. Die Frage der Akzeptanz des bei jeder Fernheizung erforderlichen Verteilnetzes mit seinen Investitionen und Lieferantenbindungen stellt sich natürlich auch beim Heizreaktor. In der Schweiz kommen die heutigen gesetzlichen Regelungen erschwerend dazu.

Wer die Presse der letzten Monate zum Thema Heizreaktoren, Klein- oder Minireaktoren verfolgt hat, könnte meinen, der Reaktor für die Wärmeerzeugung

sei eine neue Erfindung. Anscheinend ging vergessen, dass jeder Kernreaktor seine Energie in Form von Wärme abgibt. Nicht umsonst hiess die 1959

von der Industrie gegründete Gesellschaft zum Bau des ersten schweizerischen Atomwerkes «Thermatom». Eines der ersten Nuklear-Projekte in der Schweiz war ein Reaktor für die Wärmeversorgung der ETH. Was ist seither geschehen? Weshalb kommen wir erst heute wieder zur Überzeugung, dass Wärme aus Kernreaktoren eine Notwendigkeit ist? Vorerst müssen wir die Energiepolitik der vergangenen Jahrzehnte betrachten:

– Der Aufbau der Nachkriegswirtschaft und der damit gewonnene Wohlstand verlangte Energie. Erdöl war als bequemer Energieträger in Überfülle angeboten. Öl ersetzte auch die Kohle in grossem Massstab. Es entstand eine Versorgungs-Infrastruktur für Heizöl und Treibstoffe, ohne die wir uns unser heutiges Leben nicht mehr vorstellen können. Öl hat weltweit mit fast 40 Prozent immer noch den grössten Anteil an der Primärenergie-Versorgung. Öl