

Bulletin

Ingenieurwissenschaften Les sciences de l'ingénieur

Mit Beiträgen von

Lino Guzzella

Dominique Bonvin Michel Bonvin

Mario Foppa

Robert Ruprecht

Andrea Leu Lea Hasler

Frank Mathwig

Per Bergamin Andreas Hediger



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Professor of Systems Neuroscience

Professor of Neurogenetics

The Department of Health Sciences and Technology (www.hest.ethz.ch) at ETH Zurich invites applications for the above-mentioned positions.

Professor of Systems Neuroscience: The Department is looking for an outstanding neurobiologist to establish a strong and dynamic research program in the field of systems neuroscience. The research is expected to focus on the molecular and cellular mechanisms of complex functions of the nervous system, both in health and disease. The successful candidate should have an outstanding international reputation and visibility, and a strong track record. He or she is expected to develop an original, interdisciplinary and exciting research program. Solid expertise in molecular and cellular biology at the level of entire organisms, in combination with developmental biology, neurophysiology, neuroimaging and/or behavioral science is expected. **Professor of Neurogenetics:** Candidates are expected to build a solid and independent research program that studies the relationship between the genome and/or epigenome, and functions of the nervous system, neurodevelopmental processes or behavior, and the underlying molecular and cellular mechanisms, both in health and disease. Strong expertise in genetics and/or epigenetics at the level of whole organisms, a solid background in molecular biology, physiology, behavioral and cognitive neurosciences is required. The successful candidate should have an excellent track record in the field of neurogenetics. Translation to humans and/or clinical applications is a plus.

For both positions, expertise in the design and use of animal and cellular models, and of state-of-the-art in vitro and in vivo methods of analyses are highly desired. Both candidates shall undertake leadership functions in research, including the mentoring of junior group leaders, and participate in teaching at undergraduate and postgraduate level in the fields of neurobiology, cell biology, and biomedical sciences. They are also expected to establish links with the clinic, and contribute to translational research and the transfer of knowledge and technology to the medical field. The successful candidates will teach at the undergraduate (German or English) and graduate (English) level.

The new professors will be member of the Department of Health Sciences and Technology and will strengthen neurosciences in this Department. They are also expected to reinforce cooperation with other strategic research areas in the Department that include medical engineering, movement sciences and sport, as well as food and nutrition. Together with the Neuroscience Centre Zurich and Life Science Zurich, two research and teaching platforms, the Department offers outstanding opportunities to build an interdisciplinary research program and provides multiple technology platforms including genomics, epigenomics and proteomics facilities, animal and human imaging centers, advanced microscopy platforms and animal facilities. Besides direct contact with other groups in the Department, multiple opportunities for interaction with researchers in the Department of Biology, and clinical research at the Medical Faculty of the University of Zurich and at local hospitals are provided through an active and lively academic community, and research consortia such as SystemsX.ch and National Centers of Competence in Research (NCCRs).

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae, a list of publications, and a statement of future research and teaching interest. The letter of application should be addressed to **the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. The closing date for applications is 31 October 2013.** ETH Zurich is an equal opportunity and family friendly employer and is further responsive to the needs of dual career couples. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply.

Bild: Das Titelbild zeigt einen farblich veränderten Ausschnitt aus einer Studie (Boeing) zum Bau einer Raumstation mit einer grossen Zahl von Solarzellen, die Sonnenenergie in Elektrizität umwandeln. Die elektrische Energie sollte in Form von Mikrowellen zur Erde gelangen. Die Struktur hätte die Ausmasse einer Kleinstadt.

© 2011 Space Studies Institute (<http://ssi.org/space-art/ssi-sample-slides/>).

Creative Commons Attribution 3.0 United States License <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>).

Inhaltsverzeichnis – Table des matières

Editorial	2
Wolfgang Lienemann	
<hr/>	
Ingenieurwissenschaften	
Les sciences de l'ingénieur	
Konstanten und Veränderungen in der Ingenieur-Ausbildung	4
Lino Guzzella	
Quels ingénieurs pour la Suisse de demain?	7
Dominique Bonvin Michel Bonvin	
Ingenieur-Ausbildung an der ETH Zürich	15
Mario Foppa	
Materialwissenschaft – Ingenieur- und Naturwissenschaft	19
Mario Foppa	
Zur Geschichte der Ingenieurbildung an den Fachhochschulen der Schweiz	22
Robert Ruprecht	
Ingenieur-Nachwuchsförderung – es braucht Ausdauer	31
Andrea Leu Lea Hasler	
Engineering – Technology – Responsibility. Anmerkungen zur Ingenieurethik	36
Frank Mathwig	
Kompetenzorientierung an Hochschulen im Kontext aktueller technologiestützter Lehr- und Lernmethoden	43
Per Bergamin Andreas Hediger	
<hr/>	
Mitteilung an unsere Mitglieder/ Information pour nos membres	35
<hr/>	
Stellenausschreibungen/Postes à pourvoir	ii, 14, 30, 53–55, iii

Editorial



Wolfgang Lienemann

Ingenieurwissenschaften in der Schweiz – eine Erfolgsgeschichte. Die Beiträge dieses Heftes stellen nicht ein Fach, sondern eine breite Palette von Fächern vor, die vor allem an den beiden eidgenössischen Hochschulen ETH Zürich und EPF Lausanne und an den zahlreichen Fachhochschulen der Schweiz unterrichtet werden. Ein differenziertes Schulwesen auf allen Stufen und das duale Ausbildungssystem sind Basis und Rahmen dieser ingenieurwissenschaftlichen «Landschaft». Deren relative Kleinräumigkeit und Übersichtlichkeit erleichtert es zudem den Akteuren, eng und flexibel zu kooperieren und jederzeit für innovative Impulse offen zu sein.

Das vorliegende Heft kann naturgemäss nur einige Ausschnitte eines komplexen Bildes beleuchten. Die ursprünglichen Ziele für diese Ausgabe des Bulletins waren:

1. Basisinformationen

- Grundinformationen: Voraussetzungen des Studiums, Übersicht über ingenieurwissenschaftliche Fächer und Studiengänge, Aufbau des Studiums, grundlegende Gemeinsamkeiten der Ingenieurwissenschaften.
- Übergänge Schulen – Hochschulen – Fachhochschulen: Wie gewinnt man den geeigneten Nachwuchs für die Ingenieurwissenschaften?
- Ausbildung zum Ingenieur in der Schweiz heute: Welche Studiengänge bestehen an den ETHZ/EPFL und den Fachhochschulen? Wie erfolgen in den Ingenieurwissenschaften Akkreditierungen und Qualitätssicherung?
- Welche Institutionen im Umfeld der Studiengänge und Berufsfelder spielen welche wichtigen Rollen für die Ingenieurwissenschaften (z.B. Eidgenössische Fachhochschulkommission)?

2. Exemplarische Fächer in ihrer Komplexität und Herausforderung

- Es sollte versucht werden, ein oder mehrere exemplarische Fächer der Ingenieurwissenschaften heute und vor 50 Jahren darzustellen (welche Fächer sind besonders interessant im Blick auf die Veränderungen?)
- Wie ist das Verhältnis der Ingenieurwissenschaften zur Grundlagenforschung (Beispiele aus Molekularbiologie und Biotechnologie/biomedical engineering)
- Wie ist das Verhältnis von Grundlagenfächern (Mathematik, Physik, Chemie) und «angewandten» Disziplinen, am Beispiel von ein oder zwei Studiengängen?

3. Berufe und Karrieren

- Berufsfelder, Berufschancen, Karrieren; abhängig Beschäftigte und selbständige Ingenieure
- Ingenieurwissenschaften aus der Sicht «der Praxis»

Die Behandlung dieser Fragen verteilt sich im vorliegenden Heft auf die verschiedenen Beiträge mit ihren unterschiedlichen Perspektiven. Zu einigen ursprünglich vorgesehenen Themen ist es nicht gelungen, kompetente Beiträge zu erhalten (Akkreditierung/Qualitätssicherung, Verhältnis der theoretischen Grundlagenfächer zu angewandten Disziplinen in einem Curriculum, Erwartungen und Erfahrungen aus der Praxis). Auch fehlt eine exemplarische Darstellung der Entwicklung in einem bestimmten Fach der Ingenieurwissenschaften. So könnte es für unsere Leserinnen und Leser sowie für eine breitere politische Öffentlichkeit beispielsweise interessant sein, wie die relativ jungen Umweltwissenschaften im Blick auf die Ingenieur-Ausbildung sich entfaltet haben.

Mir sind folgende Besonderheiten der Ingenieur-Ausbildung in der Schweiz aufgefallen, in den Korrespondenzen mit den Autorinnen und Autoren eindrucksvoll geworden und aus Internet-Recherchen zu den verschiedenen Institutionen, die auf diesem Feld tätig sind¹, wichtig geworden:

- In allen Studiengängen der Ingenieurwissenschaften wird heutzutage darauf geachtet, dass die mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundlagen in hohem Masse vermittelt werden, dass die Studierenden in forschungs- und projektbezogenen Gruppen arbeiten, dass sie solide praktische Erfahrungen machen

¹ Alle der in diesem Heft vertretenen Institutionen und Personen verfügen über eine gut organisierte Internet-Präsenz, die ich hier nicht nachweisen muss. Wer also Informationen über einzelne Studiengänge, Voraussetzungen, Beratungsangebote und Berufsfelder sucht, möge sich dieser reich fließenden Informationsquellen bedienen. Die Autorinnen und Autoren dieses Heftes waren ausdrücklich gebeten worden, solche allgemein zugänglichen facts and figures hier nicht zu reproduzieren.

(Praktika und Abschlussarbeiten in Zusammenarbeit mit Unternehmen), und dass sie gleichsam immer wieder angehalten werden, über den Tellerrand der reinen fachlichen Ausbildung hinauszublicken.

- Ingenieur-Ausbildung in der Schweiz ist eng mit den Strukturen der hiesigen meist kleineren und mittleren Industrie, aber auch mit den «Grossen», besonders im medizinisch-pharmakologischen Bereich verbunden.
- Die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte zeichnen sich u.a. aus durch eine steigende Komplexität der Ausbildungsgegenstände und -ziele, gestiegene Anforderungen bezüglich Informatik, interdisziplinäre Vernetzung und Einheit von Grundlagenforschung und «angewandten» Ausbildungsbereichen.
- Systematisch gefördert wird Sensibilität für die individuell und gemeinsam zu verantwortenden Voraussetzungen und Folgen wissenschaftlicher Forschung und praktischer Ausbildung. Ein wichtiger Ausdruck dessen sind die human- und sozialwissenschaftlichen Studienanteile, wie sie insbesondere auch an den eidgenössischen Hochschulen gepflegt werden.
- Die sprachliche Qualifikation wird sehr ernst genommen, sowohl im Blick auf die Entwicklung der individuellen sprachlichen Ausdrucksfähigkeit als auch der Mehrsprachigkeit (die Master-Kurse an ETHZ und EPFL werden immer mehr auf Englisch geführt).
- Die beruflichen Aussichten der Absolventinnen und Absolventen der eidgenössischen Hochschulen und der Fachhochschulen auf den Arbeitsmärkten im In- und Ausland sind durchweg sehr gut. Es gibt sogar einen gravierenden Nachwuchsmangel, dem auf vielen Wegen mit zahlreichen Initiativen und Organisationen gegengesteuert wird.

Insgesamt besteht gemäss den meisten Erhebungen und Statistiken in der Schweiz – wie auch in Deutschland² – in der näheren Zukunft durchaus ein Mangel an hochqualifizierten Fachleuten im naturwissenschaftlichen und technischen Bereich.³ Arbeitsplatzsicherheit und ein relativ hohes Lohnniveau mit erheblichen Aufstiegschancen bieten grosse Anreize für den Nachwuchs. Auslandserfahrungen in Studien und Praktika verbessern überdies die individuellen Karriereperspektiven. Umso wichtiger erscheint mir, dass die angehenden Ingenieurinnen und Ingenieure Gelegenheit im Studium und darüber hinaus finden, auch ihre besondere persönliche und gesellschaftliche Verantwortung in diesen weit gefächerten Berufsfeldern wahrzunehmen und zu reflektieren. «Ingenieur als Beruf» ist eben nicht bloss eine fundierte naturwissenschaftliche und technische Kompetenz, sondern sollte auch die Fähigkeit und Bereitschaft einschließen, selbst- und gesellschaftskritisch nach den Voraussetzungen und Folgen dieser Wissenschaften und Berufstätigkeiten zu fragen.⁴ Auch dazu möchte dieses Heft einen Beitrag leisten.

Am Ende dieses Heftes bringen wir einen thematisch anders ausgerichteten Beitrag zu neuen Lehr- und Lern-techniken, mit dem unsere Leserinnen und Leser über neue Entwicklungen auf diesem Gebiet informiert werden. Es besteht die Absicht, diese Thematik künftig weiter zu verfolgen. ■

² Das «arbeitgebernahe» Institut der deutschen Wirtschaft (IW) erhebt halbjährlich die Zahl der fehlenden Arbeitskräfte im MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik); siehe <http://www.iwkoeln.de/de/suche?search.fulltext=MINT> (11.06.2013). Während im Jahr 2000 etwa 112'000 Personen ein solches Studium aufnahmen, waren es 2012 schon 190'000; vgl. Süddeutsche Zeitung Nr. 105, v. 7, Mai 2013, S. 20. Siehe auch die Beilage derselben Zeitung über Ingenieurberufe, Nr. 98, 27./28.04.2013. Natürlich sind alle Bedarfszahlen und -Hochrechnungen in diesem Bereich schwierig, u.a. dadurch, dass a) nicht vorausgesagt werden kann, in welchem Alter die aktuell berufstätigen Fachkräfte sich pensionieren lassen, und b) welche ausländischen Arbeitskräfte angeworben werden können.

³ Siehe dazu die Medienmitteilung des Bundesamtes für Statistik in Neuchâtel vom 10.01.2013, unten beim Beitrag von Hasler/Leu.

⁴ Siehe dazu die Beiträge in: Hans Lenk / Günter Ropohl (Hg.), Technik und Ethik, Stuttgart: Reclam 1987; Armin Grunwald, Ethik in der Technikgestaltung. Praktische Relevanz und Legitimation, Springer: Berlin 1999; Frank Mathwig, Technikethik – Ethiktechnik. Was leistet angewandte Ethik?, Stuttgart: Kohlhammer 2000; Barbara Skorupinski / Konrad Ott (Hg.), Ethik und Technikfolgenbschätzung, Basel usw.: Helbing & Lichtenhahn 2001.

Konstanten und Veränderungen in der Ingenieur-Ausbildung¹

Lino Guzzella*

Ingenieurinnen und Ingenieure bauen Strassen, Brücken und Chips, konstruieren Maschinen und neue Materialien, entwerfen neue Verfahren usw. Sie bringen für die Kommunikation, die Industrie und die Medizin neue Produkte, Systeme und Produktionsprozesse hervor, die unseren hohen Lebensstandard ermöglichen und weiterhin sichern. Unsere hoch technisierte Umgebung wurde zu einem wesentlichen Teil von Ingenieuren gebaut und gestaltet und das wird auch in Zukunft so bleiben.

1. Klassische und neue Ingenieur-Disziplinen

Die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren erfolgt in den klassischen Ingenieurdisziplinen wie Bauingenieurwissenschaften, Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Elektrotechnik. Diese klassischen Bezeichnungen dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, dass diese Wissenschaftsgebiete sich stets weiterentwickelt haben und weiter entwickeln werden (siehe Tabelle 1). Wesentliche und beschleunigende Kräfte

¹ Dieser Beitrag ist eine erweiterte Fassung des Artikels von Lino Guzzella, der am 30. Mai 2012 in der Sonderbeilage «Weiterbildung und Karriere» der Neuen Zürcher Zeitung erschienen ist.

* Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Rektorat
Rämistrasse 101, HG F 61, 8092 Zürich.

E-mail: lino.guzzella@sl.ethz.ch
<http://www.sl.ethz.ch/about/organisation/rektor>

Lino Guzzella, Dr. sc., ist seit 1999 ordentlicher Professor für Thermodynamik und seit dem 1. August 2012 zudem Rektor der ETH Zürich. Geboren am 13. Oktober 1957 in Zürich, Studium an der Abteilung für Maschineningenieurwesen (heute Departement für Maschinenbau und Verfahrenstechnik) der ETH Zürich. Promotion 1986, anschliessend in der Konzernforschung der Firma Sulzer in Winterthur. Assistenzprofessor an der ETH Zürich, danach Leitung der Entwicklungsabteilung für Mechatronik der Firma Hilti in Schaan. 1993 als Assistenzprofessor ans Departement für Maschinenbau und Verfahrenstechnik der ETH Zürich berufen. Von Mitte 2003 bis Mitte 2004 «Honda Visiting Professor» an der Ohio State University in Columbus (OH).
Forschungsschwerpunkte: Neue Ansätze in der Systemdynamik und in der Regelung von Energiewandlungssystemen, Systemmodellierung, die dynamische Optimierung und die Reduktion des Verbrauchs und der Schadstoffemissionen von Antriebssystemen.
Ehrungen und Preise: IEEE Industry Award for Excellence in Translational Control Research, IEEE Control Systems Magazine Outstanding Paper Award, SAE Arch T. Colwell Merit Award, Ralph R. Teeter Educational Award, IMechE Thomas Hawksley Medal, Crompton Lancaster Medal, Energy Globe Award, Goldene Eule 2011.
Über 100 Forschungsartikel in Zeitschriften, zwei Bücher (Introduction to Modeling and Control of IC Engine Systems, Springer Verlag, 2. ed. 2010; Vehicle Propulsion Systems - Modeling and Optimization, Springer Verlag, 3. ed. 2013). Fellow der IFAC und der IEEE und Mitglied der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften.

sind die rasante Ausweitung der Rechenkapazität von Computern sowie die Anwendung mathematischer Methoden und rechnergestützter Verfahren für die Modellentwicklung und Simulation. Da die angehenden Ingenieure an der EPF Lausanne und der ETH Zürich forschungsnah ausgebildet werden, hält die Ausbildung Schritt mit diesen Entwicklungen.

Problemstellungen der Gesellschaft und Wirtschaft sowie neue Entwicklungen der Forschung halten sich aber nur bedingt an die gewachsenen Strukturen der Hochschulen. Neue Disziplinen können sich aus bestehenden heraus entwickeln, wie die Informatik, oder sie können zwischen den Disziplinen entstehen, wie die Materialwissenschaft oder die biomedizinische Technik. So sind zu den klassischen Ingenieurwissenschaften eine ganze Reihe neuer Disziplinen hinzugekommen und zu den klassischen Ingenieur-Studiengängen eine ganze Reihe neuer Studiengänge. Zu dieser Dynamik hat die Bologna-Reform zusätzlich beigetragen, die das bisherige Diplom-Studium durch das gestufte Bachelor-/Master-Studium abgelöst hat. Insbesondere auf der Masterstufe hat sich das Studienangebot aufgefächert.

Weniger augenfällig, aber nicht weniger wichtig sind Änderungen innerhalb des Ingenieurstudiums. Die Modularisierung des Studiums hat den Studierenden mehr Wahlmöglichkeiten gebracht; so können sie innerhalb desselben Fachs zwischen verschiedenen Vertiefungen wählen und so ihr Ausbildungsprofil selber mitgestalten.

2. Homo faber –

ein unvollständiges Konzept vom Ingenieur

Was muss ein angehender Ingenieur oder eine angehende Ingenieurin von seiner oder ihrer Ausbildung mitbringen. Was macht «den Ingenieur» aus? Was sind das für Leute? Max Frisch prägte in der Mitte des letzten Jahrhunderts das Bild des «Homo faber». Der Protagonist eines seiner Hauptwerke, Walter Faber, ist ein Ingenieur mit einer streng rationalen, technisch orientierten Weltanschauung, der den Sonnenuntergang nicht betrachtet, sondern fotografiert. In dieses geordnete Leben bricht die Welt in Form von Zufall und verdrängter Vergangenheit ein. Mit «ratio» allein lässt sich die Lebensaufgabe nicht bewältigen. «Prima di essere ingegneri vuoi siete uomini» mahnte Francesco de Sanctis schon vor 150 Jahren seine Studenten am damaligen «Poly», und

Tabelle 1: Die Ingenieurstudiengänge der ETH Zürich vor 25 Jahren und heute

1988 6 Diplomstudiengänge	2013 8 Bachelorstudiengänge	17 Masterstudiengänge
Bauingenieurwesen	Bauingenieurwissenschaften	Bauingenieurwissenschaften
	Umweltingenieurwissenschaften	Umweltingenieurwissenschaften
Kulturtechnik und Vermessung	Geomatik und Planung	Geomatik Raumentwicklung und Infrastruktursysteme
Maschineningenieurwesen	Maschineningenieurwissenschaften	Maschineningenieurwissenschaften Verfahreningenieurwissenschaften Mikro- und Nanosysteme Nuclear Engineering Robotics, Systems and Control
Elektrotechnik	Elektrotechnik und Informationstechnologie	Elektrotechnik und Informationstechnologie Biomedical Engineering Energy Science and Technology Neural Systems and Computation
	Biotechnologie	Biotechnologie
Informatik	Informatik	Informatik Computational Biology and Bioinformatics
Werkstoffe	Materialwissenschaft	Materialwissenschaft

die sich daraus ableitenden Konsequenzen für die Ingenieur-Ausbildung und den Ingenieur-Beruf sind heute wichtiger denn je.

3. Wissen

Wie werden die Ingenieurinnen und Ingenieure heute ausgebildet, damit sie die Welt auch in Zukunft gestalten können? Sie werden sich zuerst einmal die von ihren Vorgängern erarbeiteten Grundlagen aneignen müssen. Das ist eine doppelt schwierige Aufgabe, weil erstens mittlerweile sehr viel Wissen vorhanden ist und zweitens der relevante Teil dieses Schatzes nicht immer einfach vom obsoleten zu unterscheiden ist. Ohne eine fundierte Grundausbildung in Mathematik und Ingenieurphysik und ohne die Kenntnis der wichtigsten Analyse- und Synthesemethoden sind aber heute und in Zukunft keine echten Beiträge zur Weiterentwicklung der Technik möglich. Leider gibt es keinen Königsweg zu dieser Zwischenetappe. Auch im Zeitalter von Wikipedia und Google müssen sich angehende Ingenieure die wichtigsten Sätze der Mathematik und die zentralen Gesetze der Natur hart erarbeiten, verstehen und anwenden lernen. Diese Herausforderung des Ingenieurstudiums hat aber durchaus auch ihre guten Seiten und ist für viele junge Menschen eine Motivation, diese Fachrichtung zu wählen, erlaubt sie doch zu zeigen, was man «so auf dem Kasten hat». Zudem ist dieser Aufwand eine sichere Investition; denn die Resultate der Mathematik sind wahr und die Gesetze der Natur unveränderlich.

4. Werthaltungen/Kompetenzen

Dieses Wissen reicht aber bei weitem nicht aus. Die folgenden Kompetenzen sind für Ingenieure ebenso unverzichtbar:

Die Fähigkeit, eigene Erkenntnisse und Gedanken anderen Personen zu vermitteln: Ingenieure müssen in der Lage sein klar, präzise und prägnant zu kommunizieren – und das mindestens in Englisch und der eigenen Muttersprache. Erschwerend – und inspirierend – kommt dazu, dass sie oft mit nicht technisch ausgebildeten Dialogpartnern zu tun haben. Da zudem komplexe technische Probleme nur noch durch mehrere Personen gelöst werden können, ist die Fähigkeit, zuzuhören und mit kulturellen Unterschieden umgehen zu können, von grosser Bedeutung.

Die Fähigkeit, positiv kritisch mit fremden und eigenen Ideen und Vorschlägen umzugehen: Ingenieure müssen grundsätzlich kritisch eingestellt sein, sie dürfen dabei aber nicht in die «Not invented here»-Falle tappen und alle fremden Ideen grundsätzlich abwerten. Gleichzeitig dürfen sie nicht selbstverliebt mit den eigenen Ideen umgehen. Ingenieure dürfen niemandem trauen, besonders sich selbst nicht, gleichzeitig müssen sie aber offen und neugierig sein; keine einfache Kombination.

Die Fähigkeit, mit Nachbardisziplinen konstruktiv zusammenzuarbeiten: Dies geht natürlich nur, wenn man selbst über ein eigenes tiefes Fachfundament

verfügt. Offenheit für die Denkweise und Sprache der Nachbardisziplin ist nötig. Früher verworfene Ideen können im Lichte neuester Entwicklungen in anderen Gebieten plötzlich realisierbar werden. Ja, man kann sogar behaupten, dass die grossen Durchbrüche immer mehr an den Schnittstellen der Disziplinen entstehen werden.

Verantwortung: Ingenieure tragen mit ihren Produkten und Systemen eine grosse Verantwortung gegenüber der Gesellschaft und der Umwelt. Falls es so etwas wie eine wertfreie Wissenschaft gibt, so ist dies bei der Technik sicher nicht mehr der Fall. Die Abschätzung der Folgen einer Produktentwicklung (Energie- und Materialverbrauch, CO₂- und Schadstoffausstoss, Gefährdungspotenzial etc.) ist eine der zentralen Fragestellungen des Ingenieuralltags. Sinnvoll ist eine Neuentwicklung nur, wenn gravierende negative Konsequenzen vermieden werden. Hier müssen Ingenieure den Mut und das Selbstbewusstsein aufbringen, um trotz ökonomischer oder egozentrischer Pressionen ihren Kernauftrag zu erfüllen.

Und dann vielleicht das Wichtigste: die Kreativität, um noch nie untersuchte Ansätze zu entwickeln und zu realisieren. Die «sinnreiche Erfindung» («ingenium») bildet das Herzstück der Ingenieur-tätigkeit. Sie kommt im spielerischen Umgang mit bestehenden Verfahren, Produkten, Theorien zustande. Die Einübung solcher kreativer Prozesse, die meist im Team erfolgen, muss Teil der Ausbildung sein. Der Ingenieur ist ein Homo ludens, ein spielender Mensch, ein Tüftler. Seine Erfindungen sollen aber «sinnreich» sein, d.h. marktfähige Produkte oder Systeme hervorbringen. Ein «happy engineering», bei dem technische Höchstleistung erbracht, dessen Produkte aber von niemandem gekauft werden, ist schon vielen (besonders schweizerischen) Firmen zum Verhängnis geworden.

5. Fertigkeiten

Besonders der letzte Punkt ist jungen Menschen nicht einfach zu vermitteln. Selbstverständlich ist es attraktiv, einen technischen Rekord zu brechen (der schnellste Computer, der Verbrennungsmotor mit dem höchsten Wirkungsgrad, die längste freitragende Brücke der Welt etc.), aber langfristig und nach-

haltig wird eine Firma nur erfolgreich sein, wenn ihre Produkte und Dienstleistungen so gut wie nötig und nicht so gut wie möglich sind. Und hiermit ist ein Kernpunkt des Ingenieurberufs angeschnitten, welcher ihn klar von Wissenschaftlern unterscheidet: die Ökonomie ist ein integraler Teil der Denkwelt der Ingenieure. Der Ingenieur der Zukunft ist also nicht nur ein Homo faber, ein schaffender Mensch, sondern auch ein Homo oeconomicus, der den Nutzen maximiert und auf veränderliche Restriktionen reagiert. Dieser Aspekt lässt sich, im Gegensatz zu den eingangs erwähnten Kenntnissen, nur sehr schwer vermitteln. Zudem ist die Zeit im Studium begrenzt und eine Verlängerung des Studiums ist weder sinnvoll noch machbar. Am besten werden deshalb die erwähnten «soft skills» im regulären Curriculum integriert und durch projektorientierte Lehrveranstaltungen, Praktika, Exkursionen etc. vertieft.

6. Homo faber, oeconomicus et ludens

Was unterscheidet den Ingenieur, die Ingenieurin von heute von Max Frischs Walter Faber? Es sind vor allem die oben skizzierten Werthaltungen und Fertigkeiten, die ihm ermöglichen, die Welt in ihrer Komplexität zu verstehen, die Probleme und Möglichkeiten zu sehen, neue Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln, Entscheidungen zu treffen und sie umzusetzen. Es ist ein weltoffener, positiv denkender Mensch, ein Homo faber, oeconomicus et ludens.

7. Ingenieur-Ausbildung – eine Investition

Die Ausbildung als Ingenieur oder Ingenieurin ist eine vielschichtige, aufwendige und intellektuell äusserst reizvolle Angelegenheit. Dieser lange Weg, der schon weit vor der Hochschule beginnt und nach der Hochschule noch lange nicht abgeschlossen ist, wird zum Glück von immer mehr jungen Menschen beschritten. Die Ausbildung einer nächsten hochkompetenten Generation von Ingenieuren ist für jede Gesellschaft eine hochprofitable, aber keine unbedeutende Investition. In Zeiten immer knapper werdender Ressourcen muss jede Gesellschaft Prioritäten setzen. Hohe Investitionen in eine erstklassige Ingenieur-Ausbildung sind nicht nur sinnvoll und lohnenswert, sondern auch Bedingung, wenn der wirtschaftliche und gesellschaftliche Erfolg eines Landes gesichert werden soll. ■

Quels ingénieurs pour la Suisse de demain?

Dominique Bonvin* et Michel Bonvin**

Cet article décrit l'évolution de la profession d'ingénieur de part le monde, et en Suisse en particulier. A partir de l'observation d'une société en mutation, on étudie les nouveaux défis qui se présentent à l'ingénieur et on en déduit l'impact sur le métier et la formation d'ingénieur. On aborde ensuite la relation entre la formation et le monde du travail et présente quelques actions concrètes propres à améliorer le recrutement et la formation de la prochaine génération d'ingénieurs.

1. Une société en mutation

La formation et le métier d'ingénieur sont bien établis, étant pour une large part hérités du 19^e siècle. Malgré de nombreux apports technologiques et adaptations pédagogiques, ils n'ont que peu évolué dans leur finalité à travers les siècles. L'ingénieur est resté la personne qui maîtrise la technologie de sa discipline et est capable de l'appliquer à bon escient pour améliorer les produits existants, développer de nouvelles solutions, et maîtriser de grands ouvrages et réalisations technologiques.

Avec une mondialisation poussée à outrance, les enjeux sociétaux sont nombreux et de taille. Ainsi, aux problèmes énergétiques et climatiques, aux besoins de mobilité qui croissent avec le niveau de vie, s'ajoutent l'augmentation des besoins en nourriture et en eau pour une population en forte croissance, la question de la gestion des déchets, etc. Ces enjeux nécessitent bien sûr une prise de conscience rapide de chacun, en particulier du monde politique, avec à la clé d'importants efforts de recherche. Cependant, le défi majeur sera d'ordre technologique pour développer à grande échelle des méthodes et procédés propres, efficaces et économiquement viables. On parle ici d'un développement technologique inégalé à ce jour si l'on veut être capable de maîtriser ces défis et laisser aux générations futures une planète tant soit peu vivable.

Un autre défi important du 21^e siècle est lié à la santé et aux progrès spectaculaires réalisés durant la dernière décennie au niveau de la biologie, du monde cellulaire et des neurosciences. Cette recherche va encore s'accélérer et susciter de nombreux développements technologiques dans le domaine biomédical, liés notamment aux apports de la simulation numérique, de l'imagerie et des microsystemes.

De plus, le travail de l'ingénieur a profondément changé avec l'essor des technologies de l'information.

Le calcul numérique s'y trouve simplifié et quasi sans limite. L'information, scientifique et non scientifique, est aisément disponible, si bien que le défi n'est plus désormais de trouver de l'information, mais de trouver la bonne information. Avec la montée en puissance de l'Internet, l'objectif n'est plus uniquement de savoir, mais bien d'avantage d'être capable d'utiliser ses connaissances. L'ingénieur du 21^e siècle ne se contente plus de piloter des technologies; son travail, beaucoup plus large, englobe des aspects techniques, économiques, environnementaux, humains, culturels et parfois même politiques. S'il doit être compétent dans sa discipline, l'ingénieur doit également être créatif, flexible et ouvert sur le monde qui l'entoure. De plus, il doit oser et entreprendre. Il est bien sûr impossible à une seule et même personne de réunir toutes ces compétences à un haut niveau de maîtrise. D'où la question sur la nature des compétences que l'ingénieur de demain devra maîtriser et surtout sur la façon de les acquérir et donc sur les objectifs même de sa formation.

Cet article a l'ambition d'approfondir cette réflexion en la focalisant sur trois séries de questions fondamentales pour la formation d'ingénieur¹:

– Quelles compétences pour l'ingénieur de demain?

¹ Questions abordées lors du colloque franco-brésilien «Quels ingénieurs pour le XXI^e siècle ? Quelles formations ?», Escola Politécnica Universidade de São Paulo, Brasil, 2009.

* Laboratoire d'Automatique, EPFL - Station 9, 1015 Lausanne.

E-Mail: dominique.bonvin@epfl.ch

<http://www.la.epfl.ch>

Dominique Bonvin, PhD, est professeur d'automatique à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Il y fut doyen de la formation bachelor-master de 2004 à 2011. Il est diplômé en génie chimique de l'ETH Zürich et a obtenu un PhD en automatique de l'Université de Californie à Santa Barbara. Il a travaillé dans le groupe Sandoz à Bâle avant de rejoindre l'ETH Zurich, puis l'EPFL en 1989.

** HES-SO Valais-Wallis, route du Rawyl 47, 1950 Sion.

E-mail: michel.bonvin@hevs.ch

<http://isi.hevs.ch>

Michel Bonvin, Dr. sc. nat., est professeur HES en systèmes énergétiques à la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO Valais-Wallis). Il y fut directeur de la formation de 2001 à 2007. Il est diplômé en physique de l'ETH Zürich, où il a aussi obtenu un PhD en physique des hautes énergies. Il a pratiqué de l'enseignement gymnasial avant de rejoindre l'Ecole d'ingénieurs du Valais en 1988, puis la HES-SO.

- Quelle formation pour l'ingénieur face à l'universalité et la diversité de la connaissance et des savoirs?
- Comment favoriser la préparation à l'emploi et l'insertion professionnelle des nouveaux diplômés?

2. Impact sur le métier d'ingénieur

Alors qu'au début du 20^e siècle, les ingénieurs formaient une élite scientifique à part, ils sont désormais devenus des professionnels polyvalents que l'on retrouve à tous les niveaux d'encadrement dans les entreprises. Le rôle de l'ingénieur est désormais de participer à la mise en œuvre d'un nouveau type de développement, plus axé sur le respect de contraintes dans le domaine de la protection de l'environnement et de la disponibilité des ressources naturelles que sur la croissance. Dans le futur, l'ingénieur devra agir dans un contexte encore plus international et compétitif qu'aujourd'hui. Quelles compétences devra donc posséder l'ingénieur de demain?

2.1. De solides bases scientifiques et une formation par projets

Il serait faux de croire qu'en accordant une place plus importante à des disciplines descriptives de type utilitaire l'on réponde aux exigences d'une formation large et équilibrée. En fait, ce sont les sciences fondamentales qui permettent le travail de base de l'ingénieur et qui lui donnent ses outils de travail. Les disciplines utilitaires vieillissent vite. Comme l'ingénieur de demain devra sans cesse s'adapter, se remettre en cause, il doit donc « apprendre à apprendre ». Pour cela, ses bases scientifiques l'aideront à naviguer entre les différentes disciplines et à adapter son activité professionnelle tout au long de sa carrière. Il convient donc de résister à la tentation de trop mettre l'accent sur le savoir-faire, la gestion et le management au détriment des sciences dures comme les mathématiques, la physique ou la biologie. L'importance des sciences de base ne doit en aucun cas diminuer, car elles sont la base du langage, du support méthodologique, du raisonnement et de l'analyse nécessaires au travail de l'ingénieur.

Comme il n'est pas possible de conserver de solides enseignements scientifiques de base et d'y adjoindre indéfiniment des enseignements nouveaux, c'est dans la forme que ces compétences transversales et multidisciplinaires seront introduites. Ainsi, l'apprentissage par projets, qui permet d'intégrer des aspects de travail de groupe, de recherche d'information et de gestion de projets, prendra une importance grandissante dans la formation des ingénieurs du futur.

2.2. Gérer le complexe et l'incertain

Les enjeux du 21^e siècle sont d'une telle complexité et d'une telle diversité que leur solution nécessite, au-delà des compétences techniques, des compétences environnementales, économiques, éthiques et humaines. Ces problèmes étant par nature difficiles à formuler et ne possédant pas de solution unique, l'ingénieur doit dépasser les réponses toutes faites et aborder les questions en collaborant avec des spécialistes d'autres domaines. Plus encore que d'autres acteurs, l'ingénieur est prisonnier du court terme, et parfois même de l'urgence. Il doit donc être capable de réagir très vite, et de s'adapter aussi au rythme rapide des changements technologiques. Mais il doit également inscrire son action dans une perspective à long terme et réfléchir à l'impact de son action sur les générations futures. Il doit donc naviguer entre ces deux exigences, en inventant et pratiquant un autre rapport au temps.

2.3. Culture de collaboration

Le temps où l'ingénieur opérait en solo est révolu. Désormais, il travaille en équipe à des projets d'envergure. Personne n'a tous les éléments en main, et c'est par un travail collaboratif que les progrès sont faits. A l'avenir, les ingénieurs spécialisés, les experts, resteront bien sûr nécessaires. Mais nous verrons émerger le chef d'orchestre, celui qui organise les projets, fédère les compétences, et anime les équipes. Les qualités demandées ne seront pas seulement celles « du chef qui sait », mais celles du « leader » qui fait grandir ses collaborateurs et les rend plus efficaces. Ce qui l'amènera à multiplier les échanges avec ses collaborateurs, mais aussi avec des acteurs d'autres domaines et d'autres cultures. Tout cela n'excluant évidemment ni la concurrence ni la compétition. Autant d'éléments qui exigent un comportement et des aptitudes spécifiques: sens du dialogue, respect d'autrui et capacité de communication. L'apprentissage de la relation aux autres, sous des formes très variées, s'inscrit ainsi comme une nécessité.

Le passage progressif vers la direction d'équipe est désormais l'évolution de carrière classique pour nombre d'ingénieurs. Ce qui est nouveau, c'est que l'ingénieur doit intégrer cette évolution de plus en plus tôt dans sa carrière. Il doit donc y être préparé dès l'école, par la formation, et se renforcer par une pratique progressive sur le terrain. C'est en s'intégrant dans des équipes pluridisciplinaires et en continuant sans cesse à apprendre, que l'ingénieur pourra faire face à toutes les remises en cause que ce siècle lui demandera. Il lui faudra être plus entrepreneur que salarié, plus innovateur que routinier!

La connaissance de langues nationales et étrangères, et notamment l'anglais, devient primordiale. Les études doivent permettre cet apprentissage linguistique et culturel, en favorisant au maximum la mobilité étudiante. Dans ce domaine, les progrès réalisés en Europe dans le cadre du programme Erasmus sont remarquables.

2.4. Un citoyen responsable et humaniste

L'ingénieur doit participer au débat public sur les finalités et les conséquences de son action. Il est une force de proposition et un acteur dans la vie de la cité. Il est le comptable des actions qu'il rend possibles et le responsable des problèmes qu'il soulève: il est donc souhaitable que l'ingénieur s'implique comme acteur politique.

Pas de vraie responsabilité ni d'attitude citoyenne sans compréhension de l'humain: la culture générale et l'éthique, longtemps négligées au détriment de l'apprentissage des technologies, effectuent ainsi une percée bienvenue dans la formation de l'ingénieur.

3. Impact sur la formation

3.1. Généralités

Pour faire face aux grands défis du 21^e siècle, l'ingénieur doit acquérir au cours de sa formation une culture scientifique et une vision large des problèmes:

- La culture scientifique, fondée sur un enseignement solide en mathématiques et en physique, représente la force des ingénieurs. Peut-être conviendrait-il d'y ajouter un minimum de connaissances en sciences de la vie et en sciences de l'environnement.
- La vision des problèmes doit s'inspirer des principes du développement durable. Il s'agit de voir large et de voir loin.

La présentation des programmes de formation est limitée ici aux deux formations d'ingénieur offertes par le système public helvétique et reconnues aussi bien en Suisse qu'à l'étranger. Les titres correspondant sont ceux d'ingénieur d'une école polytechnique fédérale (ingénieur EPF de l'ETH Zurich ou de l'EPF Lausanne) et d'ingénieur d'une haute école spécialisée (ingénieur HES).

La force du système de formation en Suisse, et notamment dans les domaines techniques et scientifiques, repose indéniablement sur la complémentarité qui existe entre les diverses formations (système dual de la formation professionnelle²). On distingue en effet la formation

d'ingénieur HES, qui se fonde sur le Certificat fédéral de capacité et la maturité professionnelle et est orientée vers la pratique; elle est ouverte sur l'innovation et le développement de nouveaux produits. D'autre part, la formation d'ingénieur EPF est plus abstraite tout en préservant un aspect pratique au travers de projets et de stages industriels. La complémentarité entre ces formations constitue le fer de lance des petites et moyennes entreprises (PME) en Suisse. Il convient de ne pas perdre cet atout, mais au contraire de le faire fructifier en le flexibilisant. Il existe des passerelles qui, moyennant un effort supplémentaire, permettent de changer de cursus de formation. Ces passerelles sont nécessaires et très utiles pour les étudiants qui, avec l'expérience, souhaitent profiler différemment leur formation. L'utilisation de ces passerelles doit bien évidemment rester l'exception, sous peine de dénaturer ces différentes filières de formation.

Les spécificités des formations EPF et HES sont disponibles sur les sites Web des différentes écoles. On aborde ici brièvement certaines particularités des formations à l'EPFL et à la HES-SO.

3.2. Formation EPFL

A l'EPFL³, l'étudiant choisit une discipline d'étude qui le mènera le plus souvent à un diplôme de master du même nom. Avec la participation de la Suisse au processus de Bologne et l'introduction de son système de crédits, les formations sont désormais divisées en deux cursus, un bachelor de trois ans suivi en général d'un master de deux ans. Ces années d'étude sont organisées de façon à orienter progressivement l'étudiant des sciences de base vers l'expertise professionnelle associée à la discipline étudiée:

- La première année est centrée autour des enseignements de mathématiques, physique, chimie, biologie et informatique. C'est une année difficile, présentant un taux d'échec élevé, mais qui permet aux étudiants qui la réussissent d'être confortés dans leur désir de devenir ingénieur.
- Le cycle bachelor de deuxième et troisième années se base fortement sur les acquis scientifiques de la première année pour introduire les bases de la discipline d'ingénieur.
- Le cycle master a la particularité d'offrir plusieurs orientations à l'intérieur d'une discipline, ce qui permet à l'étudiant de se former dans un domaine qui l'intéresse tout particulièrement. L'étudiant y acquiert les compétences métier et peut développer une vision recherche au travers de cours spécialisés et de projets d'étudiants. Le

² <http://www.sbfi.admin.ch/berufsbildung/01606/index.html?lang=fr>

³ <http://futuretudiant.epfl.ch>

dernier semestre est réservé au projet de master, lequel peut se réaliser aussi bien en milieu académique qu'industriel.

L'intérêt majeur de la séparation en deux cursus est la possibilité pour l'étudiant de faire un choix opportun, après trois années d'études, pour la suite de sa formation. Le diplôme de bachelor rend possible un changement, tant géographique que thématique. L'étudiant peut ainsi choisir de continuer ses études dans la même discipline mais dans une autre institution suisse ou étrangère. Ou il peut décider de s'orienter vers un master spécialisé, pour lequel il n'existe pas de bachelor correspondant, ou vers un master dans une autre discipline moyennant quelques cours de rattrapage.

Avec l'internationalisation des études et l'afflux d'étudiants étrangers, la question de langue d'enseignement s'est naturellement posée. L'EPFL a opté pour l'approche suivante: le bachelor, considéré comme «local», est enseigné en français, alors que le master, jugé «global», est enseigné en anglais. La transition n'a pas été aisée, mais la formule est maintenant bien en place et donne entière satisfaction, avec une valeur ajoutée évidente pour les étudiants: ils travaillent deux ans en anglais, langue indispensable pour l'exercice de leur profession!

Un système de formation doit pouvoir évoluer tout en restant en adéquation avec les objectifs de formation et le monde du travail. Pour cela, un élément important est l'approche «assurance qualité», laquelle est chapeautée en Suisse par l'Organe d'accréditation et d'assurance qualité des hautes écoles suisses (OAQ). Ensuite, un dialogue régulier existe avec le monde du travail et les employeurs potentiels. Finalement, l'Ecole a mis en place un système d'évaluation de l'enseignement à trois niveaux:

- une évaluation indicative de tous les cours en semaine 10 de chaque semestre, suivie d'une évaluation détaillée en fin de semestre pour les cours potentiellement en difficulté;
- une évaluation approfondie de tous les cours chaque cinq ans;
- une analyse régulière, basée sur l'intégration des nouveaux diplômés dans le monde du travail et sur l'adéquation de leur formation par rapport aux besoins du terrain.

La mobilité estudiantine représente un important élément d'ouverture linguistique et culturelle. Parmi les diplômés master de 2012, plus de la moitié ont effectué un séjour de mobilité, soit une année entière, la troisième année bachelor, soit un semestre

dans le cadre du projet de master, soit les deux. Cette mobilité dépasse largement le cadre européen et elle englobe à présent des universités de tous les continents, sur la base d'accords bilatéraux. Il suffit de parler avec les étudiants à leur retour pour vraiment saisir la portée culturelle et humaine de ces échanges. C'est souvent une étape qui modifiera profondément la suite de leur parcours d'étudiant et de professionnel!

Notons encore que la formation d'ingénieur à l'EPFL est aussi une formation par la recherche: les étudiants ont ainsi la possibilité, au travers de leurs projets de semestre et de master, d'être directement confrontés à des problèmes de recherche. En effet, les doctorants qui encadrent les étudiants pour ces projets proposent souvent comme thématique un élément particulier de leur recherche doctorale.

3.3. Formation HES-SO

La HES-SO^{4,5}, vise essentiellement à former des ingénieurs de niveau bachelor dont la formation est concrète et reste toujours proche de la pratique. Les trois années d'étude sont tout naturellement organisées de façon à présenter une progression qui va faciliter l'insertion professionnelle:

- La première année est centrée autour des enseignements de base (mathématiques, physique et informatique) accompagnées de quelques enseignements de type métier tels que mécanique, électricité, chimie, ainsi que de langues.
- La deuxième année est axée sur le renforcement des branches métiers.
- La troisième année est organisée de façon à offrir plusieurs profils (orientations), qui visent à préparer l'insertion professionnelle, ainsi que des bases d'économie et de gestion de projet. Les études se terminent par la réalisation d'un projet de diplôme individuel, qui est souvent proposé par les partenaires industriels de l'école.

Depuis quelques années, les meilleurs étudiants du niveau bachelor ont la possibilité de poursuivre vers un master HES, dont l'objectif est d'approfondir les connaissances qui ont été enseignées au niveau précédent. En Suisse occidentale, ces formations sont pour l'essentiel centralisées à Lausanne, à moins que des infrastructures particulières justifient une localisation différente.

Les études d'ingénieur HES, organisées sur trois ans, rendent les échanges internationaux difficiles. Le séjour à l'étranger est possible suivant deux formes:

⁴ <http://www.hes-so.ch>

⁵ <http://www.hevs.ch>

- Réalisation du projet de diplôme à l'étranger (un peu moins de 20% des étudiants profitent de cette possibilité).
- Fréquentation d'au moins une année d'étude (en général la dernière) dans une école étrangère partenaire: l'étudiant reçoit alors, pour la spécialisation qu'il a choisie, le diplôme de la HES-SO ainsi que celui de l'école partenaire.

En matière d'évaluation et d'assurance qualité, la pratique est conventionnelle et s'organise à trois niveaux. D'abord, une évaluation semestrielle de tous les enseignements par les étudiants, mais aussi par les professeurs qui sont sollicités pour donner officiellement leur bilan. Ensuite, annuellement, ce sont les experts externes, engagés pour accompagner et juger les projets de diplôme, qui s'expriment par exemple sur l'adéquation entre la formation et les attentes des milieux industriels. Enfin, tous les cinq ans, les anciens étudiants sont sollicités pour faire part de leurs expériences d'insertion professionnelle, mais aussi pour présenter leurs secteurs d'activités ou encore leurs conditions de travail.

3.4. Formations et titres

Le contenu et l'organisation des formations EPF et HES indiquent clairement que ces formations sont différentes. Le bachelor EPF est avant tout un diplôme de mobilité, tant géographique que thématique, permettant l'accès au master, qui lui est professionnalisant. A contrario, le bachelor HES mène directement à l'exercice de la profession. D'où une certaine confusion au niveau des titres de bachelor en Suisse, laquelle nécessite l'ajout du qualificatif EPF ou HES.

Notons qu'une autre ambiguïté existe au niveau des appellations universitaires «bachelor» et «master» de part le monde. En Suisse, un bachelor universitaire est un diplôme intermédiaire, non professionnalisant, alors qu'en Amérique du Nord, et par analogie dans de nombreux pays, le titre de bachelor couronne une formation universitaire de 4 ans menant à l'exercice professionnel. Il s'ensuit que, chez nous, un master universitaire est *nécessaire* dans la formation d'un ingénieur, alors que le master représente une formation complémentaire dans le monde anglo-saxon. Comme il eut été plus approprié, lors de la mise en place du processus de Bologne, d'éviter cette confusion en utilisant des appellations différentes, telles que «licence» et «diplôme», pour des produits différents. Cette distinction est d'autant plus importante que, comme indiqué plus haut, nous dirigeons vers un monde fortement globalisé!

3.5. Adapter la pédagogie

Afin de s'adapter aux nouvelles exigences du métier d'ingénieur, les écoles rénovent la formation, adaptent leurs cursus et proposent des innovations pédagogiques intéressantes.

L'heure est à l'ouverture progressive vers les disciplines du management et les sciences humaines et sociales. Mais, le débat reste ouvert sur la proportion à leur accorder dans le plan d'études, les chiffres variant de 10 à 30%. On voit également fleurir des doubles diplômes «d'ingénieur et de manager» proposés par deux institutions différentes, ou alors une double formation dans la même institution comme un bachelor en ingénierie suivi d'un master en management de la technologie.

Une deuxième adaptation concerne l'acquisition de connaissances plus pratiques sur la façon de mener un projet et de travailler en équipe. Plutôt que de proposer des cours théoriques sur le management, la collaboration ou la créativité, la tendance est d'intégrer ces éléments de savoir-faire comme la partie appliquée d'un cours disciplinaire existant. On préfère ainsi réduire le nombre de cours, lesquels disposent par contre de volumes horaires plus importants, permettant ainsi d'intégrer à la fois des éléments techniques et des aspects de savoir-être.

Une troisième innovation consiste à compléter les aspects théoriques avec l'introduction d'enseignements de type inductif. Ainsi, au lieu de prendre connaissance et d'appliquer une théorie, les étudiants partent de la réalité du terrain et résolvent un problème en remontant aux principes théoriques. Il en résulte un enseignement concret, adapté à la complexité et aux incertitudes d'une situation réelle. Une façon aussi de pousser les étudiants à imaginer des solutions inédites, de les faire sortir de leur zone de confort caractérisée par une attitude attentiste, voire passive.

L'EPFL enfin s'est mise récemment à surfer la vague des moocs (massive open online courses)⁶. Les moocs sont des cours en ligne, destinés d'abord à des étudiants sur place, mais ouverts également et gratuitement à toute la planète. Le premier cours de ce type à l'EPFL a attiré 53'440 étudiants, dont plus de 10'000 ont passé l'examen final. Reste à définir ce que sont les moocs. Vont-ils remplacer les cours ex cathedra ou sont-ils un complément de l'enseignement traditionnel? Ne sont-ils au final que de simples cours filmés, agrémentés d'une plateforme d'échange, ou appellent-ils une

⁶ <http://actualites.epfl.ch>, Flash EPFL no 05, 15 mai 2013

redéfinition plus ou moins radicale des approches pédagogiques? Une chose est certaine, au-delà de ces questions, ils représentent un potentiel énorme de formation à distance et ciblée de haut niveau, deux éléments importants dans la formation continue d'un ingénieur.

En résumé, les écoles adaptent la formation des ingénieurs aux besoins génériques de l'entreprise, sans se focaliser sur des aspects particuliers de telle ou telle société. La formation «sur mesure» reste du domaine de l'industrie car, ne l'oublions pas, la formation en école d'un ingénieur ne dure que trois à cinq ans, alors que la formation en industrie peut, elle, durer 40 ans! La première doit apporter des bases solides, sur lesquelles la formation en industrie et la formation continue pourront se construire.

4. Insertion professionnelle

4.1. Analyse des besoins

En Suisse, malgré la crise, les profils d'ingénieurs figurent parmi les plus demandés et les plus difficiles à recruter par les entreprises. D'autant que, ce qui est tout à fait naturel, nombre de jeunes diplômés s'orientent vers des activités différentes, telles le management ou la banque d'affaires: l'éventail des métiers auxquels ont accès nos diplômés s'élargit ainsi.

Les salaires et les perspectives d'emploi sont un facteur très important influant le choix des étudiants. Actuellement, si bon nombre d'ingénieurs bifurquent vers des postes dans le management et l'économie, c'est parce que les perspectives de carrière y semblent plus propices. C'est au monde industriel de donner un message clair en offrant aux ingénieurs de justes perspectives de carrières et de salaires dans leur domaine de prédilection.

L'analyse des besoins appartient aux employeurs. Nous constatons simplement que nos meilleurs étudiants reçoivent fréquemment des offres d'emploi spontanées, par exemple de la part de personnes de l'industrie qui participent à des défenses de projets de bachelor, de master ou de thèse: c'est l'exemple d'une plus-value que génère la connaissance mutuelle des milieux de la formation et de l'industrie! Mais les liens entre la formation et les besoins de l'industrie peuvent encore se renforcer par le dialogue et les échanges, par exemple au travers de forums où les industriels présentent leur société et dialoguent avec les étudiants, ou alors lors de stages et projets en industrie.

4.2. Préparation à l'emploi

L'insertion professionnelle demeure jusqu'ici le point fort des écoles d'ingénieurs. Grâce à la qualité de leur enseignement, leur notoriété, aux partenariats noués

avec les entreprises, aux nombreux stages effectués, il était en effet assez aisé pour le jeune ingénieur de décrocher son premier poste. Mais avec la crise qui a récemment fortement secoué l'économie mondiale, les jeunes diplômés doivent aujourd'hui faire preuve de beaucoup plus d'adaptabilité.

Le taux d'emploi des nouveaux diplômés de l'EPFL a fluctué entre 82% et 92% ces dix dernières années suivant les aléas de la conjoncture économique, ce qui peut être qualifié de bon, voire d'excellent, en comparaison nationale et internationale. Les emplois trouvés sont pour la majorité en bonne adéquation avec la formation. Par contre, le fait que 5 à 10% des nouveaux diplômés passent toujours «trop de temps» à trouver un premier emploi est une indication que la crise reste une menace sérieuse. Au travers des enquêtes, aucun profil type n'est apparu: s'y côtoient des gens brillants et très qualifiés comme des gens sans point fort particulier. Depuis quelques années, le nouveau Centre de carrière de l'EPFL⁷ apporte un appui complémentaire à l'ensemble des étudiants et jeunes diplômés. Il met sur pied un programme régulier de «Tables Rondes Industries» qui permettent aux étudiants de découvrir les branches et les activités vers lesquelles ils pourront se tourner une fois leur diplôme en poche. Pour chaque Table Ronde, plusieurs professionnels (dont d'anciens diplômés de l'EPFL) viennent présenter leur parcours et les possibilités de carrière dans leurs industries respectives. Des forums semblables, réunissant étudiants et industriels existent aussi à la HES-SO et connaissent un vif succès si l'on en juge, tant par le nombre d'entreprises qui y participent, que par la qualité des contacts qui y sont établis.

Les récentes statistiques et enquêtes montrent qu'un nombre toujours plus élevé de diplômés sont engagés par des PME et des start-ups. Un défi pour les EPF et les HES est donc d'apporter, en plus des bases scientifiques et techniques, des connaissances en gestion de projets et en entrepreneuriat pour que ces jeunes ingénieurs puissent être rapidement opérationnels dans ces entreprises également. Il est intéressant de constater que les nouveaux diplômés commencent à percevoir l'importance de compétences en management et en gestion de situation, surtout au sein de petites unités où un nombre très restreint de personnes partagent l'ensemble des tâches et des responsabilités.

5. Quelques actions concrètes

On aborde ici la question de la sensibilisation des jeunes pour les études scientifiques et techniques, les

⁷ <http://carriere.epfl.ch>

possibilités de les orienter en fonction de leurs compétences et aspirations, ainsi que l'intégration des nouveaux étudiants en première année d'école d'ingénieurs.

5.1. Sensibilisation des jeunes

La sensibilisation de la jeunesse pour les sciences et la technique mérite une attention toute particulière en Suisse. Nous avons besoin d'un projet cohérent au niveau national qui soit attractif pour les jeunes de 13 à 16 ans, avec notamment des ateliers pratiques motivants et des événements publics. A ce titre, l'Académie suisse des sciences techniques offre des TecDays et TecNights dont le but est la promotion et la compréhension de la technique et la stimulation de la curiosité face aux formations scientifiques et techniques⁸. Un autre exemple est l'association NaTech Education dont l'objectif est la promotion des sciences et de la technologie dans le concept de formation suisse, en particulier au niveau des écoles primaires et secondaires⁹. S'il est utile de parler des perspectives d'emploi dans ces domaines, il serait judicieux d'aborder également les aspects salariaux du métier d'ingénieur, car les jeunes se montrent très pragmatiques à ce sujet et donc souvent peu enclins à entamer des études difficiles avec des perspectives salariales pas toujours alléchantes a priori.

Promouvoir la participation des jeunes filles dans le domaine des sciences et de la technologie est un objectif avoué de nombreux organismes¹⁰. Des actions ciblées sont nécessaires, et il importe que ces actions interviennent suffisamment tôt dans la scolarité afin d'orienter les choix futurs. A titre d'exemple, mentionnons la proposition que des femmes ingénieures reçoivent dans leur cadre de travail de jeunes gymnasiennes pour un stage de courte durée.

Finalement, il nous paraît opportun de faire entrer le «génie technique» dans les gymnases. La science s'y trouve souvent réduite aux sciences dures et abstraites, pas toujours très motivantes pour les jeunes. Or la technique peut être «belle», créative, géniale au sens propre du terme! Il faut pour cela:

- Vaincre la peur des enseignants qui ne sont pas des techniciens et qui craignent de perdre la face si l'expérience ne marche pas.
- Les convaincre de la valeur du génie technique dans une formation généraliste. Un tel enseignement peut être riche et ne doit pas nécessairement correspondre à celui des écoles professionnelles.

5.2. Orientation professionnelle

Pour ce qui est de la formation des ingénieurs HES, les problèmes d'orientation à l'entrée en milieu HES n'existent pas en soi, puisque la formation se présente en principe comme le prolongement naturel de la formation antérieure, l'apprentissage.

La situation est tout autre pour ce qui est des EPF. La nouvelle maturité avait voulu ouvrir les études EPF à tous les cursus de maturité. Une enquête auprès des étudiants suisses entrant à l'EPFL montre qu'actuellement le profil des étudiants est encore plus marqué qu'avec l'ancienne maturité C! Plus de 65% ont pris l'option spécifique «physique et application des math» et plus de 70% viennent de «math renforcées». Le taux d'échec des étudiants n'ayant pas ce profil est, du reste, particulièrement élevé.

Pour motiver de jeunes gymnasiens, rien ne vaut une mise en contact avec de jeunes ingénieurs charismatiques auxquels ils peuvent s'identifier. Cela demande un effort d'organisation particulier pour les cantons et les associations faîtières. On peut aussi penser à d'autres actions comme le stand de démonstration mobile développé par l'ETH Zurich, qui permet d'illustrer, sur place et de manière vulgarisée, certains aspects pratiques d'une formation scientifique. Une autre mesure efficace consiste à renforcer le contact avec les enseignants en sciences dans les gymnases, par exemple en les invitant à passer du temps (plusieurs mois) dans un laboratoire universitaire et à interagir activement dans l'enseignement et le développement de matériel de cours avec les enseignants en place.

5.3. Intégration des nouveaux étudiants

Le passage du gymnase vers l'université, comme de l'apprentissage vers une HES, n'est pas aisé, en particulier dans le domaine scientifique qui nécessite un travail personnel soutenu. Il est donc nécessaire de bien encadrer ces nouveaux étudiants. Les inciter à entreprendre une formation supérieure est une chose, les former en leur donnant le maximum de chances de réussite en est une autre! De nombreuses mesures ont été mises en place à l'EPFL pour aider les étudiants de première année, notamment:

- Le cours PolyMaths¹¹, spécialement conçu pour les étudiants qui ont besoin de renforcer leurs connaissances en mathématiques et physique pour débiter à l'EPFL.
- La brochure «Savoir-faire en mathématiques», qui aide les futurs étudiants à se situer par rapport aux attentes en mathématiques en première année.

⁸ http://www.satw.ch/themen/jugend/index_FR

⁹ <http://www.natech-education.ch>

¹⁰ <http://egalite.epfl.ch>
<http://equality.hevs.ch>

¹¹ <http://cms.epfl.ch/polymaths>

- L'encadrement renforcé en mathématiques et en physique sous la forme de tutorat (groupe de six à dix étudiants travaillant tout un semestre encadré par un assistant-étudiant d'année supérieure).
- Le service de promotion de l'EPFL coordonne les actions avec les gymnases et, par exemple, discute avec eux de la performance de leurs anciens étudiants.
- Une accréditation des programmes de formation a suggéré de rapprocher davantage la formation de l'ingénieur du monde du travail en y introduisant notamment un stage obligatoire en industrie, un comité de formation englobant des représentants de l'industrie pour chaque section, et du travail sur les compétences non-techniques des étudiants. De plus, il a été proposé d'adapter les méthodes pédagogiques pour les rendre plus participatives.
- Le Centre de carrière¹² créé pour aider les étudiants à débiter et à gérer leur vie professionnelle.

¹² <http://carriere.epfl.ch>

Dans les HES, le problème du suivi est pratiquement résolu par le fait que l'enseignement est dispensé en petites classes (20–40 étudiants), lesquelles sont encore subdivisées en groupes plus petits pour des séances d'exercices, de travaux pratiques ou de projets.

En résumé

La profession d'ingénieur a été largement épargnée par la crise récente et est plus attractive que jamais. Cependant, les enjeux sociétaux fondamentaux du 21^e siècle nécessitent un profond changement dans l'exercice du métier d'ingénieur. Celui qui devait jusqu'ici prioritairement piloter des technologies établies devra désormais jouer le rôle de chef d'orchestre, pour organiser des projets complexes et gérer les compétences de nombreux acteurs de cultures fort différentes. Tout ceci implique une adaptation majeure de la formation des ingénieurs. Fort heureusement, nos EPF et HES sont bien préparées pour assumer cette transition. ■

Stellenausschreibung - Poste à pourvoir



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Professor of Architecture and Construction

The Department of Architecture (www.arch.ethz.ch) at ETH Zurich invites applications for the above-mentioned professorship.

The professorship conveys theoretical fundamentals as well as methodological and discipline-specific knowledge in the field of constructive design. Research shall advance the entire subject area. The professorship is geared towards the architect's scope of responsibilities, and towards building practice and the current state of development of building technology.

The new professor will supervise design courses in the second year of the bachelor programme. Taking into consideration the coinciding factors of production techniques, material properties, economics, and ecology, the tasks of constructive design will be addressed in lectures and seminars. A comprehensive, interdisciplinary, and sustainable understanding of architecture as part of the design process is to be taught. Like the teaching, the field of research encompasses issues of constructional practice as well as the development of architectural strategies that take into consideration the increasingly complex requirements placed upon the construction industry as well as the social demands for sustainable and energy-efficient construction. Transdisciplinary cooperative alliances shall be promoted in the process. Research experience is an advantage. The new professor will be expected to teach undergraduate level courses (German or English) and graduate level courses (English).

Candidates must be able to demonstrate a substantial architectural oeuvre. Further qualifications typically include a university degree, teaching experience, and expertise in construction technology as well as in designing and constructing buildings of high quality. Ideal candidates have a strong interest in participating in defining the course work and in further developing educational teaching models. They have leadership skills and, in a commitment to the Department's development, engage in their activities beyond the limits of their field.

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae, a list of publications, and a table of completed projects. The letter of application should be addressed to the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. The closing date for applications is 31 August 2013. ETH Zurich is an equal opportunity and family friendly employer and is further responsive to the needs of dual career couples. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply.

Ingenieur-Ausbildung an der ETH Zürich¹

Mario Foppa*

Unsere Gesellschaft stellt immer höhere Ansprüche an die Qualität der Wohn- und Arbeitsräume, der Verkehrssysteme und an die allgemeine Mobilität. Sie verlangt nach leistungsfähigeren Produkten und Produktionsprozessen. Andererseits werden lebenswichtige Ressourcen wie Boden, Wasser und Luft immer knapper und sind zunehmend gefährdet. Ingenieurinnen und Ingenieure aller Fachbereiche suchen in diesem Spannungsfeld nach technisch, ökonomisch und ökologisch ausgewogenen Lösungen für diese Forderungen und Probleme. Unser heutiger Lebensstandard wäre ohne die Ingenieurleistungen der Vergangenheit nicht denkbar und ohne die Ingenieurleistungen der Zukunft nicht haltbar.

1. Breites Angebot an Ingenieurstudiengängen

Ein Ingenieurstudium an der ETH Zürich vermittelt einerseits fundiertes akademisches Wissen und praktische Kenntnisse im gewählten Studienfach, andererseits aber auch Kompetenzen zu disziplinübergreifender Zusammenarbeit sowie gesellschaftsrelevante Schlüsselqualifikationen.

Den an Ingenieurwissenschaften interessierten Personen stehen heute an der ETH Zürich neun Bachelor-Studiengänge offen:

- Architektur
- Bauingenieurwissenschaften
- Umweltingenieurwissenschaften
- Geomatik und Planung
- Maschineningenieurwissenschaften
- Elektrotechnik und Informationstechnologie
- Informatik
- Biotechnologie
- Materialwissenschaft

2. Aufnahmebedingungen

Voraussetzung für die Aufnahme in ein Bachelor-Studium ist eine schweizerische gymnasiale Matur, ein gleichwertiger ausländischer Ausweis, die Passerellen-Prüfung oder der Abschluss einer vom Bund anerkannten Fachhochschule. Werden die genannten Bedingungen nicht erfüllt, kann eine Aufnahmeprüfung abgelegt werden. Inhaber fremdsprachiger ausländischer Ausweise müssen ein Sprachzertifikat für Deutsch gemäss Zulassungsverordnung vorlegen.

3. Strukturierte Bachelor-Studiengänge

Das Bachelor-Studium vermittelt vertiefte Kenntnisse in den Grundlagenfächern sowie das theoretische und

methodische Fundament des Fachs. Das erste Jahr, Basisjahr genannt, vermittelt die Grundlagen in Mathematik, in den studienrelevanten Naturwissenschaften (z.B. Physik, Chemie, Biologie) und in den Fundamenten des Studiengangs. Es wird mit der Basisprüfung abgeschlossen. In den nachfolgenden vier Semestern wird das theoretische und methodische Wissen des Studiengangs vertieft. Die Studierenden können mit Wahlfächern, Projektarbeiten und einer allfälligen abschliessenden Bachelor-Arbeit erste Schwerpunkte setzen.

Ab dem dritten Semester erfolgen die Leistungskontrollen hauptsächlich in Form von semesterweise durchgeführten Prüfungen – die teilweise in Prüfungsblöcken zusammengefasst werden –, eigenständigen schriftlichen Arbeiten und Referaten. Das Bachelor-Studium beginnt auf Deutsch. Im zweiten und dritten Studienjahr können ein Teil der Lehrveranstaltungen auf Englisch abgehalten werden.

Aufbau des Bachelor-Studiums



* ETH Zürich, Studienorientierung & Coaching,
Rämistrasse 101, 8092 Zürich.

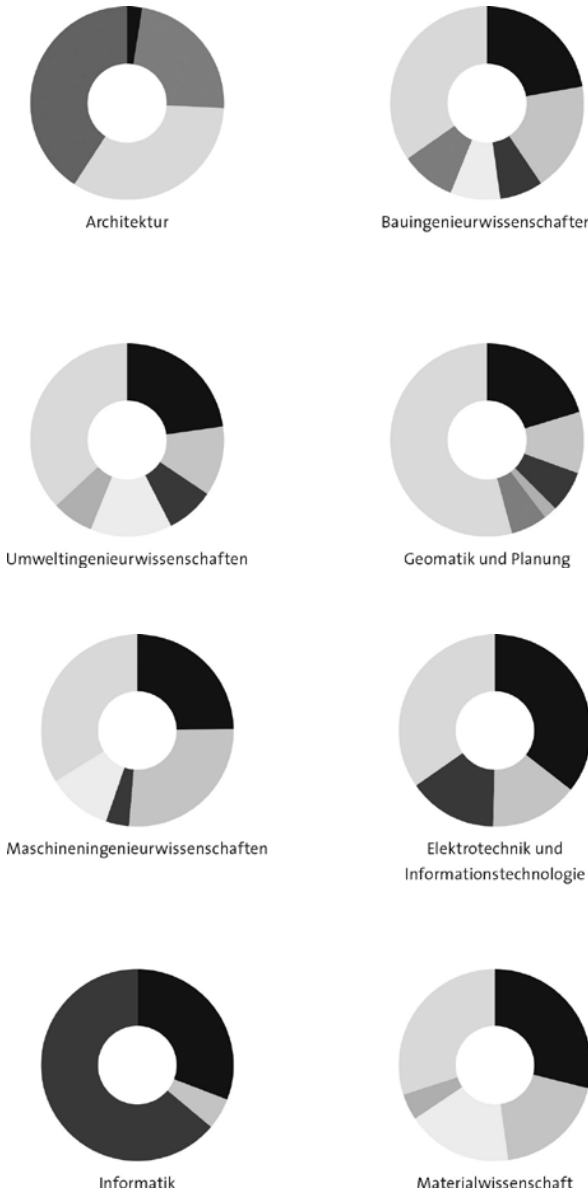
E-Mail: mario.foppa@soc.ethz.ch

<http://www.soc.ethz.ch>

Mario Foppa, Dipl. Ing. ETH, MAS Human Resources Management. Seit Mai 2010 Studienberater an der ETH Zürich im Bereich Studienorientierung & Coaching. Beratung von Studieninteressierten und Studierenden zu Studienwahl, Studienplanung, Neuorientierung und anderen Themen. 1987 – 1993 Studium Maschinenbau/Betriebs- und Produktionswissenschaften an der ETH Zürich. 1993 – 1999 Personalbereichsleiter und von 2000 – 2010 Leiter Aus- und Weiterbildung in einem Industrie-Unternehmen.

¹ Quelle: ETH Zürich, Dr. Martino Luginbühl, Studienorientierung & Coaching, Broschüre «Das Studienangebot», 2013

Fächerverteilung in den ersten zwei Studienjahren



Legende

- Mathematik
- Physik und Mechanik
- Informatik
- Chemie
- Biologie
- Geistes- und Sozialwissenschaften
- Studiengangspezifische Fächer
- Entwurf

Bauingenieurwissenschaften, Umweltingenieurwissenschaften sowie Geomatik und Planung sind durchwegs stark strukturierte Bachelor-Studiengänge. Erst im Master-Studium eröffnen sich grössere Wahlmöglichkeiten. Im ersten Jahr werden Grundlagenfächer wie Mathematik, Physik, Informatik und z.T. Chemie vermittelt, während die studiengangspezifischen

technischen Fächer ab dem zweiten Studienjahr akzentuiert werden. Im Architektur-Studium, ebenfalls ein stark strukturierter Bachelor-Studiengang, liegen die Grundlagen hingegen viel stärker beim künstlerischen Entwurf und den Geisteswissenschaften.

Die Studiengänge Maschineningenieurwissenschaften, Elektrotechnik und Informationstechnologie, Informatik sowie Materialwissenschaft zeichnen sich ebenfalls durch zwei stark strukturierte Studienjahre zu Beginn aus und, mit Ausnahme der Materialwissenschaft, einem dritten Bachelor-Jahr, das bereits eine grosse Gestaltungsfreiheit im Rahmen der vorgegebenen Vertiefungsfächer zulässt. Im ersten Jahr werden mit unterschiedlicher Gewichtung die Grundlagenfächer wie Mathematik, Physik, Informatik und Chemie vermittelt, während später die Basis für das Studienfach gelegt wird.

Der Bachelor-Studiengang Biotechnologie stellt eine Besonderheit dar. Die ersten beiden Jahre des Bachelor-Studiums werden vollständig in einem anderen Studiengang (z.B. Agrarwissenschaft, Biologie, Chemie, Materialwissenschaft, Umweltingenieurwissenschaften, o.a.) absolviert. Zum dritten Bachelor-Studienjahr erfolgt dann der Wechsel ans Departement Biosysteme in Basel.

4. Wahlfreiheit im Master-Studium

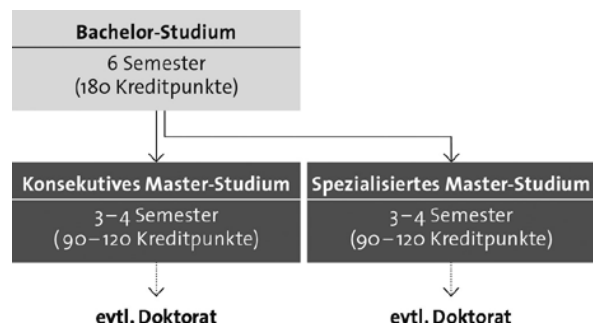
Das Master-Studium dient der Vertiefung und Spezialisierung innerhalb des Studienfachs. Es bietet die Möglichkeit, die Ausbildung in einem selbst bestimmten Themengebiet zu vertiefen. Nach dem zwei- bis dreisemestrigen Besuch von Vorlesungen und Praktika wird mit der abschliessenden Master-Arbeit eine erste selbständige Forschungsarbeit durchgeführt. Die Ausbildung wird in vielen Studiengängen durch ein mehrmonatiges Praktikum ausserhalb der ETH ergänzt. Um der wachsenden Internationalisierung der technischen und naturwissenschaftlichen Ausbildungs- und Berufswelt Rechnung zu tragen, werden die meisten Master-Studiengänge vollständig auf Englisch unterrichtet.

Aufbau des Masterstudiums



5. Wege zum Master-Abschluss

Die Studierenden haben die Wahl zwischen einem oder mehreren konsekutiven Master-Programmen und, in vielen Fällen, einem oder mehreren spezialisierten Master-Studiengängen. Die konsekutiven Master schliessen inhaltlich direkt an ein Bachelor-Programm an. Die spezialisierten Master konzentrieren sich auf ein Spezialthema, das interdisziplinär und mit internationalem Fokus unterrichtet wird.



In das konsekutive Master-Programm können ETH-Bachelor-Studierende ohne Auflagen übertreten. Die spezialisierten Master-Studiengänge stehen Absolventinnen und Absolventen mit hervorragenden Leistungen aus unterschiedlichen Bachelor-Studiengängen offen. Für diese spezialisierten Master gelten besondere Aufnahmebedingungen und die Anzahl der Studienplätze ist oft beschränkt.

Es ist auch möglich, sich für Master-Studiengänge zu bewerben, die reglementarisch nicht als Fortsetzung für den eigenen Bachelor-Studiengang vorgesehen sind. Der aufnehmende Studiengang nimmt eine individuelle Prüfung der Studienleistungen vor, trifft eine Entscheidung und legt allenfalls die Auflagen fest.

6. Fachwissen einordnen lernen

Zur Erweiterung der Allgemeinbildung besteht in jedem Bachelor- wie Master-Studium die Pflicht, zusätzlich Vorlesungen aus dem Angebot des Departementes Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften (D-GESS) zu besuchen. ETH-Studierende sollen nicht nur Spezialistinnen oder Spezialisten in ihrem Fach sein, sondern ihr Tun und Handeln auch in einer ethischen, kulturellen und gesellschaftlichen Dimension sehen. Die Studierenden lernen die Denkweise und die methodischen Ansätze anderer Disziplinen kennen und werden so zu einer ganzheitlichen Denkweise befähigt. Das Angebot des GESS-Pflichtwahlfachs umfasst über 100 Veranstaltungen aus allen Gebieten der Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften (Didaktik, Geschichte, Ökonomie, Pädagogik, Philosophie, Politikwissenschaft, Psychologie, Recht, Soziologie, Literatur und Kulturwissenschaft, u.a.).

7. Für einen guten Start

Der Studienbeginn an einer Universität ist ein wichtiges Ereignis. Mit Neugier, Zuversicht aber auch Respekt freuen sich die Studienanfängerinnen und Studienanfänger auf das Studium. Es ist schwierig, sich den Studienalltag vorzustellen. Ein guter und bewusst durchlaufener Studienwahlprozess und eine intensive persönliche Auseinandersetzung mit dem gewählten Studienfach unterstützen einen guten Start. Doch am ersten Tag betreten alle eine unbekannte Welt, in der vieles neu sein wird.

Der Grossteil der Studierenden der Ingenieurwissenschaften hat ihren Studiengang auch aus Freude an den naturwissenschaftlichen und mathematischen Fächern am Gymnasium gewählt. Viele sind aber überrascht, wie gross der Anteil Mathematik im Stundenplan des Basisjahres ist. Hoch ist das Tempo, mit dem der neue Stoff vermittelt wird. Während im Gymnasium das Wissen regelmässig geprüft wird, findet an der ETH Zürich die erste grosse Prüfung, die Basisprüfung, erst nach einem Jahr statt. Das ist ungewohnt und erschwert die Einschätzung des persönlichen Studienerfolgs in den ersten zwei Semestern. Die persönliche Lern- und Arbeitstechnik wird

Bachelor-Master-Übergänge im Bereich der Ingenieur-Studiengänge (vereinfachte Darstellung)

Bachelor-Studium / Master-Studium	Bachelor-Studium									
	Architektur	Bauingenieurwissenschaften	Umweltingenieurwissenschaften	Geomatik und Planung	Maschineningenieurwissenschaften	Elektrotechnik und Informationstechnologie	Informatik	Materialwissenschaft	Biotechnologie	
Architektur (K)	R									
Bauingenieurwissenschaften (K)		R								
Umweltingenieurwissenschaften (K)			R							
Geomatik (K)				R						
Raumentwicklung und Infrastruktursysteme (K)	R	R	R	R						
Maschineningenieurwissenschaften (K)					R					
Verfahrenstechnik (K)					R					
Elektrotechnik und Informationstechnologie (K)						R				
Informatik (K)							R			
Materialwissenschaft (K)								R		
Biotechnologie (K)									R	
Management, Technology and Economics (K/S)		Q	Q	Q	R	R	Q	Q	Q	Q
Applied Geophysics (S)		Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
Biomedizinische Technik (S)					Q	Q	Q	Q	Q	Q
Computational Biology and Bioinformatics (S)					Q	Q	Q	Q		
Energy Science and Technology (S)		Q	Q	Q	Q	Q	Q			
Medicinal and Industrial Pharmaceut. Sciences (S)										Q
Mikro- und Nanosysteme (S)					Q	Q				
Neural Systems and Computation (S)					Q	Q	Q	Q	Q	Q
Nuclear Engineering (S)					Q	Q	Q	Q		
Quantitative Finance (S)		Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	
Robotics, Systems and Control (S)					Q	Q	Q	Q		
Statistik (S)		Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q

K = konsekutives Master-Studium, S = spezialisiertes Master-Studium

R = Übertritt in konsekutives Master-Studium

Q = Übertritt in spezialisiertes Master-Studium nach speziellem Bewerbungs- und Auswahlverfahren

auf die Probe gestellt. Ohne unmittelbaren Prüfungsdruck regelmässig und selbständig zu lernen, ist gerade für Studierende, die das Gymnasium ohne Mühe absolviert haben, eine grosse Herausforderung.

Die ETH Zürich kennt die Bedeutung einer guten Studienwahl und eines gelungenen Studienanfangs für den Studienerfolg und bietet den Studienanfängerinnen und -anfängern beim Übertritt vom Gymnasium an die Hochschule durch den Bereich Studienorientierung & Coaching Unterstützung an. Studieninformationstage, Studienwochen und die Wanderausstellung *ETH unterwegs* informieren über das Studienangebot der ETH Zürich und geben ein lebendiges Bild der verschiedenen Studienrichtungen und Forschungsthemen. Die Studienberatung bietet einerseits die Möglichkeit, gesammelte Informationen zu in Frage kommenden Studiengängen zu komplettieren, zu ordnen und zu vergleichen. Andererseits ermöglicht sie durch die Auseinandersetzung mit den eigenen Interessen, Fähigkeiten, Wertvorstellungen und Entscheidungskriterien eine kritische Betrachtung der eigenen Studienwahl. Von Coaches organisierte Prestudy Events geben den neuen Studierenden die Möglichkeit, sich schnell zu orientieren, zukünftige Mitstudierende kennen zu lernen und Tipps aus erster Hand von Höhersemestrigen zu erhalten, damit der Start kein «Sprung ins kalte Wasser» wird. Einzelcoachings bieten Hilfe zur Selbsthilfe bei Lernschwierigkeiten, Motivationsproblemen, Druck und Stress sowie vielen anderen Themen. Zusätzlich organisieren auch die einzelnen Studiengänge zu Studienbeginn und im ersten Studienjahr Aktivitäten, die den Studierenden die erste Studienphase erleichtern.

8. Erfolgsfaktoren für ein ETH-Studium

Viele Faktoren beeinflussen den Studienerfolg. Einer der wichtigsten ist sicher eine ausgeprägte Motivation. Ist ein klar erkanntes Ausbildungsziel vorhanden, sind die Chancen für einen erfolgreichen Studienabschluss hoch. Wichtig an der ETH Zürich sind darüber hinaus nebst einer guten Allgemeinbildung und einem allgemeinen Interesse an naturwissenschaftlichen und technischen Fragen auch ein Flair für Mathematik, Physik, Chemie und Biologie. Systematisches und diszipliniertes Arbeiten, Teamfähigkeit und Selbständigkeit helfen den Stoff zu

lernen und Prüfungen vorzubereiten. Durchhaltevermögen, Beharrlichkeit und Optimismus sind hilfreich, wenn es mal nicht so rund läuft. Offenheit für Neues, Sicht fürs Ganze und vernetztes Denken zeichnen das Forscherherz aus. Immer wichtiger sind heute in der international vernetzten Forschungs- und Wirtschaftswelt gute Englischkenntnisse.

9. Aus- und Weiterbildung in einer sich schnell ändernden Arbeits- und Forschungswelt

Der Bachelor-Abschluss stellt im Verlauf des Studiums einen grossen Meilenstein dar. Das universitäre Bachelor-Diplom gilt in der Schweiz aber generell nicht als berufsbefähigend; das trifft auch auf die Ingenieurwissenschaften zu. Die weitergehende akademische Berufsbefähigung wird erst mit dem Erwerb eines Master-Titels erreicht.

In einer sich schnell ändernden Arbeits- und Forschungswelt kommt der persönlichen Weiterentwicklung während der ganzen beruflichen Karriere eine grosse Bedeutung zu. Das Zentrum für Weiterbildung der ETH Zürich bietet in Form von Master of Advanced Studies und Zertifikatslehrgängen ein ausgewähltes Angebot an Weiterbildungen für Ingenieurinnen und Ingenieure. Die in Bachelor- und Master-Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten ermöglichen den Ingenieurinnen und Ingenieuren aber auch, sich im Rahmen ihrer Berufstätigkeit selbstständig in neue Wissensgebiete einzuarbeiten.

10. Bestmögliche Chancen

Den Master-Absolventinnen und -Absolventen der Ingenieurwissenschaften eröffnet sich ein breites und internationales Betätigungsfeld. Ihnen stehen viele Einsatzmöglichkeiten offen. In der Privatwirtschaft oder bei öffentlichen Arbeitgebern, in Klein- oder Grossbetrieben, in Industrieunternehmen, in Architektur- und Bauingenieurbüros, in Beratungs- und in Dienstleistungsunternehmen sowie in Lehre und Forschung übernehmen sie anspruchsvolle Aufgaben.

Mit ihrem grossen und interdisziplinären Fach- und Methodenwissen entwickeln Ingenieurinnen und Ingenieure Lösungen für die Problemstellungen unserer Zeit und gestalten so verantwortungsbewusst unsere Zukunft. ■

Materialwissenschaft – Ingenieur- und Naturwissenschaft¹

Mario Foppa*

Die Materialwissenschaft umfasst Kenntnisse, Methoden und Verfahren aus verschiedenen Gebieten der Ingenieur- und Naturwissenschaften. Der Bachelor-Studiengang Materialwissenschaft der ETH Zürich trägt dem interdisziplinären Charakter des Faches Rechnung.

1. Materialien für unsere Zukunft

Neue Materialien entscheiden in allen modernen Industriezweigen und Anwendungsgebieten über Leistungsfähigkeit, Wirksamkeit, Qualität und Umweltverträglichkeit von Produkten und Verfahren. Sie haben einen grossen Einfluss auf unsere Lebensqualität. Ohne sie gäbe es kein Handy und keinen Computer, kein künstliches Hüftgelenk und keinen Hautersatz, kein Mountainbike und keinen Airbus. Materialwissenschaft steckt in den Fahrzeugen, mit denen wir reisen; in unseren modischen und funktionellen Kleidern; in elektronischen Geräten zu Hause und am Arbeitsplatz; in den Sportgeräten für unsere Freizeit; oder in der medizinischen Technik, die unser Leben erleichtert oder auch verlängert.

2. Komplexe und vielfältige Aufgaben

Materialien für Hightech-Anwendungen müssen den Anforderungen des Umweltschutzes genügen und kostengünstig und energiesparend produziert werden können. Sie müssen unter Umständen hohen Belastungen standhalten, flexibel sein, stromleitend oder stromisolierend. Das Verhalten eines Werkstoffs in Produktion und Einsatz wird durch das Zusammenspiel chemischer, physikalischer und eventuell sogar biologischer Faktoren bestimmt. Materialwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler stellen den Zusammenhang her zwischen der Mikrostruktur und dem Aufbau von Materialien einerseits und den makroskopischen Eigenschaften der daraus hergestellten Produkte andererseits. Sie überbrücken für ein atomistisches Verständnis von makroskopischen Materialeigenschaften Skalen und setzen das so gewonnene Verständnis für die Funktion von Werkstoffen mit dem Gespür für Integrationsmöglichkeiten in technologisch relevante Systeme kreativ und kritisch zum Wohle der Allgemeinheit ein. Erforschung, Entwicklung, Herstellung, Prüfung und Lebensdauerabschätzung sind nur einige Beispiele für Aufgabengebiete, in denen sie tätig sind. Sie arbeiten in Forschungs- und Entwicklungslabors, in der Produktion oder im technischen Marketing.

3. Breites Anforderungsprofil

Das vielfältige Aufgabengebiet verlangt von Materialwissenschaftlerinnen und Materialwissenschaftlern nicht nur eine naturwissenschaftlich fundierte Ausbildung, sondern auch Verständnis für verfahrenstechnische, ökonomische und ökologische Fragestellungen und deren Zusammenhänge.

Werkstoffe sind nie ein Endprodukt, sondern sie erfüllen eine Funktion innerhalb eines mehr oder minder komplexen Systems. Materialwissenschaftlerinnen und Materialwissenschaftler müssen daher in der Lage sein, ein breites Know-how über Eigenschaften und Verarbeitung von Werkstoffen verschiedenster Art in ein Entwicklungsteam einzubringen. Sie spielen damit typischerweise eine Mittlerrolle zwischen Naturwissenschaft und Technik. Dazu sind technische Kenntnisse über das jeweilige Einsatzgebiet der Werkstoffe ebenso Voraussetzung wie ein vertieftes Verständnis der Physik und Chemie kondensierter Materie. Ausserdem spielen wirtschaftliche Überlegungen bei der Werkstoffauswahl häufig eine zentrale Rolle.

Materialwissenschaftliche Probleme sprengen in der Regel die traditionellen Grenzen zwischen den Fachgebieten. Die Fähigkeit zur Zusammenarbeit mit Vertretern anderer Fachrichtungen ist für die Materialwissenschaftlerin und den Materialwissenschaftler von besonderer Bedeutung.

Aus diesen Gründen ist Interdisziplinarität des Denkens eines der wichtigsten Ausbildungsziele des Studiengangs Materialwissenschaft.

* ETH Zürich, Studienorientierung & Coaching,
Rämistrasse 101, 8092 Zürich.

E-Mail: mario.foppa@soc.ethz.ch

<http://www.soc.ethz.ch>

Mario Foppa, Dipl. Ing. ETH, MAS Human Resources Management. Seit Mai 2010 Studienberater an der ETH Zürich im Bereich Studienorientierung & Coaching. Beratung von Studieninteressierten und Studierenden zu Studienwahl, Studienplanung, Neuorientierung und anderen Themen. 1987 – 1993 Studium Maschinenbau/Betriebs- und Produktionswissenschaften an der ETH Zürich. 1993 – 1999 Personalbereichsleiter und von 2000 – 2010 Leiter Aus- und Weiterbildung in einem Industrie-Unternehmen.

¹ Quellen: ETH Zürich, Departement Materialwissenschaft, Wegleitung «Materialwissenschaft», August 2012.
ETH Zürich, Dr. Martino Luginbühl, Studienorientierung & Coaching, Broschüre «Das Studienangebot», 2013.

4. Interdisziplinäres Bachelor-Studium

In den ersten vier Semestern des Bachelor-Studiums werden die Grundlagen in den Gebieten Materialwissenschaft, Chemie, Physik, Mathematik und Biologie vermittelt. Die letzten beiden Semester sind der Vertiefung in materialwissenschaftlichen Fächern gewidmet.

Die Studiensprache im Bachelor-Studium ist in erster Linie Deutsch. Einzelne Lehrveranstaltungen und die zugehörigen Prüfungen werden in Englisch durchgeführt.

die Praxis zu übertragen. Die Studierenden erhalten durch ihre Mitarbeit in einem Industriebetrieb oder in einem Forschungsinstitut einen Einblick in Materialeigenschaften, in verschiedene Fertigungs- und Produktionsverfahren sowie in die Gestaltung von Produkten und deren Herstellung. Es soll das prozess- und kundenorientierte Denken gefördert, das Zusammenwirken von Mensch, Technik und Organisation unter wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten wie auch die Vielfalt des industriellen Alltags erlebt werden. Die Studierenden können erste Kontakte mit künftigen

Studienplan Bachelor-Studium Materialwissenschaft (Studienreglement 2012)

Studienjahr	Erstes	Zweites	Drittes
Materialwissenschaft	Einführung in die Materialwissenschaft Kristallographie	Materialwissenschaft I/II Grundlagen der Materialphysik A	Grundlagen der Materialphysik B Materialphysik Metalle I/II Polymere I/II Keramik I/II Verbundwerkstoffe Methoden der Materialcharakterisierung Molecular Tools to Design Materials for Biology and Medicine
Mathematik	Analysis I/II Lineare Algebra	Analysis III Stochastik Numerische Methoden Multilineare Algebra und ihre Anwendungen	
Naturwissenschaften	Chemie I/II Physik I Mechanik	Biologie I/II Physik II Analytische Chemie I Chemie IV	
Praktika und Seminare	Wissenschaftliches Arbeiten I/II Forschungslabor I/II Praktikum I/II	Praktikum III/IV Programmiertechniken in der Materialwissenschaft Projekte zur statistischen Thermodynamik	Praktikum V Simulationstechniken in der Materialwissenschaft Bachelor-Arbeit
Pflichtwahlfach GESS			
Industriepraktikum oder Forschungsprojekt (12 Wochen in der vorlesungsfreien Zeit)			

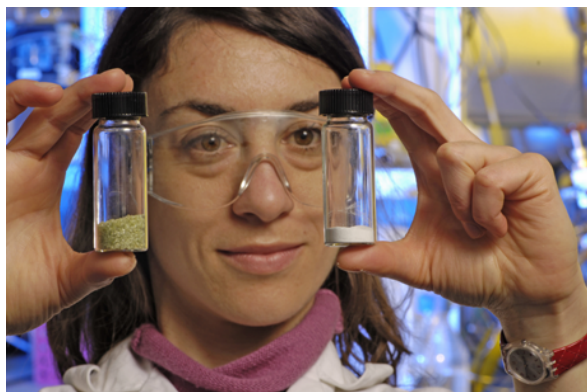
Es wird Wert darauf gelegt, dass sich die Studierenden schon frühzeitig umfangreiche Kenntnisse in praktischer Laborarbeit aneignen. So sammeln die Studierenden im «Forschungslabor» und im «Praktikum» bereits vom ersten Semester an praktische Erfahrungen im Labor und gewinnen Einblick in die aktuelle Forschung.

Die praktische Seite der Materialwissenschaft zeigt sich besonders im obligatorischen zwölfwöchigen Industriepraktikum oder Forschungsprojekt, in dem die Studierenden lernen, ihre theoretischen Kenntnisse in

bzw. erfahrenen Berufskollegen knüpfen und die Anforderungen und Mechanismen eines Betriebes aktiv kennenlernen.

Nach der etwa sechswöchigen Bachelor-Arbeit, die in der Regel innerhalb einer der Forschungsgruppen des Departementes durchgeführt wird, steht den Studierenden das Master-Studium offen.

Das Bachelor- und das Master-Studium Materialwissenschaft an der ETH Zürich bauen aufeinander auf und sind so konzipiert, dass der Bachelor-



Arbeit im Labor hat in Studium und Beruf einen grossen Stellenwert (Bild: H.R. Bramaz / ETH Zürich)

Abschluss eine Zwischenetappe auf dem Weg zum endgültigen Studienabschluss Materialwissenschaft darstellt. Zwar bietet der Bachelor-Abschluss eine Möglichkeit für den beruflichen Einstieg, sehr empfohlen wird jedoch, das Studium mit dem Master-Titel abzuschliessen.

5. Flexibles Master-Studium

Im Gegensatz zum klar strukturierten und partiell stark reglementierten Bachelor-Studium haben die Studierenden auf Master-Ebene einerseits die Möglichkeit, sich je nach persönlichem Interesse stark zu spezialisieren. Andererseits können sie alle Vorteile des breiten materialwissenschaftlichen Lehrangebots nutzen und sich zu einem materialwissenschaftlichen Generalisten ausbilden. Das viersemestrige Master-Studium kombiniert so das Angebot eines vertieften Generalisten-Studiums mit den Möglichkeiten einer individuellen Spezialisierung, die sich den fachspezifischen Interessen der Studierenden optimal anpassen lässt.

Studienplan Master-Studium Materialwissenschaft

(Studienreglement 2012)

Erstes Semester	Zweites Semester	Drittes Semester	Viertes Semester
Kernfächer Master-Projekt 1 Pflichtwahl-fach GESS	Kernfächer Master-Projekt 2 Pflichtwahl-fach GESS	Wahlfächer	Master-Arbeit

Die Kernfächer (Biocompatible Materials; Complex Materials; Materials at Work; Quantum enabled Materials; Transport Phenomena; Surfaces, Interfaces and their Applications) behandeln Materialklassen-übergreifende Themen von einem ganzheitlichen Standpunkt aus. Als Wahlfächer stehen den Studierenden das gesamte Lehrangebot des Departementes Materialwissenschaft und das Lehrangebot der anderen Master-Studiengänge der ETH Zürich zur Verfügung.

Um der wachsenden Internationalisierung der technischen und naturwissenschaftlichen Ausbildungs- und Berufswelt Rechnung zu tragen, wird das Master-Studium in Englisch unterrichtet.

In zwei achtwöchigen Master-Projekten üben sich die Studierenden in selbständiger wissenschaftlicher Arbeit. Sie unterstützen die Forschungsarbeit innerhalb einer Forschungsgruppe an der ETH Zürich und verfeinern ihre Laborkenntnisse. Dadurch erhalten sie Einblick in den aktuellen Stand der Forschung innerhalb eines Bereiches und arbeiten an der Weiterentwicklung des Forschungsstands mit.

Den Abschluss des Studiums bildet die sechsmonatige, selbstständig durchgeführte Master-Arbeit, die in einer der zahlreichen Forschungsgruppen durchgeführt wird.

6. Alternativen – Zugang zu anderen Master-Studiengängen

Erfolgreiche Absolventinnen und Absolventen des Bachelor-Studiengangs Materialwissenschaft können sich auch für spezialisierte oder andere konsekutive Master-Studiengänge der ETH-Zürich bewerben:

- Biomedizinische Technik
- Computational Biology and Bioinformatics
- Management, Technology and Economics
- Nuclear Engineering
- Statistik
- u.a.

Für die Aufnahme in diese Master-Studiengänge wird ein spezielles Bewerbungs- und Auswahlverfahren durchgeführt. Die Zulassung kann mit Auflagen verbunden sein.

7. Gute Berufsaussichten

Die Berufsbilder der Materialwissenschaftlerinnen und Materialwissenschaftler sind durch die breite Grundausbildung sehr vielfältig und die Chancen auf dem Arbeitsmarkt sehr gut. Als Arbeitgeber spielt die Privatwirtschaft in den Bereichen Maschinen-, Chemie-, Kunststoff- oder Metallindustrie die grösste Rolle. Daneben bieten auch Versicherungen, Banken, Unternehmensberatungen oder Ingenieurbüros Beschäftigungsmöglichkeiten. Als öffentliche Arbeitgeber treten Hochschulen, staatliche Forschungsinstitute oder die Verwaltung in Erscheinung. Ein grosser Teil der Absolventinnen und Absolventen strebt eine akademische Karriere an, wofür das Doktorat den ersten, entscheidenden Schritt darstellt. Etwa ein Drittel der Absolventinnen und Absolventen des Master-Studiengangs Materialwissenschaft rundet die Ausbildung mit einem Doktorat ab. ■

Zur Geschichte der Ingenieurbildung an den Fachhochschulen der Schweiz

Robert Ruprecht*

Die Geschichte der FH-Ingenieurbildung in der Schweiz beginnt mit der Gründung des Technikums Winterthur 1874. Das Technikum sollte die aufstrebende Industrie der Schweiz (!) mit Arbeitskräften des mittleren Kaderns versorgen, mit Menschen, die einerseits die Sprache der Ingenieure und Vorgesetzten verstehen und deren Anliegen den Arbeitern und Angestellten vermitteln konnten. Dieser Anspruch sollte lange Jahre Gültigkeit haben. Um die Mitte des 20. Jahrhunderts haben sich die Technikumsabsolventen zu Ingenieuren entwickelt.

1. Vom Technikum zur Ingenieurschule

Das Technikum Winterthur blieb lange allein. Erst 1890 folgte die Gründung des damaligen Westschweizerischen Technikums in Biel, bei der sich kantonale Initiative und lokale Interessen in die Queere kamen: Sobald ruchbar wurde, dass der Kanton Bern ein Technikum einzurichten gedachte, ergriffen Bieler Bürger die Initiative, um den Grossen Rat vor vollendete Tatsachen zu stellen und gründeten die Schule. Der Grosse Rat, immer ein wenig skeptisch gegenüber dem lebhaften zweisprachigen Biel, liess sich nicht beirren und beschloss, das Technikum in Burgdorf anzusiedeln (1892). Er hatte aber nicht mit der Hartnäckigkeit der Bieler gerechnet und musste ihr Technikum anerkennen und schliesslich übernehmen.¹ Damit kam es zu zwei höheren technischen Ausbildungsstätten in einem damals noch ausgeprägt agrarischen Kanton. Während Winterthur vor allem die Zürcher Industrieregion bediente, war das Westschweizerische Technikum anfänglich stark der Uhren produzierenden Westschweiz verhaftet und damit von Anfang an zweisprachig: Ursprünglich waren mehr als 70% der Studierenden Romands. Ihr Anteil sollte aber abnehmen.

¹ Offiziell kantonalisiert wurde das Westschweizerische Technikum am 1. Januar 1910; siehe Ruprecht, 100 Jahre, S. 51

* Mattenhofstrasse 30, 3007 Bern.

E-Mail: rob.ruprecht@bluewin.ch

Robert Ruprecht, Dr. phil., zuletzt Professor an der Ingenieurschule Biel. 1963 kaufmännischer Angestellter, 1971 Lic. phil. hist., 1972 höheres Lehramt, 1991 Promotion. Von 1977 bis 2009 Dozent, später Professor für deutsche Sprache und Literatur an der Ingenieurschule Biel (heute Berner Fachhochschule, Technik und Informatik BFH TI Biel). Er hat sich auf verschiedenen Ebenen und in verschiedenen Funktionen mit den Fragen rund um die Schaffung der Fachhochschulen befasst und dazu publiziert. Daneben hat er sich auch auf seinem Studiengebiet publizistisch betätigt: Die Syntax als Metrik der Prosa (1993), Sprache als Sprache (1994), Selbststudium (1996), Humanities in Engineering Education (1998), Subtile Signale (2001), Sprachlos (2002).

In der Westschweiz folgten Freiburg (1896²) und Genf (1901); in St. Imier wurde die bestehende Uhrmacherschule um eine höhere technische Ausbildung ergänzt, womit der Kanton Bern zu einem dritten Technikum kam. 1922 kam es zum Abschluss dieser «Gründungswelle» und gleichzeitig zu einem neuen Impuls: Die 1918 gegründete Privatschule Juventus schuf das erste (berufsbegleitende) Abendtechnikum, das allerdings inzwischen nicht mehr existiert.

1930 gerieten die Technika mit dem ersten Eidgenössischen Berufsbildungsgesetz, das 1933 in Kraft trat, ins Blickfeld des Bundes, allerdings nur indirekt: Das Gesetz verankerte und regelte in erster Linie die Berufslehre und führte das eidgenössische Fähigkeitszeugnis ein, es regelte ansatzweise auch die höheren Fachschulen und ihre Subventionsansprüche, ging aber auf die besondere Lage der Technika als kantonale Institutionen nicht ein.³

Die mit dem Ende des zweiten Weltkriegs einsetzende Konjunktur führte zu einer Reihe von Technikums-Neugründungen. Zwischen 1946 (Abendtechnikum Luzern) und 1994 (Oensingen) entstanden 22 neue Technika, die Hälfte davon zwischen 1963 und 1972.⁴

Diese Bewegung löste auf der Ebene der Bundesgesetzgebung auch einiges aus. Das revidierte Berufsbildungsgesetz von 1963 strebte vor allem die Sicherung der dualen Berufsbildungsgänge an, führte jetzt aber im Art. 45 ausdrücklich die Höheren Technischen Lehranstalten (HTL) ein.⁵ Ihre Absolventen sollten nicht mehr Techniker heissen, sondern Ingenieur-Techniker HTL bzw. Architekt-Techniker HTL.⁶ Die Titelfrage warf hohe Wellen und gab schon in der

² Gegründet als Handwerkerschule durch die Zusammenlegung der Korbmacher- und der Steinmetzschule, siehe Wiederkehr, S. 100. Die Schule gibt das Jahr 1893 als ihr offizielles Gründungsdatum an. In Genf scheint es sich ähnlich zu verhalten: König et al. beziehen sich in ihren Darlegungen für diese Epoche immer nur auf Winterthur und Burgdorf (S. 414ff).

³ Der Begriff Technikum kommt weder im Gesetz noch in der Verordnung vor, im Schlagwortregister wird unter «Technikum» auf «Fachschule» verwiesen.

⁴ Ein Sonderfall ist das landwirtschaftliche Technikum in Wädenswil, das 1942 gegründet worden ist.

⁵ Die höheren Wirtschafts- und Verwaltungsschulen sollten erst mit der nächsten Auflage des BBG in den Fokus der eidgenössischen Gesetzgebung gelangen.

⁶ Diese Bezeichnung war nicht sehr zweckmässig: Das gleiche Kürzel mit der gleichen Bedeutung meinte in Österreich Schulen auf dem Niveau unserer Gewerbeschulen, auch war «Anstalt» über hundert Jahre nach Pestalozzi für eine Ausbildungsstätte etwas problematisch.

Eintretensdebatte des Nationalrats vom 12. Juni 1963 viel zu reden. Nach der Meinung des Schweizerischen Technischen Verbands (STV) waren die Titel hinterücks in das Gesetz eingeschleust worden, um die bisherigen Techniker zu diskreditieren. Der Titel Ingenieur sollte offenbar den ETH-Ingenieuren vorbehalten bleiben. Der STV ergriff deswegen das Referendum gegen das Gesetz, das er im Übrigen für sehr gut befand, auch im Wissen, dass er kaum Aussichten auf Erfolg hatte.⁷ Zwar scheiterte das Referendum deutlich.⁸ Die umständlichen Titel haben sich aber nie durchgesetzt. Trotz einem Bundesgerichts-Urteil, das die Führung der gängigen Kurztitel Ingenieur HTL bzw. Architekt HTL als unzulässig bezeichnete, musste in der nächsten Auflage des BBG (1978) nachgegeben werden: Die Titel wurden offiziell. In der Debatte zum Gesetz von 1978 stellte sich die Frage, ob «Ingenieur HTL» sich genügend deutlich von «Ingenieur ETH» abhebe.⁹ Unter der Voraussetzung, dass man sich nicht *Dipl.* Ing. HTL nennen durfte, hielt man den Unterschied für deutlich genug.¹⁰ Hier schon zeichnet sich ab, dass die ETH Grund sah, die Konkurrenz der Ingenieurschulen zu fürchten.

Mit den Veränderungen von 1963 vertiefte sich das Engagement des Bundes nicht nur finanziell, sondern auch inhaltlich.

Dies war durchaus gerechtfertigt. In den 1960er Jahren hat sich das Niveau der technischen Ausbildung an den nunmehrigen Ingenieurschulen derart gesteigert, dass eine neue Zwischenstufe nötig wurde: die Technikerschulen. Diese bieten eine auf der Berufslehre basierende zweijährige Vollzeit-Ausbildung an und firmieren heute als Höhere Fachschulen für Technik (HFT). In der Regel gingen sie aus Vorgängerschulen heraus, deren Status im Zug der allgemeinen Entwicklung angehoben wurde. Sie fanden nebst anderen höheren Fachschulen im Berufsbildungsgesetz von 1978 ihre eidgenössische Anerkennung.¹¹

⁷ Bulletin 1-6 vom 14.5., 25.6. und 22.8 des STV Beilage zur Schweizerischen Technischen Zeitschrift (STZ).

⁸ Kübler, S. 71ff. Die NZZ ging in ihren Kommentaren vom 23. und 25. Mai 1964 mit keinem Wort auf die wahren Hintergründe der Abstimmung ein, sie vermerkte bloss ihre Genugtuung darüber, dass die Ehemaligenverbände als Splittergruppe mit ihrem Anliegen nicht durchgekommen seien, siehe Morgenausgabe vom 23.5 (Nr. 2215) und Mittagsausgabe vom 25.5 (Nr. 2247). Abstimmungsdatum: 24. Mai 1964.

⁹ Rehbindler, S. 50.

¹⁰ Das Gesetz hatte schon 1963 vorgesehen, dass, wer eine höhere Fachprüfung bestanden hatte, ein Diplom erhalten sollte, damit wäre das «Dipl.» eigentlich gegeben gewesen. Vgl. 1963 Art. 40.2; 1978 Art. 55.2.

¹¹ Kübler, S. 84; Keller, 40 Jahre. Die Technikerschulen fanden im BBG von 1978 ihre offizielle Anerkennung (Art. 78).

2. Die Entwicklung der Lehrpläne

Die frühen Gründungen waren als Mittelschulen gedacht. Im Widerspruch zu den von Anfang an gültigen Bezeichnungen konzentrierten sich die ersten Technika nicht auf eine technische Ausbildung. Handel¹², Kunstgewerbe, die Ausbildung von künftigen Verwaltungsangestellten und andere, nicht mit der eigentlichen Technik verbundene Berufsgattungen gehörten mit ins Angebot. Die Studierenden hiessen damals noch Schüler, und sie waren es: Der Eintritt erfolgte in der Regel mit dem abgeschlossenen 15. Altersjahr, Sekundarschulbildung war vorausgesetzt, das Bestehen einer Aufnahmeprüfung bald einmal Bedingung.¹³ Technik war aber überall ein Lehrgang, zunächst nur Maschinenteknik und später auch Elektrotechnik. Beide wurden in den ersten Semestern gemeinsam geführt, die richtungsspezifische Ausbildung begann erst mit dem vierten von sechs Semestern. Später trennten sich die beiden Disziplinen in selbständige Studiengänge. Zweites Standbein waren die Bauschulen, die sich später zu Architektur-Abteilungen entwickelten. Nach dem Zweiten Weltkrieg hat sich die technische Angebotspalette ständig erweitert.

Erst im Verlaufe der 1920er Jahre kam man allmählich von der Aufnahme von Schulabgängern ab und empfahl zunächst eine praktische Vorbildung. Eine abgeschlossene Berufslehre wurde erst nach der Einführung des eidgenössischen Berufsbildungsgesetzes zum allgemeinen Standard.

Aus heutiger Sicht waren die Anforderungen der Aufnahmeprüfung bis in die 1950er Jahre hinein recht bescheiden. Erst dann entwickelten sie sich steil nach oben, was sich insbesondere auf dem Gebiet der Mathematik zeigen lässt.

Im damalige Technikum Biel galt 1909 (unmittelbar vor der Kantonalisierung) für die Aufnahmeprüfung neben einem muttersprachlichen Aufsatz, der zweiten Landessprache und (für die Bauschule) Freihandzeichnen folgende Anforderung:

- Arithmetik (gewöhnliche und Dezimalbrüche; Proportionen, Dreisatzrechnung; Zinsrechnung)
- Algebra (die vier Grundoperationen; einfache Fälle der Gleichungen ersten Grades)
- Geometrie (einfache Flächen- und Volumenberechnungen; einfache Konstruktionen und Lehrsätze der Kongruenz und Ähnlichkeit der Dreiecke)

¹² In Winterthur gehörte z.B. die Handelsschule bis 1968 zum Technikum, siehe Blättler, S. 2.

¹³ Die ETH hat übrigens im gleichen Stil angefangen.

1989 wird an der gleichen Schule in Mathematik gefordert:

- Beherrschung der Volksschularithmetik mit Dreisatz-, Prozentrechnung usw. Grundoperationen mit algebraischen Ausdrücken: Addition und Subtraktion, Multiplikation (spezielle Produkte, Faktorenerlegung), Division (einschliesslich Mehrfachbrüche). Operationen mit Wurzeln und Potenzen, Potenzen mit rationalen Exponenten, Logarithmengesetze, Proportionen und lineare Gleichung, lineare Gleichungssysteme mit zwei Unbekannten, quadratische Gleichungen. – Textaufgaben sowie weitere Überlegungsaufgaben.

In Geometrie:

- Euklidische Geometrie der Ebene: Kongruenz und Ähnlichkeit, allgemeines und rechtwinkliges Dreieck, Vielecke. – Konstruktionsaufgaben und Flächenberechnungen. Stereometrie: Prismen, Pyramiden, Zylinder, Kegel, Kugel. – Trigonometrie des allgemeinen Dreiecks, Sinus- und Kosinussatz mit Anwendungen.¹⁴

Mit dem Beginn des Studiums setzte zu dieser Zeit jeweils eine intensive Weiterbildung in Mathematik ein, die das Niveau der gymnasialen Matur sehr rasch hinter sich liess, um die Studierenden so schnell und gründlich wie möglich für echte Ingenieurarbeit zu befähigen.

Eine Neuerung in der Aufnahmepolitik ergab die Einführung der Berufsmatur als «Königsweg» zur Ingenieurausbildung (1993). Als Folge des zunehmenden Wohlstands und der zunehmenden Ansprüche an die Ausbildung der Jugend hatte sich in den 1960er Jahren ein Trend hin zu den Gymnasien und anderen Mittelschulen entwickelt, was die Berufslehre unter Druck brachte. Das führte gegen Ende des Jahrzehnts zur Idee, Berufsmittelschulen (BMS) zu schaffen, die den Lehrlingen vertiefte theoretische Kenntnisse vermitteln sollten. Die Idee kam aus Gymnasiallehrerkreisen und wurde von den Berufsschullehrern zunächst als eine Einmischung in ihren Bereich empfunden. Sie fasste aber Boden und wurde zunächst auf freiwilliger Basis umgesetzt.¹⁵ Das BIGA erliess 1970 eine entsprechende Wegleitung. Schon 1976 vereinbarten die HTL Winterthur und Buchs mit den Berufsschulen einiger Kantone eine Vereinheitlichung der Berufsmaturprüfungen mit dem Ziel, diese als Aufnahmeprüfungen anzuerkennen. 1980 wurden die Berufsmittelschulen im Rahmen der Revision des Berufsbildungsgesetzes rechtlich verankert.

¹⁴ Eine Beschreibung dieser Entwicklung findet sich in Ruprecht, 100 Jahre, S. 75-85.

¹⁵ Kübler S. 75f; 1970 bestanden bereits acht Berufsmittelschulen.

Mancherorts erwies sich der Übergang allerdings als schwierig. Als die Berufsmatur die immer anspruchsvolleren Aufnahmeprüfungen ablöste, ergab sich z.B. an der Ingenieurschule Biel, dass ein substantieller Teil der so Aufgenommenen ungenügend vorbereitet war und schon im ersten Semester austreten musste. Die Berufsmaturitätsschulen (BMS) haben das Signal aber rasch aufgenommen und das Niveau der BMS nach oben korrigiert, was insbesondere auch durch die Umsetzung der BIGA-Forderung, dass der BM-Unterricht durch Gymnasiallehrer erteilt werden sollte, erreicht worden ist. Trotzdem sehen sich einige Fachhochschulen heute dazu gezwungen, ihren künftigen Ingenieur-Studierenden Vorkurse in Mathematik anzubieten.

Die Berufsmatur hat ihr Ziel erreicht. Das gesuchte soziale Prestige ist gesichert, und im Volksmund hört man oft, dass die Sprösslinge nun bald ihre Matur machen werden: Näheres Hinhören ergibt dann, dass eigentlich von einer Berufsmatur die Rede ist.

3. Auf dem Weg zur Fachhochschule

Das stärkere Engagement des Bundes, das sich im Berufsbildungsgesetz von 1963 ausdrückt, übte auch einen Einfluss auf die Gestaltung der Lehrpläne aus: Das Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit (BIGA) setzte fest, dass rund zwölf Prozent des Curriculums allgemeinbildenden Fächern gewidmet werden sollten: Sprachen (inklusive Muttersprache), Psychologie, Soziologie etc. Junge Menschen, die sich für einen technischen Beruf entscheiden, tun das oft auch deshalb, weil ihnen Sprachen weniger liegen. Die Lehre in technischen Berufen hat in den 50er und 60er Jahren nur wenig Gewicht auf Sprachen gelegt: Wenn nun aus den HTL Ingenieure hervorgehen sollten, bedeutete dies auch einen gewissen allgemeinbildenden Anspruch.

Diese Neuerung führte gelegentlich zu Kontroversen zwischen den Vertretern der Allgemeinbildung und ihren Ingenieurkollegen, die, oft selber von einer Technikums-Ausbildung her kommend, den Auftrag dieser Fächer hauptsächlich in der Einschleifung korrekten Sprachgebrauchs sahen.¹⁶ Auch Studierende tönnten mitunter solche Ansichten an. Einer bemerkte einmal, er sei hier nicht an einem Gymnasium, und musste sich sagen lassen, dass das dem Dozierenden durchaus bewusst sei: Hier seien die Ansprüche naturgemäss deutlich höher. Da, wo es gelang, diesem Anspruch nachzuleben, hat sich auch erwiesen, dass die Studierenden sehr willig und vor allem sehr erfolgreich waren, ihr latentes Minderwertigkeitsgefühl abzustreifen und zu begreifen, dass sie z.B. auf

¹⁶ Ruprecht, Sprache als Sprache.

der Ebene der Sprache und Literatur in der Lage waren, eigenständige Urteile zu finden und zu begründen, auch wenn sie vielleicht das Handwerkliche der Sprache (eben etwa die Rechtschreibung) nicht im wünschbaren Masse beherrschten.

Der immer schnellere technische Fortschritt und die damalige wirtschaftliche Konjunktur führten dazu, dass die Anforderungen an die Studierenden immer höher wurden. Die Industrie, die traditionell mit der technischen Ausbildung auf der Stufe der Höheren Technischen Ausbildung sehr eng verbunden war und aus deren Praxis viele Diplomarbeits-Themen kamen, begann, sich immer mehr für die Curricula zu interessieren. Das zeigte sich auch intern. An einigen Schulen, besonders an den beiden ältesten, setzte innerhalb der Dozierendenschaft eine Bewegung für Reformen ein. Man war sich insbesondere auf dem Gebiet der Grundlagenfächer (Mathematik und Sprachen) einig, dass der Druck auf die Studierenden die Grenzen des Möglichen zu sprengen drohte. Ein gängiges Wort aus der damaligen Zeit meinte: Wenn die HTL-Absolventen in ihrem dreijährigen Studium etwas gelernt hätten, dann wäre das harte Arbeit. Ganz so schlimm war es zwar nicht, wie nicht nur die beruflichen Erfolge der Ingenieure HTL zeigen.¹⁷ Trotzdem stellte sich die Frage, ob eine innere Reform nicht angesagt sei. Dabei kristallisierte sich heraus, dass es vor allem darum ginge, dass die traditionell schulmässig angegangene Ausbildung mit Klassenverbänden, einer schulmässigen Jahresstruktur und einer wöchentlichen Lektionenzahl von gegen vierzig Unterrichtsstunden einem echten Studium Platz machen sollte. Ein Postulat der Reformen war es, die Lektionenzahl nicht aufzustocken, aber die Studiedauer zu erstrecken, um den Studierenden zu erlauben, sich in selbständiger Arbeit in den gebotenen Stoff und seine Probleme zu vertiefen. Damit gerieten sie aber ins Gehege der universitären Ingenieur-Ausbildner: Mit der Erstreckung der Ausbildungszeit auf vier Jahre wäre ein HTL-Studium gleich lang geworden wie ein Studium an der ETH.

Im Laufe der Reformdiskussion schälte sich auch das Bewusstsein heraus, dass das, was für die ETH-Absolventen das Gymnasium, für die Ingenieure HTL die Berufslehre war. Der Zugang zu einem Studium über eine praktische Lehre, in der der künftige Ingenieur nicht nur mit dem Handwerklichen seines Fachs vertraut werde, sondern auch soziale Erfahrungen mache, die Gymnasiasten verschlossen seien, sei

zwar ganz anders gelagert als der Weg über eine Mittelschule, aber in seiner Eigentümlichkeit doch dem Weg über eine Mittelschule vergleichbar, insbesondere für die rund fünf Prozent eines Lehrlingsjahrgangs in technischen Fächern, die sich zu einem Studium entschlossen. Die Technika waren als Mittelschulen gegründet worden. Dadurch, dass sie in den 30er Jahren dazu übergingen, die Berufslehre als Voraussetzung für ein Studium zu verlangen, hatten sie diesen Stand de facto hinter sich gelassen, ohne dass das grössere Konsequenzen für ihren Status hatte. Sie wurden der Gruppe der höheren Fachschulen zugesellt, aber immer noch wie Mittelschulen gehalten. Hier ergab sich eine immer deutlichere Schere zwischen ihrem rechtlichen Sein (und damit auch der Stellung der Lehrenden) und der tatsächlichen Leistung.¹⁸

Der Weg in Richtung Hochschule war ein weitgehend inhaltliches Anliegen der Reformen. Sie hatten kein Interesse, der ETH Konkurrenz zu machen, und kaum eines, Professoren zu werden. Die Lösung sachlicher Probleme stand im Vordergrund.¹⁹

Gegen Ende der 1980er Jahre entstand an der Ingenieurschule Biel eine Reformgruppe, in der sich Dozierende verschiedener Richtungen und der Direktor zusammenfanden. Sie entwarf ein Konzept eines Studiums und gelangte mit ihm an die Schulleitungen aller Schwesterschulen. Die Reaktionen waren einigermaßen ernüchternd. Einige Direktionen hielten sich darüber auf, dass die Reformgruppe für das Begleitschreiben das offizielle Briefpapier der Ingenieurschule Biel benützt hatte. Die Kritik an diesem Formfehler «befreite» manche Schulleitung davon, auf die Materie einzutreten. Auch in der Berner Volkswirtschaftsdirektion runzelte man die Stirne, doch liess man die «Reformer» gewähren und spendete ihnen endlich sogar Lob für ihren Einsatz, nachdem man eine Zeit lang erwogen hatte, ein Disziplinarverfahren gegen sie einzuleiten.

Den Ball aufgenommen hat eigentlich nur das Technikum Winterthur, das eine Tradition kannte, sich mit der Gestaltung seines politischen Umfelds aktiv auseinanderzusetzen. Der Gedanke eines vierjährigen HTL-Studiums (allerdings auf Kosten einer Verkürzung der in der Regel vierjährigen Lehrzeit) war in Winterthur schon um die Wende in die 1970er Jahre diskutiert, aber dann auf der Ebene des Aufsichtsrats

¹⁷ Eine an der HTL Biel Anfang der Achtziger Jahre durchgeführte Studie ergab, dass in über 80% der Stellenausschreibungen für Ingenieure ein Ingenieur ETH oder HTL gesucht wurde. Auch in Bezug auf das Einkommen nähern sich die beiden Ingenieur-Typen nach einigen Jahren Berufstätigkeit an.

¹⁸ Gehaltsmässig und in ihrer Lehrverpflichtung standen (und stehen) die Lehrenden auch heute noch in der Gegend der Gymnasiallehrer.

¹⁹ Als sich der Schreibende am IGIP-SEFI-Kongress 1994 in Prag öffentlich dahin äusserte, dass es schade sei, dass die Ingenieure sich wenig um die Reformen kümmerten, erhielt er zur Antwort: Ingenieure zögen es eben vor, ihre kleinen Projekte zu bearbeiten.

verworfen worden. Winterthur bemühte sich auch intensiv um eine angemessene Regelung des Übertritts der HTL-Absolventen in ein ETH-Studium. Mit mässigem Erfolg.²⁰

In der zweiten Hälfte der 1980er Jahre kam überhaupt Bewegung in die Welt der Ingenieurschulen. Diese waren kontinuierlich gewachsen, hatten nicht nur neue Klassenzüge eröffnet sondern auch neue Abteilungen. Sie pflegten intensive Kontakte mit der Industrie und kleinen und mittleren Unternehmen und spielten eine wachsende Rolle im so genannten Technologietransfer (heute «angewandte Forschung und Entwicklung»). Alle diese Umstände wirkten dahin, dass die Ingenieurschulen vermehrt wahrgenommen wurden und das Bedürfnis entstand, ihnen eine eigene gesetzliche Grundlage zu schaffen.²¹ Parallel dazu entwickelte sich an einigen Schulen eine bemerkenswerte Dynamik. Traditionell charakterisierte eine etwas trockene Sachlichkeit die Ingenieurschulen. Mit Fredy Sidler, einem Oekonomen, der 1985 Direktor der Ingenieurschule Biel wurde, entfalteteten sich dort Aktivitäten, die den Namen dieser kleinen Schule mit etwa 620 Studierenden in die ganze Welt hinaustrugen. Unter seiner Leitung intensivierte sich nicht nur der Technologietransfer, die Schule nahm auch eigene Projekte auf, deren herausragendste die Solar-Rennmobile waren, mit denen sie unter anderem dreimal an vorderster Front am World Solar Challenge in Australien teilnahmen, das zweite Mal als Sieger (November 1990). Im Jahresbericht 1990/91 heisst es dazu:

- Die Publizität um diesen Erfolg hat der Schule viele Kontakte mit Universitäten und Unternehmungen aus der ganzen Welt gebracht. Weltkonzerne der Automobilbranche haben sich bei uns umgesehen und den Gedankenaustausch mit uns gepflegt... Unser Erfolg in Australien wurde auch in den USA beachtet. So kam es, dass wir im April 1991 zu einem Rundstreckenrennen für Solarfahrzeuge in Phoenix/Arizona eingeladen wurden. Auch dieses Rennen konnten wir gewinnen, und zwar – bei einer gesamten Rundenzahl von 192 – mit 16 Runden Vorsprung vor dem Zweitplatzierten, dem Massachusetts Institute of Technology MIT. (S. 7)

Von diesem Prestige-Gewinn konnte das ganze Ingenieurschulwesen profitieren. Man sah sich unvermittelt in die internationale Szene versetzt, und es ist verständlich, dass man sich in diesem Zusammenhang intensiv darum bemühte, auch als Institution

formell anerkannt zu werden und den Absolventen die Türen für die Anerkennung der Ingenieurschul-Abschlüsse im Ausland und weiterführende Studien zu öffnen. In dieser etwas weniger im Licht der Öffentlichkeit stehenden Beziehung profilierten sich Schulen wie z.B. das Technikum Winterthur mit seinem «Aussenminister» Gaston Wolf und das Neu-Technikum Buchs mit Horst Hodel. Das alles stützte auch die Reformbestrebungen.

1990 konnte Nationalrat Heinz Allenspach in seiner Ansprache an die frisch diplomierten Bieler Ingenieure und Architekten darauf hinweisen, dass der Bundesrat keine Argumente sehe, die den HTL-Absolventen das Tragen des Titels «Dipl. Ing. HTL» verwehren könnten.

Parallel dazu hatte das Blatt sich auf der Ebene des Kantons Zürich gewendet, und Winterthur bekam grünes Licht für den Systemwechsel, durfte vortreten und das vierjährige Studium im Sinne der inzwischen schweizweit diskutierten Studienreform einführen. Damit hoffte man, sozusagen vollendete Tatsachen zu schaffen und die andern Schulen nachzuziehen. Diese bewegten sich aber nicht: Gegen die Front von Bundesbern und der technischen Hochschulen (ETH, EPFL) war nicht anzukommen. Winterthur blieben die Studierenden weg, die es vorzogen, ein in drei Jahren zu erreichendes gleich anerkanntes Diplom an einer anderen Schule zu erwerben. Es blieb nichts als der Abbruch des Experiments.²²

Mit ein Argument für das Vierjahresmodell war die inzwischen in den Blick gekommene Europakompatibilität: Konnte ein Ingenieur HTL im Ausland eine Stelle entsprechend seinen Fähigkeiten antreten oder nicht? Konnte er/sie ein weiterführendes Studium, z.B. ein Masterstudium in den Vereinigten Staaten absolvieren? In den Jahren der Hochkonjunktur waren dies keine echten Fragen, im Blick auf den europäischen Zusammenschluss sahen die Dinge aber etwas anders aus.

4. Einwirkungen von aussen

Die Frage nach der Anerkennung der schweizerischen Ingenieurschulen bzw. ihrer Absolventen im europäischen Ausland und in den USA löste auf dem Gebiet des Ingenieurwesens (FEANI, IGIP, SEFI) eine rege Informations- und Besuchstätigkeit aus, in der die in ihnen mitwirkenden Schweizer Vertreter der Ingenieurschulen eine nicht unwesentliche Rolle spielten. Dabei ergab sich: Von einer unmittelbaren Anerkennung der Ingenieurschulen als Fachhoch-

²⁰ Blättler S. 8.

²¹ Das Berner Ingenieurschul-Gesetz, das den Berner Ingenieurschulen einen gemeinsamen Boden schuf, trat am 1. Oktober 1990 in Kraft und entsprach weitgehend den Wünschen der Schulen, reduzierte aber die Pensen der Dozierenden nur unwesentlich.

²² Die Zustimmung zum Vierjahresmodell erfolgte 1987, die Umstellung erfolgte 1993.

schulen oder *Polytechnics* konnte so lange keine Rede sein, als der Zugang zum Studium wesentlich von einer praktischen Ausbildung her kam. Zwar stellten die besuchenden Experten immer wieder fest, dass die Fähigkeiten der HTL-Absolventen denen ihrer europäischen Kollegen durchaus ebenbürtig, dass aber die theoretischen Voraussetzungen auf der Vorstufe nicht erfüllt seien.

Nun war aber klar, dass man die eigenen Probleme nicht auf der Ebene der hinführenden Schulen lösen konnte; genau darum aber bemühte sich das BIGA, indem es das Konzept der Berufsmittelschulen unter die Lupe nahm und sie in Berufsmaturitätsschulen verwandelte, die die künftigen Studierenden auf das Studium vorbereiten sollten.

Parallel dazu wurde der Ruf nach mehr Ingenieuren für die Schweiz immer lauter. Damit stieg das Prestige der Ingenieurschulen, ihre Präsenz im Weltbild der Schweizer wurde deutlicher. Fragen nach der Zukunft wurden nicht nur innerhalb der Schulen (von Seiten der Dozierenden) gestellt, sondern auch von aussen. Die Organisation «Ingenieure für die Schweiz von morgen» (heute «IngCH») setzte sich an Tagungen und Seminaren für den Ingenieur-Nachwuchs, insbesondere auch für künftige Ingenieurinnen, ein, die Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW) publizierte 1989 eine Studie zur Zukunft der Ingenieurschulen, in der sie eine massive Aufstockung der HTL-Ausbildungsgänge forderte, aber keine Anspielung auf die künftigen Fachhochschulen machte.²³ Das war vier Jahre später schon ganz anders.

5. Letzte Schritte

Die Direktorenkonferenz der Ingenieurschulen der Schweiz (DIS) gab 1993 ein Thesenpapier heraus, in dem sie ein Bild der künftigen Fachhochschulen entwarf, das weitgehend den Ideen der Reformer in Biel und Winterthur entsprach.²⁴ Das Papier forderte unter anderem die Autonomie der künftigen Fachhochschulen, eine deutliche Reduktion der Lehrverpflichtungen (von 20 bis 24 Lektionen auf maximal 16), ein klares Profil der Fachhochschulen, das den universitären Studiengängen nicht ins Gehege kommen sollte (die Formel «gleichwertig aber andersartig» ist hier im Kern schon vorhanden), das Subsidiaritätsprinzip bei klarer direktozialer Führung und eine didaktische Befähigung der Dozierenden (nachmals Professoren). Auch sollte ein Credit-System die Durchlässigkeit zwischen den Schulen ermöglichen.

Das Thesenpapier der Direktoren sah auch die Gefahr der Veradministrierung voraus.

Diese Anliegen wurden gehört: Die Botschaft des Bundesrates zum Fachhochschulgesetz hat manches aus der Reformdiskussion aufgenommen.²⁵ Sie anerkennt, dass die Leistungen der HTL-Absolventen in der Nähe derjenigen der ETH-Absolventen liegen, weshalb der Hochschulstatus den Ingenieurschulen durchaus zukomme. Auch sollten sie sich Dipl. Ing. FH nennen dürfen, gegen welche Titulatur nun keine Einwände mehr gemacht wurden, auch setzte sie auf die Formel «gleichwertig aber andersartig». Zur Andersartigkeit gehörten die auf drei Jahre festgelegte Studiendauer, der Unterrichtsbetrieb, die nur leicht herabgesetzte Zahl der Semesterwochen (35 bis 40 Unterrichtswochen gegen 26 bei der ETH, allerdings nicht mehr analog zur Schuljahresstruktur der öffentlichen Schulen); auch sollte die Lehrverpflichtung der FH-Professoren reduziert werden, aber nicht so weit, wie es das DIS-Thesenpapier vorgeschlagen hatte: Der Bundesrat sieht Pensen von 16 bis 20 Lektionen vor. (Die Reduktion sollte in der Realität noch bescheidener ausfallen.) Die Botschaft des Bundesrats schweigt sich über die weiteren Anstellungsbedingungen für die Professoren aus, sieht aber und warnt vor der Gefahr der Veradministrierung, wünscht sich flache Hierarchien und betont, dass die Absolventen vor allem eine gute Grundausbildung erhalten sollten, um als Generalisten, nicht Spezialisten fähig zu sein, sich dem raschen Wandel in der Welt der Technik anzupassen. An den Kosten der Fachhochschulen sollte sich der Bund zu einem Drittel beteiligen.

Die Botschaft sah auch vor, dass in der Schweiz zehn Fachhochschulen entstehen sollten, um gewisse kritische Grössen zu erreichen. Nur Winterthur hatte eine Studierendenzahl, die sich einigermaßen mit ausländischen Schulen messen konnte. Tatsächlich wurden die bestehenden 29 Ingenieurschulen dann in sieben Fachhochschulen zusammengefasst, deren Trägerschaft nur in drei Fällen (Bern, Zürich, Tessin) identisch mit dem Standortkanton ist.

Am Schluss der Botschaft steht ein wunderbar schlanker Gesetzesentwurf.

Das Gesetz wurde am 6. Oktober 1995 angenommen und trat am 1. Oktober 1996 in Kraft; im Dezember 2004 wurde es ergänzt.²⁶ Damit war eine wichtige Hürde genommen und die neuen Fachhochschulen

²³ SATW, Ausbau der Ingenieurschulen, Burgdorf, 1989.

²⁴ DIS, Die technischen Fachhochschulen: Zehn Empfehlungen und einen Konzeptvorschlag, Winterthur 1993.

²⁵ Botschaft zu einem Bundesgesetz über die Fachhochschulen, Bern (EDMZ) 1994.

²⁶ Das revidierte Gesetz trat am 5. Oktober 2005 in Kraft, es hat u.a. auf die inzwischen eingeführten Bologna-Bestimmungen reagiert.

machten sich mit Eifer an die Umsetzung der neuen Rahmenbedingungen, zunächst nur die Ingenieur-schulen. Das Gesetz war aus den Bedürfnissen der Ingenieurbildung hervorgegangen und weitgehend auf sie zugeschnitten, obschon es von Anfang an vor-sah, auch die Höheren Wirtschafts- und Verwal-tungsschulen (HWV), die Höheren Fachschulen für Gestaltung (HFG) und später noch andere Bereiche einzubeziehen.²⁷

Als die Fachhochschulen mit dem Eidgenössischen Fachhochschulgesetz ins Leben gerufen wurden, war klar, dass diese nicht einfach dem Interesse des Inge-nieurwesens dienen sollten sondern einer breiteren «Abnehmerschaft». Der Gesetzgeber sah vor, dass auch höhere Fachschulen, die bisher gar kein Inter-esse bezeugt hatten, ihren Status und ihren Unter-richtsstil zu ändern, in den Bereich der Fachhoch-schulen eingegliedert und umstrukturiert werden sollten, neben den HWV und den HFG Institutionen für soziale und Gesundheits-Berufe, in einigen Fällen sogar Institute der Lehrerbildung.²⁸ Damit wurden die Fachhochschulen zu sehr heterogenen Gebilden und ihre Direktionen/Präsidien standen und stehen vor der Aufgabe, aus diesen Schulen verschiedenster Herkunft und Tradition eine Fachhochschule zu ge-stalten. Die Idee, den Teilschulen möglichst viel von ihrer Identität zu lassen und den Konglomeraten eine Art Holding-Struktur zu geben, konnte sich nicht durchsetzen.

Das führte zu einer bedenklichen Entwicklung. Klei-ne Schulen lassen sich recht schlank organisieren und gestatten flache Hierarchien. Je grösser und komplexer sie werden, desto grösser wird der admin-istrative Aufwand. Im Falle der Fachhochschulen, wo es darum ging, Teilschulen unterschiedlichster Herkunft und Ausrichtung unter einem Dach zusam-men zu führen, wenn nicht sogar zu zentralisieren, musste der administrative Aufwand umso grösser werden. Er ist seit der Schaffung der Fachhochschu-len auch unverhältnismässig stark gewachsen. Wenn dann die Mittel für diese «Veradministrierung» noch den bestehenden (und weitgehend eingefrorenen) Budgets entnommen werden sollten, mussten sich für die Lehre notwendig geringere Mittel und damit Qualitätseinbussen ergeben. Gegen diese Entwick-lung haben sich die in der Dozierendenvereinigung fh-ch zusammengeschlossenen FH-Professoren ge-stemmt, allerdings ohne grosse Zugeständnisse zu

erreichen. Eine Miliz-Organisation hat gegen eine Vollzeit-Administration wenig Aussicht auf Erfolg.

6. Europäische und globale Entwicklungen

Kurz nach dem Inkrafttreten des Gesetzes tauchten neue Gesichtspunkte auf. Hatten die ausländischen Verhältnisse für die Schaffung der Schweizer Fach-hochschulen schon eine gewisse Rolle gespielt, kam die Initiative jetzt gänzlich von aussen. Im Rahmen des Bolognaprozesses wurde für die gesamte europä-ische Hochschulwelt eine einheitliche Struktur ge-setzt, die den bestehenden Fachhochschulen mit ih-ren recht rigide festgelegten Studienzeiten mehr oder weniger auf den Leib geschnitten schien. Ein Fachhochschulstudium sollte mit einem Bache-lor-Abschluss enden, dem man einen Master-Studi-engang anschliessen konnte. Auf dem Gebiet der Schweizer Ingenieurschulen bedeutete das allerdings einen Qualitätsverlust. Zwar entsprach der Umstand, dass man die Lektionenzahl senkte, um Platz für das so genannte Selbststudium zu gewinnen, einem Postulat der Reformbewegung, der Abbau von The-orie- und Laborstunden bedeutete aber gleichzeitig einen Verlust, der nicht so leicht wett zu machen war. Dazu kam, dass der Druck, unter dem die Ingenieur-schul-Studierenden standen, schlagartig nachliess, was manche dazu anregte, die Zeit für das Selbststu-dium, für ein Phänomen, dem sie von ihrer Schul- und Lehrzeit-Erfahrung nur bedingt gewachsen sein konnten, als Freizeit zu betrachten. Ein weiteres Pro-blem lag im neuen Verfahren, die Studienkriterien zu beurteilen. Der HTL-Ausbildungsgang war (seiner schulischen Tradition entsprechend) durch ein recht rigoroses Prüfungssystem gekennzeichnet. Mit der Aufnahmeprüfung und dem hinter ihr verborgenen Numerus Clausus war schon eine hohe Hürde ange-legt, eine zweite war mancherorts nach dem zweiten Studienjahr zu überspringen (Vordiplom); am Schluss stand eine Abschlussprüfung mit Diplomarbeit. Da-zwischen standen semesterweise Notenkonferenzen und eine recht strenge Promotionsordnung. Wer das Vordiplom bestanden hatte, konnte sich des Dip-loms noch nicht sicher sein. Im Extremfall war es möglich, dass ein Kandidat dank seinen Leistungen in den Sprachen durch das Studium kam, der Normal-fall war aber, dass schwächere Kandidaten durch die ungenügenden Leistungen in den Sprachen nicht zu Fall kamen. Man konnte sich Stärken und Schwächen leisten, wenn das Gesamtbild stimmte.

Die neue Ordnung legte das alles ab. Jetzt galt es, ECTS-Punkte zu erwerben und bis zum Diplom zu sammeln, alle Fächer mussten bestanden sein, im Ex-tremfall konnte es vorkommen, dass jemand wegen eines Fachs, dessen Bestehen für das Weiterstudium im Folgefach unabdingbar war, ausgebremst wurde.

²⁷ Die Botschaft weist darauf hin, dass die Konzeptarbeiten für die HWV und HFG erst ab 1992 in Gang gekommen sind (S. 7, Anm. 1).

²⁸ In der Regel stehen die Pädagogischen Hochschulen ausserhalb der Fachhochschulen: Zwölf sind eigenständige kantonale oder inter-kantonale Institute, dazu kommen zwei von der Eidgenossenschaft getragene ähnliche Institutionen.

Das konnte die Studiendauer verlängern und tat (und tut) es auch: die vom Bologna-System angestrebte Regel-Studiendauer hat sich im Bereich des Ingenieurwesens (wo sie mit drei Jahren schon gesetzt war) nicht einhalten lassen. Die in der Prüfung angelegte Konzentration der Anforderung ist dem neuen System auch weitgehend zum Opfer gefallen. In diesen Dingen scheint sich die Lage allerdings inzwischen zu normalisieren.

Vielen Dozierenden war klar, dass der Titel eines Bachelor FH einem Ingenieur HTL nicht ebenbürtig sein würde.

In Dozierendenkreisen wurde intensiv diskutiert, ob der mit der Bologna-Reform eingeführte neue Zugang zur Materie nicht ungenügend sei: Wissen, insbesondere Grundlagenwissen, war in der klassischen Ausbildung ein Muss. Viele Dozierende setzten sich dafür ein, dass in einem veränderten Studium besonders auf dieses Element Gewicht gelegt werden sollte. Eine Zerstückelung des Ingenieurwissens, wie sie im modularen Aufbau der Bologna-Studiengängen angelegt war, sollte unbedingt vermieden werden. Die entscheidenden Gremien sahen das anders und nahmen die Ansichten der Dozierenden nicht ernst. Deren Einfluss auf den Gang der Dinge sollte gering bleiben, ihr Stellenwert innerhalb des ganzen Prozesses der Überführung der Ingenieurschulen in Fachhochschulen sollte sogar sinken. Schulen, die sich hervorgetan hatten, wurden zu Teilschulen und verloren damit viel von ihrer Identität.

Parallel zur Umsetzung der Bologna-Bestimmungen lief ein Paradigmenwechsel, der von den USA eingeleitet wurde und die Ingenieur-Ausbildung stark beeinflusste. Das amerikanische *Accreditation Board for Engineering and Technology* (ABET, gegründet 1932), das in den USA für die Akkreditierung von technischen Studiengängen zuständig ist, hat seine Beurteilungskriterien an der Wende zum 3. Jahrtausend grundlegend geändert. Ging es vorher ausschliesslich darum, zu prüfen, ob die Fächer, die als Voraussetzung für eine erfolgreiche Ingenieur Tätigkeit galten, in genügender Anzahl und Dotierung angeboten wurden, also darum, die Studiengänge und Einrichtungen zu beurteilen, sollte das Akkreditierungskriterium nun in den Kompetenzen liegen, über die die Studierenden am Schluss ihres Studiums verfügten. Das bedeutete nichts weniger als die Abwendung vom Bildungsgedanken und die Deutung eines technischen Hochschulstudiums als Lehrgang, das Studium als auf bestimmte Kompetenzen hin ausgerichtetes Training. Im Zusammenhang mit dieser Wende hat sich ABET konsequenterweise entschlossen, selber zur Firma zu werden und in das inzwischen blü-

hende Akkreditierungsgeschäft einzusteigen, nicht nur in den USA, sondern weltweit.

Diesem Einfluss konnte man sich in Europa natürlich nicht entziehen. Man nahm dabei in Kauf, dass das Ingenieurbildungswesen auf der Stufe der Fachhochschulen in die Enge zurückfällt, aus der es sich in den 1960er Jahren befreien konnte. Symptomatisch dafür ist, dass an einer Schule das Fach «Deutsche Sprache und Literatur» nicht nur um die Hälfte seiner Dotation gekürzt, sondern auch in «Kommunikation» umfunktioniert wurde.²⁹ Dieser Reduktionsvorgang bildet sich auch in der Frage nach der Master-Ausbildung ab, die den Dozierenden gleichermassen Sorgen bereitet. Durch die Einführung des Bachelor-Diploms als Regelabschluss an den neuen Hochschulen für Technik ergab sich eine de facto Herabstufung des Ausbildungsniveaus, der Bachelor kann dem Ingenieurschul- bzw. FH-Diplom nicht entsprechen. Kompensieren könnte man dies, indem man einem substantiellen Teil der Absolventen den Weg in ein Master-Studium öffnete. Theoretisch ist das möglich. Die Art, wie das Masterstudium aufgegleist ist, ermutigt aber wenige, und von Seiten der «Abnehmer» der FH-Bachelors kommt nicht genügend Druck, die Situation zu verbessern. Es wäre aber sehr wertvoll, wenn ein substantieller Teil der Absolventen weiter studierte, nicht zuletzt zwecks Sicherung des Dozierenden-Nachwuchses: Es ist wesentlich, dass ein guter Teil der künftigen FH-Professoren den Weg zur Promotion über die Berufslehre, die Fachhochschule, den Master-Abschluss und eine universitäre Promotion aus eigener Erfahrung kennt. Das würde mithelfen, eine Akademisierung der FH-Studiengänge zu verhindern.

7. Ausblick

Die Fachhochschulen sind eingeführt, die Ingenieure FH sind gesucht, die Wirtschaft hat den Übergang vom Ingenieur HTL zum Ingenieur FH ohne Probleme akzeptiert. Das bedeutet nicht, dass man in die beste aller Welten eingetreten ist: Die Frage nach dem Stellenwert des Masterstudiums bleibt bestehen, das Problem echter Mitwirkung ist noch weitgehend ungeklärt, das Problem der Veradministration wiegt schwerer als je zuvor. Die Folgen des raschen Breitenwachstums der Fachhochschulen und die damit verbundene Hierarchisierung widersprechen dem Wesen einer Hochschule. Es bleibt noch manches zu tun.

Inzwischen steht aber bereits eine neue Stufe an. Im Hochschulförderungs- und Koordinationsgesetz (HFKG) sollen die akademischen und die nicht-

²⁹ Das geschah allerdings in zwei Schritten, der erste vor der Einführung des Paradigmenwechsels als Folge der Reduktion bei der Einführung der Bologna-Kriterien, «sachlich» begründet durch die Institutionalisierung der Berufsmatur.

akademischen Hochschulen unter einer Gesetzgebung zusammengefasst werden, was sich angesichts der Vielfalt der Schweizer Hochschullandschaft nicht so leicht umsetzen lässt. Schon im Vorfeld hat es aber in der Kooperationsvereinbarung der drei Dozierendenverbände eine positive Wirkung gezeigt: Die VSH, der fh-ch und die SGL³⁰ haben sich zusammengefunden, um gemeinsam die Ver-

tretung des Lehrkörpers in der Schweizerischen Hochschulkonferenz und im Schweizerischen Akkreditierungsrat zu fordern. Wenn das HFKG wie geplant 2015 in Kraft tritt, wird sich zeigen, wie diese Forderung konkret umgesetzt wird. Auf jeden Fall wird die Konferenz Hochschuldozierende Schweiz bereits jetzt zur Mitarbeit in nationalen Arbeitsgruppen eingeladen. ■

³⁰ Schweizerische Gesellschaft für Lehrerinnen- und Lehrerbildung.

Literatur

- | | |
|--------------------|---|
| Bundesrat | Botschaft zu einem Gesetz über die Fachhochschulen, Bern (EDMZ) 1994 |
| Blättler Eduard | Von der Lehranstalt zur Fachhochschule, in: 125 Jahre Technikum Winterthur, Winterthur 1999 (elektronisch) |
| Böschstein K. | Bundesgesetz über die berufliche Ausbildung, Zürich, Polygraphischer Verlag, 1933 |
| Keller Urs et al. | 40 Jahre ABB Technikerschule Baden, Baden (ABB Technikerschule) 2011 (elektronisch) |
| König Mario et al. | Warten und Aufrücken, Die Angestellten in der Schweiz 1870-1950, Zürich (Chronos) 1985 |
| Kübler Markus | Berufsbildung in der Schweiz: 100 Jahre Bundessubventionen (1884-1984), Bern (BIGA) 1986 |
| Rehbinder Manfred | BBG Berufsbildungsgesetz, Zürich (Orell Füssli) 1981 |
| Ruprecht Robert | 100 Jahre Ingenieurschule Biel, Rückblick und Ausblick, in: 100 Jahre Ingenieurschule Biel, Biel 1990, S. 45-88 |
| Ruprecht Robert | Sprache als Sprache Zur Rolle der allgemeinbildenden Fächern im Rahmen der künftigen Fachhochschulen, Biel (Publikationen der ISB) 1994 |
| Wettstein Emil | Die Berufsbildung in der Schweiz, Aarau (Sauerländer), 1987 (elektronisch) |

Stellenausschreibung - Poste à pourvoir



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Assistant Professor of Lipid Function and Signaling

The Department of Biology (www.biol.ethz.ch) in cooperation with the Department of Health Sciences and Technology (www.hest.ethz.ch) at ETH Zurich invites applications for above-mentioned position. The professorship is expected to build a vibrant and internationally visible research program that combines state-of-the-art technologies in lipidomics, molecular biology, biochemistry and mouse genetics to generate fundamental new knowledge of how lipids regulate homeostatic mechanisms and contribute to disease. The activities should be integrated with ongoing efforts in the above-noted Departments in the areas of molecular physiology, energy homeostasis, genetics, cell dynamics, systems biology, structural and molecular biology. The successful candidate is also expected to develop translational research activities in the context of the molecular health sciences program of ETH Zurich. He or she will be a member of the Department of Biology and associated with the Department of Health Sciences and Technology and contribute to the teaching activities offered by these Departments at the bachelor and master level. The research group will be housed in the new Molecular Health Sciences Building of ETH Zurich dedicated to advance fundamental knowledge relevant for human health. The new professor will be expected to teach undergraduate level courses (German or English) and graduate level courses (English).

This assistant professorship has been established to promote the careers of younger scientists. The initial appointment is for four years with the possibility of renewal for an additional two-year period.

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae, a list of publications, the names of at least three referees, and a short overview of the research interests. The letter of application should be addressed to the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. The closing date for applications is 31 August 2013. ETH Zurich is an equal opportunity and family friendly employer and is further responsive to the needs of dual career couples. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply.

Ingenieur-Nachwuchsförderung – es braucht Ausdauer

Andrea Leu* und Lea Hasler*

Seit der Mensch das Leben auf unserem Planeten aktiv gestaltet, tut er dies mit Hilfe der Technik. Die technische Weiterentwicklung geschieht heute schneller denn je – und genau dafür werden viele gute Ingenieurinnen und Ingenieure benötigt.

Ohne technische Errungenschaften wäre unsere Welt eine völlig andere – unser Arbeitsleben würde stillstehen, die Industrie könnte die Produktion einstellen, die Wirtschaft würde empfindlich gestört und auch unsere Freizeitaktivitäten wären nur mehr sehr eingeschränkt möglich. In den letzten Jahren ist die Vernetzung all dieser Lebensbereiche – nicht zuletzt aufgrund technischer Entwicklungen – grösser geworden, die Komplexität vieler Systeme, die für uns selbstverständlich sind, ist immens und die Abhängigkeiten werden immer undurchschaubarer. Wer hat überhaupt noch den Durchblick? Wer weiss, was alles passiert, wenn die Rechenzentrale einer Bank oder eines Energiehandelsunternehmens ausfällt? Wer kennt alle Zusammenhänge zwischen dem Mobilitätsverhalten des Menschen, seinem Umweltbewusstsein und dem öffentlichen Verkehr? Wie beeinflussen sich Klimaveränderung, Landwirtschaft und Wassernutzung gegenseitig?

1. Gefragt in vielen Branchen und auf der ganzen Welt

Ingenieurinnen und Ingenieuren leisten bei all diesen Fragen einen wichtigen Beitrag. Sie sind wahrscheinlich in vielen Bereichen die einzigen, die Zusammenhänge erkennen und erklären können. Und die in der Lage sind, Lösungen zu entwickeln. Für den Berufsstand – so müsste man meinen – eine gute Ausgangslage. Ingenieurinnen und Ingenieure sind gefragt, sie werden in allen Branchen und auf der ganzen Welt gebraucht. Die 2013 vom Bundesamt für Statistik (BFS) veröffentlichte Hochschulabsolventenbefragung 2009 für die Disziplinen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) der ILO (International Labour Organization) bestätigt¹, dass die Erwerbslosenquote ein Jahr nach Studienabschluss unterdurchschnittlich tief und der Anteil an unbefristeten Stellen überdurchschnittlich hoch ist. Zudem besetzen Abgängerinnen und Abgänger der MINT-Studiengänge häufiger Führungspositionen als jede der übrigen Studiengänge. Diese Unterschiede wer-

den in den drei MINT-Bereichen Technik, Informatik und Bauwesen besonders deutlich.

Doch leider, und dies ist die andere Seite der Medaille, ist der Beruf weniger attraktiv als man denken könnte. Während in den letzten Jahrzehnten fast alle Studienrichtungen ein grosses Wachstum verzeichneten, ist dies in den Ingenieurfächern nur moderat der Fall. Erst in den letzten Jahren kann man in einzelnen Fachrichtungen eine Trendwende erkennen. So ist die Anzahl Studienabschlüsse in den technischen Wissenschaften auf Masterniveau an den universitären Hochschulen von 2006 – 2011 um 19% gestiegen (siehe Grafik², Seite 32). Aber: Es gibt sie noch immer in zu wenig grosser Anzahl, die Ingenieurinnen und Ingenieure fast aller Studienbereiche! Und dies nicht nur in der Schweiz, sondern in vielen Teilen Europas und der Welt.

² In Ingenieur-Nachwuchs Schweiz 2012, Ladina Gartmann, Anja Umbach-Daniel, Daten vom Bundesamt für Statistik, www.ingch.ch/pdfs/Bericht_ING_2012.pdf

* IngCH Engineers Shape our Future, Klosbachstrasse 107, 8032 Zürich.

E-mail: andrea.leu@senarclens.com
<http://www.ingch.ch>
<http://www.senarclens.com>

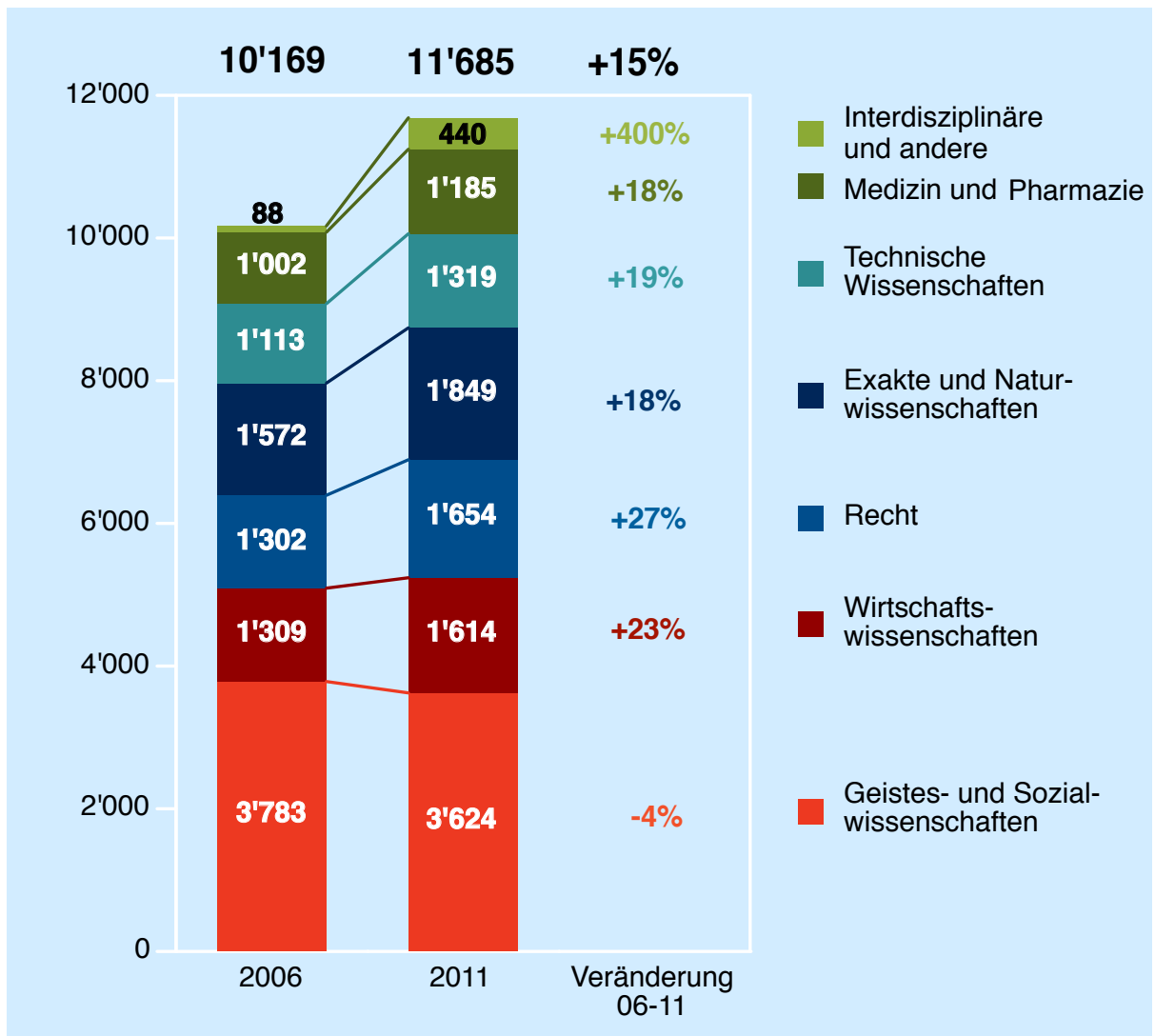
Andrea Leu, Dr. phil. I, studierte an der Universität Wien Politologie und Kommunikationswissenschaften. 1990 startete sie als Projektleiterin bei der Agentur Senarclens, Leu und Partner AG, deren Leitung sie 2003 übernahm. Sie ist Geschäftsführerin von IngCH Engineers Shape our Future, Mitglied des Stiftungsrates der Thurgauischen Stiftung für Wissenschaft und Forschung, Hochschulrätin der HTWG Konstanz und Beirätin der Kantonsschule Romanshorn. Andrea Leu berät Unternehmen und Institutionen in den Bereichen Kommunikation und Unternehmensentwicklung, konzipiert, realisiert und moderiert nationale und internationale Veranstaltungen jeglicher Grössenordnung sowie Nachwuchsförderungsprojekte und leitet Forschungsprojekte in den Bereichen Bildung und Arbeitsmarkt. Sie ist Autorin diverser deutsch- und englischsprachiger Forschungspublikationen.

** IngCH Engineers Shape our Future, Klosbachstrasse 107, 8032 Zürich.

E-mail: lea.hasler@senarclens.com
<http://www.ingch.ch>
<http://www.senarclens.com>

Lea Hasler, BA in Übersetzen mit der Vertiefungsrichtung Mehrsprachige Kommunikation, ist als Projektleiterin bei Senarclens, Leu & Partner AG tätig. Sie ist die Hauptverantwortliche des Projektes «Technik- und Informatikwochen» von IngCH Engineers Shape our Future. Zudem wirkt sie als Projektleiterin oder Begleiterin bei Tagungen, Publikationen und weiteren Projekten in den Bereichen Nachwuchsförderung, Bildung, Wissenschaft und Technologie mit.

¹ <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/22/press.html?pressID=8496>



2. Nachwuchsförderung über alle Altersstufen hinweg

Was kann gegen diesen Mangel getan werden? Diverse Initiativen, Verbände und Institutionen auf unterschiedlichen Ebenen setzen sich für die Nachwuchsförderung im Ingenieurbereich ein. So wurde beispielsweise 2011 die internationale UNESCO Engineering Initiative verabschiedet. Ihr Ziel ist es, die Herausforderungen im Ingenieurwesen, wie den Ingenieurmangel, das geringe Interesse bei Jugendlichen und den geringen Frauenanteil, anzugehen. Die Initiative setzt sich auch in den Entwicklungs- und Schwellenländern für das Ingenieurwesen ein, da dieses ein starker Antrieb für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung sei. Das Weisse Haus hat im Februar 2013 einen State of Science, Technology, Engineering, and Math (SoSTEM) Event mit rund 1'000 Kindern und Jugendlichen organisiert, um die Berührungspunkte mit den MINT-Fächern abzubauen und ihre Attraktivität zu fördern. Auch in der Schweiz verfolgen viele Verbände wie IngCH Engineers Shape our Future, SATW oder Swissmem das Ziel, das Interesse von jungen Menschen an den Inge-

nieurwissenschaften zu wecken und damit dem Mangel entgegen zu wirken.

Klar ist für alle Initiativen, seien diese international, staatlich oder privat, dass die Nachwuchsförderung früh angesetzt und die Freude an der Technik in jungen Jahren geweckt werden müssen. Darüber hinaus ist es zentral, dass nicht punktuell Interesse erzeugt wird, sondern über alle Schulstufen hinweg. Nur ein kontinuierlicher, sprich nachhaltiger Prozess stellt sicher, dass in Zukunft mehr Jugendliche diesen Bereich für sich entdecken. In der Schweiz existieren diverse Initiativen und Informationsplattformen, die sich dafür einsetzen, dass mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer mehr Aufmerksamkeit erhalten und besser über das «Ingenieurwesen» informiert wird. Das Wissen um die Vielfältigkeit technischer Laufbahnen wird auf diese Weise in das Bewusstsein von Schülerinnen und Schülern in der Berufs- und Studienwahlphase gerückt. Die Initiativen räumen auf mit falschen Vorstellungen und Bildern. Hervorgehoben werden die Gestaltungsmöglichkeiten, die Kreativität, die attraktiven Entwicklungs-

möglichkeiten, die man mit einer Ausbildung in diesem Bereich erwirbt und die breite Einsatzfähigkeit.

3. Wanderausstellungen, Projektwochen, Wettbewerbe & Co.

Schulen haben heute die Möglichkeit, eine Vielzahl von Technikprojekten durchzuführen bzw. ihre Schülerinnen und Schüler zu animieren, daran teilzunehmen. Die Palette reicht vom eintägigen Grossevent über Wettbewerbe, spezifische Workshops und praxisorientierte Unternehmensbesuche bis zu einwöchigen Intensivprojekten. Um diese Vielfalt deutlich zu machen, werden im Folgenden einige Projekte und Initiativen vorgestellt.

Die Wanderausstellung «Achtung Technik Los!»³ wurde von NaTech Education und IngCH⁴ initiiert und findet regional mit Partnern wie Fachhochschulen, Technikerschulen und Berufsbildungszentren an Schulen der Sekundarstufe I statt. Im Fokus der Wanderausstellung stehen – neben den verschiedenen MINT-Berufen – die Informationstechnologien. Die Ausstellung informiert darüber, was Technik und Informatik sind und wie sie die Gesellschaft jetzt und in Zukunft prägen. Begleitet wird die Ausstellung von einem lebhaften Aktionsprogramm: Im Kontakt mit Dozierenden, Studierenden und Berufslernenden der beteiligten Institutionen lernen die Schülerinnen und Schüler Technik, Informatik und Mediamatik durch vielfältige Demonstrationen und spannende Workshops interaktiv kennen. Rund 200 Schülerinnen und Schüler werden pro Standort durch das Projekt für eine MINT-Berufslehre und eventuell ein späteres technisches Studium begeistert.

Während den rund 35 Technik- und Informatikwochen,⁵ die IngCH seit über 20 Jahren jährlich an Gymnasien in der ganzen Schweiz durchführt, wird ein vielfältiges Programm aus Information, Diskussion und Interaktion geboten. An der ETH oder anderen Hochschulen werden den Jugendlichen einzelne Studiengänge, aktuelle Projekte von Studierenden oder Doktorierenden sowie das Studentenleben vorgestellt. In den Unternehmen, die besucht werden, erzählen Ingenieurinnen und Ingenieure ihren Werdegang und erklären, warum sie sich für diesen Beruf entschieden haben. Darüber hinaus stellen sie ihre Tätigkeit im Unternehmen im Detail vor. In Forschungsinstitutionen, wie beispielsweise der Empa (Eidgenössische Material-

prüfungs- und Forschungsanstalt, *engl.* Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology)⁶ oder dem PSI (Paul Scherrer Institut)⁷, erfahren die Jugendlichen, welche Erfindungen bald auf den Markt kommen und in welchen Bereichen Forschung wie betrieben wird. Sie erleben ausserdem unter der Anleitung von Experten einen ganztägigen interaktiven Workshop und hören Referate zur Technikgeschichte oder zur Entwicklung der digitalen Welt.

Die Stiftung «Schweizer Jugend forscht»⁸ organisiert jedes Jahr Studienwochen mit unterschiedlichen Schwerpunkten, wie Technik, Chemie und Materialwissenschaften oder Informatik. Während der Studienwoche beschäftigen sich Kinder und Jugendliche eine Woche lang intensiv mit einem Thema und entdecken, wie spannend und abwechslungsreich die Bereiche sind. Ausserdem hat der jährliche Nationale Wettbewerb der Stiftung 2013 bereits zum 47. Mal stattgefunden. Beim Wettbewerb werden die Projektarbeiten der Jugendlichen von Experten mit folgenden Kriterien bewertet: Innovationsgehalt, Kreativität, Originalität, Eigenleistung, kritische Auseinandersetzung mit Daten und Resultaten sowie eine sprachlich einwandfreie Formulierung. Einige Gewinnerinnen und Gewinner aus früheren Jahren haben durch ihre Projekte viel bewirkt, so begann beispielsweise die Geschichte des dreirädrigen Liegefahrrads mit Elektromotor «TWIKE» am Nationalen Wettbewerb 1985.

Die Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften SATW organisiert mehrmals pro Jahr «TecDays» und «TecNights»⁹ an Gymnasien in der ganzen Schweiz. An den TecDays besuchen die Schülerinnen und Schüler interaktive 90-minütige Module ihrer Wahl, an den TecNights können sie aus einem grossen Angebot an Referaten wählen und Ausstellungen besuchen. Zu den TecNights sind neben den Schülerinnen und Schülern auch deren Familien sowie Interessierte aus der Region eingeladen.

Die Informationsplattform educa.MINT¹⁰ wurde von mehreren Partnern initiiert, um einen Überblick über die vielfältigen Angebote im MINT-Bereich zu geben. Anbieter können ihre Projekte und Initiativen einfach auf der Plattform erfassen und einer breiten Zielgruppe bekannt machen. Lehrpersonen können auf educa.MINT das für sie passende Angebot finden und Schülerinnen und Schüler auf Wettbewerbe, Tage der offenen Tür, Informationsveranstaltungen etc. hinweisen.

³ www.achtungtechniklos.ch

⁴ IngCH Engineers Shape our Future ist eine Vereinigung mit 27 Mitgliedern, die sich seit 1987 für die Förderung eines qualitativ guten Ingenieurwachstums in der Schweiz einsetzt. – unter anderem mit Technik- und Informatikwochen an Gymnasien.

⁵ www.ingch.ch/technik-und-informatikwochen/

⁶ <http://www.empa.ch/plugin/template/empa/>

⁷ <http://www.psi.ch/>

⁸ www.sjf.ch/

⁹ www.satw.ch/tecday

¹⁰ www.mint.edu.ch

Sämtliche Universitäten und Fachhochschulen mit technischen Studienrichtungen öffnen ihre Tore regelmässig für Studieninteressierte und organisieren – häufig mehrmals pro Jahr – Informationstage und -veranstaltungen, an welchen sie Maturandinnen und Maturanden zeigen, was technische Studiengänge alles beinhalten. Die Professorinnen und Professoren sowie Studierende der ETH Zürich bringen mit «ETH unterwegs»¹¹ eine Wanderausstellung mit Experimenten und Exponaten zum Anfassen, mit Wettbewerben und Vorträgen direkt in die Mittelschulen in der ganzen Schweiz. Auf diese Weise wird ein lebendiges Bild der verschiedenen Studienrichtungen und Forschungsthemen vermittelt.

Das Technorama in Winterthur, das Verkehrshaus in Luzern, das Paul Scherrer Institut in Villingen und viele andere Organisationen und Institutionen bieten interessierten Schülerinnen und Schülern sowie den Lehrkräften spannende Möglichkeit, die Welt der Technik zu erkunden und ihre Neugierde dafür zu wecken. Es stehen also viele Türen offen, durch die

man einfach und auf spannende Art die Welt der Technik betreten kann.

4. Erfolg durch Hartnäckigkeit und Kontinuität

Die meisten Projekte werden heute von den Schulen geschätzt und die positiven Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler bestätigen, dass sich das Bild der häufig noch unbekannteren technischen Welt durch die Projekte verändert hat. Ein Kriterium ist allen Initiativen gemeinsam: Sie sind nur dann erfolgreich, wenn sie langfristig angelegt sind. Eines ist klar: in der technischen Nachwuchsförderung braucht es Ausdauer und Kontinuität, denn es geht nicht nur darum, einzelne Kinder und Jugendliche davon zu überzeugen, dass Technik spannend ist, sondern auch darum, das Verständnis und Bild in der breiten Öffentlichkeit, bei den Bildungsverantwortlichen und den Eltern zu verändern. Auch wenn einige Projekte vor rund 20 Jahren mit Startschwierigkeiten zu kämpfen hatten, ist die Nachfrage für diverse Projekte heute grösser als das Angebot. Dies zeigt, wie wichtig die Nachwuchsförderung im Ingenieurwesen ist. ■

¹¹ www.soc.ethz.ch/orientation/unterwegs

Medienmitteilung, Bundesamt für Statistik (10.01.2013)

Erfolgreiche Integration der MINT-Fachkräfte in den Arbeitsmarkt

Hochschulabsolventenbefragung 2009 für die Disziplinen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT)

Hochschulabsolventinnen und -absolventen eines MINT-Fachbereichs konnten sich im Jahr 2009, ein Jahr nach dem Abschluss, besser in den Arbeitsmarkt integrieren als diejenigen übriger Disziplinen. Die Erwerbslosenquote gemäss ILO bei den MINT-Fachkräften betrug 3,8 Prozent bei denjenigen übriger Disziplinen 5,5 Prozent. Die MINT-Absolventinnen und -Absolventen nahmen zudem häufiger Führungspositionen ein (Total MINT: 24%; übrige Disziplinen: 16,6%) Das zeigen Ergebnisse einer Studie des Bundesamts für Statistik (BFS) über die Integration von Hochschulabsolventinnen und -absolventen in den Arbeitsmarkt.

Die Lage auf dem Arbeitsmarkt von MINT-Fachkräften

Die Hochschulabsolventinnen und -absolventen der MINT-Fachbereiche waren ein Jahr nach dem Abschluss zu einem höheren Ausmass in den Arbeitsmarkt integriert als diejenigen übriger Disziplinen. Im Jahr 2009 lag die Erwerbslosenquote gemäss ILO bei den MINT-Absolventinnen und -Absolventen (3,8%) unter jener übriger Disziplinen (5,5%). MINT-Fachkräfte (65,3%) waren häufiger im privaten Sektor beschäftigt als Absolventinnen und Absolventen übriger Disziplinen (51,5%). Der Anteil an Vollzeitangestellten war bei den MINT-Fachkräften (Total MINT: 81,5%; übrige Disziplinen: 63,1%) höher und sie waren häufiger unbefristet angestellt (Total MINT: 71,5%; übrige Disziplinen: 63,2%). 24 Prozent der MINT-Absolventinnen und -Absolventen übernahmen bereits zu Beginn ihrer Berufskarriere eine Führungsfunktion, während nur 16,6 Prozent der Absolventinnen und Absolventen übriger Disziplinen zum selben Zeitpunkt eine Führungsfunktion ausübte. Ein Jahr nach dem Hochschulabschluss fiel der mittlere standardisierte Bruttojahreslohn der MINT-Fachkräfte (76'923 CHF) etwas niedriger aus als derjenige der Absolventinnen und Absolventen übriger Disziplinen (78'000 CHF).

Unterschiedliche berufliche Integration zwischen den MINT-Fachbereichen

Bei der beruflichen Integration und den Arbeitsbedingungen der MINT-Fachkräfte bestanden deutliche Unterschiede zwischen den MINT-Fachbereichen. Parallelen in den Beschäftigungsmerkmalen und Arbeitsbedingungen traten bei Absolventinnen und Absolventen der Informatik, der Technik und des Bauwesens auf. Die Absolventinnen und Absolventen dieser drei MINT-Fachbereiche wiesen die niedrigsten Erwerbslosenquoten gemäss ILO auf (zwischen 2,1% und 3,9%). Zwei Drittel und mehr der Absolventinnen und Absolventen dieser drei Fachbereiche waren im privaten Sektor beschäftigt. Zudem waren sie meist unbefristet angestellt (zwischen 80,3% und 89,8%) und vollzeiterwerbstätig (zwischen 91,5% und 94,8%). Der Anteil an Führungspositionen war bei Absolventinnen und Absolventen des Bauwesens mit 35,9 Prozent am höchsten. Absolventinnen und Absolventen der Informatik (82'550 CHF) und Technik (80'000 CHF) erzielten unter den MINT-Fachkräften die höchsten Löhne. Der mittlere Lohn der Absolventinnen und Absolventen des Bauwesens fiel demgegenüber deutlich niedriger aus (68'900 CHF).

Die Absolventinnen und Absolventen der MINT-Fachbereiche Chemie und Life Sciences sowie Andere MINT (Absolventinnen und Absolventen der Exakten Wissenschaften und der Land- und Forstwirtschaft), hatten im Jahr 2009 grössere Schwierigkeiten bei der Integration in den Arbeitsmarkt:

Ein Jahr nach dem Hochschulabschluss belief sich die Erwerbslosenquote gemäss ILO auf 4,8 Prozent respektive 5,3 Prozent. Die Absolventinnen und Absolventen der MINT-Fachbereiche Chemie und Life Sciences sowie Andere MINT nahmen im Anschluss an ihr Studium häufiger ein Doktorat auf als Absolventinnen und Absolventen der Technik, der Informatik und des Bauwesens. Sie waren seltener im privaten Sektor beschäftigt (44,4% resp. 42,7%), zu einem geringeren Ausmass unbefristet angestellt (48,7% resp. 45,9%) oder vollzeiterwerbstätig (62,3% resp. 58,5%) als die anderen MINT-Disziplinen. Im Vergleich zu den Absolventinnen und Absolventen der Informatik und Technik erzielten sie niedrigere Löhne. Absolventinnen und Absolventen der Chemie und Life Sciences und Andere MINT verdienten ein Jahr nach Abschluss 72'000 respektive 71'000 Franken.

Auskunft:

Petra Koller, BFS, Sektion Bildungssystem, Tel.: +41 32 71 36426, E-Mail: Petra.Koller@bfs.admin.ch

Véronique Meffre, BFS, Sektion Bildungssystem, Tel.: +41 32 71 36189, E-Mail: Veronique.Meffre@bfs.admin.ch

Wichtigste Definitionen

Berufliche Stellung

Die berufliche Stellung der erwerbstätigen Hochschulabsolvent/innen wurde zu fünf Kategorien zusammengefasst:

- Praktikant/in (inkl. Volontär/in)
- Doktorand/in, Assistent/in
- Angestellte/r ohne Führungsfunktion (inkl. Assistenzarzt/ärztin, Lehrer/in, mitarbeitendes Familienmitglied)
- Angestellte/r mit Führungsfunktion (unteres, mittleres und oberes Kader)
- Selbstständig erwerbend (mit und ohne Angestellte)

Beschäftigungsgrad

Der vertraglich festgelegte Beschäftigungsgrad der Hauptbeschäftigung unterteilt sich in drei Kategorien:

- weniger als 50% beschäftigt (entspricht Teilzeit II)
- 50% bis 89% beschäftigt (entspricht Teilzeit I)
- 90% bis 100% beschäftigt (entspricht Vollzeit)

Erwerbslosenquote gemäss ILO

Erwerbslosenquote gemäss ILO = Anzahl Erwerbslose gemäss ILO/Anzahl Erwerbspersonen × 100. Zu den Erwerbslosen gemäss ILO gehören Personen,

- die während der Woche vor der Befragung nicht erwerbstätig waren
- die in den vier vorangegangenen Wochen aktiv eine Arbeit gesucht haben und
- die für die Aufnahme einer Tätigkeit verfügbar wären.

Diese Definition entspricht den Empfehlungen des Internationalen Arbeitsamtes und der OECD sowie den Definitionen von EUROSTAT.

Erwerbspersonen

Zu den Erwerbspersonen zählen Erwerbstätige und Erwerbslose (gemäss ILO).

- Erwerbstätige
- Als Erwerbstätige gemäss ILO gelten Personen, die in der Woche vor der Erhebung

mindestens eine Stunde gegen Entlohnung gearbeitet haben, oder trotz zeitweiliger Abwesenheit von ihrem Arbeitsplatz (wegen Krankheit, Ferien, Mutterschaftsurlaub, Militärdienst usw.) weiterhin eine Arbeitsstelle als Selbstständigerwerbende oder Arbeitnehmende hatten,

- oder unentgeltlich im Familienbetrieb mitgearbeitet haben.

Unter diese Definition fallen, unabhängig vom Ort, wo die Tätigkeit ausgeführt wird (im Betrieb, zu Hause [Heimarbeit] oder in einem anderen Privathaushalt), alle Arbeitnehmende, Selbstständigerwerbende, im eigenen Familienbetrieb mitarbeitenden Familienmitglieder, Lehrlinge, Rekruten, Unteroffiziere und Offiziere, die während der Rekrutenschule bzw. des Abverdienens ihre Arbeitsstelle bzw. ihren Arbeitsvertrag behalten können, Schüler und Studierende, die neben ihrer Ausbildung einer Erwerbstätigkeit nachgehen und Rentner, die nach der Pensionierung noch erwerbstätig sind. Nicht berücksichtigt werden die Hausarbeit im eigenen Haushalt, unbezahlte Nachbarschaftshilfe und andere ehrenamtliche Tätigkeiten.

MINT-Fachbereiche

Als Begriff für den Fachkräftebereich wurde die Abkürzung MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) gewählt. Der gesamte MINT-Bereich umfasst viele verschiedene Studiengänge wie Informatik, Elektrotechnik, Maschinentechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Bauingenieurwesen, Chemie, Mathematik, Physik und andere mehr. Für die bessere Verständlichkeit werden diese Studiengänge in fünf MINT-Fachbereiche eingeteilt: Informatik, Technik, Bauwesen, Chemie und Life Sciences und Andere MINT.

Standardisierter Bruttojahreslohn

Der Lohn bezieht sich auf selbstberichtete Angaben der Absolventinnen und Absolventen. Erfragt wurde der Bruttojahreslohn (inklusive 13ten Monatslohns). Für die Auswertungen wurden die erhobenen Beträge auf den standardisierten Jahreslohn umgerechnet, d.h. der Lohn einer Teilzeiterwerbstätigkeit wurde auf einen Lohn für eine Vollzeitstellung (100%) hochgerechnet. ■

Vereinigung der
Schweizerischen Hochschuldozierenden



Association Suisse
des Enseignant-e-s d'Université

Mitteilung an unsere Mitglieder

Die nächste **ordentliche Mitgliederversammlung** findet am

22. November 2013 ab ca. 13 Uhr in Bern

statt, gefolgt von öffentlichen Vorträgen und Diskussionen zur Umsetzung des Hochschulförderungs- und Koordinationsgesetzes (HFKG).

Bitte merken Sie den Termin vor.

Einzelheiten folgen in der nächsten Ausgabe des Bulletin

Information pour nos membres

La prochaine **assemblée générale** aura lieu le

22 novembre 2013 à partir de 13 h env. à Berne,

suivie de présentations et discussions publiques sur la mise en œuvre de la Loi sur l'encouragement des Hautes écoles et la coordination dans le domaine des Hautes écoles (LEHE).

Veuillez retenir cette date, SVP.

Des précisions suivront au prochain numéro du Bulletin.

Engineering – Technology – Responsibility. Anmerkungen zur Ingenieurethik

Frank Mathwig*

«Hätte ich widerstanden, hätten die Naturwissenschaftler etwas wie den hippokratischen Eid der Ärzte entwickeln können, das Gelöbnis, ihr Wissen einzig zum Wohle der Menschheit anzuwenden! Wie es nun steht, ist das Höchste, was man erhoffen kann, ein Geschlecht erfinderischer Zwerge, die für alles gemietet werden können.»
Bertolt Brecht, *Leben des Galilei*¹

1. Engineering zwischen Anspruch und Wirklichkeit

«Engineers must be able to address the challenges of society and to respond to its evolving demands in creative and responsible ways.» Mit dieser in jeder Hinsicht anspruchsvollen Behauptung beginnt das Vorwort des Studienführers «Master of Science ETH in Process Engineering» (Ausgabe September 2012). Ingenieure reagieren danach kreativ und verantwortungsvoll auf die Herausforderungen gesellschaftlicher Entwicklungen. Die knappe Standortbestimmung klingt für Aussenstehende zunächst überraschend: Betont werden nicht wissenschaftliches *know that* und technisches *know how*, kreativer Erfindergeist oder komplexes Problemlösungsdenken, sondern die Verantwortung der Ingenieurwissenschaften für die Gesellschaft. Dafür stehen – gemäss der ETH-Broschüre – die Forschungsbereiche Material- und Produktionstechnologien, nachhaltige Energiesysteme, Technologien zur Untersuchung des Klimawandels, Umweltschutztechnologien und Technologien für die Nahrungs- und Pharmaindustrie.

Vorstellungen von der *social/professional responsibility of engineers* prägen heute das offizielle Selbstverständnis und Berufsbild von Ingenieurinnen und Ingenieuren. Die technologisch-wissenschaftliche Lektion, dass die Ausweitung menschlicher Eingriffs- und Handlungsmöglichkeiten nur um den Preis wachsender Risiken – und damit steigender Verantwortung – zu haben ist, mussten zuerst die Ingenieure lernen. In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts führten spektakuläre Brückeneinstürze aufgrund von Konstruktionsmängeln und Ingenieurfehlern in den USA dazu, dass drei der vier grossen nationalen Ingenieurgesellschaften – The American Society of Civil Engineers (ASCE, gegründet 1851), das American Institute of Electrical Engineers (AIEE, gegründet 1884) und die American Society of Mechanical Engineers (ASME, gegründet 1871)² – bereits Anfang des 20. Jahrhunderts Ethikkodizes für Ingenieure entwickelten und einführten. Dahinter stand die Beobachtung, dass die technischen Katastrophen nicht allein auf technisches Versagen zurückgeführt werden konnten. Der Ruf nach einer moralischen Domestizierung von Wissenschaft und Technik verstärkte sich am Ende der beiden Weltkriege, die der Menschheit in erschreckender Weise die Möglichkeiten von *homo faber* vor Augen geführt hatte. Im Sommer 1944 forderte der Physiker in Max Born in einem Brief an Albert Einstein «einen internationalen Verhaltenskodex zur Ethik» für Wissenschaftler, um sie aus ihrer Rolle als blosser «Werkzeuge der Industrien und Regierungen» zu befreien. Sein Kollege reagierte allerdings skeptisch: «Mit einem ethical code haben die Mediziner erstaunlich wenig ausgerichtet, und bei den eigentlichen Wissenschaftlern mit ihrem mechanisierten und spezialisierten Denken dürfte noch weniger eine ethische Wirkung zu erwarten sein.»³

*SEK, Sulgenauweg 26, 3000 Bern 23.

E-Mail: frank.mathwig@sek.ch

Frank Mathwig, Prof. Dr. theol.; Beauftragter für Theologie und Ethik beim Schweizerischen Evangelischen Kirchenbund und Titularprofessor der Theologischen Fakultät der Universität Bern. Werdegang: Studium der Evang. Theologie und Philosophie in Marburg und Hamburg; Promotion über methodische Probleme angewandter Ethik (2000), Assistent der Theologischen Fakultät, Institut für Systematische Theologie/Abt. Ethik der Universität Bern, Habilitation zu Fragen der politischen Ethik kirchlichen Handelns (2010); Ernennung zum Titularprofessor (2012). Forschungsschwerpunkte: Bioethik, Politische Ethik, christliche Ethik, Ekklesiologie
Publikationen: Technikethik – Ethiktechnik. Was leistet Angewandte Ethik, Stuttgart 2000; (mit Wolfgang Lienemann) (Hg.) Schweizer Ethiker im 20. Jahrhundert. Der Beitrag theologischer Denker, Zürich 2005; (mit Christoph Stückelberger) Grundwerte. Eine theologisch-ethische Orientierung, Zürich 2007; Zwischen Leben und Tod. Die Suizidhilfediskussion in der Schweiz aus theologisch-ethischer Sicht, Zürich 2010; (mit Marco Hofheinz/Matthias Zeindler) (Hg.) Wie kommt die Bibel in die Ethik? Beiträge zu einer Grundfrage theologischer Ethik, Zürich 2011.

¹ Bertolt Brecht, *Leben des Galilei*, in: ders., Stücke 5, Berlin u.a. 1988, 284.

²Vgl. Edwin Layton, *The Revolt of the Engineers: Social Responsibility and the American Engineering Profession*. Baltimore/Maryland 1986.

³ Albert Einstein/Max Born, Briefwechsel 1916–1955, zit. n. Günter Ropohl, *Ethik und Technikbewertung*, Frankfurt/M. 1996, 61.

Einstein hat mit seiner Prognose nicht Recht behalten – zumindest nicht ganz, wie die jüngeren, gut dokumentierten und auch ethisch eingehend analysierten Fälle in der Geschichte technologischer Katastrophen zeigen: die kalkulierten Sicherheitsmängel beim Ford Pinto in den 1970er Jahren, die Chemieunfälle von Seveso 1976 und Bhopal 1984, die Reaktorhavarie von Tschernobyl 1986, das Space Shuttle Challenger Unglück von 1986, die Software-Fehler beim Linearbeschleuniger Therac-25, der 1985 bis 1987 in der Strahlentherapie eingesetzt wurde, das Space Shuttle Columbia Unglück von 2003 oder der Untergang der Estonia 2009. Die öffentliche Diskussion solcher spektakulären Einzelfälle, verbunden mit der wachsenden Aufmerksamkeit für bzw. Angst vor Technik- und Technologie(langzeit) folgen – zuletzt vor allem der Klimawandel – haben die Sensibilität für ökologisch-technologisch-gesellschaftliche Zusammenhänge und Wechselwirkungen nachhaltig erhöht.

Zugleich dokumentieren die spektakulären technischen Katastrophen einen Funktionswandel von wissenschaftlich-technologischer Forschung und Anwendung. Einstein hatte noch nicht diejenigen auf der Rechnung, deren Entscheidungsmacht auf der Behauptung beruht, die Zeche innovativer Ingenieursarbeit zahlen zu müssen. Die Reaktion des Geschäftsführers der Produktionsfirma der temperaturanfälligen Booster, die die Explosion der Challenger-Raumfähre von 1986 verursachten, auf die technischen Bedenken der zuständigen Ingenieure, bildet so etwas wie den universalen ingenieur-ethischen Realitätscheck: «Take off your engineering hat and put on your management hat.»⁴ Mit dieser Forderung kommt Ingenieurethik auf die Welt und jeder Ethikkodex für Ingenieure an die Grenzen real existierender, globaler Produktions- und Wirtschaftssysteme. Manche sehen in diesem Konflikt eine grundsätzliche Dilemma oder sogar eine «Krise des Ingenieurwesens», die sich daraus ergibt, «dass die Mehrheit der von der Regierung und Industrie beschäftigten Ingenieure Zielen wie der nationalen Verteidigung oder dem Unternehmensgewinn dienen, die eher von ihren Arbeitgebern als vom Berufsstand selbst bestimmt werden. Anders als der Medizinerstand sind Ingenieure nicht in der Lage, ihre eigenen Ziele zu bestimmen: oft stehen die Ziele des Arbeitgebers im Konflikt mit den Werten des einzelnen Ingenieurs.»⁵ Die unbequeme Frage lässt sich nicht von

der Hand weisen: Haben ethische Kodizes, Berufsstandards oder Ethiken für Ingenieure im Rahmen global oder multinational agierender Konzerne (ohne oder mit nur mangelhaften Konzepten von Corporate (Social) Responsibility oder Corporate Citizenship) unter dem Strich nicht die Wirkung von Ulrich Becks vielzitiertes Velobremse im Interkontinentalflugzeug?

Solche Zweifel sind nicht neu. Bereits die deutschsprachige Technokratiedebatte seit den 1950er Jahren (Hans Freyer, Helmut Schelsky, Arnold Gehlen oder aus umgekehrter Perspektive das marxistisch konnotierte Technikverständnis von Herbert Marcuse) hatte im Blick, was heute längst Alltag ist: die konstitutive Verbindung von Wissenschaft, Technik und Ökonomie, die Freisetzung der Arbeitskraft durch automatisierte Produktion, der Wandel der Wahrnehmungen von Mensch, Gesellschaft und Umwelt in techn(olog)isierten Lebenswelten, die Steuerung der Bedürfnisproduktion etc. etc. In den fortgeschrittenen Industrialisierungsschüben nach dem Zweiten Weltkrieg werde die Moral – so Gehlen – in die «verzweifelte Rolle gedrängt, dem Wirklichen, Machbaren und Zweckmäßigen immerfort in die Zügel fallen zu müssen».⁶ Der Streit, ob eine «subjektive» Moral etwas gegen die «objektive» zweite Natur zivilisatorisch-technischer Faktizität ausrichten könne oder überhaupt solle, beruht freilich im Kern auf der erkenntnis- und wissenschaftstheoretisch überholten Prämisse von der Unversöhnlichkeit zwischen den «two cultures» (Charles Percy Snow): den Naturwissenschaften auf der einen und den Geisteswissenschaften auf der anderen Seite. Solche Dualismen sind – nicht zuletzt auf Druck der sich aufdrängenden Probleme – einem pragmatisch-dialogischem Verständnis gewichen.

2. Ingenieurethik als Angewandte Ethik

Angewandte Ethik – als Übersetzung von *Applied Ethics* – ist eine direkte Folgeerscheinung der technologischen Entwicklungen seit dem Zweiten Weltkrieg. Ihr Entstehen und ihre Ausdifferenzierungen reagieren auf Problemwahrnehmungen moderner Technologien und ihrer Folgen für Menschen und Umwelt. Im Blick auf diesen Fokus kann auch von problemorientierten Ethiken gesprochen werden. Angewandte Ethik im disziplinären Sinne meint «zum einen die systematische Anwendung normativ-ethischer Prinzipien auf Handlungsräume, Berufsfelder und Sachgebiete, zum anderen bezieht er sich – im Plural verwendet – auf die Vielzahl der angewandt-ethischen Diskurse bzw. entsprechender Normenkataloge, denen die Fokussierung auf ein je-

⁴ Zit. n. Albert Löhr, STS-51-L: «Obviously a major malfunction». 25 Jahre Challenger-Tragödie, in: Matthias Maring (Hg.), Fallstudien zur Ethik in Wissenschaft, Wirtschaft, Technik und Gesellschaft, Karlsruhe 2011, 155–159 (157).

⁵ Earl R. McCormac, Das Dilemma der Ingenieurethik, in: Hans Lenk/Günter Ropohl (Hg.), Technik und Ethik, Stuttgart 1987, 222–244 (222).

⁶ Arnold Gehlen, Die Seele im technischen Zeitalter, Hamburg 1957, 27.

weils ganz bestimmtes Thema eigentümlich ist (*Bioethik, Medizinethik, Friedensethik* usw.). Das Ergebnis der angewandt-ethischen Anstrengungen insgesamt ist mithin «ein spezialisiertes Normen- und Regelpanorama für exemplarische Themenfelder».»⁷ Angewandte Ethik gehört zum Bereich *normativer Ethik* – in Abgrenzung zur bloss beschreibenden *deskriptiven Ethik* und sprachanalytisch oder argumentationslogisch ausgerichteten *Metaethik* – und hat menschliche Praxis im Urteilen, Entscheiden und Handeln zum Gegenstand. Seit ihren wissenschaftlichen Anfängen in der antiken Philosophie bemüht sich Ethik um eine Verhältnisbestimmung zur Technik. Nach wie vor bietet die alte aristotelische Unterscheidung zwischen Mitteln und Zwecken, zwischen Herstellen (*poiesis*) und Handeln (*praxis*) einen zentralen begrifflichen Orientierungspunkt. Technik ist auch in der Form heutiger Grosstechnologien kein Selbstzweck – unabhängig von den Normierungsprozessen, die mit ihrer gesellschaftlichen Implementierung verbunden sind. Freilich muss die antike Unterscheidung ausdifferenziert (etwa im Anschluss an Hegel, Arendt und Habermas durch die Kategorie der Arbeit) und unter systemischen Bedingungen als dialektisches Verhältnis bestimmt werden. «Spezifische normative Fragen entstehen [...], wenn man sich der Dimension der Technik als Garant der Bedingungen des Einsatzes von Mitteln vergewissert und dabei im Auge behält, dass Mittel nur qua Zuordenbarkeit zu möglichen Zwecken Mittel sind und Zwecke nur qua unterstellter Herbeiführbarkeit Zwecke, also qua Bezug zu möglichen Mitteln (sonst handelt es sich um blosser Wünsche).»⁸ Diese Zuordnung rückt Technikethik nicht nur von vornherein in einen gesellschaftlich-politischen Zusammenhang, sondern weitet ihren Adressatenkreis auf alle «Technikanwenderinnen» und «-anwender», also die ganze Gesellschaft aus.

Die Begriffe «Ingenieur-» und «Technikethik» werden in der Literatur nicht einheitlich verwendet. Teilweise erscheinen sie als Synonyme, manchmal wird eine US-amerikanische Traditionslinie von Ingenieurethik aus der *Beteiligtenperspektive* einer europäischen Traditionslinie von Technikethik aus der *Beobachterperspektive* gegenübergestellt, in anderen Fällen werden unter Ingenieurethik lediglich Ethikkodizes und Standesrichtlinien für Ingenieurberufe subsumiert. Wenig kontrovers dürfte ein Verständnis sein, nach dem die Ingenieurethik als Teilbereich von Technikethik einem bestimmten Adressatenkreis – den Ingenieurinnen und Ingenieuren – zugeordnet wird.

⁷ Urs Thurnherr, *Angewandte Ethik zur Einführung*, Hamburg 2000, 14.

⁸ Christoph Hubig, *Technikethik*, in: Ralf Stoecker/Christian Neuhäuser/Marie-Luise Raters (Hg.), *Handbuch Angewandte Ethik*, Stuttgart 2011, 170–175 (171).

Der Gegenstandsbereich bleibt von dieser Adressatenbeschränkung grundsätzlich unberührt. Unterstellt wird, dass der näher bestimmte Adressatenkreis in einer spezifischen Weise mit dem Gegenstandsbereich konfrontiert und betraut ist, eine Art und Weise, die diese Personengruppe von allen anderen «Betroffenen» unterscheidet.

3. Ethikkodizes – «Reprivatisierung» von Verantwortung?

Spätestens seit der Publikation von Hans Jonas' *Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik der technologischen Zivilisation* im Jahr 1979 erfreut sich der Verantwortungsbegriff in der Ingenieur- und Technikethik bleibender Konjunktur und scheint all jene technik- und technologiekritischen Stimmen Lügen zu strafen, die seit weit über einem Jahrhundert konsequent jede technische Innovation und technologische Entwicklung begleiten. Die Herausgeber des *Journal of Science and Engineering Ethics* diagnostizieren eine bemerkenswerte Prävalenz des Themas im Bereich der Wissenschafts- und Ingenieurethik. Das könne nicht allein mit dem allgemeinen Trend der sogenannten angewandten Ethik erklärt werden. Denn ein Vergleich mit einschlägigen medizinethischen Fachzeitschriften kommt zu dem überraschenden Ergebnis, dass dort der Verantwortungsbegriff nicht einmal halb so oft im Titel oder in den Schlagwörtern auftaucht, wie in den Beiträgen der genannten Zeitschrift. «Apparently, there is something special about the relation between responsibility and technology and engineering.»⁹

Die Ethikrichtlinie der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW) bestimmt das Verhältnis zwischen *responsibility, technology and engineering* folgendermassen: «Die anwendungsorientierte praktische Technik ist immer ethisch gefordert: Sie beeinflusst die Lebensbedingungen des Menschen, der Gesellschaft und der Natur und hat diesen Einfluss aus ganzheitlicher Sicht zu verantworten. [...] Diese erweiterte, sicherlich nicht konfliktfreie Verantwortung gegenüber Mitwelt, Umwelt, Nachwelt stellt einen unabdingbaren und integralen Anspruch an alle Ingenieure/Ingenieurinnen und technischen Wissenschaftler/innen dar und geht über Gesetze, Normen und Vorschriften hinaus. Gesetze und Vorschriften vermögen zwar Vergehen zu umschreiben und zu ahnden; sie können jedoch menschlichen Anstand und eine verantwortende, auf das gegenwärtige und künftige Wohl der Gemeinschaft gerichtete Haltung des/der Einzelnen (Solidarität Gemeinschaftsgefühl) nicht erzwin-

⁹ Neelke Doorn/Ibo van de Poel, *Moral Responsibility in Technology and Engineering*, in: *Sci Eng Ethics* (2012) 18:1–11 (1).

gen.»¹⁰ Im Anschluss daran werden drei Verantwortungsdimensionen mit Bezug auf ein persönliches, professionelles und soziales/gesellschaftliches Ethos unterschieden.

Bereits hier zeigt sich eine Eigenart vieler Ethikkodizes.¹¹ Der unspezifische Charakter der moralischen Forderungen bzw. der umfassende normative Anspruch unterscheiden sich signifikant von der Bestimmtheit technischer Regeln, die die fachliche Ingenieurarbeit kennzeichnen. Die Meinungen über die Relevanz und Funktion von berufsspezifischen Ethikstandards gehen weit auseinander. Manche sehen darin eine moralische Überforderung der einzelnen Person bzw. eine Propagierung des Ingenieurberufs als moralisches Heldentum, andere betonen die wirksame Orientierungs- und Entlastungsfunktion solcher Richtlinien für Ingenieurinnen und Techniker im Berufsalltag. Einerseits wird kritisiert, dass die Fokussierung auf die einzelne Person die institutionellen Bezüge der Ingenieursarbeit ausblenden, andererseits wird hervorgehoben, dass genau diese ‹Abstraktion› eine Bindung des Verhaltens ‹eines jeden Ingenieurs als Mitglied einer ‹moral community›, die als ganze an der Einhaltung der Kodizes moralisch interessiert ist› ermögliche.¹² Konrad Ott hat vorgeschlagen, die Entwicklung der Ethikkodizes seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts im Sinne einer Problemgeschichte des Ingenieurberufs zu lesen, denn in jedem Kodex spiegelten sich die moralischen Probleme des Berufstandes jener Zeit wider. Daraus resultiere ein moralischer Lernprozess, der ausgehend von einer Betonung von Loyalitätspflichten gegenüber den Auftraggebern und Kollegialitätsnormen hin zu einem kritisch-selbstreflexiven Verständnis universal-moralischer Verantwortung geführt habe. Ob technische Problemwahrnehmungen und ethische Sensibilisierung in der Weise kurzgeschlossen werden dürfen, kann bezweifelt werden. Technische Problemwahrnehmungen bilden eher Anstöße für eine intensive Beschäftigung mit Technik und Technologie als kulturelle, soziale und gesellschaftliche Phänomene, die diese in der Folge in einen weiteren und umfassenderen anthropologischen, politischen, ethischen

und rechtlichen Kontext rücken. Die Pointe von Verantwortungszuschreibungen besteht im Kern darin, partikulares Handeln normativ auf einen nicht-partikularen Kontext zu beziehen.

Hans Lenk hat darauf aufmerksam gemacht, dass eine spezifische berufliche oder Aufgabenverantwortung, die einer Person aufgrund ihres Berufs oder ihrer Rolle/Funktion zukommt von einer ‹(universal-)moralischen Verantwortung› unterschieden werden müsse, die Menschen als *moralisch* verantwortliche Wesen auszeichnen.¹³ Interne und externe Verantwortung stünden in einem hierarchischen Verhältnis. ‹Während spezifische Aufgabenverantwortlichkeiten bei rollengebundenen Handlungen moralisch neutral sein können, überlagert (*universal*) *moralische Verantwortung* solche Aufgabenverantwortlichkeiten, die moralisch relevant sind, von denen andere Menschen oder Lebewesen in Hinsicht auf mögliche Schädigung bzw. Förderung oder Erhaltung betroffen sind.›¹⁴ Die Pointe dieser Unterscheidung besteht darin, dass die Technikerin oder der Ingenieur immer schon als moralisches Subjekt angesprochen sind, wenn es darum geht, die beruflichen Aufgaben und die damit verbundenen Zuständigkeiten im Blick auf ihre moralische Verantwortung als Person kritisch zu reflektieren. Zugespitzt: Vor dem Horizont menschlicher Verantwortung geht die handelnde Person in ihrer Rollen- oder Aufgabenverantwortung nicht auf. Technisches Handeln schliesst in jedem Fall mehr ein als nur die Erfüllung systemspezifischer Funktionsstandards.

Obwohl diese Feststellung Konsens sein dürfte, bildet sie den Ausgangspunkt für weitreichende Konflikte. Das SATW-Dokument zielt – wie es im Untertitel heisst – auf die ‹Wahrnehmung persönlicher Verantwortung in den technischen Berufen› und rückt das Ingenieurethos explizit in den Horizont der Menschenrechte und der Nachhaltigkeitsgrundsätze von Rio 1992. Dafür findet sich kein Bezug auf die Arbeitswirklichkeit von Technikerinnen und Ingenieuren. Der oben genannte Realitätscheck unterbleibt. Stattdessen endet der Text mit dem Hinweis auf ein komplementäres Ethikverständnis, das in konzentrischen Kreisen mit zunehmender Allgemeinheit und Reichweite als Ergänzungsverhältnis angelegt ist: ‹Die zehn Grundsätze für die persönliche *Individualethik* des/der Einzelnen können ihre harmonische Einbettung finden [...] zunächst in eine auf analogem Gedankengut basierende *institutionelle Ethik* (z. B. Unternehmens- oder Verbandsethik) so-

¹⁰ Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften, Ethik im technischen Handeln. Zur Wahrnehmung persönlicher Verantwortung in den technischen Berufen, Zürich 2003, 4.

¹¹ Vgl. auch VDI, Ethische Grundsätze des Ingenieurberufs, Düsseldorf 2002; American Society of Civil Engineers ASCE, Code of Ethics, 1975; The Royal Academy of Engineering, Statement of Ethical Principles, London 2007; dies., Engineering ethics in practice: a guide for engineers, London 2011 sowie die im Anhang von Lenk/Ropohl (Hg.), Technik, a.a.O., aufgeführten Kodizes.

¹² Konrad Ott, Technikethik, in: Julian Nida-Rümelin, Angewandte Ethik. Die Bereichsethiken und ihre theoretische Fundierung. Ein Handbuch, 2., aktual. Aufl., Stuttgart 2005, 569–647 (622).

¹³ Vgl. etwa Hans Lenk, Über Verantwortungsbegriffe und das Verantwortungsproblem in der Technik, in: ders./Ropohl (Hg.), Technik, a.a.O., 112–148 (112f.).

¹⁴ Lenk, Über Verantwortungsbegriffe, a.a.O., 118.

wie [...] in den übergeordneten Rahmen einer staatlichen oder gar weltweit formulierten *Ordnungsethik* (z. B. Menschenrechte, Bundesverfassung 1999 → Nachhaltigkeit).»¹⁵

4. Verantwortung

Was nützt aber – so könnte gefragt werden – alle ingenieurethische Integrität und Aufmerksamkeit, wenn die Arbeit von Ingenieurinnen und Technikern von anderen Interessen abhängig ist oder überlagert wird, wenn also ein Ingenieurethos schlicht nicht gefragt ist? Genau auf dieses Dilemma reagieren – so die Verfechterinnen und Verfechter einer konsequentialistischen Ethik – Verantwortungskonzepte. Eine verbreitete Erklärung für die Bedeutung der Verantwortungskategorie in technologischen Zusammenhängen lautet folgendermassen:

Die traditionelle Ethik geht von drei Voraussetzungen aus:

- 1a) Individuen handeln;
- 1b) die Handlungsfolgen und -wirkungen stehen mit den Handlungen in einem direkten (kausalen) Zusammenhang und
- 1c) die Handlungsfolgen sind bekannt und kalkulierbar.

Diese Prämissen individuellen Handelns treffen für Ingenieure allesamt nicht zu:

- 2a) In technologischen Handlungssystemen lassen sich Funktionen und Systemoperationen nicht einzelnen Handlungssubjekten zuordnen («the problem of many hands»);
- 2b) technologische Entwicklungen sind komplexe Prozesse, deren systemischer Charakter eine Zuordnung im Sinne einfacher Ursache-Wirkungs-Relationen unmöglich macht und
- 2c) die sozialen bzw. gesellschaftlichen Folgen von komplexen Technologien lassen sich nur sehr eingeschränkt prognostizieren.¹⁶

Eine realistische Ethik der Verantwortung – so kann aus der Gegenüberstellung gefolgert werden – müsse also davon ausgehen, dass:

- 3a) einzelne Handlungssubjekte nicht identifiziert werden können;
- 3b) von Technologiefolgen und -wirkungen nicht (eindeutig) auf bestimmte Handlungssequenzen oder Entscheidungen zurückgeschlossen werden kann und
- 3c) die Folgen und Wirkungen systemtechnologischen Handelns nur begrenzt vorhersehbar sind.

Verantwortung bildet nach dieser Erklärung die ethische Antwort auf ein Handeln unter Unsicherheit (nicht Risiko, denn Risiken sind *per definitionem* kalkulierbar). «Grosstechnische Systeme wie auch neue Querschnittstechnologien, aber auch Technik regulierende Steuerungsmassnahmen sind durch hohe Komplexität, mangelnde Prognostizierbarkeit intendierter und das Eintreten nichtintendierter Nebenfolgen gekennzeichnet. Die Einführung einer neuer Technik stellt daher ein Handeln unter *Unsicherheit* dar.»¹⁷ Die Attraktivität der Verantwortungskategorie beruht auf ihrer Formalität. Entgegen einem verbreiteten Missverständnis von Verantwortung als einem ethischen Prädikat, wird mit dem Begriff zunächst nur eine dreistellige Relation zwischen einem Verantwortungssubjekt (Wer trägt Verantwortung?), einem Verantwortungsgegenstand (Wofür trägt jemand Verantwortung?) und einer Verantwortungsinstanz (Gegenüber wem muss ein Handeln verantwortet werden?) behauptet. Verantwortung schreibt einem Subjekt eine Zuständigkeit für einen Gegenstand vor dem Hintergrund eines bestimmten normativen Kontextes zu. ««Verantwortlich» kann ich gemacht werden nur für solches, das von mir in stärkerem oder schwächerem Masse abhängt.»¹⁸ Im einfachsten Fall wird unterstellt, dass Handlungs- und Verantwortungssubjekt identisch sind. Nur dann macht die Behauptung Sinn, dass eine Person für ihr Handeln (direkt und umfassend) verantwortlich ist.

Genau hier setzt eine breite Kritik am Verantwortungsbegriff an. Grosstechnologien sind das Produkt von hoch arbeitsteiligen, funktional ausdifferenzierten Prozessen, in denen Handlungs- und Verantwortungssubjekte auseinanderfallen. Bei der Klärung und Aufarbeitung eingetretener Schäden treten die Schwierigkeiten einer präzisen Verantwortungszuschreibung regelmässig zutage: Wer ist eigentlich verantwortlich gewesen? Allerdings muss der Einwand des Auseinanderfallens von Handlungs- und Verantwortungssubjekten präzisiert werden. Denn die Tatsache, dass etwa die Ärztin die Verantwortung für eine medizinische Massnahme trägt, bedeutet weder, dass die Verantwortung des beteiligten Pflegepersonals dieser der ärztlichen Verpflichtung indifferent gegenübersteht, noch dass die berufsspezifischen Verantwortlichkeiten notwendig konkurrieren oder konfligieren. Im Gegenteil: ungeachtet aller berufsspezifischen Differenzierungen stimmen beide Berufsgruppen in ihrer normativen Orientierung

¹⁷ Armin Grunwald, Technikethik, in: Marcus Düwell et al. (Hg.), Handbuch Ethik, Stuttgart, Weimar 2002, 277–281 (278).

¹⁸ Walter Ch. Zimmerli, Wandelt sich die Verantwortung mit dem technischen Wandel?, in: Lenk/Ropohl (Hg.), Technik, a.a.O., 92–111 (98).

¹⁵ SATW, Ethik, a.a.O., 12.

¹⁶ Vgl. Doorn/Poel, Moral Responsibility, a.a.O., 2.

überein (etwa im Sinne der vier bekannten, mittleren bioethischen Prinzipien). Zum Problem wird das Auseinanderfallen von Handlungs- und Verantwortungssubjekten erst dann, wenn die normativen Bezugsgrößen resp. Verantwortungsinstanzen für handelnde und verantwortliche Personen inkompatibel werden. Den dafür typischen Fall bildet die Kollision zwischen Sorgfaltspflichten von Technikerinnen und Ingenieuren einerseits und den ökonomischen Zielsetzungen des Unternehmens andererseits.

Ingenieurverantwortung steht nicht für sich, sondern ihre Relevanz hängt davon ab, wie diese in übergeordnete Verantwortungsverhältnisse integriert werden kann, wie es etwa das oben genannte SATW-Dokument vorschlägt. Aber auch im Blick auf die Ingenieurverantwortung in der Berufspraxis im engeren Sinne stellen sich viele Fragen. Auf einige in diesem Zusammenhang wichtige Aspekte hat das Forschungsprojekt der Universität Stuttgart und des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) über «Ethische Ingenieurverantwortung»¹⁹ hingewiesen:

Geht Ingenieurverantwortung über die individuelle Verantwortungszuschreibung für ein technisches Handeln hinaus?

- Wie kann das Verhältnis zwischen der internen Rollenverantwortung (Berufsethos, Standesregeln) als Ingenieurin und der externen politisch-gesellschaftlichen Verantwortung als Partner, Familien-, Gemeinschaftsmitglied, Bürger etc. bestimmt werden?
- Geht die Verantwortung von Ingenieuren über diejenige von Staatsbürgern hinaus und wenn ja, wie wird diese stärkere normative Verpflichtung legitimiert?
- Gibt es für Ingenieurinnen eine gesamtgesellschaftliche Verantwortung und wie lässt sie sich im Rahmen von *engineering*-Prozessen operationalisieren?
- Wie spiegelt sich die Realität von gesellschaftlichem Wertepluralismus, Wertdissensen und Normenkonflikten in der Ingenieurethik wider?
- Wie kann das Verhältnis zwischen Ingenieurverantwortung und staatlicher Regulierung bestimmt werden?
- Welchen Status haben Ethik-Kodizes (Standesregeln, Alibifunktion, Appellcharakter, Sanktionsinstrument) im Arbeitsalltag der Ingenieure?

Aus diesem Fragenkatalog sollen lediglich zwei Punkte abschliessend kurz beleuchtet werden: die Fragen nach dem Verhältnis von *engineering* und Ökonomie einerseits sowie des Rechts andererseits.

5. Ingenieurverantwortung zwischen Ökonomie und Recht

«Technisches Handeln ist durchweg auch wirtschaftliches Handeln und insoweit den Prinzipien der herrschenden Wirtschaftsordnung unterworfen. So spiegelt auch das Arbeitsrecht die Grundsätze der liberalistischen Wirtschaftsauffassung wider, zu denen vor allem die bürgerliche Vertragsfreiheit und das Recht der unternehmerischen Betätigungsfreiheit gehören. [...] In einer Marktwirtschaft ist es das Recht der unternehmerischen Betätigungsfreiheit, die Art des Güterangebots in Hinblick auf die Marktnachfrage zu bestimmen. Der einzelne Ingenieur dagegen genießt die Vertragsfreiheit, ob er seine Qualifikation einem bestimmten Unternehmen verkaufen will oder nicht. Schliesst er den Arbeitsvertrag ab, unterwirft er sich dem Weisungsrecht des Unternehmens, das aus der marktwirtschaftlichen Produzentenfreiheit abgeleitet ist. [...] Technisches Handeln ist also vor allem den formalen Entscheidungskriterien der Marktteilnehmer unterworfen. Tatsächlich klammern denn auch liberalistische Philosophen Technik und Wirtschaft aus dem Geltungsbereich der Moral aus.»²⁰ Dieser Zusammenhang wird durch die staatlichen Wirtschaftspolitiken intensiv gestützt und gefördert. Sicherheitspolitische Interessen waren und sind häufig äusserst wirksame Formen der Forschungs- und Technologiepolitik. Aber auch die gezielte standortpolitische Steuerung und Förderung bestimmter Technologiebereiche – etwa von Umwelttechnologien, alternativen Verkehrskonzepten oder Biotechnologien – haben erheblichen Einfluss auf die Technologieentwicklung, die unmittelbar auf die Tätigkeiten und Arbeitswelt von Technikerinnen und Ingenieure zurückwirken.

Eine realistische Ingenieurethik hat deshalb ihren Ausgangspunkt bei der Wahrnehmung von Verantwortungskonflikten und konkurrierenden Prioritätensetzungen zu nehmen. Die SATW-Ethikrichtlinie unterscheidet in diesem Sinne drei Verantwortungsdimensionen: «Sorge für Mitmensch und Gesellschaft», «Schutz der Umwelt» und «Sicherstellung des wirtschaftlichen Erfolges im Unternehmen» und führt aus, es gälte, «diese drei Verantwortungen gemeinsam und gesamtoptimal wahrzunehmen. Letztlich sollte die hierdurch angestrebte gedeihliche Zukunft der Menschheit, oder anders ausgedrückt, die Lebensdienlichkeit technischer Arbeit zum höchsten Entscheidungskriterium werden, im Bewusstsein, dass dies in der Regel nicht konfliktfrei zu erreichen ist.»²¹ Ähnlich betonen die ethischen

¹⁹ Vgl. Johannes Reidel, Ethische Ingenieurverantwortung. Projekt der Universität Stuttgart, Institut für Philosophie, Abt. Wissenschaftstheorie und Technikphilosophie, in Kooperation mit dem Verein Deutscher Ingenieure gefördert durch die Karl Heinz Beckurts-Stiftung. Abschlussbericht, Stuttgart 2000, 4.

²⁰ Günter Ropohl, Verantwortung in der Ingenieurarbeit, Matthias Maring (Hg.), Verantwortung in Technik und Ökonomie, Karlsruhe 2009, 37–54 (49f.).

²¹ SATW, Ethik, a.a.O., 8.

Grundsätze des VDI: «In Wertkonflikten achten Ingenieurinnen und Ingenieure den Vorrang der Menschengerechtigkeit vor einem Eigenrecht der Natur, von Menschenrechten vor Nutzenerwägungen, von öffentlichem Wohl vor privaten Interessen sowie von hinreichender Sicherheit vor Funktionalität und Wirtschaftlichkeit.»²² Diese Priorisierungen klingen nicht nur vielversprechend, sie sind es auch. Allerdings zeigen viele Beispiele aus der realen Arbeitswelt die begrenzte Wirksamkeit solcher Grundsätze auf, denn das Arbeitsrecht schützt eher das Unternehmen als die verantwortungsvollen Mitarbeitenden. Günter Ropohl bringt es auf den Punkt: Wer «den verantwortungsbewussten Ingenieur dem Spiessrutenlaufen zwischen Arbeitsgericht und Arbeitsamt überlässt, kann sich alle Appelle an die Ingenieurethik sparen.» Und er fordert: «Arbeitsverweigerung und Alarmierung der Öffentlichkeit aus Gewissensgründen müssen unbedingten Kündigungsschutz geniessen!»²³

Ingenieurvereinigungen in den USA fordern schon länger eine *whistle-blowing-ethic*, die darauf zielt, ingenieurethisch prekäre Entscheidungen von Unternehmen öffentlich publik zu machen. Die Idee zu einer solchen subversiven ingenieurethischen Verantwortungswahrnehmung beruht auf der Erfahrung, dass Technikmissbräuche so gut wie nie aus den Unternehmen und Ingenieurverbänden selbst publik gemacht, sondern von aussen aufgedeckt werden. Dem korrespondiert der Rücklauf von gerade einmal sieben Antworten auf eine in den VDI-Nachrichten (Auflage: 60'000) lancierte anonyme Umfrage zu Verletzungen von Ethikstandards in Unternehmen.²⁴ Tatsächlich wirkt die vom Unternehmen eingeforderte Loyalität viel nachhaltiger als das ingenieurethische Gewissen. Diese Tendenz wird verstärkt durch die Gefährdung der eigenen Karriereaussichten, den internationalen Konkurrenzdruck auf die Unternehmen und die damit zusammenhängende Arbeitsplatzsicherheit.

Das lenkt über zu dem zweiten Aspekt des Verhältnisses von *engineering* und Recht.²⁵ Der Staat steuert Technologieentwicklung nicht nur über Wirtschafts-, Forschungs- und andere Förderungs- politiken, sondern ebenso durch das Recht. Die industrielle Entwicklung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wäre ohne entsprechende rechtliche, den aufstrebenden Industrien entgegenkommende

Liberalisierungen nicht in der Weise möglich gewesen. Recht schafft Märkte, die die Entwicklungen technischer Innovationen ökonomisch möglich und attraktiv machen (z. B. Telekommunikations- und Umweltrecht). Analog zu den Ausdifferenzierungen in der angewandten Ethik gilt auch umgekehrt: «Jede grössere technische Innovation hinterlässt Spuren im Rechtssystem einer Gesellschaft.»²⁶ Das geschieht direkt, wenn neue Technologien neue Rechtsfragen aufwerfen und in der Folge neue Rechtsbereiche entstehen lassen (z. B. Atomrecht, Datenschutzrecht, Embryonenschutzgesetz) oder indirekt, indem sie einen Wandel sozialer und kultureller Normen in Gang setzen, der wiederum rechtliche Anpassungen nach sich zieht (z. B. Arzneimittelrecht, Familienrecht, Strafrecht).

Kontrovers diskutiert wird, ob und wie Recht technologische Risiken und Langzeitfolgen steuern kann. Rechtliche Regelungen hinken in gewisser Weise technischen Innovationen stets hinterher. Recht kann aber Rahmenbedingungen festlegen, die auf die Technologieentwicklung Einfluss nehmen (z. B. Atomausstieg, klimaverträgliche Energieversorgung, Abfallrecht, Datenschutz). Daneben ermöglichen verfahrensrechtliche Bestimmungen, die gesellschaftlichen Implementierungsprozesse von Technologien zu beeinflussen und über entsprechende – wiederum rechtlich verankerte – Kontrollinstitutionen (z. B. Ethikkommissionen) diese Prozesse zu begleiten und zu evaluieren. Entscheidend bei all diesen Massnahmen ist, dass der Gesetzgeber auf fachliche Ressourcen zurückgreifen kann, die über das notwendige Wissen im Blick auf die sehr heterogenen Gegenstandsbereiche verfügen. Christoph Hubig betont in diesem Sinne die Orientierungsfunktion von ingenieurethischen Kodizes für die Judikative und juristische Hermeneutik. Diese Forderung ist auch vor dem Hintergrund zu lesen, dass der aktuellen technikrechtlichen Fixierung auf die Normsetzung eine prekäre «Vernachlässigung der Fragen von Normvermittlung und Normimplementation» korrespondiert.²⁷ Die genannten und um viele Aspekte zu erweiternden Problemwahrnehmungen zur Ingenieurethik werfen die grundsätzliche Frage auf, ob die notorische Forderung nach einer ethischen Sensibilisierung des technischen Handelns nicht dringend ergänzt – und punktuell auch ersetzt – werden müsse durch die Forderung nach einer Sensibilisierung des Rechts für das technische Handeln. ■

²² VDI, Ethische Grundsätze, a.a.O., Ziff. 2.4.

²³ Ropohl, Verantwortung, a.a.O., 52.

²⁴ Vgl. Hans Lenk, Zur Verantwortung des Ingenieurs, in: Maring (Hg.), Verantwortung, a.a.O., 9–36 (27).

²⁵ Vgl. grundlegend Martin Schröder/Rainer Schulte (Hg.), Handbuch des Technikrechts, Heidelberg 2011.

²⁶ Volker Boehme-Nessler, BilderRecht. Die Macht der Bilder und die Ohnmacht des Rechts. Wie die Dominanz der Bilder im Alltag das Recht verändert, Berlin, Heidelberg 2010, 8.

²⁷ Miloš Vec, Kurze Geschichte des Technikrechts, in: Schulte/Schröder (Hg.), Handbuch, a.a.O., 3–92 (90).

Kompetenzorientierung an Hochschulen im Kontext aktueller technologiegestützter Lehr- und Lernmethoden

Per Bergamin* und Andreas Hediger**

In diesem Beitrag gehen wir aus von der allgegenwärtigen Bologna-Reform sowie aktuellen Erfahrungen an einer kalifornischen Universität mit einer Kombination von Unterricht der lokalen Dozierenden und speziell adaptiertem Online-Kursmaterial, die parallel zu einem traditionellen Kurs geführt wurde. Die ersten Resultate sind eindrücklich, 91% der Studierenden im kombinierten Modul bestanden die Semesterprüfung, verglichen mit 59% der Studierenden im traditionellen Kurs, das ist eine Optimierung um den Faktor 1.5. Diese neueste Generation der mediengestützten Lehre im Kontext der Entwicklung neuer Lerntechnologien und der immer effektiveren Wissensgesellschaft wird von uns kritisch betrachtet. Im Weiteren soll dargestellt werden, warum gerade in diesem Zusammenhang von Kompetenzorientierung die Rede ist und welcher Paradigmenwechsel aus didaktischer Sicht dahintersteht. Ein weiterer elementarer Faktor ist die Wahrnehmung und Akzeptanz der Studierenden aber auch der Dozierenden gegenüber dieser Entwicklung. Wir stellen fest, dass die wieder aufkommende stärkere Orientierung einerseits an fachlicher grundlagenwissenschaftlicher und andererseits aber auch gewünschter berufspraktischer Handlungsfähigkeit der Studienabgängerinnen und -abgänger zum Desiderat führt, bereits im Studium eine gute Unterstützung des je individuellen Wissensmanagements aufzubauen. Wir fokussieren dabei auf die Kompetenzen des selbstregulierten Lernens, welche unter anderem eine Disposition zur Nutzung neuer technologischer Verfahren bilden, um eigenes Lernen zu unterstützen. Am Schluss des Beitrages beschreiben wir einen entsprechenden in Entwicklung stehenden Ansatz der Lernerorientierung und Lernberatung durch die Hinwendung zu Kompetenzen und Potentialen der Lernenden.

1. Lernen und Medientechnologie-Entwicklungen

Die grosse Bühne für Diskussionen zur Hochschuldidaktik gehört derzeit immer wieder den Massive Open Online Courses, den MOOCs. Klassischere Ansätze der Lehre mit neuen Medien haben in der Presse keinen so grossen Auftritt. Ihnen wird der Reiz und der Schwung des Massenunterrichts mittels Online-Produktionen entgegen gehalten. Die neuen Entwicklungen zum Phänomen «Masse», mit dem neuenglischen Ausdruck «crowd», sowie der Ansatz des «offenen Lernens», im Sinne dass sich jeder beteiligen darf, ergeben durchaus interessante Diskussionen. Es gibt aber auch leisere und differenziertere Töne in der

Welt des heutigen E-Learnings. Eine wissenschaftlich orientierte Sichtweise legt uns Nahe, sorgfältig die Wege zu beobachten, die Phänomene differenziert zu analysieren und Überlegungen anzustellen, wie Kompetenzen von Lernenden tatsächlich aufgebaut und weiterentwickelt werden. In diesem Beitrag plädieren wir für diesen zweiten Blick. Insbesondere interessieren uns die Anteile impliziter und expliziter Selbstregulation der Lernprozesse, die beim Lernen mit neuen Informations- und Kommunikationstechnologien immer besonders wichtig sind. Wir werden im Weiteren der Frage nachgehen, auf welche Weise differenzierte, didaktische Massnahmen die neuen Entwicklungen fruchtbar machen können. Dabei gehen wir von einem Bericht über die zunächst einfach erscheinende Kombination von Hochschulmodulen mit Elementen eines MOOCs aus.

* Institut für Fernstudien- und eLearningforschung (IFeL),
Fernfachhochschule Schweiz, Überlandstrasse 12, CH-3900 Brig.

E-Mail: per.bergamin@ffhs.ch
www.ifel.ch

Per Bergamin ist Professor für Fernstudien und E-Didaktik an der Fernfachhochschule Schweiz. Er leitet dort das Institut für Fernstudien- und eLearningforschung (IFeL). Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Selbstreguliertes Lernen, Qualität und Usability virtueller Lernumgebungen sowie Medienkompetenzen im Zusammenhang mit ICT. In diesen Bereichen hat er in diversen nationalen und internationalen Forschungs- und Bildungsprojekten mitgearbeitet. Er wirkt in verschiedenen schweizerischen privaten und öffentlichen Beratungsgremien zur eLearning-Entwicklung mit. Seine Lehrtätigkeiten liegen in der pädagogischen Psychologie sowie der E-Didaktik. Zudem ist er Gründer und Verwaltungsratspräsident einer KMU-Unternehmung die in den Bereichen Business- und eLearning-Applikationen tätig ist.

** Institut für Fernstudien- und eLearningforschung (IFeL),
Fernfachhochschule Schweiz, Überlandstrasse 12, CH-3900 Brig.

E-Mail: andreas.hediger@ffhs.ch
www.ifel.ch

Andreas Hediger ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fernstudien- und eLearningforschung (IFeL) der Fernfachhochschule Schweiz (FFHS). Er berät Dozierende zur Didaktik des Blended-Learning, erarbeitet Bildungskonzepte für Institutionen und Firmen mit Schwerpunkt neue Lernmethoden und Medieneinsatz. Von 1990 bis 2006 arbeitete er für die kantonale Erwachsenenbildungsinstitution EB Zürich als Ausbilder, Lehrgangleiter und ab 2000 als Leiter des Bereichs Digitale Medien. Er studierte Philosophie und Wirtschaftsinformatik an der Universität Zürich, seine Fachgebiete umfassen Web Design, Erwachsenenbildung und Medientheorie.

An der San Jose State University im Silicon Valley und an anderen amerikanischen Hochschulen sind Pilotprogramme mit Blended Learning Modulen, einer Kombination von lokalem Unterricht der Dozierenden und spezifisch adaptiertem MOOC-Material des M.I.T. sowie weiterer Produzenten, gestartet worden. Auf dieser Basis wurden die Vorlesungen zu einer Studienbetreuung in Kleingruppen umgearbeitet. Der Versuch wurde innert weniger Monate in Zusammenarbeit von West- und Ost-Küsten-Universitäten realisiert. Ein neu gestaltetes Modul wurde parallel zu einem bestehenden, wie bisher klassisch unterrichteten Modul geführt. Die Projektleitungen beobachteten und verglichen die Ergebnisse im Rahmen einer einfachen Evaluation mit der Idee, bei positiven Erkenntnissen den Versuch auszuweiten. In einem Artikel der New York Times vom 29. April 2013 wird zusammengefasst: Die Resultate waren eindrücklich, 91% der Studierenden in der Blended Learning Sektion bestanden die Modulprüfung, verglichen mit 59% im traditionellen Kurs (Übersetzung der Autoren). Wir können hier also eine Verbesserung um den Faktor 1.5 der Studienleistung im direkten Vergleich beobachten, welche bisher andere kombinierte Anstrengungen nicht erreichen.

Wenn wir nach dem Grund dieses Ergebnisses und nach den Potentialen und Gefahren dieses Vorgehens fragen, dann haben wir auch die bereits losgetretenen Diskussionen in diversen Foren und Blogs sowie publizistischen Stellungnahmen vor Augen, welche zunächst von dem verführerischen Titel des Artikels *«Colleges Adapt Online Courses to Ease Burden»* ausgehen und unserer Meinung nach diesen Ansatz zu Unrecht auf blosser potentieller Kostenreduktion reduzieren. Dieselben Diskussionen mit ähnlichen Hintergründen werden auch in Europa geführt. Aber nur wenn wir eine differenzierte Diskussion auf der Basis didaktischer Kriterien wie z.B. der Diversität von Lerninhalten, Lernerfahrungen und -kompetenzen berücksichtigen, werden wir die Reduktion des gesamten Kontexts auf mögliche Einsparungen in Bildungsbudgets vermeiden können. Übrigens wurde der reduktionistische Fehler einer auf Technologieentwicklungen und Kosten beruhenden Argumentation, um die Jahrtausendwende schon einmal gemacht und er hat zu vielen unproduktiven Ernüchterungen und Enttäuschungen geführt.

Unsere These, welcher wir in den folgenden Abschnitten nachgehen, lautet, dass ein Blended Learning Setting wie die beschriebene Kombination von MOOC-Elementen und Kleingruppenarbeit in der Tat ein Potential freisetzen können, indem Lernschritte im persönlichen Rhythmus der Lernenden ermöglicht und ein förderlicher fachinhaltlicher Kontext

von didaktisch ausgearbeiteten Strukturen und dialogischen Lernszenarien ermöglicht werden. Der Einsatz von MOOC-Material (es kann selbstverständlich auch anderes gut ausgearbeitetes Lernmaterial sein) kombiniert mit betreuter Gruppenarbeit scheint den Dreh zu schaffen, dass die Studierenden tatsächlich individuell d.h. in ihrer eigenen «Lernzeit» dem Lehr-Geschehen folgen und mitdenken können, betreut von Dozierenden, die in diesem Kontext die Zeit erhalten haben, mit den Studierenden an kleinen Projekten zu arbeiten. Im verwandten Versuch einer anderen kalifornischen Universität wurden sogar Ressourcen erfolgreich für eine tutorielle Betreuung der Studiengruppen rund um die Uhr eingesetzt.

Für eine sinnvolle künftige Ressourcen-Planung müssen unseres Erachtens nicht bloss die mechanische Zugabe von Online-Material, sondern die gesamten Merkmale des didaktischen Settings, die eine Verbesserung der Prüfungsergebnisse ermöglichen, für eine Erklärung beigezogen werden. Ebenfalls zu bedenken ist, dass die Analyse auf bereits eingebetteten fachlichen Kompetenzen (Vorwissen) und Lernkompetenzen (technischer und intellektueller Art), wie z.B. die Fähigkeit ein Forums-Posting zu schreiben und die nachfolgenden Beiträge zu werten, zu reflektieren und in den eigenen Lernprozess zu integrieren, aufsetzt.

Um diese These zu begründen, stellen wir in den folgenden Abschnitten kurz die Entwicklung der Kompetenzorientierung im Rahmen des Bologna-Prozesses und die sich in der Wissensgesellschaft abzeichnende «neue» Lernkultur dar. Basierend auf den resultierenden Erkenntnissen plädieren wir im Umgang mit den neuen Lernmedien für die Entwicklung eines differenzierten Kompetenzrasters. Dabei rücken wir das «Selbstregulierte Lernen» (SRL) in den Vordergrund als ein Beispiel einer der unabdingbaren Kompetenzen für erfolgreiches Handeln in modernen Lernsettings.

2. Wissen und aktueller gesellschaftlicher Wandel

Die Bologna-Reform begleitet die Hochschullehrenden auch über zehn Jahre nach der Vertragsunterzeichnung der Mitgliedstaaten 1999 beinahe täglich. Heute kann man sich fragen, inwieweit sich die dahinterstehende, äusserst ehrgeizige Vision, Europa zu einem der dynamischsten, wettbewerbsfähigsten und wissenschaftsgestützten Wirtschaftsraum zu machen, Realität geworden ist. Auf der einen Seite hat sich gezeigt, dass verschiedene durch den Bologna-Prozess nicht erfasste Faktoren, wie zum Beispiel die finanzielle Lage von Staaten eine höhere Relevanz haben. Im Rückblick erscheint dies logisch und klar, wurde in der damaligen Diskussion zum «Bildungs- und Wissenschaftssystem Europa» jedoch nicht erfasst.

Andererseits wird in der aktuellen Analyse auch deutlich, dass die Eckpunkte der Bologna-Reform wie die Neustrukturierung der Studiengänge in Bachelor, Master und Doktorat, die Qualitätssicherung im Kontext standardisierter Qualifikationsrahmen sowie die Neuausrichtung auf die Globalisierung und die Wissensgesellschaft mit den Konzepten der Mobilität und des lebenslangen Lernens aber auch den technologischen Entwicklungen die Hochschullandschaft sichtbar geprägt haben. Nichts desto trotz zeigt sich immer noch eine fruchtbare Diskussion über die weitere Ausrichtung der Hochschulen, gerade im deutschsprachigen Raum.

So wird verschiedentlich festgehalten, u.a. (Reichert & Tauch, 2005), dass der Bologna-Prozess oft noch als reiner Harmonisierungsprozess gesehen wird. Und Nickel (2011) stellt in der Einleitung zum Bericht «Der Bologna-Prozess aus Sicht der Hochschulforschung» drei Gründe bei den Verfechterinnen und Verfechtern der traditionell humboldtschen Universitäts-Idee, die zu Widerstand gegen die neuen Entwicklungen führen fest: 1) Die Betonung der Anwendungsorientierung, 2) die stärkere Rolle von Lehre und Studium gegenüber der Forschung und 3) die stärkere Gewichtung von Organisation und Management. Dem kann entgegengehalten werden, «[...] dass das formale Aneignen von Wissen, Können und Werthaltungen nicht Selbstzweck [ist], sondern immer in Bezug auf Anforderungen, welche die Gesellschaft an ihre Akademikerinnen und Akademiker stellt» gesehen werden muss (Bachmann, 2011, S. 13). Versuchen wir genau diesen Zusammenhang, wie sich Wissen, Können und Werthaltungen heutzutage entwickeln, zu beleuchten, kommen wir zumindest in einem Punkt rasch auf einen gemeinsamen Nenner: Wissen hat heute eine kürzere Halbwertszeit als früher und als einer der meistgenannten Treiber lässt sich die ansteigende Informationsflut bezeichnen (Kendall & Samways, 2008; Reynolds & Turcsányi-Szabó, 2010; Wolff, 2008). Oft wird in der Folge quasi im Zirkelschluss zwischen einem beschleunigten Erzeugen von Wissen, der kürzeren Halbwertszeit sowie der hohen digitalen Verfügbarkeit aller Informationen eine besondere Problemlage der Hochschulen konstruiert. Dabei geht es aus unserer Sicht eher um einen optimierten Umgang mit diesen Phänomenen (Webler, 2004). Prospektiv formuliert, geht es darum, neben einem Sockel an Orientierungswissen, an Überblick und Zusammenhängen, den Umgang mit und das Bewirtschaften von Wissen den aktuellen Bedürfnissen anzupassen und diesen Kompetenzen einen höheren Stellenwert zu geben. Eine Folge davon ist, dass in der Ausbildung, der Arbeitswelt, aber auch insgesamt im gesellschaftlichen Leben, «[...]

überfachliche, relativ abstrakte Fähigkeiten immer wichtiger» (Webler 2004, S.17) werden. Ein damit einhergehender Anspruch für den wir mit allem Nachdruck plädieren, ist die Entwicklung und Förderung der dazu nötigen Kompetenzen in die allgemeine Bildung und deren Weiterentwicklung in die Hochschullehre einfließen zu lassen. Doch gerade hierzu entzweien sich in der Praxis die Geister noch mancherorts.

3. Lernkultur in einer sich anbahnenden Wissensgesellschaft

In verschiedenen Studien wird schon seit einiger Zeit der Begriff des «tragen» Wissens thematisiert (Gruber, Mandl, & Renkl, 1999; Renkl, 1996; Wahl, 2002). Damit wird ein Phänomen bezeichnet, bei dem Lernende zwar sehr oft viel wissen, aber eine relativ schwach ausgebildete Fähigkeit haben, dieses in praktische Handlungen umzusetzen. Als einer der wesentlichen Gründe wird in der Lehr- und Lernforschung der Fakt genannt, dass in der traditionellen Unterrichtsgestaltung der Schwerpunkt auf der Instruktion, also der Unterweisung der Lernenden liegt, dagegen konstruktive Lernprozesse und die situative Gebundenheit von Lernen und Wissen kaum bzw. selten berücksichtigt werden (Gruber et al. 1999, S. 6f.). Gerade die oben aufgeführte Halbwertszeit des Wissens, die Informationsflut und ständig verfügbare Abrufmöglichkeiten von neuen Informationen, verschärfen diese Problematik noch. Hinzu kommt, dass nicht nur die Verfügbarkeit und schiere Menge des Wissens gewachsen ist, sondern dass gerade durch Entwicklungen wie die Bologna-Reform ein erhöhter Leistungs- und Stoffdruck entstanden ist. In modularisierter Form sind relativ kleine bzw. kurze Lerneinheiten aufgebaut worden, die jeweils mit Lernleistungen (zumeist in Form von Prüfungen) abschliessen, um die Abgabe von Credits zu rechtfertigen. Diese Konstellation von Lernsystemen mit einem sehr hohen Rhythmus an neuen Themen, äusserst vielfältigen Informationen und Informationssystemen sowie entsprechenden Leistungskontrollen verführt viele Studierende zu oberflächlichem Lernen.

Die Unterscheidung von Oberflächenlernen und Tiefenlernen geht auf eine Serie von Untersuchungen von Marton & Säljö (1976a,b) zurück, in der individuelle Unterschiede beim Lernen von Texten erfasst wurden. Dabei wurde festgestellt, dass sich die verschiedenen Lernarten in zwei grundsätzliche Strategieförmigkeiten einteilen lassen. Beim Oberflächenlernen verfolgen die Studierenden das Ziel, in kurzer Zeit möglichst viele Inhalte auswendig zu lernen und vernachlässigen Strategien des Tiefenlernens, nämlich das Gelernte zu verstehen, praktisch auszuprobieren

und mit anderem Wissen zu vernetzen. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass Gründe für solche oberflächenorientierte Lernstrategien zum Einen in der Wahrnehmung der eigenen Lern- bzw. Arbeitsbelastung als sehr hoch (Chambers, 1992; Viebahn, 2004) und zum Anderen in lehrerzentrierten Unterrichtsformen liegen, welche bei Lernleistungen und Testen eine Reproduktion der Lerninhalte favorisieren (Prosser et al. 2003; Prosser/ Trigwell 1999; Trigwell et al. 1999). Um dieses systemimmanente oder zumindest durch aktuelle Entwicklungen ererbte Problem mit methodisch-didaktischen Massnahmen zu entschärfen, ist es eine zentrale Aufgabe von Dozierenden, nicht nur auf den Lernstoff hin zu unterrichten, sondern durch eine klare, praxisrelevante Zielsetzung die Orientierung in den Lernprozessen zu erleichtern und so das «Tiefenlernen» zu fördern. Ein massgeblicher Faktor der hierbei hilfreich sein kann, ist die Ausgestaltung der jeweiligen Prüfungsform. Für die Lehrenden, welche dieses vertiefte Lernen fördern wollen, bedeutet dies zusammenfassend eine Rückbesinnung auf eine hohe Lernerorientierung (Cress, 2006) mit dem Ziel, den Lernenden die Intentionen der Lernprozesse bewusst zu machen und die angestrebten Lernergebnisse sowie deren praktische Bedeutung laufend zu klären bzw. deutlich zu machen (Marton/ Säljö 1997; Entwistle/ McCune 2004). Hier finden wir auch den Zusammenhang zum selbstregulierten Lernen wieder auf den wir unten noch eingehen werden.

3.1. Was sind Kompetenzen?

Ein weiteres Phänomen unserer gesellschaftlichen Entwicklung ist die zunehmende Komplexität der Arbeitswelt sowie eine hochgradige Spezialisierung. Diese erfordern in der Praxis die Zusammenarbeit in Teams oder grösseren Gruppen. Zum einen bedeutet dies zunächst, dass das individuelle Fachwissen und das methodische Wissen unbestrittene Voraussetzungen für die Arbeitswelt bleiben. Zum anderen ergibt sich daraus aber auch, dass zusätzliche Fähigkeiten gefordert sind wie Teamfähigkeit, Kommunikations- und Konfliktfähigkeit sowie Selbstorganisation. Diese Fähigkeiten können unter dem Begriff der überfachlichen Kompetenzen subsumiert werden. Betrachtet man dies in einem Gesamtbild der Arbeitswelt, fällt ein exponentielles Anwachsen der Anforderungen auf: Mehr Komplexität erfordert mehr fachliche plus bessere überfachliche Kompetenzen. Aufgrund der zunehmenden Menge des Wissens und der Anforderungen können nun nicht einfach die Lernangebote zeitlich verlängert werden, sondern es muss eine Individualisierung und Flexibilisierung der Lernangebote angestrebt, aber auch die Fähigkeit der Lernenden, in diesen Lernwelten prospektive und effiziente Strategien zu wählen, entwickelt werden. Ge-

rade bei diesem Punkt kommt Begriff der Kompetenz ins Spiel, ein spezifisch beschriebenes Feld des Handelns-Könnens, welches zugleich als vorläufig erfüllbarer Anspruch und unendlich erweiterbares Potenzial gedacht wird.

Worin liegt denn nun der Unterschied zwischen Wissen und Kompetenz? Zur Erklärung gehen wir den Umweg über eine Abgrenzung. Qualifikationen, welche lange die Diskussion um Bildungsinhalte prägen, lassen sich als zertifizierbare Ergebnisse, welche einen aktuellen Wissenstand widerspiegeln, bezeichnen (Erpenbeck & Rosenstiel, 2003). Dies ist zumindest für das in einem Bildungssystem formal erworbene Wissen heute noch der Fall. Und wie können Kompetenzen beschrieben werden? Festzuhalten ist, dass der Begriff zwar sehr uneinheitlich diskutiert wird, sich aber immer wieder verwandte Elemente wie, situationsspezifisches Wissen, Können, Erfahrung sowie motivationale Komponenten in den Erklärungen finden. Klieme und Hartig (2007) haben es in ihrer umfassenden Definition, die wir im Folgenden weiter verwenden werden, wie folgt ausgedrückt: «Kompetenzen sind Dispositionen, die im Verlauf von Bildungs- und Erziehungsprozessen erworben (erlernt) werden und die Bewältigung von unterschiedlichen Aufgaben bzw. Lebenssituationen ermöglichen. Sie umfassen Wissen und kognitive Fähigkeiten, Komponenten der Selbstregulation und sozial-kommunikative Fähigkeiten wie auch motivationale Orientierungen» (S. 21). In diesem Zusammenhang ist zu betonen, dass diese Auffassung von Kompetenzen diese weniger als konkrete Verhaltensweisen versteht, sondern als Potenziale oder Ressourcen (Maag Merki, 2006) die entwickelt oder weiterentwickelt werden können.

3.2 Welche Kompetenzen?

Es wurde bereits mehrfach angesprochen, in der aktuellen Diskussion zur Kompetenzorientierung wird immer wieder zwischen fachlichen und überfachlichen Kompetenzen unterschieden. Dabei verstehen wir unter fachlichen Kompetenzen Wissensdispositive, wie sie üblicherweise an Hochschulen gepflegt werden. Diese werden in diesem Beitrag nicht spezifisch besprochen. Es wäre auch eine Überforderung mit einem allgemein didaktischen Blickwinkel eine Diskussion über Fachunterricht führen zu wollen. Aber es lässt sich sicher auch nicht vermeiden, hierbei auf die Schnittstellen und notwendige Übereinkünfte hinzuweisen. Neben dem Erwerb der angesprochenen fachlichen Fähigkeiten spielen zunehmend auch die überfachlichen Kompetenzen zur Verständigung und Kooperation in der Arbeitswelt eine Rolle. Auf europäischer und nationaler Ebene sind immer wieder Versuche unternommen worden,

genauer zu beschreiben, auf welche überfachlichen Kompetenzen an Hochschulen Wert gelegt werden soll. Die wohl bekanntesten und schlussendlich wirkungsvollsten Versuche sind das Projekt «*Tuning Educational Structures in Europe*» (Gonzales & Wagenaar, 2003, 2005) und der Europäische Qualifikationsrahmen (EQF). Im erstgenannten TUNING-Projekt wurde eine Liste von 85 allgemeinen Kompetenzen erstellt, welche in 20 Studien entweder von Hochschulen oder Unternehmen als wichtig bezeichnet worden waren. Mittels einer Häufigkeitsanalyse wurden dann die Nennungen auf 30 Begrifflichkeiten verdichtet und in drei Bereiche eingeteilt: Instrumentelle, interpersonelle und systemische Kompetenzen.

Im anderen Ansatz, welcher sich politisch und in der Praxis durchgesetzt hat, wurde im Rahmen der Bologna-Reform im europäischen Qualifikationsrahmen (EQF) für den Hochschulbereich basierend auf den drei Studienstufen (Bachelor, Master, Doktorat) Kompetenzen bestimmt, welche die Absolventinnen und Absolventen des jeweiligen Niveaus erreichen sollten. Ausgehend von den Dublin Deskriptoren, welche die drei Studienstufen in Form von Lernergebnissen darstellen, wurden nationale Qualifikationsrahmen erstellt. In der Schweiz wurde 2009 der nfq.ch-HS¹ (Qualifikationsrahmen für den schweizerischen Hochschulbereich) im Gegensatz zu Deutschland mit einer vollständigen Anlehnung an die fünf Kategorien der Dublin Deskriptoren ausgearbeitet und in den Folgejahren weitgehend eingeführt. Die fünf horizontal angeordneten Kompetenzkategorien, welche als Skalen aufgefasst werden und in jeder Studienstufe weiterentwickelt werden, sind: (1) Wissen und Verstehen, (2) Anwendung von Wissen und Verstehen, (3) Beurteilungen abgeben, (4) Kommunikative Fähigkeiten und (5) Selbstlernfähigkeiten. Gerade auf diesen letzten Punkt der Selbstlernfähigkeiten werden wir im Kontext der neuen Lerntechnologien im Weiteren näher betrachten.

4. Einsatz von Lerntechnologien und ihre Wirkung

An unseren Hochschulen werden immer mehr Lerntechnologien eingesetzt. Schauen wir uns die diversen Hochschullandschaften, jedenfalls in den industrialisierten Ländern an, so ist der Einsatz der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien, vor allem der mit dem Internet in Verbindung stehenden Lehr- und Lernaktivitäten, nicht mehr wegzudenken. Auch ist festzustellen, dass immer mehr Nutzungsvarianten dieser Technologien entstehen, unabhängig davon, ob das formale Bildungssystem

sich auf sie einlässt oder nicht. Schaut man mit einem zweiten Blick genauer hin, lässt sich eine sehr heterogene Anwendungsvielfalt der damit unterstützten Lernszenarien finden. Diese tatsächliche Vielfalt der Lernszenarien und Offenheit der Umsetzungen stösst bei Vielen dennoch auf Unverständnis. Oft besteht hier immer noch die Tendenz, eine Art Königsweg des Lernens anzunehmen oder diesen immerhin zu unterstellen. Wir können die Auseinandersetzungen dieser zwei Haltungen, einer offenen Didaktik gegenüber dem Streben nach einem für alle passenden Lernpfad an vielen Hochschulen beobachten.

Mit einem offenen Ansatz gehen wir davon aus, dass die Vielfalt von Lernformen und Lernmethoden gefördert werden soll, um einerseits die Erkenntnisse der modernen Lernpsychologie zu berücksichtigen und um andererseits ganz praktisch flexible Studienformen zu entwickeln. An anderer Stelle haben wir dargestellt, welche Faktoren flexible und selbst-regulierte Studienformen fördern (Bergamin, Ziska, Werlen, & Siegenthaler, 2012). Beispielhaft lässt sich der Hintergrund der Auseinandersetzungen um die Nutzung von Lerntechnologien gut darstellen, wenn wir der Frage nachgehen, wie denn die Entwicklungen des Web 1.0 bis 3.0, an dessen Schwelle wir heute stehen, auf Lernaktivitäten und mediendidaktische Lernszenarien Einfluss nehmen bzw. welche neuen Möglichkeiten sich ergeben. Betrachten wir zuerst einmal das «klassische E-Learning» zu den Zeiten von Web 1.0, so fällt auf, dass die Lerninhalte zwar flexibel navigierbar sind aber dennoch fixe und gar starre Strukturen aufweisen. Die Lerninhalte sind vorgeben und können kaum oder nur sehr schwierig ergänzt, geändert oder effizient erneuert werden. Ebenso funktioniert es mit den digitalen Assessment-Möglichkeiten, die fixe Strukturen aufweisen und vor allem Reproduktion von Wissen in den Vordergrund rücken. Beim Lernen in dieser Form finden keine echten Dialoge statt, es ist vielmehr durch rückgekoppelte Monologe geprägt (Erpenbeck & Sauter, 2007). Eigenaktivitäten bei denen mehr als eine passive Lernrezeption durchlaufen wird und die eine Basis konstruktivistischer Lernmodelle bilden, bleiben dabei auf ein Minimum beschränkt. Diese Lernformen unter dem Stichwort «E-Learning 1.0» zusammengefasst, dienen bis auf wenige Ausnahmen eher der massenhaften Informationsweitergabe (Erpenbeck & Sauter, 2007) als der Förderung von nachhaltigen Wissensstrukturen und Kompetenzentwicklungen.

Mit dem Aufkommen des Web 2.0 und entsprechender sozialer Softwaresysteme haben sich Formen der online Zusammenarbeit beim Lernen mit spezifischen Charakteristika ergeben: a) Lernende

¹ Einsehbar unter: http://www.crus.ch/information-programme/qualifikationsrahmen-nfqch-hs.html?no_cache=1

und Lehrende erzeugen den Lerninhalt gemeinsam, b) Lernen findet nicht mehr alleine im begrenzten elektronischen Lernraum der Schule statt (Stichwort: ubiquitär) und c) Lernen wird zur Performanz, indem nicht mehr alleine Rezeption und Reproduktion im Vordergrund stehen, sondern Lernaktivitäten und Resultate gezeigt die mit anderen diskutiert (z.B. in einem Forum) und reflektiert (z.B. in einem Blog) werden (Kerres, 2006).

Ein weiterer Entwicklungsschritt geschieht im sich zur Zeit entwickelnden semantischen Web – in Analogie zu Web 2.0, Web 3.0 genannt. Es lassen sich dabei drei Lernbereiche bezeichnen, welche über diese neuen Webtechnologien stark beeinflusst werden: Die Konstruktion des Wissens, das persönliche (Lern-)Netzwerk und die Organisation des persönlichen Lernens (Ohler, 2008). Aber was ist das Semantische Web? In diesem Kontext ist mit *semantisch* der Begriff *Bedeutung* gemeint, genauer gesagt «für Algorithmen kodierte Bedeutung». Das semantische Web ermöglicht es, basierend auf sogenannten Ontologien (spezifischen Bedeutungs-Datenbanken, die ein Wissensfeld beschreiben) und verschiedenen Datenaggregationen, Datensätze und Dokumente im Web zu verfügbar zu halten, die eine zweckgebundene, durch Algorithmen gesteuerte Verarbeitung ermöglichen. Das bedeutet, dass Rechner nicht mehr einfach «sinnlose» Informationen verarbeiten sondern auch deren Bedeutungsgehalt erfassen bzw. nach Regeln abarbeiten. Am einfachsten lassen sich die Konsequenzen am Beispiel von Suchmaschinen verdeutlichen: Bei traditionellen Suchmaschinen muss der Nutzer das Resultat in den meisten Fällen trotz angemessener Eingabe von Suchbegriffen nochmals evaluieren. Bei Suchmaschinen die das semantische Web nutzen, werden zuvor gesammelte Informationen in Form von Begriffen durch informationstechnische Agenten kodiert und können so ein präzises Resultat zur Verfügung stellen (Morris, 2011). Setzt man diese Möglichkeiten in den Lernkontext, so lassen sich schnell lernrelevante Anwendungsbeispiele finden:

- Smarte, semantische Agenten koordinieren Kalender von Lehrenden und Lernenden (Anderson & Whitelock, 2004),
- Agenten stellen Lehrenden und Lernenden aktuelle Informationen im Hinblick auf Wissen und Interessen zur Verfügung (Anderson & Whitelock, 2004),
- Hilfestellungen und Interventionen durch Dozierende werden unterstützt, indem zum Beispiel bei einer Intervention relevante Lernressourcen automatisch mitgeliefert werden (Devedžić, 2006),
- Lerngruppen-Bildungen werden durch soziale Ontologien gefördert (Ounnas, Davis, & Millard, 2008),

- Die Verteilung angepasster Lernressourcen wird im Hinblick auf die Relevanz für die Lernenden, die Art der Aufbereitung (Niveau oder Geräte) und die benötigte Zeit unterstützt (Devedžić, 2006).

In der Tat stellt sich die Frage, inwiefern die geschilderten technologischen Möglichkeiten den Erwerb oder die Weiterentwicklung von Kompetenzen fördern können? Dabei lässt sich zunächst einmal feststellen, dass besonders im Kontext beruflicher Umfelder die Lernkultur sich von einem fremdgesteuerten, formalen Wissen hin zu einem selbstorganisierten, informellen Wissen verschiebt (Erpenbeck & Sauter, 2007). Betrachtet man zudem die Entwicklungen in den Open Educational Ressource (OER) Projekten oder auch die im Bereich der Massive Open Online Kurse (MOOCs), so stellt man dies ansatzweise und in bestimmten Fachbereichen auch für die Hochschulen fest. In diesem Zusammenhang muss man sich klar werden, dass sowohl aus Sicht der Anbieter als auch der Nutzer die Kompetenzentwicklung (inkl. überfachliche Kompetenzen) mit Unterstützung von Lerntechnologien gefördert werden kann. Kuhlmann & Sauter (2008) gehen davon aus, dass es gerade Blended Learning Konzeptionen sind, die es den Lernenden ermöglichen ihren Lernprozess individuell zu organisieren. Erpenbeck & Sauter (2012) schlagen hierzu ein gut strukturiertes Vorgehen und von ihnen überprüfbares Verfahren in vier Stufen vor, bei dem zuerst in den Stufen 1 und 2 Qualifikationen vermittelt und dann in den Stufen 3 und 4 Kompetenzen erarbeitet werden:

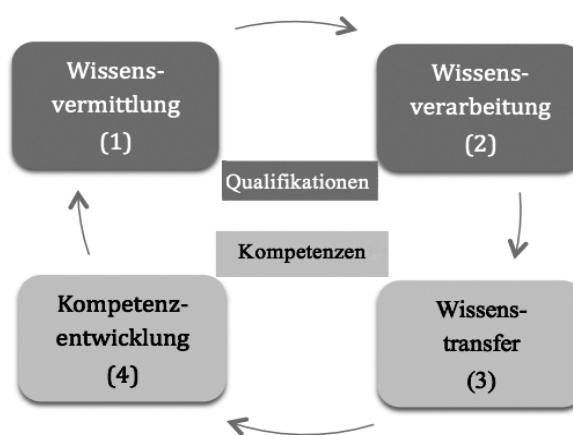


Abbildung 1: Lernprozessstufen zur Kompetenzentwicklung in Blended-Learning-Szenarien (in Anlehnung an: Erpenbeck & Sauter, 2012, S. 131)

Stufe 1 beginnt mit Prozessen der Wissensvermittlung, indem mit Web-basierten Trainings, Printmaterialien oder Internet-Ressourcen (ausgehend von Text-, Audio- und Videomaterialien) von den Studierenden selbstorganisiert, z.B. über Recherchen einzeln oder in Gruppen, Basiswissen, Methoden oder die Nutzung von Instrumenten gelernt werden.

Auf Stufe 2 der Wissensverarbeitung erfolgt wiederum in Form selbstorganisierter Arbeiten die Sicherung der Erkenntnisse z.B. mittels Tests, Übungen, Fallstudien, Planspielen.

Stufe 3 umfasst in einem nächsten Schritt die Anwendung des erworbenen Wissens in einem realen Arbeitsumfeld mittels Transferaufgaben. Die Erkenntnisse werden dann beispielsweise in einer Learning Community dargestellt und ausgetauscht.

Auf Stufe 4 erfolgt dann die eigentliche Kompetenzentwicklung in realen individualisierten Praxisprojekten mit konkreten Problemstellungen sowie notwendigen Entscheidungsprozessen. Begleitet wird der Erfahrungsaustausch u.a. durch eine Community of Practice in der die Peers mit mehr oder weniger Erfahrungen ihre Ideen, Informationen und Problemlösungsansätze austauschen. Die Resultate werden in derselben Umgebung reflektiert. Beachtet werden muss, dass all diese Prozesse durch tutorielle Massnahmen der Lehrenden flankiert und bei Bedarf moderiert werden.

Ganz wichtig ist es, darauf hinzuweisen, dass bei den entsprechenden Lernszenarien, bei den Lernenden Voraussetzungen als Dispositionen bestehen müssen. Gerade die selbstorganisierten Lernphasen setzen Lernfähigkeiten voraus, die nicht per se vorhanden sind. In den nachfolgenden Darstellungen werden wir deshalb ein Beratungsinstrument vorstellen, mittels dessen solche Kompetenz-Dispositionen bewusst gemacht und potentielle Schritte in eine entsprechende Richtung gelenkt werden können. Wir erachten eine so unterstützte, bewusste Kompetenzentwicklung als notwendige Ergänzung zu den Methoden auf den oben beschriebenen Stufen 1 bis 4, ja als wesentliches Element von kompetenz-orientierten Lernprozessen. Zweifellos bewegt sich diese bewusste Arbeit an metakognitiven Aspekten des Lernens noch in den Anfängen. Aktuelle Untersuchungen weisen allerdings darauf hin, dass gerade diese methodischen Einsätze den Lernerfolg in praxisrelevanten Lernkontexten befördern. Es gilt sich dabei immer wieder bewusst zu machen, dass metakognitive Aspekte des Lernens eben gerade nicht vom Lernprozess abgelöst werden können sondern immer mit diesem mit laufen, ob nun implizit und beschwiegen oder bewusst gefördert.

5. Lehren und Lernen mittels Kompetenzrastern unterstützen

Im Folgenden wird der am Institut für Fernstudien- und eLearning-Forschung entwickelte Raster «Kompetenzen für das selbstregulierte Lernen» vorgestellt. Orientieren, klären und motivieren sind die

wesentlichen Zielsetzungen von Lernbegleitung. Kompetenzraster wurden als unterstützende Mittel eben für Lernbegleitung und Lernberatung entworfen und entwickelt. Für unseren Ansatz, Lernkompetenzen zu unterstützen, benötigen wir einen Raster für diese meist noch nicht explizit formulierten Kompetenzen. Zusätzlich zu den didaktischen Aspekten des SRL war für uns das kompetente Nutzen-Können von Medien als Informations- und Kommunikationsmittel wichtig, denn nicht nur an den Hochschulen werden neue Lerntechnologien zur Begleitung und Unterstützung des Lernens zunehmend intensiv genutzt. Moderne Methoden wie ePortfolio-Arbeit, Video-Feedback und Podcasting öffnen in allen Lernzusammenhängen neue Möglichkeiten. In diesem Sinne wird hier eine Auswahl der in diese Entwicklung eingebrachten Konzepte vorgestellt.

Wir gehen davon aus, dass Kompetenzen am effektivsten innerhalb zyklischer Lernmodelle entwickelt werden können. Das Modell eines fortlaufenden Lernprozesses (vgl. Kolb 1984) können wir uns als eine aufsteigende Spirale vorstellen, worin Kompetenzen aufgebaut werden. Die durchlaufenen Zyklen umfassen jeweils vier Phasen: konkrete Erfahrung, reflektierende Beobachtung, abstrakte Begriffsbildung und aktives Experimentieren. Die Verwandtschaft zum oben erläuterten Modell von Erpenbeck und Sauter (2012) ist klar ersichtlich.

SRL-Kompetenzen formen die grundlegende Konstellation für eine solche fortlaufende Entwicklung der eigenen Lernfähigkeit und Medienkompetenz unter der Bedingung wachsender (fachlich-praktischer) Anforderungen. Das bedeutet in der Praxis, dass bestimmte Kompetenzfelder wiederholt im Unterricht, in aufeinander folgenden Modulen, angesprochen und auf jeweils weiter fortgeschrittenen Stufen gefördert werden sollen. Es ist auch zu beachten, dass im Laufe des Studiums die Eingangskompetenzen der je verschiedenen Studierenden-Gruppen immer wieder anders sind, gerade auch zu Beginn eines jeden Moduls. Zudem sind die Individualitäten der Studierenden, sowohl in den Eingangsfähigkeiten als auch in der Kompetenzentwicklung zu berücksichtigen, welche das typische, heterogene Gesamtbild einer Studiengruppe ausmachen. Um dieses Gesamtbild besser ins Bewusstsein rufen zu können und zugleich für die je individuelle Kompetenzentwicklung und Förderung furchtbar zu machen, wurde unser Kompetenzraster für die Aspekte des selbstregulierten Lernens formal dem Common European Framework of Reference for Languages (CEFR) nachgebildet (vgl. Morrow 2004). Deshalb zeichnen wir im kommenden

Abschnitt kurz dessen Entwicklung und Struktur nach.

5.1. CEFR oder Kompetenzraster

Das Common European Framework of Reference for Languages CEFR, oft auch Kompetenzraster (bzw. Raster zur Selbstbeurteilung) genannt, ist ein Element der EU-Sprachenpolitik, welche die Mehrsprachigkeit und das gegenseitige Verständnis in Europa fördern will. Seit 2001 wird es offiziell zur Validierung von Sprachkompetenz empfohlen, es wurde übersetzt in 39 Sprachen und ist eine Grundlage des Europäischen Sprachen-Portfolios (ESP)². Heute dient es auch als Modell für Bestrebungen zur Kompetenzbeschreibung in anderen Lernfeldern als der Studien- und Berufswelt. Die Grundidee des CEFR ist es, Orientierung im Lernen durch Vergleich mit einer verständlichen Referenz zu schaffen sowie mittels Dokumentation (und wo nötig Überprüfung) die Wertschätzung der bereits erreichten Kompetenzen zu ermöglichen, anstatt auf die vorhandenen Mängel zu fokussieren.

Die Beschreibungen sind immer so verfasst, dass sie aus Lerner-Perspektive verständlich sind, deshalb sind die Kompetenzfelder nicht nach den typischen analytisch wissenschaftlichen Kategorien gegliedert, also nicht kognitive Kompetenz, emotionale Kompetenz, Regulationskompetenz etc. Diese Verständlichkeit aus der Laienperspektive ist ein nicht zu unterschätzender didaktischer Gewinn, es erlaubt die Aktivierung und Förderung von Lernmotivationen und Strategien der Selbstregulation, typischerweise in Formulierungen wie: «Das kann ich schon, dies ist mein nächstes Lernziel.» Ebenso erlaubt es auch eine Orientierung im ge-

samten Kompetenzfeld und eine Einschätzung, auf welcher Stufe angesetzt werden kann. Dies ist für Lernende typischerweise eine Herausforderung, weil sie per definitionem über die weiteren Kompetenzstufen eines Feldes noch nicht verfügen.

Die sechs Kompetenzstufen wurden mit spezifischen englischen termini technici benannt, die heute europaweit als Fachbegriffe benutzt werden, um eine Lernprogression in verschiedenen Kompetenzfeldern beschreiben zu können: Breakthrough, Waystage, Threshold, Vantage, Effectiveness, Mastery (vgl. Schneider 2001). Zusätzlich zu jeder notwendigerweise einigermaßen abstrakt formulierten Kompetenz-Beschreibung werden jeweils Szenarien als konkrete Handlungsbeispiele festgehalten. Die Verschriftlichung der Szenarien ist ausdrücklich als Spiegel der alltäglichen Praxis angelegt (nicht von Analyse-Kategorien). Dabei ist festzuhalten, dass eine abschliessende Liste von Handlungsbeispielen für eine spezifische Kompetenz zweifellos undenkbar ist und ebenso eine endliche Menge von Aktionen, die einen Kompetenzerwerb garantieren könnte.

In einem heuristischen Vorgehen kann ein Kompetenzraster als erster Vorschlag formuliert werden, worin dann die Szenarien einsortiert werden. Während dieses Einsortierens wird zugleich die Überprüfung der jeweiligen Beschreibung ermöglicht.

5.2. Meta-Kompetenzraster

Für die Entwicklung des Kompetenzrasters für selbstreguliertes Lernen sind wir von einem Meta-Kompetenzraster (Sieber, 2006) ausgegangen, der sich gut als Vorgabe eignet, um ein ganzes Berufsfeld oder

² <http://www.coe.int/t/dg4/portfolio/>

Tabelle 1. Metakompetenzraster (Sieber, 2006)

Breakthrough	Waystage	Threshold	Vantage	Effectiveness	Mastery
einfachste Anwendung	einfache Anwendung	Anwendung in anspruchsvollen Situationen	Berufsbildung ohne grosse Praxiserfahrung	zusätzliche fachliche Ausbildung plus Praxiserfahrung	jahrelange Erfahrung plus fachliche Vertiefung
Ich verfüge noch über keine Erfahrungen, mein Können ist auf Regeln angewiesen, an denen ich mein Verhalten ausrichte ohne Beachten des Kontextes.	Ich verfüge über erste Erfahrungen, erkenne verschiedene Aspekte von Situationen und deren wiederkehrende, bedeutungsvolle Bestandteile.	Ich kann Probleme analytisch betrachten, verschiedene Sichtweisen entwickeln und Handlungen auf längerfristige Ziele oder Pläne ausrichten.	Ich kann Situationen als Ganzes wahrnehmen, den Kern einer Aufgabe erkennen sowie Wichtiges von Unwichtigem unterscheiden. Mein Handeln ist an fachlichen Grundsätzen ausgerichtet, ich kann Lösungen selber einleiten oder andere dazu anleiten.	Mein Wissen und meine Erfahrung sind untrennbar verbunden und in der Praxis verfügbar, ich verfüge über eine hohe Sicherheit der fachlichen Wahrnehmung und ein Inventar an Lösungsstrategien, um Entscheidungen zu treffen und umzusetzen.	Ich kann auf Grund meiner Erfahrung und meines Wissens Grundsätze und Theorien reflektieren und eigene, neue Folgerungen daraus ableiten.

Vor diesem Hintergrund sind die Aspekte des Selbstregulierten Lernens in einer Progression der Kompetenzen beschrieben worden.

eben Kompetenzfeld abzubilden, von Einsteigerinnen und Einsteigern bis zu Expertinnen und Experten. Dabei ist es wichtig die gesamte Breite des Kompetenzfelds ist abzubilden, nicht bloss der curriculare Ausschnitt, der in einer bzw. einer Abfolge von Institution vermittelt werden kann.

5.3. Kompetenzen des selbstregulierten Lernens

Zunächst wurden die zu beschreibenden Kompetenzbereiche des selbstregulierten Lernens definiert: «Aufgrund von Zielen lernen», «Lernschritte und Umgebung organisieren», «Lernfähig sein»,

«Lernverhalten reflektieren» und «Medienkompetenz». Das letztgenannte Kompetenzfeld wurde, wie oben erläutert, explizit gewählt, um den Zusammenhang zwischen Lernaktivitäten und neuen Lerntechnologien herauszustellen. In einem nächsten Schritt wurden die Kompetenzstufen entworfen und in einer Kerngruppe diskutiert. Die Formulierung und die Zuordnung zu den Stufen werden in solchen Prozessen immer wieder überdacht, bis die beteiligten Expertinnen und Experten einen Konsens erarbeitet haben. In der folgenden Tabelle sind die Kompetenzfelder aufgeführt:

Tabelle 2. Kompetenzfelder des Selbstregulierten Lernens (Entwurf Mai 2013)

Breakthrough	Waystage	Threshold	Vantage	Effectiveness	Mastery
Aufgrund von Zielen lernen					
Ich kann ein mir vorgegebenes Lernziel verstehen und daraufhin arbeiten.	Ich kann ein vorgegebenes Lernziel aufgrund von bereits Gelerntem und für mich Wichtigem anpassen.	Ich kann Lernziele von Lerninhalten unterscheiden und aus einer Vorgabe von Zielen für mich Relevantes auswählen.	Ich kann für meine Lernprozesse Bedingungen klären, und für mich verbindliche Ziele planen.	Ich kann Lernziele für mich und Andere, die mit mir lernen, aufgrund von beruflichen und aktuellen Kontexten gestalten.	Ich kann aufgrund von Erfahrungen und Theorien Lernprozessen planen und diese aufgrund von Feedback optimieren.
Vorgehen und Umgebung organisieren					
Ich kann verschiedene Lernaktivitäten ausprobieren und unterschiede meiner Konzentration wahrnehmen.	Ich kann aufgrund eigener Erfahrungen Lernaktivitäten auswählen und unterscheiden, was meine Konzentration fördert oder stört.	Ich kann Lernaktivitäten, die förderlich für mein Lernen sind, und eine Umgebung, in der ich mich konzentrieren kann, auswählen.	Ich kann Lernarrangements für bestimmte Situationen und Kontexte anpassen sowie eine lernförderliche Umgebung einrichten.	Ich kann Lernen theoretisch und aus Erfahrung als selbst gesteuerten Prozess verstehen und mein/e Lernverhalten/ Lernräume entsprechend gestalten.	Ich kann Lernprozesse und Lernumgebungen aufgrund allgemeiner und situativer Faktoren planen, steuern und evaluieren.
Lernfähig sein					
Ich kann meine Neugier und meine Lernschritte als etwas Positives wahrnehmen.	Ich kann Lernschritte als positiv oder negativ erfahren und möglichst förderlich darauf reagieren.	Ich kann mein Interesse für die Sache, meine Lernaktivitäten und mein Vertrauen ins Lernen erhalten und fördern.	Ich kann mein Lernverhalten im Bezug zur aktuellen Situation und zu meinen Lernzielen anpassen und Neues als bereichernde Erfahrung auffassen.	Ich kann aktiv neue Lern/ Denkformen ausprobieren und reflektierend für meinen persönlichen Lernprozess fruchtbar machen.	Ich kann meine Entwicklungsprozesse aufgrund von Erfahrungen und Theorien konsequent über längere Zeiträume gestalten und fördern.
Lernverhalten reflektieren					
Ich kann mein Vorgehen und meine Gedanken beim Lernen bedenken, wenn ich dazu angeleitet werde.	Ich kann meine Gefühle, Stärken und Schwächen beim Lernen wahrnehmen und vergleichen, wenn ich dazu angeleitet werde.	Ich kann meine Ambivalenzen, Stärken und Grenzen wahrnehmen kann über meine Lernbiografie nachdenken und daraus Schlussfolgerungen zu meinem eigenen Lernverständnis ziehen.	Ich kann in Lernsituationen mein Verhalten reflektieren, einen «inneren Dialog» führen und meinen dabei gefundenen Standpunkt festhalten und fruchtbar machen.	Ich kann in komplexen Lernsituationen meine Handlungen reflektieren und dabei auch bewusst unterschiedliche Positionen einnehmen.	Ich kann allgemein Dispositionen und Verhalten differenzieren und systematisch im Rahmen verschiedener Lernkontexte reflektieren.
Media Literacy					
Ich kann über verschiedene mediale Kanäle kommunizieren.	Ich kann mich meine mediale Kommunikation aufgrund eigener Erfahrungen steuern und mich inhaltlich auf das Wesentliche beschränken.	Ich kann Kommunikations-Situationen in medialen Umgebungen einführen und moderieren sowie mittels geeigneter Werkzeuge online zusammenarbeiten.	Ich kann mediale Kommunikation und Kollaboration je nach Kontext gestalten und mich auf dem Laufenden halten	Ich kann für spezifische Medienumgebungen Spielräume nutzen oder zur Verfügung stellen sowie meine Netzsensibilität einfließen lassen.	Ich kann Medien und ICT-Umgebungen realisieren, den Betrieb sicherstellen und die Produktionsweise stetig weiter entwickeln.

Derzeit überarbeitet eine Expertengruppe aus verschiedenen Hochschulen den Entwurf. Dazu werden Beispiele von Praxis-Szenarien den verschiedenen Kompetenzstufen zugeordnet. Dort wo Formulierungen oder Entsprechungen fehlen, werden Kompetenzbeschreibungen oder Szenarien ergänzt. Die Zuordnungen der eher abstrakten Beschreibungen und der Beispiele aus der Praxis (und der Lehre) werden folglich in einem strukturierten Prozess von verschiede-

nen Beteiligten bewertet und gewichtet. Nach dieser Phase wird eine Erprobung in bestimmten Studienmodulen folgen. Zusätzlich werden in den nächsten Monaten tutorielle Beratungssequenzen, Selbst-Assessments sowie Evaluationssequenzen entwickelt und als kurze Einheiten angeboten, die es erlauben eine adäquate Lernbegleitung in den verschiedenen Phasen des Studiums flexibel einzuflechten. ■

Literatur

- Anderson, T., & Whitelock, D. M. (2004). The Educational Semantic Web: Visioning and Practicing the Future of Education. *Journal of Interactive Media in Education*, 2004(1). Retrieved from <http://www.jime.open.ac.uk/jime/article/view/2004-1>
- Bachmann, H. (2011). Hochschullehre neu definiert - shift from teaching to learning. In H. Bachmann (Ed.), *Kompetenzorientierte Hochschullehre* (pp. 12–28). Bern: Hep Verlag. Retrieved from <http://www.hep-verlag.ch/hochschuldidaktik1>
- Bergamin, P. B., Ziska, S., Werlen, E., & Siegenthaler, E. (2012). The relationship between flexible and self-regulated learning in open and distance universities. *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 13(2), 101–123.
- Chambers, E. (1992). Work-load and the quality of student learning. *Studies in Higher Education*, 17(2), 141–153. doi:10.1080/03075079212331382627
- Cress, U. (2006). Lernorientierungen, Lernstile, Lerntypen und kognitive Stile. In H. Mandl & H. F. Friedrich (Eds.), *Handbuch Lernstrategien* (pp. 365–377). Göttingen: Hogrefe.
- Devedžić, V. (2006). *Semantic Web and Education*. New York: Springer Science+Business Media.
- Entwistle, N., & McCune, V. (2004). The Conceptual Bases of Study Strategy Inventories. *Educational Psychology Review*, 16(4), 325–345. doi:10.1007/s10648-004-0003-0
- Erpenbeck, J., & Rosenstiel, L. von. (2003). *Handbuch Kompetenzmessung*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Erpenbeck, J., & Sauter, W. (2007). *Kompetenzentwicklung im Netz: New Blended Learning mit Web 2.0* (1. Aufl.). Berlin, Ulm: Luchterhand.
- Erpenbeck, J., & Sauter, W. (2012). *Kompetenzentwicklung mit New Blended Learning und Web 2.0*. Retrieved from http://www.blended-solutions.de/sites/default/files/2012_Erpenbeck_Sauter.pdf
- Gonzales, J., & Wagenaar, R. (2003). *Tuning Educational Structures in Europe. Final Report Phase One*. Bilbao: Universidad del Deusto. Retrieved from http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/doc_tuning_phase1.asp
- Gonzales, J., & Wagenaar, R. (2005). *Tuning Educational Structures in Europe. Final Report Phase Two*. Bilbao: Universidad del Deusto. Retrieved from http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject/doc_tuning_phase1.asp
- Gruber, H., Mandl, H., & Renkl, A. (1999). Was lernen wir in Schule und Hochschule: Träges Wissen? Ludwig-Maximilians-Univ., Inst. für Pädag. Psychologie und Empirische Pädag.
- Kendall, M., & Samways, B. (2008). *Learning to Live in the Knowledge Society: IFIP 20th World Computer Congress, IFIP TC 3 ED-L2L Conference, September 7-10, 2008, Milano, Italy*. Springer.
- Kerres, M. (2006). Potenziale von Web 2.0 nutzen. In A. Hohenstein & K. Wilbers (Eds.), *Handbuch E-Learning*. München: DWD. Retrieved from Fassung vom 05.08.2008. <http://mediendidaktik.uni-duisburg-essen.de/system/files/web20-a.pdf>
- Klieme, E., & Hartig, J. (2007). Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Diskurs. In M. Prenzel, I. Gogolin, & H.-H. Krüger (Eds.), *Kompetenzdiagnostik* (pp. 11–29). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften. Retrieved from http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-531-90865-6_2
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Kuhlmann, A., & Sauter, W. (2008). *Innovative Lernsysteme - Kompetenzentwicklung mit Blended Learning und Social Software*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Maag Merki, K. (2006). *Lernort Gymnasium: Individuelle Entwicklungsverläufe und Schulerfahrungen* (1., Aufl.). Bern: Haupt Verlag.
- Marton, F., & Säljö, R. (1976a). On qualitative differences in learning: I. Outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*, 46(1), 4–11. doi:10.1111/j.2044-8279.1976.tb02980.x
- Marton, F., & Säljö, R. (1976b). On qualitative differences in learning: II. Outcome as a function of the learner's conception of the task. *British Journal of Educational Psychology*, 46(2), 115–127. doi:10.1111/j.2044-8279.1976.tb02304.x
- Marton, F., & Säljö, R. (1997). Approaches to learning. In F. Marton, D. Hounsell, & N. J. Entwistle (Eds.), *The Experience of Learning*. (pp. 39–58). Edinburgh: Scottish Academic Press.
- Morris, R. D. (2011). Web 3.0: Implications for Online Learning. *TechTrends*, 55(1), 42–46. doi:10.1007/s11528-011-0469-9

- Morrow, K. (2004). Background to the CEF. In K. Morrow (Ed.), *Insights Common European Framework* (pp. 3–11). New York: Oxford University Press.
- Nickel, S. (2011). Der Bologna-Prozess aus Sicht der Hochschulforschung: Analysen und Impulse für die Praxis. CHE. Retrieved from http://www.che.de/downloads/CHE_AP_148_Bologna_Prozess_aus_Sicht_der_Hochschulforschung.pdf
- Ohler, J. (2008). Teh Semantic Web in Education. *Educause Quterly*, 31(4), 7–9.
- Ounnas, A., Davis, H., & Millard, D. (2008). Semantic Web-based Group Formation for E-learning. Presented at the PhD Symposium in the 5th European Semantic Web Conference 2008. Retrieved from <http://eprints.soton.ac.uk/265855/1/ounnas.pdf>
- Prosser, M., Ramsden, P., Trigwell, K., & Martin, E. (2003). Dissonance in Experience of Teaching and its Relation to the Quality of Student Learning. *Studies in Higher Education*, 28(1), 37–48. doi:10.1080/03075070309299
- Prosser, M., & Trigwell, K. (1999). *Understanding learning and teaching: the experience in higher education*. London: Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Reichert, S., & Tauch, C. (2005). Trends IV: European Universities Implementing Bologna. Retrieved from http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/02-EUA/050425_EUA_TrendsIV.pdf
- Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47, 78–92.
- Reynolds, N., & Turcsányi-Szabó, M. (2010). Key Competencies in the Knowledge Society: IFIP TC 3 International Conference, KCKS 2010, Held as Part of WCC 2010, Brisbane, Australia, September 20-23, 2010, Proceedings. Springer.
- Schneider, G. (2001). Kompetenzbeschreibungen für das «europäische Sprachenportfolio.» *Fremdsprachen Lehren und Lernen (FLuL)*, 30, 193–212.
- Sieber, A. (2006). Definition und Beispiele der Kompetenzstufen in einem Kompetenzraster. (No. Unveröffentlichtes Projektpapier. Bearbeitet durch die Autoren.). Zürich: EB Zürich.
- Trigwell, K., Prosser, M., & Waterhouse, F. (1999). Relations between teachers' approaches to teaching and students' approaches to learning. *Higher Education*, 37(1), 57–70. doi:10.1023/A:1003548313194
- Viebahn, P. (2004). *Hochschullehrerpsychologie: Theorie- und empirische Praxisanregungen für die Hochschullehre*. UVW Universitäts Verlag.
- Wahl, D. (2002). Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln? *Zeitschrift für Pädagogik*, 48(2), 227–241.
- Webler, W.-D. (2004). *Lehrkompetenz - über eine komplexe Kombination aus Wissen, Ethik, Handlungsfähigkeit und Praxisentwicklung*. UVW, Univ.-Verlag Webler.
- Wolff, C. (2008). Die Halbwertszeit der Wissenszwerge. Anmerkungen zu einigen «Mythen» der Wissensgesellschaft. Retrieved from <http://epub.uni-regensburg.de/6814/>

Stellenausschreibung - Poste à pourvoir



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Assistant Professor (Tenure Track) of Social Network Analysis

The Department of Humanities, Social and Political Sciences at ETH Zurich (www.gess.ethz.ch) invites applications for a tenure track assistant professorship in Social Network Analysis. The position is part of the interdisciplinary Behavioral Studies Section and open to applications from all scientific disciplines.

The candidate should have an internationally recognized track record in Social Network Analysis and be able to build and sustain a strong research program. Furthermore, he or she should document an ability to teach effectively and be clearly committed to doing research in an interdisciplinary environment. The new professor will be expected to teach undergraduate level courses (in German or English) and graduate level courses (in English) within the scope of the required electives in the humanities and social sciences. ETH Zurich offers an environment that expects and supports high quality teaching and research.

Assistant professorships have been established to promote the careers of younger scientists. The initial appointment is for four years with the possibility of renewal for an additional two-year period and promotion to a permanent position.

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae, a list of publications and a statement of future research and teaching interests. The letter of application should be addressed to the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. **The closing date for applications is 30 September 2013.** ETH Zurich is an equal opportunity and family friendly employer and is further responsive to the needs of dual career couples. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Assistant Professor (Tenure Track) of Chemical Engineering

The Institute of Chemical and Bioengineering Sciences of the Department of Chemistry and Applied Biosciences at ETH Zurich (www.chab.ethz.ch) invites applications for the above-mentioned position. The successful candidate should demonstrate a strong background in chemical engineering and chemistry and the potential to develop an ambitious, world-class program in emerging areas of chemical engineering with focus on sustainability, risk analysis, and product- and process technology.

Candidates should have a PhD degree in chemical engineering or a related field and have an excellent international record of accomplishments. The new professor should be motivated and committed to teach undergraduate level courses (German or English) and graduate level courses (English) in chemical engineering.

This assistant professorship has been established to promote the careers of younger scientists. The initial appointment is for four years with the possibility of renewal for an additional two-year period and promotion to a permanent position.

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae, a list of major achievements, a list of refereed publications and a statement of your future research and teaching interests. The letter of application should be addressed **to the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. The closing date for applications is 30 November 2013.** ETH Zurich is an equal opportunity and affirmative action employer. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply. ETH Zurich is further responsive to the needs of dual career couples and qualifies as a family friendly employer.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Assistant Professor (Tenure Track) of Computational Modeling of Materials in Manufacturing

The Department of Mechanical and Process Engineering (www.mavt.ethz.ch) at ETH Zurich invites applications for the above-mentioned position. The goal of the professorship is to establish an outstanding, interdisciplinary research program on material aspects in manufacturing processes. A strong focus should be placed on the development of computational material models on different scales as well as on methods for process optimization both of which are closely coupled to real industrial processes.

Prospective candidates should not only provide an outstanding research profile but also industrial experience in the field of mass-production. The candidate should be familiar with the latest computational and experimental methods and tools. He or she should have an outstanding international reputation in at least one manufacturing process and/or in material sciences and/or structural mechanics. The candidate should be able to apply the computational methods to develop innovative manufacturing processes in a systematic manner. They should have a clear vision of the future of innovative materials in production and production systems, including all aspects of manufacturing. Additional prerequisites are a strong motivation and commitment to cooperation with industry, and to undergraduate and graduate student education in the field of manufacturing including project based learning. The professorship will be embedded in the Department's undergraduate and graduate program in Mechanical and Process Engineering and join the different Master programs. The professor will be expected to teach undergraduate level courses (German or English) and graduate level courses (English).

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae, a list of major achievements and refereed publications, and a statement of future research and teaching interests. The letter of application should be addressed **to the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. The closing date for applications is 31 October 2013.** ETH Zurich is an equal opportunity and family friendly employer and is further responsive to the needs of dual career couples. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Assistant Professor (Tenure Track) of Experimental Geochemistry / Mineral Physics

The Department of Earth Sciences (www.erdw.ethz.ch) at ETH Zurich invites applications for the above-mentioned professorship.

The successful candidate is an experimentalist with complementary theoretical background to lead investigations on the structure, physical and chemical properties of natural materials, with innovative applications to Earth and Planetary Sciences. The new professor will develop a dynamic research programme directed at understanding the properties and behaviour of Earth materials from the global to the atomic scale. The programme may include experiments at elevated temperatures and pressures and may be complemented by in-situ observations of natural and experimental materials (e.g. synchrotron and other microbeam methods) and/or theoretical modelling of physical chemistry. Potential fields of research include the physical properties of crystalline substances, the transport properties and physical chemistry of melts and fluids, the kinetics of phase transitions or the characterisation of isotopic fractionations operating from the interior to the surface of planets.

He or she will join the Institute of Geochemistry and Petrology and is expected to initiate cooperative research programmes with other groups at ETH and related institutions. The new professor and his or her research group will contribute to introductory and advanced courses on crystallography, mineralogy and the physical chemistry of materials of the Earth's surface and interior. The professor will be expected to teach undergraduate level courses (German or English) and graduate level courses (English).

This assistant professorship has been established to promote the careers of younger scientists. The initial appointment is for four years with the possibility of renewal for an additional two-year period and promotion to a permanent position.

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae, a list of publications, a statement of your research and teaching interests and the names of three potential referees. The letter of application should be addressed **to the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. The closing date for applications is 30 September 2013.** ETH Zurich is an equal opportunity and family friendly employer and is further responsive to the needs of dual career couples. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Professor of Mathematics

The Department of Mathematics at ETH Zurich (www.math.ethz.ch) invites applications for a position in an algorithmic area of mathematics related to optimization. The duties of the future professor include teaching in mathematics and related areas.

We are seeking candidates with an internationally recognized research record and with proven ability to direct research of highest quality. Expertise and a strong background in optimization and/or computation will be especially appreciated. Willingness to teach at all university levels and to collaborate with colleagues from departments outside mathematics is expected.

Together with the colleagues from the department, the new professor will be responsible for undergraduate courses in mathematics at ETH Zurich for students of mathematics, engineering and natural sciences, and for graduate courses in the programs MSc in Applied Mathematics, MSc in Computational Science and Engineering, MSc in Statistics, and MSc in Quantitative Finance (joint degree with the University of Zurich). The successful candidate will be expected to teach undergraduate level courses (German or English) and graduate level courses (English).

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae and a list of publications. The letter of application should be addressed **to the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. The closing date for applications is 30 September 2013.** ETH Zurich is an equal opportunity and family friendly employer and is further responsive to the needs of dual career couples. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply.

Herausgeber und Verlag/Editeur: Vereinigung der Schweizerischen Hochschuldozierenden
 Association Suisse des Enseignant-e-s d'Université
 Associazione Svizzera dei Docenti Universitari
 Generalsekretariat: Prof. Dr. Gernot Kostorz
 Buchhalden 5, CH-8127 Forch
 Tel.: 044 980 09 49 oder/ou 044 633 33 99 (ETHZ)
 Fax: 044 633 11 05
 E-mail: vsh-sekretariat@ethz.ch
 Homepage: www.hsl.ethz.ch
 PC-Konto / ccp 80-47274-7

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Redaktion/Rédaction: Prof. Dr. Wolfgang Lienemann, Manuelstrasse 116, 3006 Bern
 E-Mail: wolfgang.lienemann@theol.unibe.ch

Layout: Grafikbüro ETH, Rämistrasse 101, HG E 39, 8092 Zürich, E-Mail: grafik@ethz.ch

Druck/Imprimerie: Druckzentrum ETH Zürich, 8092 Zürich

Anzeigen/Annonces: Generalsekretariat
 Preise: Stellenanzeigen/Postes à pourvoir: CHF 250 (1/2 Seite/page), CHF 500 (1 Seite/page),
 andere Annoncen/autres annonces: CHF 500/1000

**Mitgliederbetreuung, Adressen/
 Service membres, adresses:** Generalsekretariat

Das Bulletin erscheint drei- bis viermal im Jahr und wird gratis an die Mitglieder versandt.
 Abonnements (CHF 65 pro Jahr inkl. Versand Schweiz) können beim Verlag bestellt werden.
 Le Bulletin apparaît trois à quatre fois par an et est distribué gratuitement aux membres.
 Des abonnements sont disponibles auprès de l'éditeur (CHF 65 par an, frais de port compris en Suisse).

Vorstand/Comité directeur am 1. August / au 1^{er} août 2013

Präsident/Président: Prof. Dr. sc. nat. Christian Bochet, Université de Fribourg, Département de Chimie,
 Chemin du musée 9, 1700 Fribourg, Tel.: 026 300 8758, E-Mail: christian.bochet@unifr.ch

Vorstandsmitglieder/Membres du comité: Prof. Dr. Nikolaus Beck, Università della Svizzera italiana, Institute of Management,
 Via G Buffi 13, 6900 Lugano, Tel.: 058 666 44 68, E-Mail: nikolaus.beck@usi.ch
 Prof. Dr. iur. Robert Danon, Centre de droit public, Quartier UNIL-Dorigny,
 Bâtiment Internef, 1015 Lausanne, E-Mail: robert.danon@unil.ch
 Prof. (em.) Dr. phil. Hans Eppenberger, Wiesenweg 5, 5436 Würenlos,
 Tel.: 056 424 3256, E-Mail: hans.eppenberger@cell.biol.ethz.ch
 Prof. Dr. ès Sc. Robert Gurny, Université de Genève, Pharmacie galénique,
 Quai Ernest-Ansermet 30, 1211 Genève 4, Tél.: 022 379 61 46, E-Mail: robert.gurny@unige.ch
 Prof. Dr. (Ph.D.) Stephan Morgenthaler, Ecole Polytechnique de Lausanne (EPFL),
 Fac. Sciences de base (SB), Inst. de mathématiques (IMA), MAB 1473 (Bâtiment MA),
 Station 8, 1015 Lausanne, Tél.: 021 6934232, E-mail: stephan.morgenthaler@epfl.ch
 Prof. Dr. iur. utr. Brigitte Tag, Universität Zürich, Rechtswissenschaftliches Institut,
 Freiestrasse 15, 8032 Zürich, Tel.: 044 634 39 39, E-Mail: Lst.tag@rwi.uzh.ch

*Herausgegeben mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften (SAGW)
 Publié avec le soutien de l'Académie suisse des sciences humaines et sociales (ASSH)*





Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Professor or Assistant Professor (Tenure Track) of Building Systems

The Department of Architecture (www.arch.ethz.ch) at ETH Zurich invites applications for the above-mentioned professorship.

Within the Bachelor programme, the professorship conveys the basics of building systems in a manner geared to meet the needs of architects. Knowledge of efficient and sustainable building systems is taught by introducing various concepts and their architectural implementation. In the Master programme, the acquired knowledge is applied and certain aspects of building systems are explored in greater depth by dealing with specific issues. Along with motivation and proficiency in teaching, the candidate is expected to show commitment to linking design and specialised studies and also to contribute to the doctoral studies programme. The new professor will be expected to teach undergraduate level courses (German or English) and graduate level courses (English).

Research shall further develop the entire subject area. The professorship is geared towards the architectural profession's scope of responsibility, building practice, and the state of development of building technology. Alongside current research focused on Zero Emission Architecture and Building Services Information Modeling, the application of theories to decentralized LowEx systems, constructional practice, and optimizing the operation of technical facilities through innovative systems are also priorities. Taking into consideration the increasingly complex requirements of the construction industry, new architectural strategies are developed and transdisciplinary cooperative alliances are promoted.

Candidates must have completed a university degree, usually possess a doctorate, and have experience in designing and constructing buildings of high quality. Further prerequisites are expertise in the integral planning of diverse projects, knowledge of the building systems trades of significant relevance to architecture (heating, ventilation, plumbing, and energy systems), and the ability to direct interdisciplinary research projects. Research experience is an advantage. The ideal candidate is curious and keenly interested in experimentation, and is engaged in this activity in a commitment towards the development of the discipline.

An assistant professorship has been established to promote the careers of younger scientists. The initial appointment is for four years with the possibility of renewal for an additional two-year period and promotion to a permanent position.

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae, a list of publications, and a table of completed projects. The letter of application should be addressed to the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. The closing date for applications is 31 August 2013. ETH Zurich is an equal opportunity and family friendly employer and is further responsive to the needs of dual career couples. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply.



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Assistant Professor of Mathematics

The Department of Mathematics at ETH Zurich (www.math.ethz.ch) invites applications for an assistant professor position in mathematics. Candidates should hold a PhD or equivalent and have demonstrated the ability to carry out independent research work. The new professor will be expected to teach undergraduate (German or English) and graduate courses (English) for students of mathematics, natural sciences and engineering.

This assistant professorship has been established to promote the careers of younger scientists. The initial appointment is for four years with the possibility of renewal for an additional two-year period.

Please apply online at www.facultyaffairs.ethz.ch

Applications should include a curriculum vitae and a list of publications. The letter of application should be addressed to the President of ETH Zurich, Prof. Dr. Ralph Eichler. The closing date for applications is 30 September 2013. ETH Zurich is an equal opportunity and family friendly employer and is further responsive to the needs of dual career couples. In order to increase the number of women in leading academic positions, we specifically encourage women to apply.

***Die Stimme
der Hochschuldozierenden***



***La voix
des enseignant-e-s d'université***