

**Beitrag zum ETHZ-Bulletin,
Sommersemester 98**

Technikgeschichte

**Ein Plädoyer zur Beachtung
soziotechnischer**

**Unübersichtlichkeiten, auch bei
der Ingenieurausbildung**

David Gugerli, ETH Zürich

Wir sollten uns nichts vormachen. Zwischen den zwei Kulturen klafft ein tiefer Abgrund. Ingenieur- und Naturwissenschaften auf der einen, Sozial- und Geisteswissenschaften auf der andern Seite, je mit ihren prachtvollsten disziplinären Landschaften und Gipfeln. Schon ein vorsichtiges Hinüberschielen führt uns die Gefahren vor Augen und erheischt eine Schwindelfreiheit, wie sie uns nur in Träumen gegeben ist. Auf beiden Seiten nur ein paar schäbige Aussichtsplattformen, die sich nahe genug kommen, damit auf ihnen gemischtkulturelle Cocktail Parties stattfinden können. Vom Gin Tonic beflügelt wendet sich in dieser gewagten Position sogar die Molekularbiologin dem Kulturhistoriker zu, während der Bauingenieur seinen Kampf mit Glas und Konfekt dadurch zu gewinnen trachtet, dass er sich bei einer Soziologin über die Bedeutung der Technikfolgenabschätzung in der Risikogesellschaft informieren lässt. Schmiermittel ihrer Unterhaltungen ist die Forschungsbeilage einer grösseren Tageszeitung, oder aber die vage Erinnerung an humanistische Freifachkurse während der Abendstunden im durchaus seriösen Polytechnikum.

Nüchtern betrachtet kann von gegenseitigem Verständnis keine Rede sein. Es besteht wenig Hoffnung, die zwei Kulturen könnten dereinst ihre programmatische Trennung überwinden. Denn „ermattend“ liegen wir „auf getrenntesten Bergen“. Trost spenden kann uns höchstens noch die Erinnerung an einen weiteren Satz von Friedrich Hölderlin. „Wo aber Gefahr ist, wächst das Rettende auch.“

Manche mögen sich fragen, welche Gefahr da wohl gemeint sei? Viele Geschäfte blühten doch,

hüben und drüben häuften sich Erfolge. Recht haben sie sicher dann, wenn wir an das Wachstum der Softwarebranche oder an die vom „linguistic turn“ entfesselten Produktivkräfte in den Humanwissenschaften denken. Sollen sie doch alle nach ihrer *façon* glücklich werden. Was können schon Baustatiker mit Dekonstruktivistinnen anfangen, und wozu sollen Informatikerinnen den Spezialisten in mittelalterlicher Scholastik konsultieren? Die Fragen geben sich ihre Antworten selber, weil sie bereits falsch gestellt worden sind. Die schiere Existenz von Disziplinen und das reine Vorhandensein des „Kulturgrabens“ hindern uns ja nachgerade daran, beantwortbare Fragen über Transdisziplinarität zu stellen.

Trotz und wegen dieses Erfolgs werden wir jedoch bald gezwungen sein, den Graben sinnvoll aufzufüllen, wenn wir nicht in ihn hineinfallen wollen. Zu komplex sind die soziotechnischen Verhältnisse am Ende des 20. Jahrhunderts geworden, als dass wir uns den Luxus ihrer disziplinären Vereinfachung immer noch leisten könnten. Das ist der Grund, weshalb ich für eine Integration der Sozial- und Humanwissenschaften in die ingenieur- und naturwissenschaftlichen Ausbildungsgänge plädiere. Nicht als schmückendes Beiwerk der harten Naturwissenschaften, nicht als Zusatzausbildung unserer Ingenieure im Fach „social engineering“, sondern als Ausbildung dafür, dass das Engineering und wissenschaftliche Forschung dank einem gründlicheren Verständnis der eigenen gesellschaftlichen Bedingungen und Möglichkeiten bessere, verträglichere oder nachhaltigere Technik hervorbringen kann. Den Zusatzaufwand für die Sicherstellung der Gesprächsbereitschaft darf man dabei bestimmt nicht den Ingenieuren und Wissenschaftlern allein zumuten. Verständigungsorientierte Gespräche kommen ja erst dann zustande, wenn sich beide Seiten für einander interessieren, also auch die Human- und Sozialwissenschaften etwas von Ingenieurpraxis und Laborwelt verstehen wollen.

Als Technikhistoriker an einer Technischen Hochschule nehme ich mir die Freiheit, einige Bausteine für die Stützmauern dieser These vorzustellen. Meine Opportunitätskosten sind ja klein genug: Die Technikgeschichte modert noch immer ganz unten im erwähnten Graben vor sich hin, genießt nur selten direktes Sonnenlicht, weiss deshalb auch um die Schwierigkeiten des

Dialogs und hat kaum etwas zu verlieren, wenn sie sich auf ein Gespräch einlässt. Selten genug gibt es akademische Parties, zu denen sie eingeladen wird. Andererseits hat sie bereits einen grossen Schritt von der traditionellen Geschichte hin zu den Ingenieurwissenschaften gemacht. Darum kann die Technikgeschichte von den Kosten berichten, welche die Trennung der Kulturen verursacht hat. Und schliesslich ist es ihr möglich, die Frage nach der richtigen Ausbildung an technischen Hochschulen als eine Frage zu behandeln, deren Beantwortung historischem Wandel unterliegt, also nicht für alle Zeiten gleich zu beantworten ist.

Die Bausteine herzustellen gelingt am einfachsten dadurch, dass ich eine Geschichte erzähle. Sie handelt vom professionellen Training der schweizerischen Elektroingenieure zwischen 1880 und dem Ersten Weltkrieg. Die Schweiz des ausgehenden 19. Jahrhunderts erlebte die Entwicklung verschiedener Industriezweige, die sich auf Technik und Naturwissenschaften stützten. Eine der erfolgreichsten davon war die Elektrizitätswirtschaft bzw. die elektrotechnische Ausrüstungsgüterindustrie. Frederick Bathurst, ein amerikanischer Journalist, berichtete 1894 der „Electrical World“, dass die Schweiz gegenwärtig als “the present electrical center of Europe” betrachtet werden müsse. Der unglaubliche Erfolg hätte seine Wurzeln u.a. im hervorragenden “engineering skill and judgment” der Ingenieure und in der “effective, substantial and workmanlike manner”, mit der elektrische Maschinen und Systeme in der Schweiz entwickelt würden. “Few electricians”, fuhr er fort, “have noticed how thoroughly progressive the Swiss are in their electrical work, how high they stand in comparison with Americans or Europeans, and what praise should be accorded to them for the design, execution and stability of their installations.”

Auf dem Hintergrund dieser Einschätzung überrascht es, dass Elektrotechnik nicht vor 1895 an der ETH als eigenständiges Fach gelehrt worden ist. Ausnahmslos erwarben sich die wichtigsten Pioniere des Fachs ihre Fähigkeiten ohne formalisierten Ausbildungsgang. Das Fehlen eines spezialisierten Curriculum zwang sie, ihr Wissen einerseits aus den Vorlesungen über Physik, Mechanik und Mathematik selber zusammenzubauen, und andererseits dieses zu ergänzen um ein praktisches Element, das sie sich in Werkstätten, Fabriken und

Elektrizitätswerken aneigneten. Andere, wie René Thury, pilgerten zu Edison nach Menlo Park, um bei den dort laufenden Entwicklungsarbeiten selber mitzumachen.

Die schwach organisierte, meritokratische Gemeinschaft schweizerischer Elektroingenieure erwarb also ihre Kompetenz dank der Rekombination ziemlich heterogener Wissensbestände aus den unterschiedlichsten Disziplinen. Wir können festhalten, dass ihr Erfolg im neu entstehenden Gebiet der Elektrotechnik in keiner Weise von der Möglichkeit eines hochspezialisierten Ausbildungsganges abhängig gewesen sein konnte.

Nach 1894 veränderte sich jedoch die Situation unter den Bedingungen eines beschleunigten Wachstums der Elektrizitätswirtschaft. Die Nachfrage nach standardisiertem elektrotechnischem Wissen stieg sprunghaft an. Gleichzeitig begannen Interessenverbände wie der Schweizerische Elektrotechnische Verband (SEV) und der Verein Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) den Zugang zum Beruf des Elektroingenieurs zu kontrollieren und ein Monopol für die Definition und Einhaltung technischer Vorschriften aufzubauen. Professionalisierungsprozesse sind bekanntlich an strengen Ausbildungsgängen interessiert. Auch auf dieser Seite wurde deshalb die Formalisierung der Curricula in Elektrotechnik vorangetrieben und an der ETH institutionalisiert.

Dies hatte zur Folge, dass die breite, interdisziplinäre Ausbildung und der heterogene Bestand an Wissen drastisch vereinheitlicht wurden. Die neue Generation von Elektroingenieuren verfügte, im Vergleich zu den Pionieren, über ein recht enges, allerdings homogenes und solides Know-how. Die Tage waren gezählt, in denen man sich auf „angeborenes Talent für Gestaltung, für Erfindung und für Organisation“ stützen wollte, das sich „Bahn brechen und Früchte tragen werde, auch ohne dass der Geist eine strenge Schablone höchster mathematischer Disziplinen durchgemacht“ hätte. Unter den Bedingungen eines wachsenden Marktes, der bereits viele standardisierte Produkte nachfragte, waren jungen Elektroingenieure äusserst kompetent und effizient in der Erfüllung ihrer Aufgaben.

Als jedoch bereits um die Jahrhundertwende die junge Elektrizitätswirtschaft von einer tiefen Absatzkrise heimgesucht wurde und man nach neuen Märkten Ausschau halten musste, war mit den ETH Absolventen kaum etwas anzufangen. Eines der erfolgversprechendsten neuen Arbeitsgebiete war die Elektrifizierung des komplexen Netzes der Schweizerischen Vollbahnen. Beim Versuch des SEV, diese Marktoption genauer zu untersuchen, wurde den Initianten sehr schnell klar, dass die professionellen Elektroingenieure von ihrer Ausbildung her in keiner Weise in der Lage waren, mit der damit verbundenen sozio-technischen Komplexität umzugehen. Selbstverständlich wussten diese Ingenieure sehr genau, wie man Dynamos, Motoren und Stromverteilungsanlagen baute und betrieb. Diese Systeme jedoch innerhalb eines dichten technischen *und* gesellschaftlichen Netzwerkes zu plazieren, war eine Aufgabe, die ihre Fähigkeiten überstieg. Dafür hätten sie nämlich sowohl mit Vertretern der Bahnverwaltungen, mit Politikern, mit Stimmbürgern und mit Finanzfachleuten verhandeln müssen als auch die Implementierung ihrer Systeme mit weiteren, stark interagierenden technischen Netzwerken - vom Dampfbetrieb über bereits bestehende Stromversorgungsanlagen, von den Produktionsstätten der Ausrüstungsgüterindustrie bis zu den Telegraf- und Telefonnetzen - bewerkstelligen sollen. Da Bahnfachleute, Hydrologen, Ökonomen, Financiers, Beamte, Juristen, Unternehmer und Stimmbürger von der Tauglichkeit elektrischer Vollbahntraktion überzeugt werden mussten, war eine präzedenzlose Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichst legitimierten Experten und Interessenvertretern notwendig. Genau dies blieb aber jenseits der Möglichkeiten dessen, was Elektroingenieure an der ETH hätten gelernt haben können.

Ihre stark vereinheitlichte und hochspezialisierte Ausbildung hätte denn auch beinahe zu einem eigentlichen Desaster geführt, wären da nicht immer noch die „Pioniere“ gewesen und hätte man es nicht geschafft, den Evaluationsprozess an eine neue Institution zu delegieren. Die interdisziplinär zusammengesetzte „Studienkommission für Elektrischen Bahnbetrieb“ musste allerdings während ihrer Tätigkeit eine unabsehbare Zahl von Friktionen und Missverständnissen überwinden, bevor sie auch nur eine Empfehlung, etwa zur Wahl des

elektrischen Systems für die Bahntraktion, abgeben konnte.

Gewiss, die Studienkommission als institutionelle Innovation vermochte die Defizite der Elektroingenieure im Umgang mit komplexen Situationen erfolgreich zu kompensieren. Aber sie brauchte viel Zeit dafür. Allein die Ausarbeitung des Arbeitsplans der Kommission kostete schon über ein Jahr intensivster Verhandlungen. Der Evaluationsprozess selbst dauerte mehr als 15 Jahre und kann deshalb nicht als besonders erfolgreich eingestuft werden. Darüber hinaus mussten statt elektrotechnischer Gründe schliesslich populistische Argumente mobilisiert werden, wie sie erst während des Ersten Weltkrieges verfügbar geworden waren. Nur der Hinweis auf nationale Unabhängigkeit und die Bündelung der vaterländischen Kräfte konnte den Entscheidungsprozess beschleunigen. Die ETH-Elektroingenieure der jüngeren Generation waren von ihrer Ausbildung her sowohl mit dem Evaluationsprozess als auch mit seiner populistischen Wende überfordert. Zeitgenössische Kommentatoren sprachen von einer mangelhaften praktischen Ausbildung sprachen, obwohl vielmehr die zunehmende Substitution von breiter Bildung durch effizientes Training an der Wurzel des Problems lag. Das elektrotechnische Training an der ETH spielte sich ausschliesslich innerhalb disziplinärer Grenzen ab und konnte den Studierenden weder das Bewusstsein noch das Gefühl für komplexe soziotechnische Situationen in den Evaluationsprozessen ihrer Zeit vermitteln.

Von den unzähligen Lehren, die uns die Geschichte aus ihr zu ziehen anbietet, ist heute sicher jene hervorzuheben, dass technischer Wandel und erfolgreiches Engineering davon abhängig sind, wie Ingenieure ihr Wissen auf komplexe Situationen in lokalen Kontexten anwenden können. Eben darum muss die Ausbildung von Ingenieuren so konzipiert werden, dass sie auch auf noch unbekanntes Unübersichtlichkeiten mit Bedacht und hinreichender Sensibilität reagieren können. Das bedeutet, dass ihre Curricula stärker auf soziotechnische Komplexität ausgerichtet werden müssen, damit zukünftige Ingenieure die in ihrer Praxis anstehende Komplexität erfolgreicher behandeln zu können.

Selbstverständlich ist es unmöglich, universell gültige Rezepte für den Umgang mit Komplexität aufzustellen und im Unterricht zu vermitteln. Dennoch scheint mir gerade in dieser Hinsicht das Angebot der neueren Technikgeschichte prüfenswert, anhand der Analyse von konkreten historischen Fällen des erfolgreichen (oder erfolglosen) Umgangs mit solchen Komplexitäten die Studierenden der Ingenieurwissenschaften mit jenen intellektuellen Instrumenten zu versehen, die sie befähigen, zukünftige Unübersichtlichkeiten mit hinreichender Sorgfalt anzugehen. Eine Technikgeschichte, die in den Ingenieurausbildungsgang integriert wäre, sähe sich durchaus in der Lage, technischen Wandel so zu analysieren und verständlich zu machen, dass angehenden Ingenieuren diese immer notwendiger Sensibilität für soziotechnische Komplexitäten mit auf den Weg gegeben werden könnte. Wir brauchen dazu nicht weniger und nicht mehr als einen politischen Entscheid der Schulleitung, wenigstens an einigen Stellen den eingangs erwähnten Graben zwischen den zwei Kulturen aufzufüllen und den freien Gedankenverkehr zwischen der einen und der anderen Seite zu ermöglichen. Wünschenswert wäre es, im anstehenden Strukturreformentscheid die Gelegenheit zu sehen, neue leistungsfähige Übertragungsleitungen für das *Netz einer interdisziplinären Verbundwirtschaft* zu bauen. Man kann ihn allerdings auch zur Vertiefung des Grabens nützen. Die Ausgestaltung unserer Ingenieurausbildung ist nicht eine Frage der Ressourcen-Optimierung, sondern ein politisches Problem.

Literatur:

David Gugerli, *Redeströme. Zur Elektrifizierung der Schweiz 1880-1914*, Zürich: Chronos Verlag 1996, insbesondere die Kapitel „Erfahrung und Übung, wie sie nur die Praxis geben kann“, S. 159-169, und „Ein besonderes Kolleg über Elektrotechnik“, S. 212-225.

Ders., Von der Krise zur nationalen Konkordanz. Zur Geschichte der schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb, in: Verkehrshaus der Schweiz (Hg.), *Kohle, Strom und Schienen. Die Eisenbahn erobert die Schweiz*, Verlag Neue Zürcher Zeitung, S. 228-242.

Kästchen 1:

Lehrveranstaltungen der Technikgeschichte (Prof. David Gugerli)

- Internet. Historische Kontexte einer postmodernen Kommunikationstechnik, WS 97/98
- plots, charts und (bit)maps. Zur Technik- und Kulturgeschichte bildgebender Verfahren (19./20. Jh.) SS 98
- Tele-Visionen auf der Mattscheibe, Seminar SS 98 und WS 98/99
- Vermessung und Landschaft. Technikgeschichte einer Eroberung, WS 98/99
- Wissenssysteme in der Gesellschaft, (MTU), WS 97/98, WS 98/99, zusammen mit Yehuda Elkana

Kästchen 2

Integrationsvoraussetzungen

Die hier geforderte „interdisziplinäre Verbundwirtschaft“ setzt einige wichtige Strukturänderungen des sozial- und geisteswissenschaftlichen Lehrangebotes an der ETH voraus. Entsprechende Erfahrungen an ausländischen Technischen Hochschulen zeigen, dass nur dann mit einer erfolgreichen Integration dieser Fächer in das Curriculum der Ingenieur- und Naturwissenschaften gerechnet werden kann, wenn

- die Lehrveranstaltungen einen hinreichenden Aktualitätsbezug bieten;
- den Kursen ein verbindlicher, obligatorischer Charakter verliehen wird;
- die Studierenden während der *gesamten* Ausbildungszeit die gesellschaftliche Dimension der ingenieur- und naturwissenschaftlichen Praxis ins Bewusstsein gerufen wird;
- die Studierenden aktiv an der Gestaltung der Kurse beteiligt sind und dabei konkrete Fälle technischer und wissenschaftlicher Entwicklungen in ihren jeweiligen sozialen, politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Kontexten rekonstruieren;
- das Modell der traditionellen „Vor-Lesung“ mit dozierendem Frontalunterricht verabschiedet wird.