Les ingénieurs civils et leur formation

Autor(en): **Cosandey, Maurice**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

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

Heft 44: **SIA-Heft 5**

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-85566

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

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

***

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

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

Literaturverzeichnis

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Les ingénieurs civils et leur formation

par Maurice Cosandey, Bern*)

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

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

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

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

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

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

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

confie la reconstruction à ceux-là même qui en étaient responsables, en faisant le raisonnement qu'ils auront à cœur de faire démentir tous les soupçons.

Mais parler d'accident dans l'abstrait n'est pas la meilleure chose à faire. Sans lever le secret qui frappe toujours peu ou prou ce genre de problème, citons *deux cas exemplaires*.

Le premier est celui d'une *grande structure métallique* conçue, calculée et dessinée aux USA, mais construite en Europe. Cette dernière est une grande productrice d'acier. On utilisa donc les aciers européens qui valent bien les autres. Encore fallait-il que la transposition soit correcte.

Ce ne fut pas le cas pour une quantité minime, mais dont la fonction était primordiale. Ce fut l'une des causes de l'accident, c'est-à-dire l'écroulement.

Le deuxième est celui d'une *structure complexe en construction en bois*. Elle présentait des déformations inquiétantes. La faute était simple. L'ingénieur avait oublié dans sa conception de tenir compte des besoins du charpentier, tant il est vrai qu'en construction en bois, les dimensions des pièces sont souvent déterminées par les exigences des assemblages.

Je pourrais véritablement poursuivre et citer bien d'autres exemples. Mais cela suffit pour ma démonstration. Elle consiste à dire que *les causes multiples* conduisant à un accident peuvent en fait se ramener à une seule: *une défaillance vis-à-vis de l'aspect global*. L'analyse, puis la synthèse n'ont pas été menées jusqu'au bout. *Est-ce un défaut systématique dans la formation des ingénieurs?* La réponse me semble claire. Etant donné le nombre restreint d'accidents par rapport au grand nombre d'exécutions, il n'est pas possible d'inculper la formation. Cela ne signifie pas, du reste, que nous devons en négliger l'amélioration quant à l'analyse et à la synthèse. Mais les fautes mises en lumière découlent aussi de ce que j'appelle l'indiscipline d'esprit qui relève du caractère qui est lui-même principalement du ressort de l'éducation familiale. Si l'on se rappelle que le développement de l'intelligence se termine à l'adolescence, on conviendra de l'importance capitale de ce qui se passe avant l'université pour le déroulement des études au sein de cette institution.

Dans cette perspective, comment envisager la formation d'un ingénieur civil?

Constatons tout d'abord que l'accroissement de la complexité de la société a conduit à une *spécialisation parfois très poussée, laquelle est finalement au détriment de la capacité de saisir les problèmes dans leur ensemble*. Aussi bien nos Ecoles polytechniques ont-elles cherché à établir un *équilibre optimal entre une formation de généraliste et une telle de spécialiste*. Optimal veut signifier que l'équilibre n'est pas une égalité. L'effort principal reste en direction du *généraliste*. Pourquoi cela? Premièrement parce que le développement de l'intuition exige une large base et une possibilité de saisir les analogies entre les disciplines. Elles sont en effet beaucoup plus fructueuses qu'il n'y paraît à première vue. Sans imaginer qu'il soit véritablement possible de trouver une théorie unitaire, je suis convaincu qu'un ingénieur civil formé aussi bien en structures, en travaux hydrauliques et fondations, en transport et management aura des possibilités optimales pour mettre en œuvre son potentiel intuitif et créatif. En second lieu, *l'ingénieur civil polyvalent aura une bonne probabilité de trouver une activité intéressante* et cela quel que soit l'état de la conjoncture, car tous les secteurs du génie civil ne sont pas en expansion ou en récession en même temps. Enfin, il faut signaler qu'il existe de nombreuses activités où l'ingénieur civil, grâce à sa formation polyvalente, est celui qui a le maximum de chances de réussite. Pensons aux grands chantiers de barrage où le chef doit être tour à tour ingénieur civil, électricien, mécanicien, connaisseur des relations humaines. Devant constamment confronter théorie et comportement de la matière et des structures, l'ingénieur civil s'écarte par nature de tout formalisme et de tout sectarisme.

La *mission principale* de l'ingénieur est de *concevoir des ensembles* (barrage-terrain-bassin, pont-fondations-tracé, halle-fondations-exploitation) *correspondants à des buts fonctionnels bien définis*. Pour qu'il acquiert au cours de ses études la faculté de développer son intuition, il est mis en rapport avec la *recherche. Dans nos deux Ecoles polytechniques, des installations très mo*dernes viennent d'être mises en service. Il s'y fera de la recherche appliquée générale ou particulière sous mandats. Dans le domaine du génie civil, une majorité des préoccupations de la recherche provient de besoins manifestés par la pratique. C'est la raison pour laquelle nous favorisons les contacts entre l'économie et nos professeurs. Il est évident que l'activité d'expert ou de conseil, voire de direction en dehors de l'université ne doit pas nuire à l'enseignement et à la recherche. Le bon sens et le respect du professeur pour sa mission d'enseignant ont permis de trouver la juste mesure.

En général, les étudiants en génie civil sont très motivés lorsqu'ils entrent à l'École polytechnique. Cela tient au fait que les résultats de l'activité de l'ingénieur civil sont observables tous les jours, ce qui donne immédiatement une référence. Lorsqu'il s'agit de ponts ou de travaux hydrauliques, la beauté de l'ouvrage est souvent donnée par la fonction elle-même. Si l'on est sensible à cet aspect des choses, c'est un motif d'intérêt supplémentaire. Construire un grand pont, un barrage, voilà des objectifs enviés par les jeunes ingénieurs. Cependant, la réalité, après les études, sera la plupart du temps différente. Le jeune ingénieur civil aura fréquemment à se préoccuper du bâtiment. La mission est plus obscure, mais cependant très importante. Il y a souvent, dans les bâtiments complexes, des problèmes plus ardus que dans les ponts ou les barrages. Il appartient à la formation de soutenir l'enthousiasme pour ce genre de constructions. Il s'ajoute ici la question de la *collaboration avec l'architecte*. Disons-le franchement, c'est *un aspect qui est très négligé dans nos deux écoles polytechniques*. Des efforts ponctuels sont en cours, mais il ne sera possible de parler d'une véritable formation à cette collaboration que lorsque des projets *seront réalisés en commun pendant les études. De multiples bonnes raisons* sont présentées lorsqu'on s'étonne de l'absence d'une telle possibilité. Je pense, quant à moi, qu'une amélioration substantielle dans le coût des bâtiments complexes ne pourra être réalisée que par une collaboration exercée entre architecte, ingénieur civil et ingénieur CVSE (chauffage, ventilation, sanitaire, électricité). Le succès de certaines entreprises générales est dû notamment à la réalisation de la symbiose nécessaire.

En conclusion, et dans l'impossibilité de revenir à l'architecte-ingénieur-entrepreneur du temps de la construction des cathédrales, je formule mes vœux pour un ingénieur civil aux larges connaissances, cultivé, rompu au travail multidisciplinaire et attentif à la science comme à l'art, au social et à l'économique.

Adresse des Verfassers: Prof. *M. Cosandey*, Präsident des Schweiz. Schulrates, Wildhainweg 21, Postfach 1263, 3001 Bern