

Zur Frage der Ingenieurausbildung

Autor(en): **Profos, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **85 (1967)**

Heft 5

PDF erstellt am: **07.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-69364>

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.

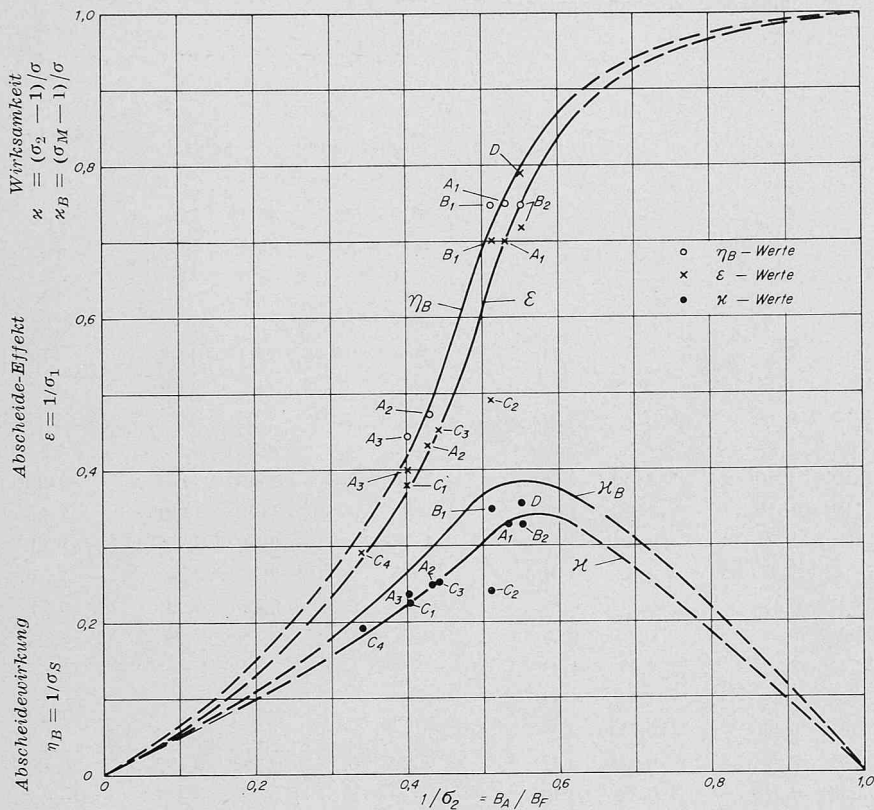


Bild 6. Darstellung der Werte η_B nach Gl. (16), ε nach Gl. (17), κ_B nach Gl. (22) und κ nach Gl. (23) in Abhängigkeit vom Verhältnis $1/\sigma_2 = B_A/B_F$. Die eingetragenen Punkte beziehen sich auf die Messungen nach Tabelle 2.

neuer Versuchsergebnisse weitere Untersuchungen in der angedeuteten Richtung durchzuführen.

Es sei noch erwähnt, dass die Körnungskennlinien der Anlagen A und B (Tabelle 2) mit dem Kornanalysator nach Dr. W. Wieland gemessen wurden. Den Ausgangswerten aller Anlagen A, B, C und D liegen Versuchsergebnisse der Technischen Stelle Holderbank zu Grunde. Für die Überlassung dieser Unterlagen sei bei dieser Gelegenheit bestens gedankt.

Zusammenfassend sei festgehalten, dass die Beurteilung eines Sichters durch die vorgeschlagene Anwendung der Trenngrenzen Tr 4 und Tr 5 in Beziehung gebracht wird zu einer wesentlichen Anforderung an den Sichter, nämlich zum Feinheitsverhältnis σ_2 . Die Werte von η_B , ε , κ_B und κ werden in Abhängigkeit von σ_2 bzw. dessen reziprokem Wert $1/\sigma_2$ dargestellt. Die Auswertung von Versuchsergebnissen zeigt, dass sich mit nicht allzugrosser Streuung mittlere Kurven angeben lassen. Liegt ein Messpunkt über diesen Kurven, so arbeitet der Sichter besser und umgekehrt. Kennt man von einem Sichter die Werte von B_F , B_A und σ (Umlaufzahl), so ist bereits eine näherungsweise Beurteilung nach dem angegebenen Verfahren möglich.

Adresse des Verfassers: Dr. R. Ruegg, Escher Wyss AG, Zürich.

Bei der Beurteilung eines Sichters können die erreichten η_B - und ε -Werte allein nicht ausschlaggebend sein. Die sich einstellende Umlaufzahl σ ist namentlich auch von folgenden Grössen mitbedingt:

1. Vom Verhältnis von Länge zu Durchmesser (L/D) der Mühle
2. Vom Füllungsgrad der Mühle
3. Von der Mahlbarkeit des Klinkers
4. Von der verlangten Feinheit des Fertigproduktes.

Wählt man beispielsweise ein grosses Verhältnis L/D, so werden σ_1 , σ_2 und σ klein. Gehen diese Werte im Grenzfall gegen 1, dann kann der Sichter durch einen Bypass ersetzt werden. Der Sichter ist also wirkungslos. Damit stellt sich die Frage nach der Wirksamkeit des Sichters.

Die Wirksamkeit eines Sichters

Es wird davon ausgegangen, dass je höher das vom Sichter verlangte Feinheitsverhältnis B_F/B_A ist, um so grösser die Umlaufzahl σ und um so kleiner ε werden. Die Wirksamkeit κ soll daher durch

$$(22) \quad \kappa = \frac{\sigma_2 - 1}{\sigma_2} \varepsilon = \frac{\sigma_2 - 1}{\sigma_2 \sigma_1} = \frac{\sigma_2 - 1}{\sigma}.$$

dargestellt werden. Geht man vom Wert σ_M aus, so lautet die analoge Formel für die Wirksamkeit:

$$(23) \quad \kappa_B = \frac{\sigma_M - 1}{\sigma}.$$

In Bild 6 sind die κ -Kurve sowie die κ_B -Kurve eingetragen. Sie weisen ein Maximum bei $1/\sigma_2 = 0,5$ bis $0,6$ auf und fallen bei $1/\sigma_2 = 0$ und $1/\sigma_2 = 1$ jeweils gegen 0 ab.

Zum Schluss sei noch bemerkt, dass für die in den Bildern 5 und 6 gezeigten Kurven nur eine verhältnismässig kleine Zahl von Versuchen verfügbar waren, für welche einigermaßen gleichartige Voraussetzungen bestanden. Es sind dies vor allem:

1. Drehofenklinker
2. L/D zwischen 2,0 bis 2,7, also relativ kurze Mühlen
3. Füllungsgrad 24 bis 30%
4. Leistung der Mühle im Verhältnis zur Grösse des Sichters $N/d^3 = 5,4$ bis $6,75$
5. Gleiche Sichter- und Mühlenbauart

Die Kurven der Bilder 5 und 6 erheben daher keineswegs den Anspruch auf allgemeine Gültigkeit. Es ist vorgesehen, beim Vorliegen

Zur Frage der Ingenieurausbildung

Von Prof. Dr. H. Profos, ETH, Zürich

DK 62.002.2:37.007.2

Über dieses Thema ist hier schon verschiedentlich berichtet worden. Es wird in Europa eifrig besprochen. So sei auf die Tagungen der Fachgruppe der Ingenieure der Industrie im SIA vom 26. Oktober 1963 und 24. Oktober 1964 mit dem Titel «Konstruktion, eine Ingenieuraufgabe?»¹⁾ sowie auf entsprechende Tagungen der VDI-Fachgruppe Konstruktion mit dem Titel «Engpass Konstruktion» vom 22. Mai 1963 und 28. Februar 1964 in München hingewiesen, ebenso auf unseren Bericht: «Zur Frage der Hochschulreform in Deutschland»²⁾ und auf das Zweite Europäische Kolloquium über Aus- und Weiterbildung der Ingenieure vom 30. Sept. und 1. Okt. 1963 in Mailand³⁾. Dass die gleichen Fragen auch in den Kulturstaaten anderer Erdteile Gegenstand eingehender Aussprachen bilden, kam besonders deutlich am Weltkongress über Ingenieurausbildung zum Ausdruck, der von der American Society for Engineering Education (ASEE) vom 21. bis 25. Juni 1965 in den Räumen des Illinois Institute of Technology in Chicago zusammen mit der Jahresversammlung dieser Gesellschaft durchgeführt wurde. Über diesen Kongress hat Prof. Dr. P. Profos, ETH, einen überaus lesenswerten Bericht verfasst, der leider erst im Oktober 1966 in unsere Hände kam, obwohl er vom 18. August 1965 datiert ist. Trotz der Verspätung sei er unseren Lesern im Wortlaut bekannt gegeben. Red.

*

Erwartungsgemäss war der Kongress von amerikanischen Hochschullehrern und Ingenieuren gut besucht, und auch die übrige englisch sprechende Welt war relativ stark vertreten, ebenso Indien und Japan. Vergleichsweise schwach war dagegen die Delegation des

¹⁾ Die Vorträge und Diskussionsbeiträge der beiden Tagungen sind in der Publikation der SIA-Fachgruppe der Ingenieure der Industrie über diese beiden Tagungen vom August 1965 veröffentlicht, unsere Stellungnahme in SBZ 1964, H. 1, S. 1–10 und SBZ 1964, H. 49, S. 853–857.

²⁾ SBZ 1964, H. 45, S. 793–795.

³⁾ SBZ 1964, H. 1, S. 10–11.

europäischen Kontinents; die kommunistischen Länder waren, zumindest offiziell, nicht beteiligt.

Schwerpunkt des Kongresses waren vier halbtägige Plenarsitzungen, deren erste Übersichtsvorträge brachte, während die übrigen der Diskussion eingereichter Berichte über Detailfragen gewidmet waren. Diese im wesentlichen in der Art von Panel-Diskussionen durchgeführten Aussprachen galten: 1. den Unterrichtsmethoden, 2. der Ingenieurausbildung und Praxis sowie 3. der höheren Ingenieurausbildung und Fortbildung in der Praxis.

Die Diskussionsveranstaltungen wurden ergänzt durch eine Ausstellung von Fachbüchern und Apparaturen für den Hochschulunterricht sowie durch die Vorführung von Lehrfilmen. Von besonderem Wert war daneben die Möglichkeit der persönlichen Kontaktnahme unter den Kongressteilnehmern, sehr gefördert durch die grosszügig gestalteten Aufenthaltsmöglichkeiten in den für den Anlass zur Verfügung gestellten Hochschulgebäuden.

Der Kongress gab naturgemäss vor allem Gelegenheit, ein Bild von den *amerikanischen* Problemen und Lösungswegen der Ingenieurausbildung zu vermitteln. Die Berichte aus den übrigen Industriekontinenten vermochten meist nur einen mehr oder weniger lückenhaften Überblick zu geben, zumal über West-Europa mit seiner Vielfalt im Hochschulwesen. Ähnliches gilt auch von den Entwicklungsländern, wobei immerhin die zur Zeit weitgehend andersgeartete Problemstellung deutlich wurde. – Im folgenden wird zur Hauptsache über die für uns wohl im Vordergrund des Interesses stehenden Verhältnisse und Tendenzen in USA berichtet, dies um so mehr, als manche Feststellungen und Schlussfolgerungen auch für uns Gültigkeit haben.

Es ist bezeichnend, dass in den vier Hauptveranstaltungen trotz der verschiedenen Gesprächsthemen mit wenig Ausnahmen immer wieder die selben Punkte herausgestellt und die gleichen Postulate vorgebracht wurden. Unter Verzicht auf eine Darstellung des Ganges der Diskussionen sollen deshalb hier nur diese Feststellungen knapp wiedergegeben werden, die zugleich als die bedeutsamsten Ergebnisse des Kongresses anzusprechen sind.

Allgemein wurde als Bezugspunkt aller Wertungen und Reformen anerkannt, dass die Hauptaufgabe des Ingenieurs heute und auch künftig in der Verwirklichung, in der Schaffung technischer Gebilde, in der Lösung praktisch-technischer Probleme besteht. Diese Tätigkeit hat sich allerdings unter teils allmählich, teils sprunghaft sich ändernden äusseren Gegebenheiten und Einflüssen zu vollziehen, von denen von besonderer Bedeutung sind: 1. die schnelle Entwicklung der Grundwissenschaften, 2. die Ausbreitung mathematischer Methoden auf immer neue Bereiche, 3. die wachsende Verflechtung früher getrennter Disziplinen und 4. die Entwicklung von Wissenschaften, die gewissermassen quer durch die klassischen Gebiete hindurch verlaufen (z. B. Kybernetik).

Diese Gegebenheiten haben denn auch im letzten Jahrzehnt zu einer immer ausgeprägteren Umorientierung der Ingenieurausbildung in Richtung mathematisch-physikalischer Grundlagen geführt, verbunden mit einer deutlichen Verschiebung des Akzentes gegen eine mehr *analytische Denkweise* hin. Ein neuer Ingenieur-Typ, der theoretisch vorzüglich ausgebildete «Forschungsingenieur», ist da und dort entstanden. Aber auch die allgemeine Ingenieurausbildung hat diese Schwerpunktsverschiebung deutlich mitgemacht. Heute stellt sich nun die Frage: Ist man damit auf dem richtigen Weg?

Die Ergebnisse der Diskussionen liessen deutlich erkennen, dass vor allem in der Industrie, aber auch bei vielen Vertretern der Lehre sich die Auffassung durchsetzt, man sei nun eher zu weit gegangen und ein Neu-Überdenken und Neu-Festsetzen des Ausbildungsplans des Ingenieurs sei dringendes Gebot geworden. Man konstatiert, dass mit der mathematisch-wissenschaftlichen Vertiefung der Ausbildung sehr oft ein ungenügendes praktisches Verständnis und ein Verlust des Überblickes über die grossen Zusammenhänge parallel ging. Es wird festgestellt, dass nicht selten von der Hochschule bestens ausgewiesene Leute sich in der Praxis keineswegs entsprechend bewährten. Es scheint, dass der vorwiegend zu analytischem Denken erzogene junge Absolvent in der Praxis vor komplexen Entscheidungen häufig zürückschreckt und Verantwortungen auszuweichen sucht. Vor allem aber steht man heute in den USA etwas ernüchtert vor der Tatsache, dass die Ergebnisse der mit ungeheurem Aufwand betriebenen Grundlagenforschung (2 Milliarden Dollar/Jahr) in zunehmendem Ausmass von den Ingenieuren nicht mehr in technisch-wirtschaftliche Werte umgesetzt werden können, dass sich die Bibliotheken füllen mit wertvollen, aber nicht verwerteten Erkenntnissen.

So tönte denn der allgemeine Ruf nach einem besseren Gleichgewicht zwischen einerseits der auf die Analyse und andererseits der auf die Verwirklichung, die schöpferische Synthese ausgerichteten Ingenieurschulung. In überzeugender Weise wurde die Forderung vertreten, dass nach Mitteln und Wegen gesucht werden müsse, um *das konstruktive Denken wieder zum zentralen Anliegen des Unterrichts* werden zu lassen und zugleich den Neuerern, Originalen und Erfindern unter den Studierenden mehr Lebensraum zu geben.

Es ist nur ein scheinbarer Widerspruch, wenn zugleich auch immer wieder darauf hingewiesen wurde, dass die heutigen Absolventen der Ingenieurschulen ihre ausgebreiteten theoretischen Kenntnisse nicht auf den praktischen Fall anzuwenden wüssten. Es besteht ein innerer Zusammenhang zwischen diesen Schwierigkeiten des jungen Ingenieurs und seinem vorab analytisch geschulten Denkvermögen. Denn der mathematischen Einkleidung des Problems und der anschliessenden eigentlichen Rechnung muss fast immer das Erkennen der jeweils das physikalische Geschehen massgebend bestimmenden Vorgänge und Gesetzmässigkeiten vorausgehen, ein Denkvorgang, der eher synthetischen als analytischen Charakter aufweist.

In diesem Zusammenhang ist auch oft der Wunsch nach einer Ergänzung des Studienprogramms durch Kurse etwa über Wirtschaftslehre, Sozialwissenschaften, angewandte Psychologie und nicht zuletzt allgemeinbildende Fächer laut geworden, in der Meinung, diese «dritte» Seite der Ingenieurausbildung sollte nicht ausschliesslich der Praxis zugeschoben werden. Die Hochschullehrer wurden nachdrücklich aufgefordert, die Studierenden auf die Bedeutung dieser zwar nicht technischen, aber für ihr späteres technisches Wirken trotzdem sehr wichtigen Dinge hinzuweisen. In diesem Zusammenhang wurde auch wiederholt die ungenügende Fähigkeit junger Ingenieure, sich mündlich und schriftlich mitzuteilen, hervorgehoben.

Mancherlei Vorschläge zur Verwirklichung dieser Postulate und Wünsche wurden vorgebracht; die wichtigsten seien kurz angeführt. Ein Teil bezieht sich auf Stoffauswahl und Lehrmethoden, ein anderer auf den Hochschullehrer selber.

Bedeutsam in diesem Zusammenhang ist wohl die Forderung, der Hochschul-Professor müsse wieder viel mehr *Dozent* sein, und seine diesbezüglichen Fähigkeiten müssten ebenso in die Waagschale gelegt werden wie seine Qualitäten als Forscher. Es wurde als entscheidend wichtig bezeichnet, dass der Hochschuldozent für Ingenieur-fächer nicht nur Wissenschaftler, sondern ein praxisnaher, begeisterter und begeisternder Lehrer sei, und dass er seine Lehrverpflichtungen nicht einfach an zweite und dritte Kräfte abtreten dürfe. Als eine Voraussetzung für einen solchen Wandel wurde indes gehalten, dass neben der Forschungstätigkeit auch der Lehrerfolg vermehrt und auch öffentlich gewürdigt werde.

Bezüglich des Unterrichts wurden mancherlei Formen diskutiert, unter anderem auch die Zuhilfenahme technischer Mittel, wie Film, Fernsehen und Digitalrechner, namentlich im Hinblick auf die überall wachsenden Studentenzahlen. Man war sich aber einig darüber, dass die beste Form des Unterrichts nach wie vor durch den geschickten Dozenten bei den Umständen angepasster (kleiner) Studentenzahl vermittelt wird. – Daneben wurde im Hinblick auf einen wieder mehr auf das Verwirklichen zugeschnittenen Unterricht besonders die «Case-Study» empfohlen.

Mit Nachdruck wurde auch ein besserer Kontakt zwischen Lehrkörper und Industrie verlangt und namentlich in den Ingenieur-fächern ein praxisnäherer Unterricht gefordert. Dabei hat man vor allem einer vermehrten Pflege der *Anwendung* theoretischer – namentlich mathematischer – Methoden das Wort geredet.

Es wurde darüber hinaus auch festgestellt, dass ein Teil der Ingenieurausbildung unausweichlich erst *in der Praxis* zu erfolgen hat und dass die Industrie diesem Teil oft zu wenig Aufmerksamkeit und Sorgfalt widmet. In diesem Zusammenhang ist der häufig unzweckmässige Einsatz von Hochschulingenieuren gerügt worden, so z. B. deren Betrauung mit Aufgaben, die ebensogut oder besser von Fachschulabsolventen gelöst werden könnten.

Schliesslich wurde auch auf die Notwendigkeit der ständigen *Weiterbildung des Ingenieurs* parallel zu seiner praktischen Tätigkeit hingewiesen und vor allem eine systematischere Lösung dieser wichtigen Aufgabe verlangt.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Paul Profos, Büelweg 11, 8400 Winterthur.