Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 46 (1955)
Heft: 21

Artikel: Über die Erziehung zum Ingenieur
Autor: Boveri, T.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1058171

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

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

werden. Dadurch erhält der Mensch auch die innere Kraft, den geradezu beängstigenden äussern Möglichkeiten zu widerstehen.

Vom Verhältnis des Menschen zur Technik und vom Verhalten des Menschen zum Mitmenschen hangen letzten Endes Wohl und Weh unseres Volkes wie der ganzen Menschheit ab. Insbesondere Ingenieure und Techniker, die Leiter und Verantwortlichen grosser Unternehmungen und Verwaltungen haben sich ihrer grossen Verantwortung ihren Mitmenschen gegenüber bewusst zu sein. Unter welchen Umständen, in welcher Atmosphäre diese Mitmenschen arbeiten, darf ihnen nicht gleichgültig sein. Sie, die sozusagen täglich durch ihre Tätigkeit, durch die zu fällenden Entscheide gestaltend in die Umwelt ihrer Mitmenschen eingreifen, müssen sich mit dem Problem, wie die technischen Erkenntnisse mit der sittlichen Entwicklung des Menschen Schritt halten, beschäftigen und auseinandersetzen. Damit wir aber Schritt halten können, müssen wir vorerst den Rückstand der sittlichen Entwicklung gegenüber dem technischen Fortschritt aufzuheben versuchen. Das bedingt eine besondere Anstrengung, um den Menschen in vermehrtem Masse in der Kunst des Sichverstehens, in der Teilnahme am Wohle der Mitmenschen, oder allgemein gesagt, in der Entfaltung der sittlichen Werte zu schulen. *Heinrich Zschokke* hat vor hundert Jahren schon gesagt: «Erst durch die Teilnahme am Wohle der Mitmenschen, in der Hingabe an die Gemeinschaft erhebt sich der Mensch auf die erste Stufe höherer Gesittung. Es ist aber noch ein höherer Grad möglich, da nämlich, wo nicht nur die einzelnen Menschen den Egoismus aufgeben, sondern ganze Nationen. Und warum sollte dieser Zustand nicht erreicht werden? Der Mensch ist ja ein Vernunftswesen und steigt, eben weil er dies ist, von der Tierheit auf bis zum höchsten Grad der Humanität.»

Geht unser Weg in dieser Richtung? Sind wir alle restlos davon überzeugt, dass die Bakterienkulturen zum Wohle und nicht zur Vernichtung der Menschheit, dass der Motor zur Entlastung der Menschen und nicht, um tötende Waffen in seine Reihen zu tragen, bestimmt sind, dass überhaupt alle Erfindungen der Technik und Physik zum Segen und nicht zur Ausrottung des Menschengeschlechts ausschlagen sollen?

Mit der Technik wurde dem Menschen eine unheimlich grosse Macht in die Hand gegeben. Dass er durch Entfaltung der sittlichen Werte sich dieses Geschenks würdig erweise, bereit, durch Haltung und Tat das Gute zu mehren und das Böse zu mindern — dies ist unsere Hoffnung.

Adresse des Autors:
Dr. iur. *Ed. Weber*, Generaldirektor der PTT, Bollwerk 25, Bern 1.

Über die Erziehung zum Ingenieur

Von *Th. Boveri*, Baden

62.007.2 : 378.962

Es wird zunächst versucht, die Aufgabe der Technik, der der Ingenieur ja dienen soll, abzugrenzen. Daraus ergeben sich schon manche Eigenschaften, die der zukünftige Ingenieur besitzen muss. Anschliessend werden die besondern Anforderungen erläutert, die der akademisch gebildete Ingenieur erfüllen sollte. Doch werden diese nur zur vollen Ausnützung kommen auf der Grundlage einer bestimmten Charakter-Einstellung, die der Verfasser am Schlusse seiner Ausführungen näher zu umschreiben unternimmt.

L'auteur cherche d'abord à délimiter le domaine de la technique, objet de l'activité de l'ingénieur. On peut en déduire maintes caractéristiques que l'ingénieur futur devrait posséder. Ensuite, l'auteur décrit les exigences auxquelles doit satisfaire l'ingénieur-académicien. Mais les qualités de l'ingénieur ne pourront seulement produire un effet optimum sur la base d'une orientation bien déterminée du caractère personnel. A la fin de son travail, l'auteur explique plus en détail ce point d'une importance capitale.

Die Hochschule hat die beiden voneinander kaum zu trennenden Aufgaben, wissenschaftliche Forschung zu betreiben und Nachwuchs heranzubilden, der zu wissenschaftlicher Betätigung befähigt ist. Die Technische Hochschule soll dies insbesondere auf dem Gebiet der Technik tun; der von ihr zu wissenschaftlicher Reife Ausgebildete heisst Ingenieur. Fragen wir zunächst nach der Umschreibung des Begriffes «Technik» in Bezug auf die in diesem Aufsatze zu erörternden Probleme. Die Technik schafft Werke unter Einsatz der sogenannten exakten Wissenschaften, Mathematik, Physik und Chemie. Dabei verzichtet sie auf wissenschaftliche Durchdringung des Stoffes bis zu der dem menschlichen Geiste zugänglichen grössten Tiefe, mit andern Worten, sie betrachtet nicht, wie die reine Wissenschaft, das grundsätzliche Erkennen der Wahrheit als ihr letztes Ziel. Wesentlich für den produktiven Techniker ist vielmehr der Wille zur Gestaltung, wie er in ähnlicher Weise dem bildenden, ja letzten Endes jedem Künstler innewohnt. Die innern, treibenden Kräfte beim Künstler und Ingenieur aufzudecken, kann nicht Aufgabe dieses Aufsatzes sein. Beim Erbauer einer Kathedrale mögen sie religiöser Natur gewesen sein, beim Schöpfer einer Oper war wohl die frei schweifende Phantasie am Werke, während ein Maler vielleicht Farbwirkungen, die sich vor seinem innern Auge ausbreiten, auf die Leinwand zu bannen sucht. Werden die Beweggründe des Künstlers im allgemeinen von jedermann geachtet, so hat sich im Gegensatz dazu die Technik in immer steigendem Masse gegen den Vorwurf zu wehren, sie leiste krassem Materialismus Vorschub und führe mit der Zeit zu einer vollständigen Ertötung des geistigen Lebens. Daran ist wohl richtig, dass die sogenannte Vermassung, wie sie im Besuche von sportlichen Grossveranstaltungen und Kinotheatern oder durch die andauernde Aufnahme standardisierter geistiger Nahrung mittels Radio- und Fernsehempfängern im Heim zum Ausdruck kommt, nur durch die Errungenschaften der mo-

dernen Technik ermöglicht wurde. Aber ohne diese Technik würde uns eben auch vieles andere fehlen, was wir moderne Menschen auf keinen Fall missen wollten, noch könnten. Was den echten Ingenieur vorwärtstreibt, ist auf keinen Fall der Wunsch nach der eben beklagten Verflachung unseres Geisteslebens. Seine wahren Beweggründe liegen tiefer und sind wohl auch viel verschiedenartiger. Des schöpferischen Gestaltungsdranges, der in gewissem Umfange jedem wertvollen Menschen innewohnt, wurde schon gedacht. Eine andere Triebfeder ist die Freude am Kombinieren auf Grund tiefer und einfacher Gesetze, deren Unwandelbarkeit strengste Objektivität des Geistes verlangt, sollen eklatante Misserfolge vermieden werden. Diese von der Welt des Rationalen unerbittlich verlangte geistige Disziplin steht in ausgeprägtem Gegensatze zum Irrationalen des sozialen Lebens, der Wirtschaft und der Politik, wo das unwägbare menschliche Element, welches sich nicht vorausberechnen lässt, die ausschlaggebende Rolle spielt. Der Ingenieur, der durch seine Tätigkeit oft besonders stark in diese Welt eingespannt ist, darf zwar die psychologischen Probleme nie vernachlässigen, aber ohne innere, wenn auch vielleicht nicht klar erkannte Begeisterung für die grossartige Harmonie der exakten Naturwissenschaften im Sinne eines Erholungsbedürfnisses vom Irrationalen wird er nicht zu schöpferischen technischen Leistungen befähigt sein. Er steht so am einen Rande der breiten Front produktiv begabter Menschen.

Vom reinen exakten Wissenschafter muss sich der Ingenieur durch das ihm gesetzte Ziel unterscheiden, welches über das klare Erkennen der wesentlichen Zusammenhänge hinausgehend fordert, dass das technische Werk bis zur vollen Erfüllung seiner Zweckbestimmung im Interesse der Allgemeinheit ausgestaltet werde. Dieser Forderung genügt nur eine wirtschaftlich erfolgreiche Lösung mit voller Betriebssicherheit in allen Teilen, die gegenüber dem vorher Bekannten einen merkbaren Fortschritt bedeutet. Der wissenschaftliche Einsatz ist hier nur Mittel, wenn auch häufig ausschlaggebendes, zum Zweck. An welcher Stelle die wissenschaftliche Durchdringung ihr Ende finden darf, lässt sich allerdings nur schwer allgemein festlegen. Zwei ganz gegensätzliche Fälle, die nach erheblicher wissenschaftlicher Vertiefung rufen, können immerhin herausgeschält werden. Der eine wird gebildet durch weitgetriebene Massenfabrikation, bei der in Anbetracht der grossen in Frage kommenden Stückzahlen nachträgliche Änderungen wenn irgendwie möglich vermieden werden müssen. Der andere Grenzfall liegt vor bei Einzelausführungen grösster Dimensionen, bei denen die Konstruktion ebenfalls nachträglich kaum mehr veränderten Erkenntnissen angepasst werden kann. In Anbetracht der grossen Verschiedenheit dieser beiden Gegebenheiten kann es nicht überraschen, wenn sie nicht mit denselben Methoden behandelt werden können, insbesondere dann nicht, wenn die Forderung der Wirtschaftlichkeit, die in der Technik stets an die Spitze gestellt werden muss, volle Berücksichtigung findet. Zwar wird es sich immer lohnen, die Theorie im Rahmen des wirtschaftlich Zulässigen voll auszubauen, denn der Rechenschieber und das Papierblatt des Ingenieurs sind, auf die Zeiteinheit bezogen, immer noch die billigsten Mittel der technischen Entwicklung. Sie finden aber in der Technik erstens absolute Grenzen, über die sie ohne Versuche nicht hinausgelangen können und sodann zusätzliche, die durch den Zwang zur Einhaltung der vorgeschriebenen Termine abgesteckt werden. Der von uns erwähnte Grenzfall der Massenfabrikation ruft gerade im Interesse der Zeitersparnis weitgetriebenen Experimenten und gestattet sie finanziell anderseits auch. Bis man mit der Arbeitsweise des neu zu schaffenden Gerätes restlos zufrieden ist, wird in den meisten Fällen der Bau mehrerer Prototypen unumgänglich sein und auch dann ist die Entwicklungsarbeit noch keineswegs beendet. Die Konstruktion muss nun werkstattgerecht durchgearbeitet werden und es sind die notwendigen Spezialwerkzeuge anzufertigen und nachher in der Fabrik auszuprobieren. Alle diese Arbeiten haben weitgehend den Charakter experimenteller Forschung, wenn auch ihr Zweck nicht die Erarbeitung wissenschaftlicher Erkenntnis, sondern die Schaffung eines marktgängigen Erzeugnisses ist.

Beim Bau eines Werkes grosser Dimensionen in geringer Stückzahl ist anderseits die unmittelbare Gestaltung auf Grund von Versuchen nicht möglich. Manche Einzelheit kann zwar zum Beispiel im Bauwesen oder in der Mechanik der Strömung durch Modellversuche abgeklärt werden, doch wird im voraus nie der vollständige experimentelle Beweis geliefert werden können, dass die Konstruktion auch nur in jeder wesentlichen Hinsicht den gestellten Anforderungen entspricht. Hier muss die im voraus vorbereitete Theorie einspringen, bei deren Ausarbeitung selbstverständlich Experimente herangezogen werden können und müssen, die aber nur grundsätzlichen Charakter haben und, abgesehen von den schon erwähnten Modellversuchen, die nicht alles erfassen können, in keinem unmittelbaren Zusammenhange mit dem zu schaffenden Werk stehen. Mit Hilfe von geeigneten und im voraus gesicherten theoretischen Erkenntnissen hat sich der Ingenieur zu vergewissern, dass seine Konstruktion nach erfolgter Ausführung allen gestellten Bedingungen gerecht wird. Die sehr grossen Schwierigkeiten, die die Lösung dieser Aufgabe bieten kann, liegen erfahrungsgemäss weniger darin, dass man bei der theoretischen Nachprüfung bestimmter Verhältnisse Fehlüberlegungen macht, als vielmehr in der vollständigen Unterlassung von Untersuchungen in gewissen Richtungen, in denen tatsächlich versteckte Gefahren lauern, an die man aber nicht gedacht hatte. Die Konzeption eines grossen Bauwerkes rein auf dem Papiere mit der nachfolgenden Probe aufs Exempel durch erfolgreiche Ausführung stellt in mancher Hinsicht auch in der heutigen Zeit der Massenfabrikation einen Gipfelpunkt der Ingenieurkunst dar, dessen Erreichung vornehmstes Ziel des werdenden Gestalters sein sollte.

Durch die vorstehenden Bemerkungen ist schon ein Beitrag geliefert zur Beantwortung der ersten Frage, die unser Thema stellt: Wer ist berufen, die Laufbahn des Ingenieurs zu ergreifen? Wir wollen darauf nicht weiter eingehen. Wenden wir uns vielmehr nun dem nächsten Problem zu: Welche Erziehungsarbeit muss die Hochschule am zukünftigen Ingenieur leisten und welche muss dieser an sich selbst vollbringen? Die Sphären dieser beiden Anstrengungen lassen sich nicht scharf trennen. Hingegen wird es gestattet sein, die mehr technischen von den rein menschlichen Gesichtspunkten einigermassen zu sondern. Beginnen wir mit den erstern.

Der Ingenieur steht grundsätzlich, wenn auch vielleicht nicht gerade heute während einer immer noch sehr guten Konjunktur in einem gewissen Wettbewerb mit dem an einer Mittelschule ausgebildeten Techniker und sogar mit dem Absolventen einer vierjährigen Lehrzeit als Mechaniker oder Zeichner. Es darf dabei nicht vergessen werden, dass diese Ausbildungs-Organisationen dauernd an ihrer Vervollkommnung arbeiten und dabei schon bemerkenswerte Erfolge erzielt haben. Je weniger hochwertig eine Ausbildung ist, desto mehr wird sie indessen die Anwendung von Routine bei der spätern beruflichen Tätigkeit in den Vordergrund stellen. Das Hinneigen zur Routine ist eine natürliche menschliche Schwäche, die sehr leicht erklärt werden kann. Routine besteht in der zwangsläufigen Anwendung des Gelernten, wobei dieses Gelernte an sich keineswegs leicht erlernbar gewesen sein muss. Wesentlich ist nur, dass bei seiner Anwendung quälende Entscheidungen über den zu beschreitenden Weg nicht getroffen werden müssen und infolgedessen anstelle der schlaflosen Nächte mit den Sorgen, ob man den richtigen Pfad gewählt hat, die gesunde Ruhe nach einwandfrei erfüllter Pflicht tritt. Es ist Pflicht eines Akademikers, der diese Bezeichnung verdienen will, die ihm innewohnende Neigung zur Routine bei jeder Gelegenheit zu bekämpfen. Dazu muss ihn die Hochschule während der Studienzeit anleiten. Soll eigenartige geistige Arbeit an die Stelle der Anwendung fester Regeln treten, so müssen die wissenschaftlichen Grundlagen mit Sicherheit beherrscht werden, denn auf irgendetwas muss sich die Überlegung schliesslich stützen können, sobald es sich nicht um reine Empirie handeln soll. Je allgemeiner solche Grundlagen sind, desto mehr Spielraum geben sie dem menschlichen Geiste und desto grösser wird das Gebiet, welches der Einzelne mit ihrer Hilfe bearbeiten kann. Die Erringung eines solchen möglichst umfassenden Standpunktes, mit dem das Spezialistentum und das Arbeiten nach Faustregeln weitgehend überwunden werden kann, muss eines der vornehmsten Ziele des Akademikers sein. Es stellt aber nicht nur an den Studierenden, sondern auch an den Lehrer sehr hohe Anforderungen. Wir verlangen ja vom akademischen Lehrer, dass er gleichzeitig auch Forscher sei. Ein erfolgreicher Forscher ist immer ein klarer und unabhängiger Denker, muss aber heutzutage trotzdem auch noch bis zu einem gewissen Grade Spezialist sein. Mit ganz allgemeinen Gedanken, mit denen sich ein Goethe noch begnügen durfte, lässt sich der besonders ja auch in der Technik geforderte spezifische Fortschritt heute nicht mehr erzwingen. Forschen und Lehren stellen daher teilweise widersprechende Anforderungen an den Menschen, denen auch hochbedeutende Köpfe häufig nicht in ganz gleicher Weise zu entsprechen vermögen. Bis zu einem gewissen Grade kann man freilich innerhalb des Lehrkörpers Forschen und Lehren auf verschiedene Herren aufteilen. In diesem Sinne muss es eine Hauptsorge der leitenden Behörde einer Technischen Hochschule sein, für die hauptsächlichsten Grundlagengebiete Männer mit besonderer Lehrbegabung zu gewinnen, die eine gewisse Begeisterung für die Grundaufgabe der Theoretischen Physik aufbringen, nämlich die Reduktion der unabhängig voneinander als bestehend anzuerkennenden Grund-Phänomene auf das absolute Minimum. Die Lösung dieser Grundaufgabe hat keineswegs nur theoretische Bedeutung. Je mehr sich die wissenschaftlichen Grundlagen des Ingenieurs gedanklich eine aus der andern entwickeln lassen, desto freier steht dieser der Natur, die er in mancher Hinsicht beherrschen soll, gegenüber. Der Studierende seinerseits muss sich immer wieder zur vollständigen Durchdenkung ganz einfacher Sachverhalte und zur Lösung zugehöriger Aufgaben zwingen. Die Stellung solcher Aufgaben wird glücklicherweise in der Literatur immer mehr üblich.

Die Erringung möglichster gedanklicher Freiheit gegenüber dem zu beherrschenden Stoffe hat aber heutzutage eine Bedeutung, die noch weit über die Erfordernisse hinausgeht, welche der Wunsch des jungen Mannes nach raschem Vorwärtskommen oder irgendeine bestimmte technische Aufgabenstellung diktieren. Es wurde schon mehrfach von massgebenden Seiten betont, dass es in unserer Zeit, soll man sagen trotz oder wegen des so verbreiteten Strebens nach materieller Besserstellung, immer schwerer wird, für leitende Stellen voll geeignete Männer zu finden. Die Gründe, die dafür verantwortlich sind, können in jedem Falle einigermassen verschieden sein. Liegen sie in Bedenklichkeit vor den vergrösserten Anforderungen, die die Übernahme erweiterter Pflichten an die Persönlichkeit stellt, so sind sie insofern achtbar, als Bescheidenheit dem Menschen, der die Kräfte der Natur bezwingen und sich in eine Arbeitsgemeinschaft einordnen soll, wohl ansteht und ihm viele Schwierigkeiten ersparen kann. Aber gerade der Bescheidene braucht dann als Gegengewicht eine innere Stütze, die ihm die Kraft zur Überwindung der innern und äussern Widerstände gibt, die sich jedem initiativen Vorgehen entgegenstellen. Es ist naturgemäss für die Hochschule schwierig, wenn nicht unmöglich, im Menschen eine innere Festigkeit und Einsatzbereitschaft zu erzeugen, die ihm von der Natur versagt wurden. Wir stossen hier auf das fundamentale Problem, wie weit sich überhaupt menschliche Anlagen durch Erziehung in bestimmte, wünschbare Richtungen umlenken lassen. Die Praktiker vertreten hierüber ganz ver-

schiedene Ansichten; über den Standpunkt der psychologischen Wissenschaft getraut sich der Verfasser nicht, etwas auszusagen. Sicher ist aber, dass eine Schule zum mindesten die grössten Anstrengungen machen muss, um den werdenden Ingenieur von seinen Hemmungen zu befreien. Ein Weg dazu, welcher einer akademischen Lehranstalt offen steht und ihr angemessen ist, besteht nun eben in der Erziehung zur wissenschaftlichen Analyse jedes neu auftretenden Problemes durch geistige Werkzeuge möglichst allgemeinen Charakters, die nichts zu tun haben mit kochbuchartigen und routinemässigen Rezepten. Diese Forderung steht keineswegs im Widerspruch mit einer hohen Bewertung praktischer Erfahrung, welche im Gegenteil für den Erfolg in der Technik häufig ausschlaggebend ist, aber eben kein Privileg des Akademikers darstellt. Es besteht allerdings noch ein gewisser Konflikt zwischen anzustrebender Tiefen- und Breitenwirkung. Erfolgreiche Analyse eines gegebenen Problems verlangt Tiefe, stete Bereitschaft, an neue Aufgaben heranzutreten dagegen Breite. Der Wunsch nach letzterer verdichtet sich, besonders neuerdings in Deutschland zur Forderung nach dem «studium generale». Soweit unter dem letztern eindeutig nicht-technische Fächer wie Philosophie oder Nationalökonomie verstanden sind, besteht tatsächlich ein gewisser Zwang zur Wahl zwischen Alternativen. Auf dem rein physikalisch-technischen Gebiet hingegen erzielt man durch vergrösserte Tiefe auch vermehrte Breite, sofern es sich im Sinne der hier dargelegten Gedanken um wirkliche grundlegende Theorie und nicht lediglich um Niederlegung von praktisch erprobten Bauregeln handelt. Die Forderung nach genügender Assimilierung so verstandener Theorie, vereint mit der weitern nach der einem Akademiker angemessenen Breite der allgemeinen Bildung, stellt allerdings an den Studierenden sehr hohe Anforderungen. Diese aber ablehnen zu wollen, unter Hinweis auf den heute bestehenden Mangel an Ingenieuren, wäre nach Ansicht des Verfassers ein grosser Irrtum. Der Erfolg in der Technik hängt wesentlich davon ab, dass man immer wieder hohe Forderungen stellt. Wo man nichts fordert, erhält man auch keine besondere Leistung. Auch hat es sich noch stets als Fehler erwiesen, wenn Betrachtungen, die grundlegend sein sollten, allzustark auf ganz momentane Verhältnisse abgestützt wurden.

Die geforderte Beherrschung der Grundlagen ist aber auch mehr unmittelbar gesehen um so wichtiger, als der Übergang des jungen Ingenieurs in die Praxis von ihm eine tiefgreifende Umstellung verlangt. Auf der Schule musste er alle Kräfte darauf konzentrieren, den dauernd anwachsenden Stoff aufnehmen zu können. Es wird dadurch notgedrungen eine stark rezeptive Einstellung erzeugt. Von dieser muss er sich beim Eintritt in die Praxis energisch befreien. Wohl kann er sich bei Vorgesetzten und Kollegen nach wie vor Rat holen, aber er hat nicht mehr die sorgfältig ausgebaute Organisation der Schule zur Verfügung, deren Hauptzweck es ist, dem jungen Menschen überall zu helfen, wo er bei der Bewältigung des Stoffes Schwierigkeiten findet. In der Praxis gilt es eben nicht mehr, den Lehrer zu befriedigen, sondern der Natur den technischen Erfolg abzuringen. Neben der persönlichen Erfahrung, die der junge Mensch noch nicht haben kann, gibt es da keinen andern Führer als eben die wissenschaftlichen Grundlagen. Diese sollten soweit wie irgend möglich während der Studienzeit erworben werden, denn später wird es immer schwieriger, die nötige Zeit dafür aufzubringen. Man erkennt hier neben der Stellung voll geeigneter Lehrkräfte eine zweite wesentliche Aufgabe der Hochschule, die Aufstellung rationeller Lehrpläne. Von diesen wird es wesentlich abhängen, ob die Aneignung der Grundlagen in dem von einem Akademiker zu fordernden Umfange dem Studierenden überhaupt möglich ist. Um den Lehrplan auf der Höhe zu halten, muss man bereit sein, ihn immer wieder anzupassen. Was heute äusserst wichtig erscheinen mag, tritt vielleicht in zehn Jahren für eine dannzumal moderne Betrachtungsweise bereits stark in den Hintergrund. Es verlangt dieser Umstand eine bedeutende Opferbereitschaft seitens der Herren Vortragenden, an die zu appellieren aber Pflicht aller ist, denen unser Ingenieur-Nachwuchs am Herzen liegt.

Wenden wir unser Augenmerk nun noch in die Richtung der rein menschlichen Probleme. Eine naheliegende Brücke, die von den Ausbildungsfragen des Ingenieurs dorthin führt, bildet die neuerdings eingeführte obligatorische Werkstattpraxis für zukünftige Maschinen- und Elektroingenieure, die heute noch recht verschieden beurteilt wird. Dies erklärt sich schon daraus, dass zu ihrer Rechtfertigung ganz verschiedene Erwägungen angestellt werden. Die einen betonen hauptsächlich die Notwendigkeit praktischer Ausbildung in der modernen Fabrikationstechnik, deren Wichtigkeit nicht bestritten werden kann, und wäre es auch nur, damit der Ingenieur auch in dieser Beziehung gegenüber Technikern und andern Absolventen einer mehrjährigen Lehrzeit seinen Mann stellen kann. Gegen dieses Argument wird manchmal eingewendet, dass sehr viele Ingenieure von vorneherein nicht die Absicht haben, sich der Konstruktion zu widmen, die in besonders starkem Masse werkstattechnische Kenntnisse verlangt. Diesem Argumente müsste man freilich die dringende Notwendigkeit entgegenhalten, gerade auch für die Tätigkeit des Konstrukteurs recht viele Ingenieure zu begeistern. Der Verfasser möchte aber ganz abgesehen hiervon den Schwerpunkt der Bedeutung der Werkstattpraxis ohnehin auf die Schaffung von Berührungspunkten mit der Arbeiterschaft verlegen. Die Arbeit in der Technik bedeutet, viel mehr wie diejenige des Künstlers, mit der wir sie eingangs verglichen, Gemeinschaftsarbeit. Man zitiert ja mit Recht immer wieder den Ausspruch des berühmten Erfinders Edison, wonach zur Erringung des vollständigen technischen Erfolges «five percent inspiration and ninetyfive percent perspiration» notwendig seien. In dieser Arbeitsgemeinschaft der fünfundneunzig Prozent kommt dem gelernten, verantwortungsbewussten Arbeiter eine be-

deutungsvolle Rolle zu. Es darf uns nicht überraschen, dass er die Anerkennung derselben mehr und mehr von uns fordert. Freilich umfasst dieser Fragenkomplex verschiedene, nicht leicht lösbare Probleme. Auf der einen Seite muss man feststellen, dass der Monteur, der etwa in einem fernen Erdteil eine grosse Maschine selbständig montiert oder der Dreher, der ein Arbeitsstück im Werte von Zehntausenden von Franken auf einen Hundertstel Millimeter genau bearbeitet, mehr persönliches Können besitzen und grössere Verantwortung auf sich nehmen müssen als mancher Angestellte. Wollte man jedoch aus dieser Erwägung heraus systematisch alle sozialen Unterschiede zwischen Angestellten und Arbeitern beseitigen, so würde man einer allgemeinen Nivellierung Vorschub leisten, die sich mit dem Hauptzwecke der Technik, der dauernden Vervollkommnung in der Ausnützung der uns gebotenen Naturkräfte, schlecht vertrüge. Denn diese dauernde Vervollkommnung verlangt immer wieder das Auftreten persönlicher Leistungen, die sich über den Durchschnitt bedeutend erheben. In diesem Zwiespalte ist das Einleben des zukünftigen Ingenieurs in die Geisteswelt des Arbeiters mehr als alles andere geeignet, zur Bildung wahrer Arbeitsgemeinschaften beizutragen und darf daher in seiner grossen Bedeutung nie unterschätzt werden.

Wir sind in unsern Überlegungen damit am Punkte angelangt, wo die Erziehungsarbeit einer Hochschule durch die Selbsterziehung des Einzelnen ergänzt werden sollte. Was nach Ansicht des Verfassers angestrebt werden muss, damit der Ingenieur voll seinen Mann stellen kann, ergibt sich eigentlich schon aus einer Zusammenfassung des vorstehend ohne jeden Anspruch auf besondere Neuartigkeit Gesagten. Es wurde betont, dass die Technik Gemeinschaftsarbeit ist und grösste Sachlichkeit verlangt, weil an die ewigen Gesetze der Natur nur dann mit Erfolg herangegangen werden kann, wenn alle unsachlichen Überlegungen ausgeschaltet werden. Man darf daher die eigene Person nie in den Vordergrund stellen wollen, in der Meinung etwa, man bringe es auf diese Weise am weitesten. Was in den Vordergrund gestellt werden darf und muss, ist nur das zu erreichende Ziel. Diesem muss sich alles andere unterordnen. Bei dieser Einstellung vermeidet man auch den häufig zu beobachtenden Fehler, die persönliche Arbeit darnach zu orientieren, was einen interessiert, anstatt darnach, was von einem erwartet wird. Man kann von andern nichts erwarten, auch vom Arbeitgeber kein Avancement, bevor man nicht begonnen hat, selbst etwas zu geben. Es liegt in dieser Regel keine Absage an das gesunde Streben nach Erweiterung des Gesichtskreises und des Arbeitsgebietes. Aber dieses Streben darf sich erst geltend machen, wenn man zunächst einmal an dem Platze, an den man gestellt wurde, die Aufgabe, oder besser gesagt die Teilaufgabe, gelöst hat, die einem überbunden wurde. Man darf eben nie vergessen, dass, wie weiter oben schon betont wurde, die Technik sich nicht mit grundsätzlichen Erkenntnissen begnügen kann, sondern in jeder Beziehung fertige Lösungen darbieten muss. Hat man erst einmal gelernt, in diesem Sinne in einer Gemeinschaft mitzuarbeiten, dann darf man anschliessend daran auch beginnen, der eigenen Initiative und Phantasie immer freieren Lauf zu lassen. Nicht jeder ist mit diesen Gaben in gleichem Masse ausgestattet; wer aber die angeborene Neigung zur Routine bei sich immer wieder bekämpft, wird auch hinsichtlich schöpferischer Tätigkeit nie vollständig versagen. Je mehr man dabei wirkliches Neuland betritt, desto mehr ist man der Kritik durch andere unterworfen. Über Kritik, von der man allerdings stets sollte verlangen dürfen, dass sie in sachlicher und höflicher Weise angebracht werde, muss man sich freuen. Nichts ist gefährlicher, als mangels Kritik in eine sorglose Ruhe hineinzugeraten, aus der man eines Tages durch sachliche Misserfolge oder plötzlich einsetzende schonungslose Beurteilung seitens der Mitarbeiter auf unsanfteste Weise zur Erkenntnis einer Lage erweckt wird, die dann häufig nicht mehr in befriedigendem Sinne umgestaltet werden kann. Kritik annehmen zu können, heisst fähig sein, eigene Fehler zuzugeben. Dabei ist es gar nicht ausschlaggebend, ob alle Einwendungen, denen man ausgesetzt wurde, vollinhaltlich zutreffen. Meistens wird dies sogar nicht der Fall sein. Aber dessen ungeachtet kann man jede Methode, jeden Vorgang immer noch weiter verbessern, ganz im Sinne eines mathematischen Grenzüberganges. Dazu angeregt zu haben, ist Verdienst und Berechtigung der Kritik. In diesem Zusammenhange muss man dann sofort auch die Forderung nach der Fähigkeit erheben, Kritik aussprechen zu können. Dazu gehört neben Höflichkeit und Sachlichkeit die Einstellung, in jedem Vorschlage und in jeder Arbeit die positiven Momente zu sehen und die negativen in den Hintergrund zu verweisen. Denn der Fortschritt in der Technik wird nicht erstritten durch die Vermeidung bedenklich erscheinender Wege, sondern durch das mutige Beschreiten solcher, auf denen, nach gewissenhafter Beachtung der erarbeiteten Lehren und Erkenntnisse, das erstrebte Ziel uns entgegenleuchtet, welches die Menschheit einen weiteren Schritt emporhebt in der Richtung der vollen Entfaltung des edlen Kernes, den die Schöpfung in sie gelegt hat.

Adresse des Autors:

Dr.-Ing. h. c. *Th. Boveri*, Delegierter des Verwaltungsrates der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (AG).