

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 14 (1923)
Heft: 2

Artikel: Zur heutigen Ausbildung von Elektrotechnikern in der Schweiz
Autor: Wyssling, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060362>

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: 17.02.2026

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

er in der Rezension über „Theoretisches und praktisches Lehrbuch für Elektrotechniker“ von † Prof. Fischer-Hinnen folgendes schreibt:

„In einem eigenen langen Kapitel behandelt der Verfasser die wichtigsten Differentialgleichungen der Elektrotechnik und Mechanik, ohne deren Kenntnis ein tieferes Eindringen in die physikalischen Vorgänge ganz ausgeschlossen sei. Da Fischer-Hinnen das Buch als Professor des Technikums in Winterthur geschrieben hat, so hält er auch für Schüler dieser technischen Mittelschulen die Differenzial- und Integralrechnung für unerlässlich. Das ist *eine Frage von prinzipieller Bedeutung*, da sich damit der Lehrumfang zwischen technischer Mittel- und Hochschule mehr und mehr verwischt. Konsequenzen zu ziehen möchte ich hier zunächst unterlassen und nur betonen, dass ein Absolvent der elektrotechnischen Abteilung einer technischen Hochschule, der das im Lehrbuch F.-H. gegebene Material vollständig beherrscht, eine ausreichende wissenschaftliche Grundlage für seine praktische Betätigung besitzt.“

Es entspricht der Natur der Sache und ist bis zu einem gewissen Grade selbstverständlich, dass sich die Lehrprogramme in bestimmten Grenzen überdecken und ineinandergreifen. Fraglich ist nur, ob es richtig und zweckmäßig ist, diese naturgemäße Erscheinung noch mit Absicht zu fördern. Unangenehm ist zweifellos die damit im Zusammenhang stehende eine Tatsache, dass sich Leute, die die Gewerbeschule und eventuell noch eines jener nicht offiziellen Techniken besuchten oder sich sogar durch einen brieflichen Lehrgang pressen liessen, den Namen Techniker beilegen und bei Ausschreibungen als solche in die Konkurrenz treten. Damit soll nicht etwa die alte berühmte Titelfrage neuerdings aufgerollt, sondern nur auf eine der Konsequenzen aus diesen Bestrebungen hingewiesen werden. Dem gesunden traditionellen Grundsatz: „Dem Tüchtigen freie Bahn!“ kann und soll dennoch im Einzelfalle gehuldigt werden, denn es wird immer wieder vorkommen, dass vereinzelte junge Leute durch ihre Intelligenz und Energie über das Mittelmass ihrer Studienkollegen hinauswachsen und infolgedessen auch entsprechende Stellungen einnehmen können.

Es ist nun interessant, dass man in letzter Zeit von Ideen hört, die mit den Bestrebungen der höheren Entwicklung der beiden oben behandelten Lehrstufen etwas gemeinsames haben. Es wird nämlich der Gedanke aufgeworfen, ob es nach Lage der Verhältnisse nicht zweckmäßig wäre, die technischen Abteilungen der Eidg. Technischen Hochschule so auszubauen, dass deren Absolventen nicht mehr, wie es heute der Fall ist, zum praktischen Ingenieur ausgebildet würden, sondern ausschliesslich zur Ausübung eines rein theoretischen und wissenschaftlichen Berufes, der heute wohl durch den Dr. ing. personifiziert ist.

Welche Rückwirkungen eine solche Höhereinstellung der Lehrprogramme von der Gewerbeschule hinauf bis zur technischen Hochschule auf die Technik und die betreffenden Unternehmungen resp. der ihnen dadurch zugeführten technischen Mitarbeiter haben würde, ist ohne weiteres nicht leicht festzustellen, da zweifellos bei dieser Beurteilung verschiedenartige Momente ins Gewicht fallen. Vorläufig dürfte es genügen, wenn diesen Fragen, die jedenfalls für die Ausbildung der technischen Mitarbeiter für unsere Industrie doch eine gewisse Bedeutung haben, ein vermehrtes Interesse geschenkt wird und die beteiligten Kreise gelegentlich dazu Stellung nehmen.

Zur heutigen Ausbildung von Elektrotechnikern in der Schweiz.

Von Prof. Dr. W. Wyssling, Zürich.

Anknüpfend an den voranstehenden Aufsatz von Herrn J. E. Weber bespricht der Autor besonders die verschiedenartigen Ziele der Technikumsbildung und der Hochschulbildung und warnt vor Hoffnungen, die oft auf nachträgliche Weiterbildung ohne sichere Unterlage gesetzt werden und infolgedessen zu Enttäuschungen führen.

Se rapportant à l'article précédent de M. J. E. Weber, l'auteur définit les buts divers poursuivis par l'instruction dans les technicums et dans les écoles techniques supérieures. Il montre que l'on se fait illusion en attendant un grand profit d'une instruction ultérieure dépourvue d'une base solide.

Von der Redaktion des „Bulletin“ und dem Autor des vorstehenden Aufsatzes ist der Schreibende gebeten worden, zu den im letzteren behandelten Fragen eine Meinungsäusserung beizugeben. Ich komme dem Wunsche um so lieber nach, als mich diese Angelegenheit in der letzten Zeit wiederholt beschäftigte und ich dem sehr zeitgemässen Artikel des Herrn E. Weber in allen Teilen nur zustimmen kann. Musste man schon seit Jahren immer wieder im allgemeinen Interesse gegen den allzu starken Zudrang oft ganz ungeeigneter Leute zum Berufe des Elektrotechnikers ankämpfen — hielten doch nicht nur begeisterte Jünglinge, sondern sehr oft auch ältere, auf andern Gebieten erfolglos gebliebene Leute „Elektrotechnik“ für eine Art Zauberformel, die einem jeden unbedingt und leicht zum Erfolg verhelfe — so ist dies heute, wo die Industriekrisis ebenso wie der Zusammenschluss zu grossen Unternehmungen die Zahl der hierin verwendbaren Kräfte, insbesondere der *geistigen* Arbeiter, ganz gewaltig vermindert, doppelt notwendig.

Auch die *elektrotechnische* Industrie der Schweiz kann sich nur durch besonders gute *Qualität* ihrer geistigen wie Handarbeiter erhalten, da ihr manche Vorteile anderer Länder abgehen.

Schon die *Auswahl* derer, die diesen Beruf ergreifen, muss, vom Arbeiter bis zum Ingenieur hinauf, heute besonders sorgfältig geschehen; die Eignung muss nach allen Richtungen erwogen werden. Das liegt ebensosehr im Interesse der Industrie als Arbeitgeber wie der Arbeitnehmer, denn der Einzelerfolg des letztern im Berufe ist Bedingung für die Prosperität der Industrie im ganzen. Die Grossindustrie hat denn auch ebenso wie für die *Heranbildung der Lehrlinge*, die Handarbeiter werden sollen, auch für deren *Vorprüfung zur Auswahl*, zum Teil mit grossen Opfern, neue Wege eingeschlagen, die beiden Teilen nur zum Vorteil gereichen können. *Berufsberatende Stellen* müssten vielleicht noch mehr als bisher Eltern und Vormündern klarmachen können, dass es den Betroffenen nur zum Wohle gereicht, wenn man ihnen von einem, nach den vorhandenen Eigenschaften und Fähigkeiten für sie ungeeigneten Berufe abrät. Noch gar zu oft wird von dem über die Berufswahl Bestimmenden nicht nach der wirklichen Eignung und dauerhaften inneren Neigung gefragt, sondern man strebt lediglich nach dem, was gerade als „aussichtsreich“ gilt (und da steht bei allzuvielen auch heute noch „Elektrotechnik“ obenan); dem Betroffenen wird der „Wunsch“ oft suggeriert.

In noch höherem Masse als für die Handarbeiter gilt die Notwendigkeit sorgfältiger Auswahl und Ueberlegung für die zukünftigen *geistigen Arbeiter* der Elektrotechnik. Unter den hierzu Geeigneten kann man freilich schon nach den von Anfang an in ihnen steckenden Eigenschaften zwei ziemlich deutlich getrennte Gruppen unterscheiden: Solche, die von vorneherein besondere Fähigkeiten für das sogenannte „Praktische“ zeigen, die sich mit Vorliebe mit Anwendungen, Ausführungen, mit Einzelheiten eifrig befassen und meist ganz besonders früh vom „Elektriker werden“ sprechen, und andere, bei denen das letztere vielleicht kaum der Fall ist, die aber eine allgemein logische, mathematische und naturwissenschaftliche Begabung und aufs Weite gerichteten Blick zeigen und sich dadurch zum wissenschaftlich gebildeten Ingenieur auch in der Elektrotechnik eignen. Selbstverständlich finden sich zwischen beiden Gruppen Uebergänge und vereinzelte junge Leute, denen die Eigenschaften beider eigen sind. Technik und Industrie der Elektrizität können glücklicherweise Leute jeder der beiden Eignungsgruppen brauchen und in jeder dieser Richtungen können materiell und ideell befriedigende Ziele erreicht werden.

Unsere kantonalen *Techniken*, die *Eidg. Technische Hochschule* und die *Ingenieurschule der Universität Lausanne* pflegen im allgemeinen die den beiden Gruppen entsprechende Ausbildung. Die richtige, der Eignung entsprechende Schulung zu wählen, ohne falschen Ehrgeiz, ist vor allem wichtig.

Das *Technikum* ist es, welches die, den Talenten der erstgenannten Gruppe im allgemeinen passende Ausbildung bietet. Es muss, von den elementaren Grundlagen der Alltags- und Sekundarschule ausgehend, in wenigen Jahren die jungen Leute zu direkt verwendbaren, praktischen Elektrotechnikern, zu Werkmeistern,

Montageleitern, Konstruktionszeichnern, Detailkonstrukteuren, Betriebstechnikern und dergleichen heranbilden. Es betreibt daher die grundlegenden Fächer wie Physik, Elektrizitätslehre und namentlich Mathematik *so weit* als es zum Verständnis der Erscheinungen und zur Anwendung von Gesetzen und Formeln (welche die höhere Wissenschaft bereits entwickelt bietet) für Berechnungen notwendig ist und geht dann, entsprechend der kurzen Zeit der Ausbildung, rasch und ziemlich unmittelbar in die technische Spezialausbildung hinein; es behandelt hierin die praktischen Ausführungen recht eingehend, dem Vorbildungsgrad entsprechend in vielen Einzelbehandlungen. Das Technikum führt auf diese Weise rasch zu einem gewissen, zur Verwendung in der Praxis unmittelbar dienenden Abschluss auf der Mittelstufe.

Wir besitzen in der Schweiz eine reichlich genügende Zahl guter, z. T. vorzüglicher, altbewährter Techniken, welche die Heranbildung praktischer Elektrotechniker voll erfasst haben und zweckentsprechend durchführen. Die guten unter ihren Absolventen werden von der Industrie hoch geschätzt, sind für sie unentbehrlich und erringen sich entsprechende Stellungen, die bei besonderer Begabung oft über das hinauswachsen, was dem Bildungsgrad der Techniker entspräche.

Aus dem letztern Umstand und andern Vorkommnissen wird nun gelegentlich der irrtümliche Schluss gezogen, dass der Absolvent des Technikums ganz allgemein für *alle* führenden Stellungen in der Elektrotechnik geeignet sei oder wenigstens ohne weiteres sich dadurch dazu befähigen könne, dass er eine kurze ergänzende Hochschulbildung geniesse. Das ist nun aber *im allgemeinen* durchaus nicht der Fall, obwohl es auch hier, wie in allen Dingen, Ausnahmen gibt, z. T. hervorragende. Zwei Dinge sind es in der Hauptsache, welche dem Genügen der Technikumsbildung für *gewisse* führende Stellungen in der Elektrotechnik und der unmittelbaren Weiterbildung des Technikers zum akademischen Ingenieur an der Hochschule im allgemeinen entgegenstehen.

Das erste liegt besonders im *Wesen* der Technikumsbildung. Ich erlaube mir, hierüber einige Gedanken anzuführen, die ich vor kurzem an anderer Stelle vorbrachte: Ein jeder, der wie der Schreibende durch viele Jahre der Praxis mit Technikern (im allgemeinen Sinne) verschiedener Art und Bildung zu tun hatte, der versteht es, wenn die Amerikaner für die *oberen Führer* der Technik die ihnen notwendigen Eigenschaften in der Reihenfolge fordern: „Charakter und Integrität, Urteilsvermögen, Leistungsfähigkeit, Verständnis für die Eigenart des Arbeiters“ und erst zuletzt: „Grundlagen der Ingenieurwissenschaft, Vertrautheit mit Betriebs- und Wirtschaftsfragen“. Müssen nun die erstgenannten dieser Führeigenschaften in ihren Grundlagen zweifelsohne schon *angeboren* sein, so kann und muss doch für alle eine *Entwicklung* stattfinden. Diese wird aber nicht durch eine frühzeitig vorzugsweise *technische* Bildung vollzogen, sondern man weiss, dass dies nur durch eine *umfassende allgemeine Bildung wesentlich humanistischen Charakters* geschehen kann. Diese braucht vor allem *Zeit*, die Samenkörner der Humanistik und des wissenschaftlichen Sinns müssen im Jüngling reifen. Diese Erziehung liefert nur die allgemeine Mittelschule, das Gymnasium, die Oberrealschule, in denen der Schüler sich noch gar nicht mit seinem zukünftigen Berufe speziell befasst. Das Technikum kann diese Heranbildung nicht bieten, es steht mit seinem spezifisch fachtechnischen Unterricht im direkten Gegensatz dazu. Im selben Alter, in dem der Mittelschüler mit seiner Matura erst die Hochschule beginnt, kann (abgesehen von den zu fordernden Praxisjahren) der Technikumsabsolvent schon beinahe fertig für die Praxis ausgebildet sein.

Diese Grundverschiedenheit der Vorbildung schafft das gänzlich andere Wesen des Technikers gegenüber dem des akademisch gebildeten Ingenieurs. „Der Techniker mag noch so gute angeborene Eigenschaften besitzen (die ihn bei rechtzeitiger entsprechender Bildung vielleicht vorzüglich zu Höherem befähigt hätten): durch den Mangel der in langen Jahren reifenden Mittelschulbildung fehlen ihm im allgemeinen die Kenntnisse und die Fähigkeiten, um allgemeine, ausserhalb seiner Technik liegende Dinge derart zu überblicken, dass er zum Leiter und Führer im obersten

Range werden kann, fehlen ihm auch die tieferen Grundlagen, mit denen er sich sofort in einer ihm bisher fremden Spezialität auskennen könnte, alles Dinge, die der richtig veranlagte und gebildete Ingenieur im allgemeinen besitzt (Ausnahmen kommen selbstverständlich nach beiden Seiten vor). Der Techniker wird nur spezialtechnisch gebildet, er arbeitet nach für bestimmte Fälle angelernten Methoden, der Ingenieur gestaltet selbständig. Man erfährt es in der Praxis immer wieder, dass die Verwendbarkeit der Techniker sich, mit wenig Ausnahmen, als nach oben deutlich begrenzt erweist, infolge geringerer allgemeiner, seltener infolge geringerer technischer Bildung“.

In diesen Tatsachen liegt keineswegs eine Geringerschätzung der Technikumsabsolventen gegenüber dem akademisch gebildeten Ingenieur. Die erstere Kategorie geistiger Arbeiter ist der Elektrotechnik ebenso notwendig wie die zweite, und wenn sie im allgemeinen die Aufgabe der letztern nicht erfüllen kann, so ist sehr häufig auch das umgekehrte der Fall. Es handelt sich eben um tatsächlich verschieden gerichtete Veranlagungen. Ein junger Mann kann ein ganz guter Betriebspraktiker oder ein hervorragender Detailkonstrukteur sein, der es vorzüglich versteht, die Ideen seines Chefingenieurs in die Wirklichkeit umzusetzen, der aber weder selber solche Ideen hat, noch für die sie erzeugende Theorie aufnahmefähig ist.

Wir stossen damit noch auf den zweiten, hier in Betracht fallenden Punkt: Das Technikum muss nicht nur in derselben Zeit, in welcher Oberrealschule oder Gymnasium sich *nur* mit Grundlegendem befassen, sondern sogar in kürzerer Zeit seine Naturwissenschaften und seine Mathematik *neben* den, den Hauptteil des Unterrichts umfassenden berufstechnischen Fächern zu einem gewissen, auf den praktischen Bedarf gerichteten Abschluss bringen. Gerade ein für seine Zwecke richtig geführtes Technikum, das eine abgeschlossene, in technischer Beziehung genügend umfassende Fachbildung erzielt, kann daher in Mathematik und Naturwissenschaften unmöglich jene in die Tiefe und auf Allgemeinheiten gehende, grundlegende Wissenschaft und überblickende Anschauung erzielen, wie sie die allgemeine Mittelschule als Vorschule zur Hochschule bieten muss. Der Lehrplan in diesen Beziehungen *muss* ein anderer sein.

Fehlt es daher dem Technikumsabsolventen, wenigstens dem tüchtigen, sehr oft nicht an guter spezialtechnischer Bildung, so fehlt es ihm doch im allgemeinen an der, dem höheren Führer in der Technik nötigen umfassenden Allgemeinbildung im humanistischen Sinne, und an jener Vertiefung in Naturwissenschaften und Mathematik, die allein den eigentlich wissenschaftlichen Sinn hervorruft und die beide beim akademischen Ingenieur vorhanden sein sollen. Wir sagen: *sein sollen*, denn dass dies keineswegs bei allen, die ein Ingenieurdiplom besitzen, der Fall ist, liegt an der Unvollkommenheit aller menschlichen Einrichtungen. Umgekehrt sind wohl jedem Fachgenossen Namen bekannt, die zeigen, dass jene Eigenschaften des akademischen Ingenieurs auch bei solchen vorkommen können, die kein entsprechendes Diplom besitzen; da sind eben starke angeborene Fähigkeiten vorhanden, die sich der „Durchschnittsmensch“ nicht zuschreiben darf.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Technikumsabsolvent, trotz seiner rein *technisch* durchschnittlich umfassenden Bildung, im allgemeinen nicht vorgebildet ist (er mag am Technikum noch so gut abgeschnitten haben), um in höhere Kurse einer *technischen Hochschule als examenberechtigter Studierender* einzutreten. Selbst für den Eintritt in das erste Semester fehlt ihm, besonders an allgemeiner Bildung, mancherlei, was eben die Besucher der allgemeinen Mittelschule während 4 bis 6 Jahren lernten, während er Spezialtechnik betrieb. Die Erfahrung zeigt auch, dass nur selten Technikumsabsolventen nachträglich die technische Hochschule mit Examen zu ihrer Befriedigung absolvieren. Versuchen sie mittels, nur bei besonderer Begabung erfolgreichem Nachhilfestudium in ein höheres Semester einzutreten, so dringen sie doch meistens nicht mehr gründlich in die höhere Wissenschaft ein, werden darin nicht mehr sattelfest; für die Absolvierung der ganzen $3\frac{1}{2}$ bzw. 4 Jahre der Hochschule *nach* dem Technikum aber erscheint denen, die es versuchen, der Gewinn meist nicht im Verhältnis zum Zeit- und Geldaufwand.

Das Streben nach höherer *technischer* Ausbildung, das gerade bei begabten Absolventen von Techniken sich öfter zeigt, kann eher dadurch erfüllt werden, dass die Betreffenden, nach sorgfältig gewählter Nacharbeit in theoretischen Grundfächern (besonders Mathematik und Physik) lediglich als (nicht examenberechtigte) *Zuhörer* (wie solche z. B. auch die Eidg. Technische Hochschule an ihrer III. Abteilung für Elektrotechnik unter gewissen Bedingungen aufnimmt) fachtechnische Kollegien belegen. Doch ist auch bei diesem Weg zu raten, Aufwand und Gewinn wohl gegeneinander abzuwägen.

Die vorstehenden Darlegungen dürften wohl auch meine Ueberzeugung genügsam begründen, dass die auch im Aufsatz des Herrn E. Weber erwähnte Tendenz, *an den Techniken selbst* bis zur höchsten Höhe des *wissenschaftlichen Ausbaues der Theorie* zu gehen, von der etwa da und dort schon die Rede war, *unrichtig* ist. Einmal ist es ein Ding der Unmöglichkeit, die dazu notwendige Ausdehnung der grundlegenden Wissenschaften der Mathematik, der theoretischen Mechanik und der Physik im kurzen Studienprogramm eines Technikums durchzuführen, einen Stoff, auf den schon die allgemeine Mittelschule 4 bis 6 Jahre verwendet und dazu die Hochschule noch weitere zirka 2 Jahre. Um zur Reife und wirklichen Beherrschung dieses Stoffes zu führen, wie sie zum wirklichen Verständnis der heute bestehenden Entwicklung der vollen wissenschaftlichen Theorie nötig sind, reicht schon einfach die Zeit für die Lektionen und Uebungen nicht aus, noch weniger für die Verarbeitung durch die Schüler. Selbst dann nicht, wenn die eigentliche fachtechnische Bildung erheblich gekürzt würde. Der eigentliche Zweck des Technikums muss aber gerade auf die letztere das Hauptgewicht legen, wenn die Absolventen das sein sollen, was im Bedürfnis der Praxis liegt. Die angedeutete Tendenz würde entschieden meistens nur Schaden stiften, da sie bei dem Unterrichteten den Glauben erweckt, er besitze nun das volle wissenschaftliche Denken und Können, während dies in Wirklichkeit vielleicht höchstens ausnahmsweise bei einigen ganz besonders Begabten erreicht werden könnte, durch die man sich nicht täuschen lassen sollte. Die Technik braucht auch keineswegs mehr geistige Arbeiter von der Bildung akademischer Ingenieure, als durch die technischen Hochschulen ausgebildet zu werden vermögen. Nicht Eifersucht der letzteren, sondern die rein volkswirtschaftliche Sorge, es möchte ein unbefriedigtes wissenschaftliches Proletariat noch vermehrt werden, von dem wir heute bereits genügend besitzen, ist es, welche zum Satze führt: Eine tüchtige, abgerundete und mit relativ einfachen, beschränkten Mitteln erzielte praktische fachtechnische Spezialbildung von bewusst beschränktem, aber sicherem Wissen und Können bleibe das Ziel unserer Techniken.

Die Betrachtung der technischen *Probleme vom höchstmöglichen wissenschaftlichen Standpunkte aus* dürfte dagegen – und das gilt ganz besonders für die Elektrotechnik, die heute bereits auf einer Entwicklungshöhe steht, die zur fruchtbringenden Weiterbildung des weitestgehenden theoretischen Rüstzeugs bedarf - den *technischen Hochschulen überlassen* werden. Hier soll der Begabte zu den höchsten Höhen der theoretisch-technischen Wissenschaft aufsteigen können. Da aber die technischen Hochschulen vor allem und in der Hauptsache das höhere Personal *für die Technik selbst* ausbilden sollen, so würden sie entschieden ihre Aufgabe auch nicht erfüllen, wenn sie sich einseitig nach einer Richtung entwickeln würden, die neuerdings etwa vorgeschlagen wurde und auch im voranstehenden Aufsatz erwähnt ist: Die *Beschränkung* der Ausbildung auf den theoretischen Teil, beim Elektroingenieur also besonders auf das Rechnerische und Physikalische, unter Hintansetzung der Ausbildung zum Entwerfer, zum Konstrukteur, in gewisser Beziehung zum „Können“ überhaupt. Das würde dem Bedürfnis sicherlich nicht entsprechen. Bei der bereits erwähnten Gelegenheit drückte ich mich hierüber wie folgt aus:

„Es ist nicht zu bestreiten, dass in ganz grossen Unternehmungen die Arbeitsteilung so weit geht, dass einzelne Ingenieure wirklich nur noch Rechner sind. Aber der Prozentsatz der so tätigen Ingenieure ist gering. Und kann der Studierende sicher sein, später im Leben gerade einer dieser wenigen zu werden? Auch ist es

ein Grundirrtum, zu glauben, dass diese „rechnenden“ und „theoretischen“ Ingenieure vom Konstruieren und Fabrizieren nichts zu verstehen brauchten. Konstruktives Entwerfen und Berechnen lassen sich weder bei Bauten noch bei Maschinenkonstruktionen voneinander trennen. Der Berechnende muss die Möglichkeit der konstruktiven Durchführung, die günstigen Methoden der Herstellung kennen, sonst rechnet er Unausführbares oder Unwirtschaftliches, und der Konstrukteur anderseits kann oft selbst kleine wünschbare Änderungen nicht vornehmen, ohne berechnen zu können. So ist die Ausbildung durch Uebungen (auch für den akademischen Ingenieur) für die Praxis unerlässlich, ganz abgesehen davon, dass auch alle theoretisch gewonnte Wissenschaft meist erst durch ihre Anwendung auf Beispiele dem Studierenden völlig klar wird und er erst dadurch darin sattelfest wird.“

Aus diesen Gründen halte ich die Tendenz, das Konstruktive an technischen Hochschulen zurücktreten zu lassen, für verfehlt; der Lehrkörper unserer Eidg. Technischen Hochschule beispielsweise hat denn auch stets gerade für die Heranbildung von Ingenieuren und namentlich der Elektroingenieure ganz besonderen Wert darauf gelegt, dass die Ausbildung zum Konstrukteur im Zeichensaale eine intensive sei, und es darf gesagt werden, dass in dieser Beziehung die Arbeit der Studierenden an der E. T. H. sich vorteilhaft auszeichnet von derjenigen an einzelnen andern Hochschulen.

Schliesslich drängt es mich, bei diesen ganz allgemeinen Aeusserungen über die Ausbildung von Personal für unsere Elektrotechnik noch zwei weitere Punkte zu erwähnen:

Man trifft immer wieder auf die Anschauung, es sei „bei besonderem Fleiss“ oder einer (übrigens meistens zu Unrecht vorausgesetzten) „ganz aussergewöhnlichen Begabung“ möglich, auch *ohne einen regulären Studiengang* mit Technikum oder mit Mittel- und technischer Hochschule, auf besonderen Wegen in viel kürzerer Zeit und mit viel einfacheren Mitteln, sich zum tauglichen geistigen Arbeiter der Elektrotechnik auszubilden. Diese, im Volke vielverbreitete, Anschauung wurzelt z. T. in der anderen, leider ebenso verbreiteten, man könne aus einem *jeden* durch Schuldressur *alles* machen, ganz nach Belieben. Man muss immer wieder warnen vor solcher Verkennung der Bedeutung der im Menschen von Natur aus steckenden Eigenschaften, die von vornherein oft Eignung oder Nichteignung begründen. Man darf sich aber auch nicht scheuen, gegenüber den Hoffnungen auf den Erfolg von „Schnellbleichen“ darauf hinzuweisen, dass alle diejenigen, die den langen *regulären* Gang als unumgänglich nötig fanden, im allgemeinen doch weder im Fleiss noch in der Begabung als unter solchen stehend anzusehen sind, die mit verkürzter Bildungszeit auskommen wollen. Es dürfen von abgekürzter und irregulärer Vorbildung keine Wunder erwartet werden und sie sollte nur in Notfällen, wo reguläre nicht möglich, gewählt werden. Für einen solchen Beruf ungeeignete junge Leute diesem zuzuführen, in der Meinung, die Schulung vermöge alles, schafft ferner Leute, denen im späteren Leben dann doch der Erfolg ausbleibt, die innerlich unbefriedigt und daher unglücklich werden, während sie in einem anderen Berufe vielleicht volle Befriedigung gefunden hätten.

Volksbildungskurse (manchenorts „Volkshochschule“ geheissen) werden nun überall, besonders auch über Naturwissenschaften und Technik abgehalten; viele Dozenten opfern in gemeinnütziger Weise ihre Zeit für diese Institutionen, die an sich sehr begrüssenswert sind und die bestdenkbare Verwendung der heute reichlicher bemessenen Freizeit des Handarbeiters darstellen. Wo gar Arbeitslosigkeit vorhanden ist, können sie besonders gut wirken. Sie können manchen Arbeiter, und das gilt gerade auch für die Elektrotechnik, durch besseres Verständnis im Berufe tüchtiger und leistungsfähiger machen, vielleicht auch da und dort vereinzelt ein besonderes Talent ans Tageslicht bringen. Nur darf dabei eines nicht vergessen werden, und muss gesagt und den Zuhörern klar werden, dass man durch derartige, der mathematisch-naturwissenschaftlichen breiten und tiefen Grundlage entbehrende, somit notwendigerweise populär, gemeinverständlich zu haltende und daher an der Ober-

fläche bleibende Vorträge oder Kurse sich nicht das Wissen und Können eines normalen, Jahre dauernden Studiums aneignen kann, dass man dadurch nicht „Techniker“ und nicht Ingenieur wird, selbst wenn die Vorlesungen zufälligerweise in den Räumen und von Professoren einer Hochschule abgehalten werden. Diese Bemerkung mag sehr banal erscheinen; ziemlich häufiges Vorkommen derartiger falscher Auffassungen zeigt aber, dass es nicht unnütz wäre, ihr gegebenenorts Verbreitung zu verschaffen.

Neben Volkskursen für berufliche und allgemein technische Weiterbildung, die von öffentlichen Schulen, z. T. nun auch in individueller Anordnung von einzelnen privaten Schulen in zweckmässiger Weise veranstaltet werden, scheint neuerdings auch eine besondere Art von Ablegern ausländischer Institute aufzutauchen, welche als „Techniken“ oder gar „Ingenieurschulen“ ihren Zöglingen in kürzester Frist die höchsten Erfolge und entsprechende „Diplome“, z. T. sogar auf *brieflichen* Unterricht hin, in Aussicht stellen. Erkundigungen ergaben, dass es sich dabei nicht immer um Institute handelt, die in ihrem eigenen Lande in der Fachwelt entsprechende Anerkennung genossen. Vorsicht ist also angezeigt. Tatsächlich hat auch die Schweiz einen Zuwachs an Schulen dieser Art nicht nötig; sie hat ihrer genügend gute, seit langem bewährte. Etwas anderes als unverwendbares halbes oder Scheinwissen ist durch solche „Wunderkuren“ natürlich nicht erreichbar.

Man kann den, leider nur allzuvielen, nach höherer technischer Bildung strebenden Leuten ganz besonders in der Elektrotechnik nicht genug anempfehlen, sich erstens über die Aussichten auf Erfolg und die Zweckmässigkeit, zweitens über die passenden Möglichkeiten weiterer technisch-wissenschaftlicher Ausbildung vorerst bei massgebenden Leuten vertrauensvoll zu erkundigen, bevor sie für Unzweckmässiges ihr Geld auszugeben beginnen.

Selbst abgesehen davon, dass der Unterschied in der ökonomischen Stellung zwischen dem gewandten und zuverlässigen Handarbeiter, dem Techniker und dem Ingenieur heute gar nicht mehr so gross, ja sogar bei jungen Leuten heute oft im umgekehrten Sinne als früher vorhanden ist, bleibt es auch für die Elektrotechnik richtig, dass nur der für seine *Arbeitskategorie* wirklich *geeignete* darin glücklich wird, durch das Gefühl der vollen Beherrschung seiner Aufgabe, dass auch im allgemeinen nur dieser einen entsprechenden ökonomischen Erfolg hat, und dass deshalb z. B. ein geschickter und wirklich gewissenhafter und verständiger *Handarbeiter* mehr wert ist, mehr Achtung verdient und auch bei allen Vorgesetzten wirklich mehr geschätzt ist als derjenige, der sich zwar eine Stellung als Techniker oder Ingenieur verschafft hat, ihr aber nicht gewachsen ist.

Ist die Vereinigung aller, für einen Führenden in der Technik und ihrer Wissenschaft nötigen Eigenschaften selten und der Aufwand für die Entwicklung derselben ein sehr bedeutender, so dass wesentlich bessere Stellung solchen Personals geboten ist, verlangt auch die nötige besondere Ausbildung der Techniker und ihre Auswahl eine entsprechend höhere Entschädigung als für den Handarbeiter, so ist doch diejenige des letzteren derjenigen der geistigen Arbeiter und sind diese selbst sich heute verhältnismässig so nahe gekommen, dass ökonomische Gründe weniger mehr als früher den Grund zu einer falschen, die geistigen Kräfte übersteigenden Wahl in der Kategorie innerhalb des Berufes führen sollten. Auch in der äusseren Einschätzung, die etwa aus falschem Ehrgeiz zu hoch gewähltes Ziel veranlasste, dürften die Verhältnisse, angesichts des heute vorhandenen Ueberflusses an „gelehrten Technikern“, sich wohl eher wieder zur allseitig gebührenden Wertschätzung des handgeschickten und zuverlässigen manuellen Arbeiters wenden.

Endlich sei noch eine kurze Bemerkung gestattet, die sich an die *Leitungen* elektrotechnischer Unternehmungen richtet: Es gibt mancherlei Stellungen in unserer Technik, für welche man wegen ihrer vorwiegend „praktischen“ Art und Bedeutung gewohnheitsmässig Leute mit wenig theoretischer Bildung oder ganz ohne solche verwendete, obwohl eine bessere, durch theoretisches Wissen ermöglichte Einsicht manchmal auch einem solchen Gebiete sohr wohl täte. Es kommt daher auch heute

noch vor, dass man nur elementar oder rein handwerklich ausgebildete Leute für solche Stellen „theoretisch nachbilden“ lassen will, was nie wirklich gelingen kann. Da wäre es doch richtiger, bei dem heutigen Ueberfluss an höher gebildeten Elektrikern, für derartige Stellen solche zu verwenden, auch wenn sie nicht unbedingt gerade in dem betreffenden Spezialgebiet bereits praktisch tätig waren. Es gibt auch unter den theoretisch gebildeten Elektrotechnikern solche, die „nicht unpraktisch“ sind, ja viele, die Handarbeitspraxis durchmachten, vor allem aber: Die umfassendere technische oder wissenschaftliche Anschauung befähigt sie, selbst in einem bisher fremden Gebiete sich relativ rasch zurecht zu finden und den minder Gebildeten dann zu überholen. Bei den heutigen Verhältnissen dürfte man den Versuch, auch für solche Stellen höher Gebildete zu verwenden, öfter machen, vermutlich nur zum Vorteil der betreffenden Spezialgebiete.

Ableitung und Wanderwellen.

Von Prof. Dr. C. Breitfeld, Prag (Deutsche, Technische Hochschule).¹⁾

Der Autor entwickelt in diesem ersten Teile, anknüpfend an den durch K. W. Wagner gegebenen Gedankengang, die Theorie der Wanderwellen beim Einschalten einer Gleichstromleitung unter Berücksichtigung der Ableitung (durch unvollkommene Isolation bzw. Koronaerscheinungen).

L'auteur adoptant les idées de K. W. Wagner développe dans cette première partie la théorie des ondes perturbatrices produites au moment de la mise en circuit d'une ligne à courant continu en tenant compte de la dérivation due à l'isolement imparfait (effets corona).

Die Verfolgung der elektromagnetischen Ausgleichsvorgänge auf langen Leitungen geschieht zumeist mit Vernachlässigung der sogenannten „Ableitung“, d. h. der Leitfähigkeit des zwischen den Leitern liegenden Dielektrikums.

Dem Problem der Ausgleichsvorgänge liegt bekanntlich die Frage nach dem Ladungsvorgang der offenen Gleichstromleitung zu Grunde. Es soll im folgenden diese Frage ohne jede Vernachlässigung beantwortet und dabei der Gedankengang des für das ganze Problem klassisch gewordenen Werkes „Elektromagnetische Ausgleichsvorgänge in Freileitungen und Kabeln“ von K. W. Wagner beibehalten werden.

Der Strömungsvorgang auf einer Leitung wird durch die beiden folgenden Gleichungen dargestellt:

$$-\frac{\partial e}{\partial x} = ri + L \frac{\partial i}{\partial t} \quad (1)$$

$$-\frac{\partial i}{\partial x} = ge + C \frac{\partial e}{\partial t} \quad (2)$$

wo e und i Spannung und Strom an einer beliebigen Stelle x der Leitung, und r , L , g und C die elektrischen Konstanten der Leitung pro Längeneinheit sind. D. h. r = Widerstand, L = Induktivität, C = Kapazität und g = Ableitung.

x ist die Entfernung von der Stromquelle, t die laufende Zeit.

Setzt man für die Spannung der Stromquelle einen Beharrungszustand voraus, so streben Spannung und Strom an jeder Stelle der Leitung Beharrungszuständen zu.

Spannung und Strom an beliebiger Stelle, zu beliebiger Zeit, lassen sich dann in der Form darstellen:

$$e = e_b + e_v \quad (3)$$

$$i = i_b + i_v \quad (4)$$

wo e_b und i_b die zu erreichenden Beharrungszustände, e_v und i_v veränderliche Zustände sind, die sich mit den Beharrungszuständen zu den fraglichen Werten von e und i ergänzen.

¹⁾ Eingegangen am 26. Juni 1922. Die Redaktion.