Aus dem Institut für Hochfrequenztechnik

Autor(en): **Tank, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **111/112 (1938)**

Heft 14: **Lehr- und Forschungsinstitute der Eidgenössischen Technischen Hochschule: Sonderheft zum 60. Geburtstag des Schulratspräsidenten Arthur Rohn**

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-49821

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

Augen zu führen. Wird damit der enorme Zeitaufwand für die komplizierte rechnerische Erfassung dieser Vorgänge verglichen, so lassen sich die gewaltigen Möglichkeiten ahnen, die die Messtechnik des Kathodenstrahl-Oszillographen mit sich gebracht hat; Abb. 2 vermittelt ein Bild der Laboratoriumsecke mit dem Aufbau dieser Versuchseinrichtung.

Bei der beschränkten Zeit der Uebungen kann es sich nie darum handeln, durch die Studierenden eine grosse Zahl Messungen aus dem Gebiete der Hochspannung ausführen zu lassen. Doch scheint es wohl möglich, sie mit einigen der wichtigsten Probleme der heutigen Hochspannungstechnik bekanntzumachen, sodass in ihnen das Verständnis für die heutigen Aufgaben der Praxis geweckt wird. Es ist zu hoffen, dass damit ein erster Schritt getan ist, um den Kontakt der Hochschule mit der praktischen modernen Hochspannungstechnik wieder aufleben zu lassen. Es gibt eine Reihe von Problemen, zu deren Lösung die Hochschule berufen ist, nicht nur, um damit die Industrie zu entlasten, sondern noch mehr, um dieser die jungen Ingenieure zuzuführen, die befähigt sind, an der raschen Entwicklung der heutigen Elektrotechnik mitzuhelfen, und die mit freudiger Begeisterung unserm Lande den Dienst leisten, für dessen Vorbereitung die Hochschule und damit die Oeffentlichkeit den Studierenden bekanntlich nicht geringe Opfer bringt. Hoffen wir, unsere Anstrengungen seien ein kleiner Beitrag, dem idealen Ziele näher zu kommen, dem Ziele nämlich, dass sich Hochschulwissenschaft und praktische Hochspannungstechnik beide ständig zu gegenseitiger Entwicklung und zu gegenseitigem Fortschritt anregen.

K. BERGER

Das Institut für Schwachstromtechnik

Als Schwachstromtechnik hat man ursprünglich die Gebiete der Elektrotechnik zusammengefasst, die sich nicht ausgesprochen mit den Aufgaben der Starkstromtechnik befassten. Heute versteht man darunter wohl allgemein die Technik der elektrischen Nachrichtenübermittlung mit Draht, inbegriffen die elektrischen Signalanlagen, das Fernmessen, Fernschalten u. a. m. Man könnte im Gegensatz zur Hochfrequenztechnik auch von einer Technik der Tonfrequenzen sprechen; damit ist auch der Aufgabenkreis des Institutes umschrieben.

Bis zum Jahr 1921 hatte Prof. Dr. A. Tobler die Schwachstromtechnik an der E. T. H. mit sehr regem Interesse vertreten. Aus ganz beträchtlichen eigenen Mitteln hat er für die Hochschule eine reiche, für die damalige Zeit wertvolle Sammlung von Apparaten und Einrichtungen angelegt, die die Fernsprechtechnik, die Telegraphie und das Eisenbahnsignalwesen umfasste. Auf den Zeitpunkt seines Rücktrittes fällt der Anfang der ungeahnt raschen Entwicklung der Fernsprechtechnik und verwandter Gebiete. Toblers Platz blieb aber verwaist und die Schwachstromtechnik von der E. T. H. ausgeschlossen bis zum Jahre 1931, wo, angeregt durch die Industrie und Verwaltung, eine besondere Professur geschaffen und die Errichtung eines Versuchslaboratoriums in Aussicht genommen wurde. Die drei schweizerischen Kabelfabriken Brugg, Cossonay und Cortaillod stellten einen ersten namhaften Betrag zur Beschaffung von Apparaten und Einrichtungen zur Verfügung; Beiträge der Telegraphenverwaltung und verschiedener Unternehmungen der schweizerischen Schwachstromindustrie folgten. Die vorgesetzte Behörde stellte unter Ueberwindung beträchtlicher Hindernisse die geeigneten Räumlichkeiten und namhafte finanzielle Mittel bereit, sodass es vom Herbst 1933 ab möglich wurde, regelmässige Laboratoriumsübungen zu veranstalten.

Die Schweiz besitzt keine ausgedehnte und ausgesprochen einseitige Schwachstromindustrie, und die Möglichkeit zur Betätigung im Ausland ist für die Abiturienten der Hochschule nur gering. Auf diese Verhältnisse musste das Arbeitsprogramm des Institutes, soweit der Unterricht in Frage kommt, Rücksicht nehmen und der Stoff musste so gewählt werden, dass eine Spezialisierung auf einem für die Studierenden wenig aussichtsreichen Gebiet der Technik vermieden wurde. Anderseits erscheint es heute als durchaus gegeben, alle Studierenden der Elektrotechnik in das Gebiet der Schwachstromtechnik wenigstens einzuführen. Der neue Studienplan der Abteilung für Elektrotechnik, der seit dem Herbst 1936 wirksam ist, nimmt auf diese Auffassung angemessen Rücksicht.

In erster Linie sind es die mannigfachen Verwendungsmöglichkeiten der Elektronenröhren, die interessieren; auch die Starkstromtechnik hat sich dieses Hilfsmittel weitgehend nutzbar gemacht zum Lösen der verschiedensten, vorwiegend messtechnischen Aufgaben. Sie bedient sich vielfach der Methoden und Anordnungen z. B. der automatischen Telephonie, der Telegraphie usw., und in den ausgedehnten elektrischen Energieverteilungsanlagen wird weitgehend Gebrauch gemacht von den technischen Errungenschaften der Fernmeldetechnik. Der junge Starkstromingenieur soll sich auch bewusst werden, dass er mit seinen Anlagen Einflüsse auslöst, die benachbarte Einrichtungen empfindlicher Natur stören, ja sogar unmöglich machen. Es liegt eine nicht zu unterschätzende Arbeit in all den Vorkehren, die im Lauf der vergangenen Jahre zum Schutze der öffentlichen Fernsprechanlagen erdacht und angewendet wurden, als Abwehr gegen die Einflüsse benachbarter Starkstrom- und Hochspannungseinrichtungen. Viele gemeinsam leichter zu lösende Aufgaben bringen es mit sich, dass die Schwachstromtechnik eine nicht mehr entbehrliche Stütze der allgemeinen Elektrotechnik geworden ist. Hierauf ist das Arbeitsprogramm des Institutes für Schwachstromtechnik eingestellt worden. Es sollen vorerst nicht ausgesprochene Spezialfragen behandelt, sondern die Berührungspunkte für eine gemeinsame Entwicklung hervorgehoben werden. Auch die pflichtmässigen Laboratoriumsübungen werden in diesem Sinne angeordnet. Es ist ja gerade das Gebiet der Tonfrequenzen, das messtechnisch z. B. für die Hochspannungstechnik ausserordentlich lehrreich erscheint, da die Schwierigkeiten vielfach gleicher Natur sind.

Es wäre nicht gerechtfertigt, dem Studienplan die Trennung der vertieften Ausbildung nach Stark- und Schwachstrom als Absicht zur Spezialisierung in der Richtung Schwachstrom auszulegen. Es wird dem Studierenden der Elektrotechnik lediglich die Gelegenheit geboten, sich neben den maschinenbaulichen Fächern auch einmal etwas eingehender mit den Eigenschaften von Siebketten, Leitungen und anderen Uebertragungssystemen zu beschäftigen oder sich mit dem Anwendungsgebiet der Elektronenröhren auseinanderzusetzen. Die Erfahrungen der letzten Jahre und vor allem die immer vermehrte Nachfrage der Industrie zeigen, dass die angedeutete Einstellung richtig war. Die Behandlung ausgesprochener Spezialgebiete — die Fernsprechtechnik, die Telegraphie, das Signalwesen u. a. m. — bleibt ausserhalb des Rahmens der Pflichtfächer.

Mit dem Ausbau der Laboratoriumseinrichtungen ist es möglich geworden, auch ausgedehntere Arbeiten in Angriff zu nehmen. In Zusammenarbeit mit der schweizerischen Kabelindustrie ist das Studium und die Entwicklung von Breitbandkabeln für die Uebertragung grosser Frequenzbänder — Fernsehen — an die Hand genommen worden. Als erstes Resultat dieser Studien ist das Antennenkabel für die neue Sendeanlage in Beromünster entstanden[1]). Eingehende Studien sind ferner angestellt worden mit Bezug auf die Schutzwirkung der Bewehrung von Fernmeldekabeln gegen die Induktion von Störspannungen (Geräusche). Es wurde möglich, auf Grund einfacher Messungen an ganz kurzen Kabellängen eindeutig das Verhalten verschiedener Konstruktionen in verlegtem Zustand anzugeben und ihre bezüglichen Eigenschaften mit einander zu vergleichen. Andere Arbeiten galten der Entwicklung einer Messeinrichtung für ganz kleine Leistungen im Tonfrequenzgebiet und der Verwendungsmöglichkeit von Fernsprechverstärkern auf unhomogenen Leitungen. Versuche zum Studium einer einwandfreien Anzeigemöglichkeit des Wassergehaltes von Weizen und ähnlichen Gemischen und von strömenden Gasmassen auf elektrischem Wege sind noch im Gange.

Die Möglichkeiten zur Durchführung selbständiger Arbeiten sind heute weniger abhängig von den notwendigen Mitteln, die in bescheidenem Rahmen zur Verfügung stehen, als vom Mangel an geeigneten freiwilligen Arbeitskräften, wie Doktoranden und Praktikanten, da die jungen Diplomingenieure die bezahlte praktische Tätigkeit der mehr wissenschaftlichen Weiterarbeit an der Hochschule vorziehen. Es ist der Wunsch aller im Institut für Schwachstromtechnik der E. T. H. Tätigen, der schweizerischen Industrie und Wirtschaft nach Vermögen nützlich zu sein. Dies wird unter den jetzigen Verhältnissen zur Hauptsache dadurch zum Ausdruck gebracht werden können, dass alle Sorgfalt auf die Ausbildung der Studierenden verwendet wird.

J. FORRER

Aus dem Institut für Hochfrequenztechnik

Die heutige Elektrotechnik umfasst das Gebiet der Wechselströme von der Periodenzahl Null (Gleichstrom) bis zu vielen Millionen von Perioden pro Sekunde. Welchem Ausschnitt aus diesem ungeheuren Frequenzspektrum eine besondere Wichtigkeit beizumessen ist, hängt durchaus von der technischen Problemstellung ab. So kommen für die grundlegenden Aufgaben der Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie die niederen Periodenzahlen in Betracht. Der Bereich der Sprach- und Zeichenübertragung durch Telephonie und Telegraphie auf Leitungen kann grössenordnungsmässig etwa durch die Frequenzen 50 und 10 000 abgegrenzt werden, hat sich aber im Laufe der

[1]) Beschrieben von E. Baumann auf S. 149 der «SBZ» (26. März d. J.).

Zeit stetig erweitert. Sobald Uebertragungsfragen auf dem Wege der elektromagnetischen Strahlung zu lösen sind, ergibt sich mit Notwendigkeit das Bedürfnis nach sehr hohen Periodenzahlen, die, bei den früher an Maschinen-Grossendern vorkommenden Werten von 20 000 beginnend, sich heute nach nahezu unbeschränkt hohen Beträgen von vielen Millionen erstrecken. Von diesem allgemeinen Standpunkt aus betrachtet, muss die Würdigung des gesamten Frequenzspektrums Gegenstand des elektrotechnischen Hochschulunterrichtes sein, wobei es sich zudem zeigt, dass Sinn und Bedeutung der physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik, nämlich der Maxwellschen Gleichungen, gerade erst im Bereich der höchsten Frequenzen in vollem Umfange zur Geltung kommt. Die Tatsache dieses Bildungswertes war wesentlich mitbestimmend bei der festeren Verankerung des Unterrichts in Hochfrequenztechnik an der E. T. H. und bei der Bildung eines Institutes für Hochfrequenztechnik im Jahre 1934.

Die Richtlinien waren dem jungen Institute leicht zu ziehen. Es hatte den Kern zu bilden für den Unterricht und Sammelpunkt zu sein von Anregungen, Problemstellungen und Forschungen auf diesem noch so stark im Fliessen und Werden begriffenen Gebiete der Elektrotechnik. Der Forschung wurde zunächst das Gebiet der allerkürzesten elektrischen Wellen zugewiesen. Die schnellsten elektrischen Schwingungen sind so rasch, dass sie auf den bekannten Wegen durch Rückkopplungsschaltungen mit Glühkathodenröhren nicht mehr zu erzeugen sind. Ein ganz wesentlicher Teil des Schwingungsvorganges spielt sich im Innern der Röhren ab, indem die Raumladungswolke der Elektronen zu einer Art Eigenschwingung angefacht wird. Diese Elektronenschwingungen oder Raumladeschwingungen stellen den schnellsten heute bekannten Schwingungstyp dar und gehorchen exakten, erfassbaren Gesetzen.

Nachdem von F. Tank und E. Schiltknecht[1]) schon früher gewisse allgemeine Grundzüge skizziert worden waren und W. Heim[2]) Raumladeoberschwingungen bereits zu Messzwecken benutzte, zeigte W. Gerber[3]), dass ein System, bestehend aus zwei parallelen Drähten, von denen der eine Glühkathode war, ein besonders einfaches Raumlade-Schwingelement darstellte. Eine bemerkenswerte Theorie gab dann M. Dick[4]); J. Müller[5]) widmete sich dem Studium der Selbsterregung von Oberwellen in der sog. elektrischen Bremsfeldschaltung und erkannte die Frequenzbeziehungen der Oberwellen zu der Pendelbewegung der Grundbahnen der Elektronen. Es gelang ihm, besondere Mikrowellenröhren zu bauen mit erweitertem Frequenzbereich. Nobile[6]) verbesserte diese Röhren und verwendete sie als Generatoren für Richtstrahlantennengebilde mit Hohlspiegelanordnungen. Dabei ergab sich die einfache Möglichkeit der Synchronisierung mehrerer Generatoren durch Strahlungskopplung; ferner wurden zweckmässige Modulationsverfahren für Telephonie geprüft (Doppelmodulation, Vielfachmodulation). Die Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse auf die Elektronenraumladeschwingungen im Magnetron erfolgte durch J. J. Müller[7]). Wenn die Elektronen in einer Glükathodenröhre anstatt auf elektrischem Wege durch magnetische Felder zu Pendelungen bezw. zu rückläufigen Bahnen veranlasst werden, liegen — wenigstens in einer bestimmten Klasse von Fällen — ähnliche Verhältnisse vor, wie in der elektrischen Bremsfeldschaltung. Ohne Schwierigkeiten konnte durch J. J. Müller die Möglichkeit der Erzeugung höchstfrequenten Dreiphasenwechselstromes von mehr als einer Milliarde Perioden pro Sekunde vorausgesagt und verwirklicht werden.

Die technische Verwendung von Wellen so hoher Frequenzzahlen muss noch als ein wenig abgeklärtes Zukunftsgebiet betrachtet werden. Dagegen besitzt das Gebiet der Ultrakurzwellen von 1 bis 10 m Wellenlänge (300 bis 30 Mill. Hz) erhebliche praktische Bedeutung. Eine willkommene Gelegenheit zur Vertiefung in dieses Gebiet bot sich, als vom Frühjahr 1935 an, unter tatkräftiger Unterstützung durch die Eidg. Telegraphen- und Telephonverwaltung in Bern und durch die Radiogenossenschaft in Zürich, Vorstudien über das Fernsehen aufgenommen wurden, deren erste Zielsetzung in der Untersuchung der Ausbreitungsverhältnisse der Ultrakurzwellen in unserem Gelände bestand. Bekanntlich werden heute die Fernsehsendungen durch Ultrakurzwellen ausgestrahlt. Es wurde ein Sender für einige hundert Watt Strahlungsleistung bei einer Wellenlänge von 7,5 m gebaut, der seinen Aufstellungsort im Eidg. Physikgebäude und später auf Uto-Kulm fand; die Feldstärke-Empfangsmessungen wurden durch die Versuchssektion der T. T.-Verwaltung ausgeführt. Ihre Ergebnisse ermöglichen ein ziemlich zuverlässiges Urteil darüber, was in bezug auf Senderaufstellung in unserem Gelände verlangt werden muss und was hinsichtlich Ausbreitung und Empfang erwartet werden darf. Von Interesse sind die Streu- und Beugungsverhältnisse der Wellen an Hügelketten und Bergkämmen, sowie starke Interferenzen in coupiertem Gelände oder in Ortschaften.

Die Eigenart von Hochfrequenzgeneratoren, sich in einfacher Weise synchronisieren und in ihren wechselseitigen Phasenbeziehungen regeln zu lassen, gab Anlass zum Studium eines Ultrakurzwellen-Dreiphasenwechselstrom-Generators[8]). Es zeigte sich, dass ein stabiler Drehstrom sich erzeugen lässt, der auf einer Dreiphasenleitung einer Dreifachantenne zugeführt werden kann, sodass ein elektromagnetisches Drehfeld abgestrahlt wird. Die besonderen Verwendungsmöglichkeiten dieser Strahlungsart müssen erst noch untersucht werden.

Auf weitere Arbeiten des Institutes, z. B. über die hochfrequenten Eigenschaften von Gasentladungen[9]), soll hier nicht eingegangen werden. An Problemen, auch solchen praktischer Natur, fehlt es nicht, es möge nur an den Wettstreit zwischen Richtstrahl und Kabel, an den Ausbau von Relais-Stationen für Fernsehen und an die Bedeutung kleinster, leichter und tragbarer Sende- und Empfangsgeräte erinnert werden. Möge es dem Institut vergönnt sein, dem hohen Ziele der akademischen Forschung weiterhin zu dienen: dem Willen zur Erkenntnis.

Die Durchführung der hier in knapper Form umrissenen Arbeiten war nur möglich dank der weitgehenden Unterstützung durch die Fonds der Hochschule, nämlich den Hochschulfonds, den Jubiläumsfonds und den Aluminiumfonds.

F. TANK

[1]) F. Tank und E. Schiltknecht, Helv. Phys. Acta, Bd. 1 (1928), S. 110.
[2]) W. Heim, Zeitschr. für Hochfrequenztechn. Bd. 30 (1927), S. 160.
[3]) W. Gerber, Zeitschr. für Hochfrequenztechn. Bd. 36 (1930), S. 98.
[4]) M. Dick, El. Nachr. Techn. Sonderheft, Bd. 13 (1936), Heft 1.
[5]) J. Müller, Ann. d. Phys. Bd. 21 (1934/35), S. 611.
[6]) G. Nobile, Alta Frequenza, 1938.
[7]) J. J. Müller, Rev. gén. de l'Electr. Vol. 42 (1937), S. 389.
[8]) H. Baumgartner, Diss. Zürich (wird erscheinen).
[9]) W. Sigrist, Helv. Phys. Acta, Bd. 10 (1937), S. 73; ferner W. Druey, Helv. Phys. Acta, Bd. 9 (1936).

Das Institut für Technische Physik und die „Abteilung für industrielle Forschung" (A. f. i. F.)

Anfangs des Jahres 1933 hat der Präsident des Schweiz. Schulrates die Initiative zur Gründung eines Institutes für Technische Physik ergriffen. Die beiden Fonds der E. T. H., der Jubiläums- und der Aluminium-Fonds, sowie die Eidg. Volkswirtschafts-Stiftung haben ihm in grosszügiger Weise die Bereitstellung der beträchtlichen Mittel zur Einrichtung der Laboratorien ermöglicht. Mit den Einrichtungsarbeiten, die anderthalb Jahre in Anspruch genommen haben, ist im Herbst 1933 begonnen worden.

Das älteste Gebiet der technischen Physik, das heute noch keineswegs als abgeschlossen zu betrachten ist, betrifft die Technik der Elektronenröhre und damit das ganze Gebiet der Hochvakuumtechnik und der Technologie der in der Hochvakuumtechnik zur Verwendung gelangenden Baustoffe. Zur Bearbeitung von Problemen der Hochvakuumtechnik ist das Institut für technische Physik sehr weitgehend eingerichtet. Es besitzt eine eigene Glasbläserei mit maschinellen Werkzeugen zur Herstellung von Röhrenbestandteilen. Bild 1 zeigt eine Universal-Glasbearbeitungsmaschine zur Herstellung von sog. Quetschfüssen usw. und Bild 2 einen temperaturgeregelten Auskühlofen der Firma Borel (Peseux), über dem drei Hochvakuumöfen zur Vorentgasung von metallischen Röhrenbestandteilen angeordnet sind. Von den verschiedenen Einrichtungen zur Metallbearbeitung sei erwähnt eine Ziehbank und eine Hämmermaschine zum Aushämmern insbesondere von gesinterten Rundmaterialien; Bild 3 zeigt ein kleines Walzwerk für Rundmaterialien und Bänder. Ein für Schutzgasbetrieb eingerichteter Muffelofen der Firma A.-G. Brown, Boveri & Cie. (Bild 4), der für eine Maximaltemperatur von 1450 °C gebaut ist, dient bestimmten thermischen Materialbehandlungen. Im Maschinenraum haben ferner fünf doppelstufige Vorvakuumpumpen Aufstellung gefunden, die über ein System von Bleirohrleitungen und einen sog. Vakuumlinienwähler wahlweise den einzelnen Laboratorien zugeteilt werden können.

Wir kommen nun zu den eigentlichen Laboratoriumseinrichtungen auf dem Gebiete der Hochvakuumtechnik. Bild 5 zeigt eines der Pumpgabelgestelle, die zum Ausheizen, Aktivieren und Formieren von Glühkathodenröhren, Photozellen usw. dienen. In Bild 6 ist ein Elektronen-Mikroskop zu sehen, das der Untersuchung von Emissionsvorgängen an Kathodenmaterialien dient. Zum Studium elektronenoptischer Fragen, die mit dem Röhrenbau im Zusammenhang stehen, dient der sogenannte elektrolytische Trog, bei dem mit einer Sonde Feldverteilungen ausgemessen werden können. Bild 7 vermittelt einen Blick in einen Laborraum, in dem auf dem Gebiete der Hochvakuumtechnik gearbeitet wird. Die Apparaturen, die zu sehen