

beträgt, sodass jeder Teileiter durch sämtliche Stellen des Nutquerschnitts geführt wird und daher in allen parallel geschalteten Teileitern einer Nut gleiche elektromotorische Kräfte induziert und Wirbelströme vermieden werden ...“.

Um den Skin-Effekt zu reduzieren, wird also jeder Teileiter in einem vollständigen Schraubengang durch die Länge der Nut geführt. Alle Teileiter sind dadurch in der Nut mit gleich großen Quer- bzw. Radialflüssen verkettet, folglich treten zwischen ihnen keine Ausgleichsströme auf. Es verbleiben nur die Wirbelstromverluste infolge endlicher Höhe und Breite der Einzelleiter (Lit. 2). Der besondere Vorteil des von R. angegebenen Verfahrens besteht in der leichten Herstellung durch die Kröpfung der Einzelleiter und der „kunstvollen Verflechtung“.

Das Patent hatte große wirtschaftliche Bedeutung; Schutzrechte wurden u. a. auch in Frankreich, England, Italien, Österreich, Schweiz und USA angemeldet. In den 1920er-Jahren kam es zum Patentstreit vor dem Reichsgericht in Leipzig, den jedoch BBC gewann. Auch international setzte sich der Begriff „Roebelstab“ durch, sogar das Verb „verroebeln“ wird benutzt.

R. befasste sich auch mit anderen Entwicklungen, so der Verbesserung der Ölabbreiter an Lagern, einer Reaktanz-Drosselspule und dem Schweißtransformator. Er lieferte auch Beiträge für die Weltkraftkonferenz 1930 in Berlin. (jä)

*Lit.:*

(1) Fünfzig Jahre Roebelstab, in: BBC-Mitt. 49 (1962) 6, S. 249–251

(2) Neidhöfer, G.: Innenkühlung von Roebelstäben und Maßnahmen zur Verminderung der Zusatzverluste, in: Scientia Electrica XV (1968), S. 49–72

*Biogr.:*

Lessing, Hans-Erhard: Mannheimer Pioniere. Wellhöfer-Vlg. Mannheim 2007, 216 S. (hier: S. 135–138)

*Nachruf* in: ETZ 55 (1934), S. 501–502

### **Röntgen, Wilhelm Conrad (1845–1923)**

Geb. am 27.05.1845 in Lennep bei Remscheid, gestorben am 10.02.1923 in München.

R.s Vater war Kaufmann und Tuchfabrikant. Als Wilhelm Conrad drei Jahre alt war, wanderte die Familie nach Holland aus. Zunächst ließ sie sich in Apeldoorn nieder, Ende 1862 zog sie in das nahe Utrecht. Dort besuchte er die Technische Schule, wurde aber etwa ein Jahr später trotz sehr guter Leistungen aus disziplinarischen Gründen relegiert. Die Gründe sind zwar nicht exakt bekannt, mit großer Wahrscheinlichkeit aber dürfte er Opfer der ungerechten Reaktion eines Lehrers auf einen Klassenstreik geworden sein.



Wilhelm Conrad Röntgen

R. bereitete sich extern auf die Zulassung an der Utrechter U. vor, wurde aber im Januar 1865 abgelehnt. Trotzdem besuchte er anschließend mit großem Eifer als Gasthörer verschiedene mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer. Ende 1865 konnte er am Eidgenössischen Polytechnikum Zürich ein reguläres Studium der Maschinenbaukunde beginnen. Eine Aufnahmeprüfung wurde ihm aufgrund seiner hervorragenden Zeugnisse erlassen, ein Abitur wurde für diese Lehranstalt nicht benötigt.

Er verließ das Polytechnikum im Sommer 1869 als Maschinenbau-Ing. Das Diplom bestätigte ihm außergewöhnlich gute Kenntnisse in allen theoretischen Disziplinen. Der Erfolg veranlasste R. zu einem weiterführenden Studium an der U. Zürich. Nur ein Jahr später promovierte er als Ass. von Prof. August Kundt (1839–1894) an der philosophischen Fakultät mit „Studien über Gase“. 1870 begleitete er seinen Lehrer Kundt an die U. Würzburg, zwei Jahre später an die Reichsuniversität Straßburg, wo er sich habilitieren und als Privatdozent niederlassen konnte.

Sein Wirken muss sehr erfolgreich beurteilt worden sein, denn nur ein Jahr später erfolgte eine ordentliche Berufung als Prof. an die Landwirtschaftliche Akademie Hohenheim, die er jedoch 1876 wieder verließ, um den Lehrstuhl für Theoretische Physik in Straßburg zu übernehmen.

1879 schließlich wurde ihm das Ordinariat für Physik an der U. Gießen übertragen, 1888 folgte er als Nachfolger F. → Kohlrauschs dem Ruf nach Würzburg.

Die Berufung an die U., die nahezu 17 Jahre vorher seine Habilitierung wegen des fehlenden Abiturs abgelehnt hatte, macht schlaglichtartig auf das hohe Ansehen aufmerksam, das sich R. als Experimentalphysiker in der wissenschaftlichen Welt erworben hatte.

Am 08.11.1895 entdeckte er im Physikalischen Institut der U. die später nach ihm benannten Röntgenstrahlen. Die Entdeckung brachte ihm 1901 die Auszeichnung mit dem Nobelpreis für Physik. Darüber hinaus wurde R. mit einer Reihe weiterer sowohl wissenschaftlicher und als auch staatlicher Orden und Auszeichnungen geehrt, so zum Beispiel mit dem Kgl. Bayerischen Kronenorden. Mit diesem war, wenn der Träger dies wünschte, sogar der persönliche Adel verbunden. Es spricht für R.s liberale bürgerliche Gesinnung, dass er von diesem Vorrecht keinen Gebrauch machte. 1900 nahm R. einen Ruf an die U. München an. Dort blieb er bis zu seiner Emeritierung, welche er 1920 erbat, Leiter des Instituts für Physik.

R. war vor allem Experimentalphysiker und als solcher für die hohe Präzision und Verlässlichkeit seiner Ergebnisse bekannt. Zweifellos wurde die Entdeckung der Röntgenstrahlung zum bekanntesten Erfolg seiner umsichtigen Forschungen, doch hat er auch mit anderen Messungen die Anerkennung der wissenschaftlichen Welt erworben. Allein auf dem Gebiet der Elektrodynamik stellte er wichtige Messungen an, so über die Entladung in Isolatoren oder über die elektromagnetische Drehung der Polarisationssebene des Lichtes in Gasen. Mit seinen Experimenten vertiefte er das Wissen über den elektrooptischen → Kerr-Effekt, wonach bestimmte Substanzen im elektrischen Feld doppelbrechend werden. Er beschäftigte sich mit der weiteren Erforschung der thermo- und piezoelektrischen Eigenschaften des Quarzes, mit den durch Druck verursachten Änderungen der Leitungsfähigkeit und der Dielektrizitätskonstante von Flüssigkeiten.

Wissenschaftsgeschichtlich besonders wertvoll war ein Versuch, womit er die Entstehung eines Verschiebungsstromes in einem polarisierten Dielektrikum bewies, sofern sich dies in einem elektrischen Feld bewegt. Mit diesem sinnreichen Experiment stützte er die Allgemeingültigkeit der → Maxwell'schen Theorie. Auf Vorschlag von → Lorentz wurde dieser spezielle Verschiebungsstrom auch als „Röntgenstrom“ bekannt.

Die Röntgenstrahlen, auch X-Strahlen genannt, sind bei Untersuchungen an Kathodenstrahlröh-

ren entdeckt worden. Auch dies war weniger ein Zufall, sondern vielmehr das zwangsläufige Ergebnis systematischer und sorgfältiger Beobachtungen. R. veröffentlichte seine diesbezüglichen Forschungsergebnisse in drei Publikationen zwischen 1895 und 1897. Seine Untersuchungen erwiesen sich dabei als so gründlich, dass erst sieben Jahre später grundlegend neue Erkenntnisse gewonnen werden konnten.

Der Entdeckung der X-Strahlen folgte unmittelbar die technische und medizinische Anwendung. Mit der Herstellung der entsprechenden Apparaturen wurde sogar ein neuer Zweig der elektrotechnischen Industrie initiiert, die Röntgenindustrie. (je)

*Lit.:*

(1) Friedrich, W.; Knipping, P.; v. Laue, M: Interferenz-Erscheinungen bei Röntgenstrahlen, in: Sitzungsberichte der Bayerischen Akademie der Wiss. zu München, mathematisch-physikalische Klasse 1912,14, S. 303–373

(2) Bienek, K. H. P.: Medizinische Röntgentechnik in Deutschland – Historische Entwicklung und moderne Tendenzen. Wiss. Vlg.-Ges. Stuttgart 1994, 194 S.

*Biogr.:*

(1) Glasser, O.: Wilhelm Conrad Röntgen und die Geschichte der Röntgenstrahlen. Springer Berlin 1931, 337 S.

(2) Otremba, H.: Wilhelm Conrad Röntgen – ein Leben im Dienste der Wissenschaft. Fränkische Vlg.-Ges. Würzburg 1970, 77 S.

(3) Steller, E.; Hamburg, E.: Wilhelm Conrad Röntgen – opera selecta. Röntgen-Museum Remscheid 1979, 84 S.

(4) Hennig, U.: Wilhelm Conrad Röntgen – erster Nobelpreisträger, in: Knipping, Franz (Hrsg.): Europa und die Wissenschaft. Wiss. Vlg. Trier 2007, 199 S. (hier: S. 149–161)

(5) Fölsing, A.: Wilhelm Conrad Röntgen – Aufbruch ins Innere der Materie. Hanser München 1995, 352 S.

(6) Lemmerich, Jost: 100 Jahre Röntgenstrahlen - Ausstellung der Universität Würzburg. U. Würzburg 1995, 221 S.

(7) Füßl, W.: „Weil ich sonst für die Sammlung Schlimmes befürchte“, W. C. Röntgen und das Deutsche Museum, in: Kultur & Technik 1/1996, S. 10–14

(8) Teichmann, J.: Abenteuerliches und Romanhaftes – neue Bücher über W. C. Röntgen, in: Kultur & Technik 1/1996, S. 15–19

### **Rogowski, Walter (1881–1947)**

R. wurde am 07.05.1881 in Obrighoven, Kreis Rees (Niederrhein) geboren. Er studierte an der TH Aachen und der TH Danzig. Das Diplom-

examen legte er 1904 in Danzig ab. Von 1904 bis 1908 war er dann als Ass. bei Hans von Mangoldt (1854–1925, Mathematik) in Danzig tätig. 1908 trat er eine Stelle als wiss. Mitarbeiter bei der PTR an. Während dieser Tätigkeit promovierte er 1910 in Danzig mit einer Dissertation über die magnetische Streuung. 1912 gründete er die Zeitschrift A.f.E., die er bis 1935 leitete.

Nach der Tätigkeit bei der PTR wurde er 1919 zunächst Prof. für Technische Physik an der U. Jena, um dann schließlich 1920 einem Ruf als o. Prof. und Dir. des Elektrotechnischen Instituts an die TH Aachen zu folgen. 1932 verlieh ihm die TH Darmstadt die Ehrendoktorwürde, und 1938 ehrte ihn der VDE mit der Ernennung zum Ehrenmitglied. Am 10.03.1947 starb er in Aachen. In seiner Dissertation hatte R. bereits den heute allgemein verwendeten Begriff „doppeltverkettete Streuung“ geprägt. Bei der PTR hat er eine vielseitige wissenschaftliche Tätigkeit auf Gebieten der Starkstromtechnik, Fernmeldetechnik und Elektrophysik ausgeübt. Sie führte unter anderem zur Verbesserung des → Epstein-Apparates für die Bestimmung der Eisenverluste und zu dem nach ihm benannten magnetischen Spannungsmesser.

Er begann sich dabei mit Wirbelstrom- und Stromverdrängungserscheinungen zu beschäftigen und kam dann über Eigenschwingungs- und Einschaltvorgänge an Spulen mit dem Gebiete der Wanderwellen in Berührung. Über dieses Gebiet lagen nur theoretische Abhandlungen vor, wobei seine Theorie der in der Fachwelt damals üblichen widersprach. Letzten Endes hatte seine Ansicht, dass infolge von Reflexionen auch die nicht direkt an den Klemmen liegenden „inneren“ Windungen einer Transformatorwicklung bei Einzug einer Wanderwelle gefährdet sein können, sich als richtig gezeigt.

Er machte es sich nun zur Aufgabe, hierfür experimentelle Nachweise zu führen. Die unter seiner Leitung in Aachen entwickelten Hochleistungs-Kathodenstrahl-Oszillografen ermöglichten es 1925, den zeitlichen Verlauf einer Wanderwelle erstmals experimentell aufgenommen auch bildlich darzustellen und die theoretischen Voraussetzungen damit zu erhärten, ein damals weltweit beachteter Erfolg.

Es mussten dabei Anstiegszeiten der Wellenstirn von  $10^{-8}$  s erfasst werden. Wenige Jahre zuvor wurden  $10^{-3}$  s als hervorragende Leistung einer Braun'schen Röhre angesehen. Die Weiterentwicklung dieser Oszillografen in Aachen hat viele neue Erkenntnisse über Wanderwellenvorgänge ergeben und damit die Entwicklung neuer Techniken für den Schutz von Leitungen und Transformatoren gegen Überspannungen ermöglicht.

Bei den Arbeiten in Aachen wurden auch neue Erkenntnisse über den Durchschlag in festen und gasförmigen Isolierstoffen gefunden, die heute Allgemeingut geworden sind, die sich aber gegen das „Schulwissen“ der damaligen Zeit erst durchsetzen mussten. Alle wissenschaftlichen Arbeiten lassen sich hier nicht erfassen, es sei aber daran erinnert, dass an seinem Institut die Grundlagen für das Betatron von Rolf Wideröe (1902–1996) geschaffen wurden. (sa)

*E. W.:*

(1) Über eine einfache Ableitung des Heyland'schen und Ossannaschen Kreises, in: E u. M 27 (1909) 22, S. 513–516

(2) Über die Vorgänge in der Scheibe eines Wechselstrommotorzählers, in: E u. M 29 (1911) 45, S. 915–921

*Biogr.:*

Poggendorff Bd. VIIa, Teil 3 (L–R), Berichtsjahre 1932–1953. Berlin 1959, S. 793

*Nachruf* in: ETZ 69 (1948), S. 34

### **Rohde, Lothar (1906–1985)**

R. wurde am 04.10.1906 in Leverkusen geboren. Er gilt als einer der Pioniere der Hochfrequenztechnik. Nach Studium und Promotion zum Dr. phil. an der U. Jena gründete er 1933 mit seinem Studienfreund H. → Schwarz ein Entwicklungslabor, aus der die Münchner Fa. Rohde & Schwarz hervorging.

R. gab u. a. 1938 den Impuls zum Bau der ersten tragbaren Quarzuhr, 1949 zum ersten deutschen UKW-Rundfunksender und 1965 zu einer der ersten vollautomatisch arbeitenden Wetter-Satelliten-Empfangsanlagen. Die TH München verlieh ihm 1954 die Ehrendoktorwürde. R. starb am 25. 07.1985 in München. (wa)

*E. W.:*

Tonfrequente Steuer- und Filterquarze, in: Zschr. für technische Physik 21 (1940)

*Biogr.:*

Zum 70. Geburtstag, in: ETZ-A 97 (1976), S. 639

### **Ronalds, Sir Francis (1788–1873)**

R. wurde am 21.02.1788 in London geboren und wurde auf der Privatschule von Reverend Eliezar Cogan (1762–1855) in Cheshunt ausgebildet. Von 1816 bis 1823 machte er ausgedehnte Reisen in Europa und in den Ländern des östlichen Mittelmeers. Von 1843 bis 1852 diente er der „British Association for the Advancement of Science“ als Dir. des Meteorologischen Observatoriums in Kew.

Die nächsten Jahre lebte er im Ausland, meist in Italien, wo er eine Bibliografie von Büchern und Aufsätzen über E. und M. zusammenstellte, basierend auf seiner eigenen Büchersammlung zu