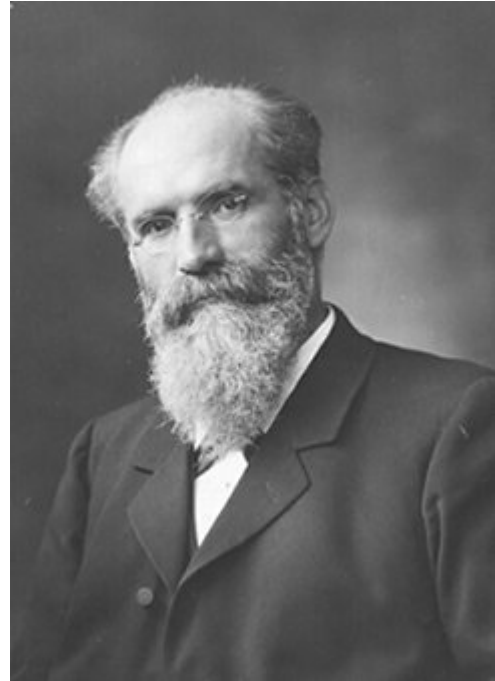


# Engelbert Arnold und Rudolf Richter Elektrische Maschinen und Antriebe

Von Manfred Meyer

Engelbert Arnold wurde am 7. März 1858 in Schlierbach im Kanton Luzern als Sohn eines Landwirts geboren. Eine Ausbildung schloss er mit dem Studium der Fachrichtung Maschinenbau im Eidgenössischen Polytechnikum Zürich in den Jahren 1874 bis 1878 ab. Er arbeitete zunächst als Konstrukteur bei der Firma Uhland und als Ingenieur in einer Offenbacher Maschinenfabrik, ehe er 1880 am Polytechnikum Riga Assistent von Professor Carl L. Moll am Lehrstuhl für Maschinenbau und Kinematik wurde. Er nutzte die dort gebotenen Möglichkeiten zur wissenschaftlichen Arbeit. 1883 habilitierte er sich als Privatdozent für Maschinenbau und Elektrotechnik. Seine erste Buchveröffentlichung erschien 1891, am Ende seiner Rigaer Zeit; ihr Titel lautet: „Die Ankerwicklungen der Gleichstrom-Dynamomaschinen, Entwicklung und Anwendung einer allgemein gültigen Schaltungsregel“.



Ebenfalls im Jahr 1891 verließ er Riga und trat als Chefingenieur in die Schweizer Maschinenfabrik Oerlikon ein. Auch hier fand er Gelegenheit zur wissenschaftlichen Arbeit, die vor allem die Themen „Analytische Untersuchungen an der Einphasen-Asynchronmaschine“, „Weiterentwicklung des Repulsionsmotors“ (eines heute nicht mehr gebräuchlichen Wechselstrom-Kommutatormotors, dessen Bürsten kurzgeschlossen sind und dessen Drehzahl mittels Bürstenverstellung gestellt werden kann) und die „Verbesserung der Wicklungen von Gleichstrom-Kommutatormaschinen“ betrafen. Durch grundlegende wissenschaftliche Aufsätze erlangte er in der Fachwelt einen guten Namen.

Schon nach dreijähriger Industrietätigkeit wurde er 1894 als Professor für das Fachgebiet Elektrotechnik an die Technische Hochschule Fridericiana zu Karlsruhe berufen. Im Zusammenhang mit dieser Berufung entstand die Elektrotechnische Abteilung, über deren Anfänge an anderer Stelle dieses Heftes berichtet wird. Im Sommer 1896 wurde mit dem Bau des Elektrotechnischen Instituts begonnen und schon im Januar 1898 konnte der Neubau bezogen werden. Dank Arnolds vorausschauender großzügiger Planung und Dank der Bewilligung der geforderten Mittel durch den Landtag war ein Institut entstanden, das den durch Lehre und Forschung gestellten Anforderungen über Jahrzehnte hinweg voll entsprach und Vorbildcharakter für derartige Einrichtungen an anderen Hochschulen hatte. Die offizielle Einweihung des Elektrotechnischen Instituts fand am 18. Mai 1898 statt. Arnolds vielbeachtete Festrede zum Thema „Die Entwicklung der Elektrotechnik in Deutschland“ begann mit den Worten: „Königliche Hoheiten! Durchlauchtigste und hochgeehrte Herren! Liebe Commilitonen!“ Der Text der Festrede, der gedruckt vorliegt, gibt uns Heutigen einen sehr guten Überblick über den damaligen Stand der Elektrotechnik und einen Einblick in die Betrachtungsweise Arnolds.

Zeitgenossen beschreiben Arnold nicht nur als einen ausgezeichneten Forscher und Lehrer, sondern auch als einen sehr guten Organisator. Nur weil er über alle diese Eigenschaften

verfügte, war es ihm neben seinen sonstigen Verpflichtungen möglich, gemeinsam mit seinen Mitarbeitern Jens Lassen La Cour, Ole Sivert Bragstad und Alfred Fraenkel in der kurzen ihm gegebenen Zeit die gesamten damals bekannten elektrischen Maschinen in Buchveröffentlichungen zu behandeln. So erschienen von ihm und seinen Mitarbeitern:

- 1896 Die Ankerwicklungen und Ankerkonstruktionen der Gleichstrom-Dynamomaschinen
- 1901 Ein Beitrag zur Vorausberechnung und Untersuchung von Einphasenstrom- und Mehrphasenstromgeneratoren
- 1902 Die Gleichstrommaschine, Band 1: Die Theorie der Gleichstrommaschine Die Wechselstromtechnik, Band 1: Theorie der Wechselströme
- 1903 Die Gleichstrommaschine, Band 2: Konstruktion, Berechnung, Untersuchung und Arbeitsweise derselben
- 1904 Die Wechselstromtechnik, Band 2: Die Transformatoren. Ihre Theorie, Konstruktion, Berechnung und Arbeitsweise Die Wechselstromtechnik, Band 3: Die Wicklungen der Wechselstrommaschinen Die Wechselstromtechnik, Band 4: Die synchronen Wechselstrommaschinen; Generatoren, Motoren und Umformer. Ihre Theorie, Konstruktion, Berechnung und Arbeitsweise
- 1906 Die Kommutation bei Gleichstrom- und Wechselstrom-Kommutatormaschinen
- 1909 Die Wechselstromtechnik, Band 5: Die asynchronen Wechselstrommaschinen; Teil 1: Die Induktionsmaschine. Ihre Theorie, Berechnung, Konstruktion und Arbeitsweise
- 1912 Teil 2: Die Wechselstrom-Kommutatormaschinen. Ihre Theorie, Berechnung, Konstruktion und Arbeitsweise

Die ersten Auflagen der meisten dieser Bücher waren schnell vergriffen, und es mussten bald weitere Auflagen folgen. Im Jahr 1927, also 16 Jahre nach Arnolds Tod, erschien als letztes die von La Cour überarbeitete 3. Auflage des Buchs „Die Gleichstrommaschinen“; das kann als Zeichen für die große und lange andauernde Bedeutung der Arnoldschen Arbeiten für die Entwicklung des Elektromaschinenbaus angesehen werden.

Arnolds besonderes Interesse galt einerseits den in seinen Büchern eingehend behandelten Wicklungen elektrischer Maschinen und andererseits der Kommutierung der Kommutatormaschinen. Letzteres Thema behandelte er für die Gleichstrommaschine im Jahre 1908 ausführlich in einer 50-seitigen Festschrift anlässlich des 51. Geburtstags von Großherzog Friedrich II. von Baden unter der Überschrift „Die experimentelle Untersuchung der Kommutation bei Gleichstrommaschinen“.

In Arnolds umfangreiches technisch-wissenschaftliches Werk gingen sowohl seine bei der Maschinenfabrik Oerlikon gewonnenen industriellen Erfahrungen als auch die Ergebnisse der von ihm und seinen Mitarbeitern am Elektrotechnischen Institut durchgeführten wissenschaftlichen Arbeiten ein. Seine Veröffentlichungen, die viel zu den wissenschaftlichen Grundlagen des Elektromaschinenbaus beitrugen, machten ihn und das Elektrotechnische Institut national und international bekannt. Die von ihm vorangetriebene theoretische Durchdringung der elektrischen Maschinen führte in Zusammenarbeit mit der elektrotechnischen Industrie, insbesondere mit der „Gesellschaft für elektrische Industrie“, an deren Gründung er beteiligt war und deren Aufsichtsrat er angehörte, zu besseren und leichteren Maschinen. Das, was heute als Technologietransfer propagiert wird, war am Elektrotechnischen Institut schon damals eine Selbstverständlichkeit.

Arnolds herausragende Leistungen als Forscher, Lehrer und Organisator wurden schon zu seinen Lebzeiten gewürdigt. 1905 wurde er zum Geheimen Hofrat ernannt, 1906 wurde ihm die Ehrendoktorwürde der Technischen Hochschule Hannover verliehen, und im akademischen Jahr 1906/1907 leitete er die Fridericiana als Rektor.

Noch im Jahr 1911 trat Arnold an Rudolf Richter heran und bot ihm eine außerordentliche Professur an. Dazu kam es nicht mehr, denn am 16. November 1911 starb Engelbert Arnold nach kurzer Krankheit im Alter von 55 Jahren. Sein Nachfolger aber wurde Richter; im Alter von 35 Jahren übernahm er am 1. Oktober 1912 die Leitung des Elektrotechnischen Instituts.

\* \* \*

Rudolf Richter wurde am 15. Juni 1877 in Fürstenwalde an der Spree als Sohn eines Dekorationsmalers und Zeichenlehrers geboren. Er besuchte die Mittelschule seines Geburtsortes. Von 1892 bis 1897 absolvierte er in Berlin ein Praktikum bei der Firma Mix & Genest. Nach einjährigem Besuch der Fachschule für Elektrotechnik in Berlin von 1897 bis 1898 studierte er von 1898 bis 1901 an der Technischen Hochschule Charlottenburg und an der Universität Berlin.

Nach Abschluss seiner Studien begann Richter seine Ingenieurlaufbahn im Jahr 1901 bei Siemens & Halske in Wien. Er arbeitete zunächst im Konstruktionsbüro. Bald rückte er zum Vertreter des Leiters des Versuchsraums auf. Dort entwickelte er das unter seinem Namen bekannt gewordene Eisenprüfgerät für ganze Blechtafeln. Wegen seiner dabei gewonnenen tiefen Kenntnisse der physikalischen Eigenschaften des Magnetwerkstoffs Stahlblech wurde er 1902 in die Hysterese-Kommission des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) gewählt.



Rudolf Richter (1877 – 1957)

1903 wechselte Richter zu Siemens & Halske in Berlin. Nach der Verschmelzung von S& H mit der Elektrizitäts-AG, vormals Schuckert & Co. ebenfalls im Jahre 1903, gehörte er organisatorisch den Siemens-Schuckert-Werken an. Er war zunächst kurz in der Transformatorenberechnung und anschließend im Maschinenversuchsfeld tätig. 1904 wurde er zum Vertreter vom Leiter der Berechnungsabteilung für asynchrone Maschinen befördert. Hier gelang ihm mit der Entwicklung des Einphasenreihenschlußmotors mit durch zu den Wendepolwicklungen parallel geschalteten Widerständen phasenverschobenen Wendefeld eine bahnbrechende Erfindung. Durch sie wurde die Kommutierung wesentlich verbessert und dadurch der Einsatz leistungsstarker Wechselstrombahnmotoren möglich.

1908 wurden von den Firmen Maffei und Schwartzkopf die Maffei-Schwartzkopf-Werke mit Sitz in Wildau bei Berlin gegründet. Aufgabe dieses Gemeinschaftsunternehmens waren die Entwicklung und der Bau elektrischer Vollbahnlokomotiven. Richter wurde die Technische Leitung dieses Unternehmens übertragen. Bereits 1910 gingen die ersten Lokomotiven mit von ihm konzipierter elektrischer Ausrüstung in Betrieb. In diese Zeit fällt eine weitere bedeutende Erfindung Richters: Der läufergespeiste Drehstromnebenschlusmotor mit Drehzahlstellung durch Bürstenverschiebung; dieser Antrieb wurde über sechs Jahrzehnte hinweg in großen Stückzahlen gebaut.

In seiner Berliner Zeit von 1903 bis 1912 war Richter sehr aktiv im Berliner

Elektrotechnischen Verein, dessen Technischem Ausschuss er angehörte, und in den Technischen Kommissionen des VDE; er war auch Mitglied der Maschinenkommission. Er bekam Kontakt zu bedeutenden Industriellen, Technikern, Physikern und Mathematikern; stellvertretend für viele andere seien hier nur die Namen Emil Rathenau, Leonhard Weber, Hans Görges, Fritz Emde, Walter Rogowski, KarlWilli Wagner, Eugen Jahnke und Rudolf Rothe genannt.

Durch seinen Erfindungsreichtum, seine Leistungen im Rahmen der elektrotechnischen Industrie und seine Aktivitäten im VDE wurde Richter in Fachkreisen bekannt und als herausragender Ingenieur anerkannt. Engelbert Arnold wurde auf ihn aufmerksam und bot ihm 1911, also kurz vor seinem Tod, eine außerordentliche Professur an der Fridericiana an. Nach dem Hinscheiden Arnolds wurde Richter zu dessen Nachfolger berufen. Am 1. Oktober 1912 trat er als 35jähriger das Amt als Ordentlicher Professor und Direktor des Elektrotechnischen Instituts an.

Richter zeigte sich als würdiger Nachfolger seines großen Vorgängers. Von seinen Zeitgenossen wird er nicht nur als herausragender Wissenschaftler, Forscher, Erfinder und technisch-wissenschaftlicher Schriftsteller bezeichnet, sondern auch als ausgezeichnete Lehrer gelobt. Es gelang ihm, den

Studenten in seinen klar strukturierten Vorlesungen und Übungen viel von seinem großen Wissen zu vermitteln. Seine Mitarbeiter schilderten ihn als einen gütigen Vorgesetzten, der trotz seiner großen Verdienste stets rücksichtsvoll und bescheiden auftrat.

Richters waren aus der Zeit seiner industriellen Tätigkeit die Lücken in der Theorie der elektrischen Maschinen recht genau bekannt. Berechnet man z.B. eine Maschine unter idealisierten Bedingungen, so ist man genötigt, von ausgeführten und vermessenen Maschinen her bekannte Korrekturfaktoren in die Rechnung einzuführen, um die Lücke zwischen Modell und Realität zu überbrücken. Richters Ziel war es, diese Korrekturfaktoren durch verbesserte, den physikalischen Gegebenheiten der Maschinen genauer angepasste Modelle und eine dadurch mögliche exaktere Rechnung überflüssig zu machen. Diese Arbeiten setzten die von Arnold begonnene theoretische Durchdringung der elektrischen Maschinen in einem stark erweiterten Umfang fort. Ihre Ergebnisse, die auch in zahlreichen Aufsätzen niedergeschrieben wurden, sind in sein Hauptwerk, in die Buchveröffentlichungen, eingegangen. Von ihm erschienen die folgenden Bücher:

1916 Elektrische Maschinen mit Wicklungen aus Aluminium, Zink und Eisen. In: Festschrift zur Feier des neunundfünfzigsten Geburtstages Seiner Königlichen Hoheit des Großherzogs Friedrich II. von Baden

1920 Ankerwicklungen für Gleich- und Wechselstrommaschinen. Ein Lehrbuch

1924 Elektrische Maschinen, Band I: Allgemeine Berechnungselemente. Die Gleichstrommaschinen

1930 Elektrische Maschinen, Band II: Synchronmaschinen und Einankerumformer

1932 Elektrische Maschinen, Band III: Die Transformatoren

1936 Elektrische Maschinen, Band IV: Die Induktionsmaschinen

1948 Die in einer Läuferspule induzierte EMK bei Mehrphasenmaschinen mit Stromwender

1949 Kurzes Lehrbuch der Elektrischen Maschinen: Wirkungsweise, Berechnung, Messung

1950 Elektrische Maschinen, Band V: Stromwendermaschinen für einphasigen und mehrphasigen Wechselstrom. Regelsätze

1951 Lehrbuch der Wicklungen elektrischer Maschinen

Die Kampfhandlungen des im Mai 1945 zu Ende gehenden 2. Weltkrieges trafen die Arbeiten Richters schwer; in der Nacht des 27. Septembers 1944 brannte als Folge eines Luftangriffs das Gebäude des Elektrotechnischen Instituts bis zum Kellergeschoss aus, auch das fast

fertiggestellte Manuskript zum Buch „Elektrische Maschinen, Band V“ ging verloren und musste in der Nachkriegszeit neu erarbeitet werden.

Richters Bücher galten lange Zeit als die deutschen Standardwerke des Elektromaschinenbaus. Da die ersten Auflagen meist bald vergriffen waren, wurden weitere aufgelegt. So erschienen z.B.

vom Buch „Elektrische Maschinen, Band I“ vier Auflagen. Die letzte wurde 1967, also 10 Jahre nach Richters Tod, von Hans Prassler herausgegeben, seinem 2. Nachfolger als Ordinarius des Elektrotechnischen Instituts. Richters Bücher fanden nicht nur national, sondern auch international großes Interesse und weite Verbreitung; es erschienen Übersetzungen ins Französische, Japanische, Rumänische, Russische und Spanische.

Engelbert Arnold hatte mit seinem literarischen Werk ein hohes wissenschaftliches Ansehen für das Elektrotechnische Institut geschaffen, Rudolf Richter mehrte es. Seine wissenschaftlichen Leistungen wurden u.a. durch die Verleihung der Ehrendoktorwürde der Technischen Hochschule Stuttgart im Jahre 1924 anerkannt.

Richter wurde 1947 im Alter von 70 Jahren emeritiert. Danach hielt er noch viele Jahre Vorlesungen über Sondergebiete des Elektromaschinenbaus, insbesondere über die Wicklungen elektrischer Maschinen.

Am 6. November 1957 starb Rudolf Richter im Alter von 80 Jahren.