

**Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

**Die Entwicklung der Elektrotechnik in Deutschland**

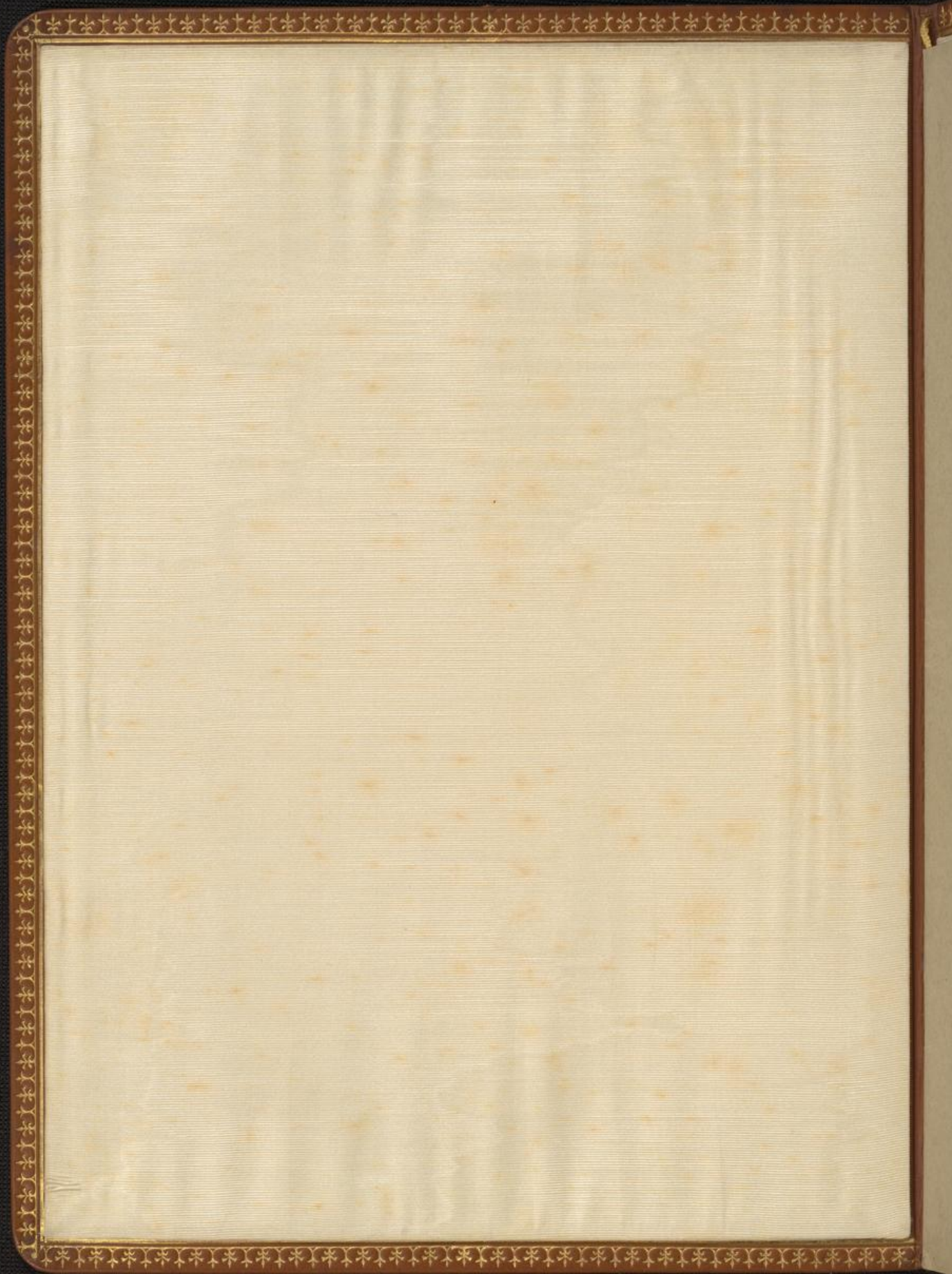
**Arnold, Engelbert**

**Karlsruhe, 1899**

[urn:nbn:de:bsz:31-275127](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-275127)









Die  
Entwicklung der Elektrotechnik  
in Deutschland.

.....  
Festrede

bei dem

feierlichen Akte der Einweihung des Elektrotechnischen  
Instituts der Grossherzoglichen Technischen Hochschule  
zu Karlsruhe am 18. Mai 1899 gehalten

von

Professor E. Arnold

Direktor des Instituts.

—————  
Karlsruhe.

Verlag von Wilhelm Jahraus.

1899.





Die  
Entwicklung der Elektrotechnik  
in Deutschland.

---

Festrede

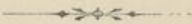
bei dem

feierlichen Akte der Einweihung des Elektrotechnischen  
Instituts der Grossherzoglichen Technischen Hochschule  
zu Karlsruhe am 18. Mai 1899 gehalten

von

Professor E. Arnold

Direktor des Instituts.



Karlsruhe.  
Verlag von Wilhelm Jahraus.  
1899.





K

98 B 83778

Hofbuchdruckerei Greiner & Pfeiffer in Stuttgart.



Königliche Hoheiten!

Durchlachtigste und hochgeehrte Herren!

Liebe Commilitonen!

Wenn wir die Entwicklung der Elektrotechnik in Deutschland von den ersten Anfängen an verfolgen wollen, so müssen wir mit der Entstehung der Telegraphie beginnen.

Die Erfindung des ersten elektro-magnetischen Telegraphen fällt in eine Zeit, während welcher in Deutschland die Naturwissenschaften begannen, hervorragende und bahnbrechende Geister zu beschäftigen. Die Professoren Gauss und Weber in Göttingen, die in den zwanziger Jahren sich mit den grundlegenden Arbeiten über die Gesetze der Elektrizität und des Magnetismus befassten, haben im Jahre 1833 die erste Telegraphenanlage der Welt ausgeführt, indem sie ihre Arbeitsstätten, das physikalische Laboratorium und die Sternwarte, durch eine Leitung verbanden und sich mit Hilfe des von ihnen erfundenen Spiegelgalvanometers durch verabredete Zeichen verständigten.

Dieser vom technischen Standpunkte aus primitiven Anordnung gab Karl August Steinheil, Professor der Mathematik und Physik an der Universität München, eine mechanisch vollkommenere Gestalt und erstellte im Jahre 1837 in München eine zweite Anlage. Er führte auch die Fixierung der Zeichen und die Benützung der Erde zur Stromleitung ein.

Es ging aber der Telegraphie wie vielen andern deutschen Erfindungen. Sie fand im Auslande einen besser vorbereiteten



Boden zur praktischen Verwendung und kehrte in verbesserter Gestalt wieder nach Deutschland zurück, und zwar zu Anfang der vierziger Jahre durch die Einführung der Verkehrs-telegraphie mit Wheatstone'schen Zeigertelegraphen.

Um diese Zeit begann sich ein Mann mit den Wirkungen des elektrischen Stromes zu beschäftigen, dem das Telegraphenwesen und in der Folge die gesamte Elektrotechnik Grosses verdankt — es war der Artillerieoffizier Werner Siemens.

Werner Siemens begann seine fruchtbringende Thätigkeit auf dem Gebiete der Elektrotechnik mit dem Studium der Erfindung Jakobi's, Kupfer aus einer Lösung von Kupfervitriol durch den galvanischen Strom niederzuschlagen, und entdeckte dabei ein neues Verfahren zur galvanischen Vergoldung und Versilberung. Diese Erfindung führte ihn nach England und Frankreich, von wo er wieder nach Berlin zurückkehrte. Hier nahm er an der Gründung der physikalischen Gesellschaft teil und verkehrte dort in einem Kreise von jungen Naturforschern, wie du Bois-Reymond, Brücke, Helmholtz, Clausius, Wiedemann, Ludwig, Beetz und Knoblauch, die später alle hochberühmt geworden sind. Durch den Umgang und die gemeinsamen Arbeiten mit diesen Gelehrten erhielt Siemens neue Anregung zu wissenschaftlichen Studien und eine starke Förderung seiner naturwissenschaftlichen Bildung. In diese Zeit fällt auch die Erkenntnis des für die gesamten Naturwissenschaften wichtigen Prinzipes der Aequivalenz von Wärme und Arbeit durch den Heilbronner Arzt Robert Mayer und die berühmte Schrift von Helmholtz „Ueber die Erhaltung der Kraft“, die er in der physikalischen Gesellschaft vortrug, und in welcher er das von Mayer aufgestellte Prinzip mathematisch behandelt.

Werner Siemens wurde durch die mächtige, naturwissenschaftliche Strömung, die ihn umgab, so erfasst, dass er entschlossen war, nur der reinen Wissenschaft zu dienen. Aber sein ungemein grosses praktisches Geschick und sein genialer Sinn für die Bedürfnisse der Menschheit führten ihn immer wieder zu der Technik zurück.



Im Jahre 1845 lernte er den Wheatstone'schen Zeigertelegraphen kennen und erfand, die Fehler dieses Systems überwindend, ein neues System von Zeiger- und Drucktelegraphen. Der Erfolg dieser Erfindung reifte in Werner Siemens den Entschluss, sich durch die Telegraphie einen neuen Lebensberuf zu bilden. So wurde denn in Gemeinschaft mit dem von ihm hochgeschätzten Mechaniker Halske am 12. Oktober 1847 die Telegraphenbauanstalt Siemens & Halske ins Leben gerufen. Der Begründer der heutigen Weltfirma schrieb damals an seinen Bruder Wilhelm über die neue Fabrik: „Ich wohne Parterre, die Werkstatt eine Treppe, Halske zwei Treppen hoch, in Summa für 300 Thaler.“

Kurze Zeit nur konnte sich aber Werner Siemens in seine interessanten Arbeiten, welche eine öffentliche Konkurrenz in der Anlage von Staatstelegraphen betrafen, vertiefen. Die Pariser Februarrevolution d. J. 1848 breitete sich über ganz Deutschland aus, und mit dem Siege der Revolution wurde jede ernste Thätigkeit in Berlin unmöglich. Werner Siemens zog nach Schleswig-Holstein in den dänischen Krieg, um der Anwendung des elektrischen Stromes ein ganz neues Gebiet zu erschliessen. Mit Hilfe der von ihm erfundenen Guttaperchaleitungen legte er im Kieler Hafen die ersten unterseeischen Minen der Welt.

Nach Berlin zurückgekehrt, widmete er sich von neuem dem Telegraphenwesen, und viele hervorragende Leistungen sind auch fernerhin mit dem Namen W. Siemens verknüpft. So baute er die erste grössere Telegraphenlinie Europas, welche im Winter 1849 in Betrieb genommen wurde, so dass die in Frankfurt erfolgte Kaiserwahl noch in derselben Stunde nach Berlin gemeldet werden konnte.

Mit dem Anfang der 50er Jahre beginnt die Legung der unterseeischen Telegraphenlinien, die durch englisches Kapital und englischen Unternehmungsgeist hauptsächlich veranlasst wurde. Da die naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen für derartige Kabellegungen noch nicht feststanden, blieben grosse Misserfolge nicht aus. Wenn Deutschland, das damals in seiner Zer-



splitterung keine Flotte besass und auf dem Weltmarkte keine grosse Bedeutung hatte, sich mit dem englischen Unternehmungsgeist keineswegs messen konnte, so hat die deutsche Technik sich dennoch grosse Verdienste um die Entwicklung der unterseeischen Telegraphie erworben.

Durch das Eingreifen Werner Siemens' wurde es ermöglicht, dass die Legung eines schweren Kabels durch die grossen, 3000 m übersteigenden Meerestiefen zwischen Sardinien und Algier im Jahre 1857 glücklich von statten ging, nachdem diese Legung dem englischen Unternehmer zweimal missglückt war. Die Kabellegungstheorie von Siemens, die er hier praktisch erprobte, wurde allen spätern Kabellegungen zu Grunde gelegt.

Ein grosser Fortschritt war es, als W. Siemens die Anwendung eines Kondensators in der Kabeltelegraphie erfand, welche die Sprechgeschwindigkeit erhöht und die transatlantische Telegraphie erst möglich machte. —

Die technische Begabung von W. Siemens und seine deutsche naturwissenschaftliche Schulung kamen ferner in der Erfindung von Messmethoden und Messinstrumenten zur reichen Entfaltung. Der physikalischen Technik fehlten noch in der Mitte dieses Jahrhunderts feststehende Masse und geeignete Messinstrumente, obwohl Gauss und Weber die absoluten elektrischen und magnetischen Einheiten aufgestellt und vorzügliche wissenschaftliche Messinstrumente erfunden hatten.

Im Jahre 1860 führte W. Siemens die Quecksilbereinheit ein, welche nun genaue Widerstandsmessungen, genaue Kabelprüfungen und sichere Fehlerbestimmungen von Kabeln ermöglichte.

Das Telegraphenwesen, dessen grosse Bedeutung für Krieg und Friedenszeiten nun allgemein anerkannt wird, beginnt Ende der fünfziger Jahre rasche Ausdehnung anzunehmen. Dem neuen Verkehrsmittel strömen von allen Seiten tüchtige Kräfte zu, und einer gemeinsamen, intensiven Weiterarbeit gelingt es, aus kleinen Anfängen eine weit über Deutschlands Grenzen hinaus hochangesehene Telegraphentechnik zu entwickeln. Durch die Aufnahme und Ausbildung



des Eisenbahn-Signalwesens, der Haustelegraphie und der Telephonie ist die Telegraphentechnik heute zur Grossindustrie herangewachsen. Es würde zu weit führen, wenn ich die Fortschritte und die Bedeutung dieser Anwendungsgebiete der Elektrizität hier würdigen wollte. An dem heutigen festlichen Tage will ich aber noch besonders hervorheben, dass die Verkehrs-telegraphie von dem Physikalischen Institut der technischen Hochschule Karlsruhe aus einen neuen Impuls in ganz eigenartiger Richtung erhalten hat. Durch die Entdeckung der elektrischen Wellen, deren Existenz Heinrich Hertz als Professor der Physik unserer Hochschule durch seine genialen Forschungen nachgewiesen hat, ist die drahtlose Telegraphie möglich geworden. Erst vor wenigen Wochen brachten die Tagesblätter die Kunde, dass es Marconi gelungen sei, zwischen der französischen und englischen Küste auf eine Entfernung von 50 km einen drahtlosen telegraphischen Verkehr in vorzüglicher Weise während eines mit Schneesturm begleiteten Gewitters zu unterhalten, und dass Versuche auf bedeutend weitere Entfernungen im Gange sind. Welche Erfolge und welche grosse Bedeutung die Wellentelegraphie noch erlangen wird, lässt sich heute nicht voraussagen, aber bezaubernd muss es auf alle Freunde menschlicher Fortschritte wirken und mit grossen, kühnen Hoffnungen darf es uns erfüllen, dass es der Wissenschaft gelungen ist, sich den unermesslichen Raum dienstbar zu machen. —

Die bis jetzt angestellten Betrachtungen galten der Anwendung der Elektrizität im Nachrichtenwesen. Aus diesem Zweige der Elektrotechnik, der sog. Schwachstromtechnik, ist die Starkstromtechnik entsprungen, aus ihr sind die ersten Versuche zum Bau von Dynamomaschinen hervorgegangen, und die wissenschaftlichen Forschungen auf dem Gebiete der Telegraphentechnik stützten und förderten die Entwicklung der Starkstromtechnik.

Als Ausgangspunkt für die Starkstromtechnik kann die im Jahre 1866 erfolgte Aufstellung und erste Anwendung des dynamo-elektrischen Prinzipes durch Werner Siemens



angesehen werden. Vor dieser Erfindung war es nur mit Hilfe von Stahlmagneten möglich, mechanische Arbeit in elektrische Energie umzusetzen, während das dynamoelektrische Prinzip die Erzeugung beliebig starker Ströme nur mit Hilfe von weichem Eisen und Drahtwindungen allein in viel einfacherer und wirksamerer Weise ermöglicht. W. Siemens schrieb damals an seinen Bruder Wilhelm die bekannten Worte: „Die Effekte müssen bei richtiger Konstruktion kolossal werden. Die Sache ist sehr ausbildungsfähig und kann eine neue Aera des Elektromagnetismus anbahnen.“

Bevor die Hoffnungen von W. Siemens sich zu verwirklichen anfangen, verging aber doch mehr als ein Jahrzehnt. Der von ihm für die Eisenbahnläutwerke und Minenzündung erfundene Induktor mit Doppel-T-Anker war, auch mit Anwendung des dynamoelektrischen Prinzipes für die Erzeugung von starken Strömen völlig ungeeignet.

Das Verdienst, die Siemens'sche Entdeckung mit dem Bau von praktisch brauchbaren Maschinen vereinigt zu haben, gebührt dem Belgier Théophile Gramme, der als Modelltischler der Compagnie l'Alliance in Paris im Jahre 1871 die erste Maschine mit der nach ihm benannten Gramme'schen Ringwicklung baute. Im folgenden Jahre 1872 erfand dann der Oberingenieur von Siemens und Halske, Hefner von Alteneck, durch Vervollkommnung des Siemens'schen Doppel-T-Induktors den Trommelanker, welcher für die Erzeugung eines starken Stromes noch besser geeignet ist als der Gramme'sche Ringanker.

Das Prinzip der Erzeugung eines beliebig starken elektrischen Stromes aus mechanischer Arbeit war also zu Anfang der 70er Jahre in vollkommenster Weise gelöst, und der Elektrotechnik war damit ein reiches Arbeitsfeld erschlossen. Der wirtschaftliche Aufschwung, den der siegreiche Krieg in den 70er Jahren Deutschland brachte, führte der Elektrotechnik zahlreiche Aufgaben zu, und es galt jetzt, das langsam Errungene technisch zu vervollkommen und wirtschaftlich auszubeuten.



In diese Zeit, in der die Entwicklung der Elektrotechnik ein rascheres Tempo anschlägt, fällt die Begründung der heutigen Weltfirma Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, vormalig Schuckert & Co. Der Mechaniker Sigmund Schuckert hatte auf seiner Wanderschaft, die er als 17jähriger Jüngling im Jahre 1864 antrat, in der Telegraphenbauanstalt von Siemens und Halske einige Zeit gearbeitet und ging im Jahre 1869 nach Amerika, wo er sich in verschiedenen Werkstätten aufhielt und sich zuletzt bei Thomas Alva Edison mit dem Bau von Telegraphenapparaten und Schreibmaschinen beschäftigte.

Im Anfang des Jahres 1873 kehrte Schuckert nach Europa zurück und besuchte die Weltausstellung in Wien, wo die Erzeugnisse der Elektrotechnik einen nachhaltigen Eindruck auf ihn machten, und richtete dann in seiner Vaterstadt Nürnberg in einem Raume mit zwei Fenstern gegen die Strasse eine kleine Werkstatt ein, in der er allein ohne Gehilfen arbeitete.

Im Jahre 1875 lieferte er die erste Dynamomaschine an eine galvanoplastische Anstalt. Die Schuckert'schen Maschinen, deren Leistung und Ausführung für die damalige Zeit hervorragend waren, fanden für Galvanoplastik und später für Beleuchtung immer mehr Absatz, so dass er bald eine neue, eigene Werkstatt errichten konnte.

Die Firma Siemens & Halske baute in den 70er Jahren ebenfalls hauptsächlich Dynamomaschinen für galvanoplastische Zwecke und für die elektrolytische Gewinnung von Kupfer. Auf der Berliner Gewerbeausstellung 1879 trat sie mit zwei epochemachenden Leistungen an die Öffentlichkeit: erstens mit der Teilung des elektrischen Bogenlichtes durch die Hefner'sche Differenziallampe, welche zum erstenmal ermöglichte, mehrere Lampen in einen Stromkreis einzuschalten und die Lichtwirkung des Stromes auf mehrere Punkte zu verteilen, und zweitens mit der elektrisch betriebenen Eisenbahn.

Der elektrische Bahnbetrieb blieb aber in Deutschland noch längere Zeit unbenützt, dagegen warf sich die Erfindertätigkeit



mit grossem Eifer auf die Konstruktion von neuen Bogenlampen. Schuckert führte die vorzügliche Kricik-Lampe ein, und die Stuttgarter Firma C. u. E. Fein, die Telegraphenbauanstalten Scharnweber, Kiel, Schwerdt, Karlsruhe, und andere traten mit neuen Bogenlampen auf den Markt.

Während man in Deutschland sich über die gefundene Teilung des Lichtes und die rasch sich verbreitende schöne und blendende Bogenlichtbeleuchtung freute, vollzog sich in Amerika ein weiterer Fortschritt, mit dem eine neue Epoche der Elektrotechnik beginnt, nämlich die Erfindung und technische Vervollkommnung des Glühlichtes.

In Europa wurde die grosse Bedeutung, die Schönheit und vielseitige Verwendbarkeit des Glühlichtes 1881 durch die erste elektrische Ausstellung in Paris bekannt. Die Glühlampeninstallationen von Edison, Swan, Maxim und Lane-Fox bildeten den Glanzpunkt der Ausstellung.

Aber auch in wissenschaftlicher Hinsicht bildet die Pariser Ausstellung durch die Festsetzung der internationalen elektrischen Masseinheiten einen Markstein in der Geschichte der Elektrotechnik. Deutschland war auf dem Kongresse durch glänzende Namen, wie v. Helmholtz, Kirchhoff, Siemens, Weber, vertreten, und das von den Göttinger Professoren aufgestellte absolute Masssystem wurde den Arbeiten des Kongresses zu Grunde gelegt.

Die Wirkung der Pariser Ausstellung auf die deutsche Elektrotechnik äusserte sich in der Gründung der deutschen Edisongesellschaft, der heutigen Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin, durch den Ingenieur Emil Rathenau, der die grosse Bedeutung des Glühlichtes erkannte und die Edison-Patente für Deutschland erwarb. Eine andere Wirkung war die Anberaumung einer internationalen elektrischen Ausstellung in München, welche auf Veranlassung des Ingenieurs Oskar von Miller unter dem Präsidium des verdienstvollen Prof. W. v. Beetz schon für das Jahr 1882 im Glaspalaste veranstaltet wurde.



Die Münchener Ausstellung hatte den Zweck, dem deutschen Publikum die grossen Vorzüge des elektrischen Glühlichtes und die Leistungen der deutschen Firmen vor Augen zu führen. Sie fand grossen Beifall, aber der Eindruck, den die neue Beleuchtungsart auf die Gasindustriellen und Gasaktienbesitzer machte, glich mehr einem Schrecken, der jedoch ganz unbegründet war. Die alte Gasbeleuchtung hat den Kampf mit dem jungen, gefährlichen Konkurrenten durch grosse Fortschritte auf dem eigenen Gebiete bisher gut bestanden.

Denkwürdig ist die Münchener Ausstellung noch insbesondere durch die elektrische Kraftübertragung des Franzosen Marcel Deprez geworden. Bei dieser Uebertragung wurde zum ersten Male die Aufgabe gelöst, eine mechanische Arbeit durch elektrische Transmission auf eine erhebliche Entfernung von fast 60 km mittelst einer Telegraphenleitung zu übertragen. Obwohl der Wirkungsgrad nur ca. 25% erreichte und bald Betriebsstörung eintrat, muss diese Kraftübertragung doch als ein wichtiges Moment in der Entwicklung der elektrischen Transmission angesehen werden.

Marcel Deprez setzte später, 1885, seine Versuche in Paris fort, und es gelang ihm zwischen Creil und Paris auf eine Entfernung von 56 km 116 PS mit ca. 45% Gesamtwirkungsgrad zu übertragen. Die Versuche waren aber mit so hohen Kosten und so zahlreichen Betriebsstörungen verbunden, dass dieselben in praktischer Hinsicht geradezu entmutigend genannt werden mussten.

Zu einem durchschlagenden Erfolge brachte es die elektrische Kraftübertragung erst, als es der Maschinenfabrik Oerlikon unter der Leitung des Chef-Ingenieurs C. E. L. Brown gelang, zwischen Kriegstetten und Solothurn auf 7,5 km Entfernung 50 PS mit einem Gesamtwirkungsgrade von 75% zu übertragen und ein tadelloses, sicheres Funktionieren der Anlage zu erreichen. Der Vereinigung von tüchtigem Maschinenbau mit der Elektrotechnik ist dieser Erfolg entsprungen. Die Kraftübertragung trat damit in ein neues Stadium, und fortwährend werden neue Anlagen ausgeführt. Auf dem Gebiete der Ektrolyse und Galvanoplastik



zeigen sich ebenfalls Fortschritte, namentlich wird die elektrolytische Reingewinnung von Kupfer in grösserem Massstabe durch Siemens & Halske in Angriff genommen. Alles wird aber überboten durch den Erfolg, den die elektrische Beleuchtung zu verzeichnen hat. Die Fabrikation von Dynamomaschinen, Drähten und Kabeln, Glühlampen, Bogenlampen, Messinstrumenten und Installationsmaterialien beschäftigt eine ausgedehnte Industrie. Die Bleiakumulatoren von Planté, welche ein Aufspeichern der Elektrizität und dadurch eine grössere Sicherheit und Wirtschaftlichkeit des Betriebes ermöglichen, werden technisch vervollkommenet und bilden ein wichtiges Glied der Beleuchtungsanlagen. Als eine besonders hervorragende Leistung aus den 80er Jahren müssen die Berliner Elektrizitätswerke bezeichnet werden, welche als eine muster-gültige Anlage die Bewunderung der Elektrotechniker aller Länder finden. Ende des Jahres 1897 versehen diese Werke aus 5 Centralstationen mit 34400 PS 200000 Glühlampen, 10000 Bogenlampen und 2000 Motoren von zusammen 7500 PS mit elektrischem Strom.

Die zahlreichen und grossen Aufträge geben der jungen Elektrotechnik die Gelegenheit und die Mittel, die Kinderschuhe auszutreten und zu einer kräftigen, zielbewussten Industrie heranzuwachsen. In den Fachzeitschriften äussert sich eine rege wissenschaftliche Thätigkeit. Besonders hervorgehoben zu werden verdient die im Jahre 1886 veröffentlichte Arbeit von Dr. J. Hopkinson über die Theorie des magnetischen Stromkreises. Sie bildet die Grundlage zur Vorausberechnung der Dynamomaschinen.

Während in Deutschland in den 80er Jahren fast ausschliesslich das Gleichstromsystem gepflegt und dem Wechselstrom nur ungenügende Beachtung geschenkt wird, bringt die Turiner Ausstellung 1884 eine epochemachende Erfindung auf dem Gebiete der Wechselstromtechnik, nämlich den ersten Wechselstromtransformator von Goulard, welcher im Prinzip mit dem Induktionsapparat von Rühmhorff übereinstimmt.

Durch die Ingenieure Zipernowski, Déri und Blathy der Firma Ganz & Co. in Budapest wird das Transformatorensystem



weiter ausgebildet und ein Wechselstromsystem geschaffen, welches dem Gleichstromsystem für die Verteilung von elektrischer Energie über grosse Flächen und auf grosse Entfernungen weit überlegen ist. Durch die 1884 gegründete Firma „Helios“ wurde unter ihrem Direktor C. Cörper dieses System in Deutschland eingeführt.

Es beginnt nun eine rege Thätigkeit auf dem Gebiete der Wechselstromtechnik. Zahlreiche theoretische Arbeiten erscheinen über die Erforschung der komplizierten und anfangs schwer verständlichen Erscheinungen des Wechselstromes. Die Konstruktion von betriebsfähigen Wechselstrommotoren zeigt, dass der Wechselstrom auch für Kraftabgabe geeignet ist, und Ende der 80er Jahre wird durch die Erfindung der mehrphasigen Wechselströme und der Mehrphasenmotoren durch Ferraris und Tesla das Problem der elektrischen Kraftübertragung und Kraftverteilung auf praktisch unbegrenzte Entfernung in unübertrefflicher Einfachheit gelöst.

Erst nachdem diese Erfindungen bekannt geworden, schwenkt die deutsche Elektrotechnik, die sich bisher mit Ausnahme der Firma „Helios“ zu ihrem Nachtheile gegen die Einführung des Wechselstromes gesträubt hatte, in die neue Richtung ein.

Der Frankfurter Ausstellung im Jahre 1891 fiel die Aufgabe zu, über den Wert und die zweckmässige Anwendung der verschiedenen Stromsysteme Klarheit zu schaffen und Zeugnis abzulegen über die grossen Fortschritte des vergangenen Jahrzehntes. Staunendes Interesse der gesamten gebildeten Welt fand die berühmte gewordene Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt, welche von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft Berlin und der Maschinenfabrik Oerlikon unter der Leitung der Chef-Ingenieure M. D. v. Dobrowski und C. E. L. Brown ausgeführt worden ist.

Mit dieser grossartigen und kühnen Leistung hatte die deutsche Elektrotechnik das Versäumte nachgeholt und sich mit einem Schlage an die Spitze der elektrischen Industrie aller Länder gestellt.

Eingehende Versuche an dieser Anlage zeigten, dass es möglich ist, Effekte von einigen 100 PS mittelst hochgespanntem



Wechselstrom auf eine Entfernung von 178 km mit einem Wirkungsgrade von über 75% zu übertragen und am Verwendungsorte beliebig zu verteilen.

Damit war die Kraftübertragung und -Verteilung in grossem Stile gelöst, und eine neue Epoche der Elektrotechnik beginnt. Die charakteristischen Merkmale dieser Epoche sind die Ausnützung von mächtigen Wasserkraften, die Erstellung von Kraftcentralen in grossem Massstabe und die vielseitige Anwendung des Elektromotors.

Der elektrische Strom ermöglicht nicht nur die Leistung grosser Wasserkraften an zahlreiche Konsumenten, welche Tausende von Pferdestärken verbrauchen oder nur eine Nähmaschine betreiben, abzugeben, sondern er gestattet auch umgekehrt Kraftmaschinen, die man früher zerstreut anzuordnen gezwungen war, zu einer einzigen Generatorstation zu vereinigen und damit eine grössere Wirtschaftlichkeit des Betriebes zu erreichen.

Der Elektromotor, der infolge seiner Leichtigkeit und Billigkeit, seines geringen Raumbedarfes und hohen Wirkungsgrades als der vollkommenste Motor bezeichnet werden muss, hat in allen Industriezweigen, die mit motorischer Kraft arbeiten, Eingang gefunden und den Handbetrieb in unzähligen Fällen ersetzt. In grossen Fabriken und in kleinen Werkstätten, in Berg- und Hüttenwerken, in der Textil-, Holz- und Eisen-Industrie, im Verkehr- und Transportwesen, auf Handels- und Kriegsdampfern und selbst in der Landwirtschaft und im häuslichen Betriebe ist der Elektromotor ganz unentbehrlich oder doch nützlich geworden. — So haben die Kraftcentralen in Verbindung mit dem äusserst anpassungsfähigen Elektromotor eine vollständige Umwälzung der Krafttransmission hervorgerufen.

Die städtischen Centralen, die früher fast ausschliesslich für Lichtbetrieb arbeiteten, wachsen sich in industriereichen Gegenden immer mehr und mehr zu Kraftcentralen aus. Mit dem Emporblühen der deutschen Städte hat namentlich der elektrische Strassenbahnbetrieb, der lange Zeit wenig Beachtung fand und in Amerika technisch vervollkommenet wurde, grosse Ausdehnung an-



genommen. Am Anfang des Jahres 1899 war der elektrische Bahnbetrieb in 77 deutschen Städten eingeführt. Die Geleiselänge dieser Bahnen betrug ca. 2100 km, die Streckenlänge 1400 km und die Gesamtleistung aller in grösseren Centralen für Licht und Bahnbetrieb thätigen Generatoren mehr als 200000 Pferdestärken.

In den letzten Jahren haben die Elektrometallurgie und die Elektrochemie begonnen, in grossem Massstabe den elektrischen Strom zur Gewinnung von Kupfer, Aluminium, Gold, Zink, Nickel und anderen Metallen, ferner zur Bereitung von Natron- und Kalilauge, Metalloxyden, Siliciden, Carbiden und zur Ausführung von Reduktionen und Oxidationen zu verwenden.

Diese vielseitige Verwendung des elektrischen Stromes liess in Deutschland eine mächtige elektrische Industrie entstehen; sie hat die ganze Eisenindustrie, insbesondere den Dampfmaschinen- und Turbinenbau neu belebt. Um die Leistungsfähigkeit derselben zu illustrieren, will ich den Umfang der vier ältesten elektrischen Firmen Deutschlands durch einige Zahlen erläutern.

Zur Zeit des 50jährigen Jubiläums im Jahre 1897 betrug die Arbeiterzahl von Siemens & Halske in beiden Berliner Fabriken 6030. Heute ist die Firma in eine Aktiengesellschaft mit 70 Mill. Aktien- und Obligationenkapital umgewandelt, und das gesamte Kapital inclusive der mit ihr verbundenen Finanzgesellschaften beträgt 125 Millionen Mark.

Die E.-A. vorm. Schuckert & Co. beschäftigte nach 25jährigem Bestehen im Jahre 1898 unter der Leitung ihres verdienstvollen Generaldirektors Alexander Wacker in Nürnberg 5022 Arbeiter, 660 Beamte und in ganz Deutschland über 7700 Arbeiter und Angestellte. Der Umsatz im Jahre 97/98 betrug  $46\frac{1}{2}$  Mill. Mark, an laufenden Aufträgen wurden 80 Mill. Mark auf das neue Geschäftsjahr übertragen. Die Firma verfügt über ein Aktien- und Obligationenkapital von 38 Mill. Mark und mit den Kapitalien der ihr befreundeten Unternehmungsgesellschaften im In- und Auslande insgesamt über 113 Mill. Mark.



Die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft besitzt drei grosse Fabriken und beschäftigt 13000 Arbeiter und Angestellte. Das Aktien- und Obligationenkapital beträgt 62 Mill. Mark und das Gesamtkapital einschliesslich der Kapitalien der mit ihr verbundenen Finanz- und Unternehmungsgesellschaften ca. 180 Mill. Mark. Im Jahr 1898 beliefen sich die Aufträge auf 96 Mill. Mark. — Von 507 Dynamomaschinen mit 8650 PS im Geschäftsjahre 1889/90 ist der Absatz im Jahre 1897/98 auf 8328 Maschinen mit 154900 PS gestiegen. Glühlampen werden jährlich über 5 Millionen fabriziert.

Das älteste und grösste Kabelwerk Deutschlands von Felten & Guilleaume in Mühlheim a. Rh. beschäftigt annähernd 4500 Arbeiter und Angestellte und die jährliche Produktion beziffert sich auf ca. 80000 Tonnen.

Gegenwärtig umfasst die elektrische Industrie in Deutschland etwa 80 Aktiengesellschaften mit einem gesamten Aktien- und Obligationenkapital von ca. 520 Millionen Mark, davon entfallen ca. 250 Mill. auf 36 Fabrikationsgesellschaften und 270 Mill. auf 44 Unternehmungs- und Betriebsgesellschaften.

Von den 80 bestehenden Gesellschaften wurden 69 nach dem Jahre 1890 gegründet und das gesamte Kapital der 11 am Ende des Jahres 1890 bestehenden Gesellschaften dürfte kaum 20 Millionen betragen haben. Die grossartige Entwicklung der Elektrotechnik fällt also in das gegenwärtige Jahrzehnt.

Um voll beschäftigt zu sein, bedarf die elektrische Industrie Deutschlands jährlich für ca. 300 Millionen Mark Aufträge. Der inländische Konsum reicht daher lange nicht aus und der Fehlbetrag muss durch einen umfangreichen Export gedeckt werden.

Mit Stolz dürfen wir aber feststellen, dass die deutsche elektrische Industrie einen Weltruf geniesst. Die deutsche Wissenschaft hat nicht umsonst eine grosse Zahl der hervorragendsten Erfindungen und Fortschritte angebahnt, sondern die deutsche Technik hat den Schatz, den diese Erfindungen bargen, zu heben gewusst. Sie hat selber zahlreiche wissenschaftliche Forschungen



zum Abschlusse gebracht und die Kluft, welche noch vor wenigen Jahrzehnten zwischen Wissenschaft und Technik lag, überbrückt. Die Hoffnung Werner Siemens', „dass naturwissenschaftliche Erkenntnis und wissenschaftliche Forschungsmethode berufen seien, die Technik zu einer noch nicht zu übersehenden Leistungsfähigkeit zu bringen,“ hat sich erfüllt, obwohl die Elektrotechnik noch keineswegs am Ende ihrer Entwicklung angelangt ist. Viele grosse und wichtige Aufgaben sind einer zukünftigen Lösung vorbehalten, insbesondere im Verkehrswesen, z. B. in dem Bau von Vollbahnen und Automobilen, dann in der Metallurgie und Chemie stehen der angewandten Elektrizität noch grosse Erfolge bevor, und niemand kann sagen, was die allgegenwärtige und alles verrichtende elektrische Kraft uns noch Neues bringen wird.

Ueberblicken wir zum Schlusse noch einmal den blühenden Stand und die berechtigten Hoffnungen der deutschen elektrischen Industrie und fragen wir nach den Faktoren, welche im Laufe von kaum zwei Jahrzehnten so erstaunliche Leistungen, wie sie kein anderes Gebiet der Technik zu verzeichnen hat, gezeitigt haben, so müssen wir anerkennen, dass dazu eine Anzahl von glücklichen Umständen mitgewirkt haben. — Zunächst hat die Macht und das Ansehen des geeinigten Deutschland die freie Entfaltung der technischen Wissenschaften ermöglicht, der Technik neue Kulturaufgaben zugeführt und ihr den Weltmarkt erschlossen. In der Zeit als die Elektrotechnik begann in die Grossindustrie einzutreten, also etwa zu Anfang der 80er Jahre, waren daher in Deutschland zahlreiche Industriezweige zur hohen Blüte gelangt und die technischen Hochschulen hatten ihnen einen Stab von tüchtigen Ingenieuren zugeführt. Die elektrische Industrie fand ein grosses Absatzgebiet und Hilfsquellen aller Art vor. Insbesondere haben die technischen Hochschulen und die Maschinenindustrie der jungen Elektrotechnik gründlich wissenschaftlich gebildete und technisch erfahrene Kräfte zugeführt und sich dadurch einen hervorragenden Anteil an der raschen Entwicklung und an dem grossen Ansehen der Elektrotechnik Deutschlands erworben. — Es ist unverkennbar zu be-



obachten, wie sich das Ingenieurwesen in der elektrotechnischen Industrie und im elektrotechnischen Unterricht allmählich Geltung verschafft hat.

Das Studium der elektrischen Erscheinungen war viele Jahrzehnte hindurch in den physikalischen Kabinetten allein gepflegt worden; erst durch die Einführung der Telegraphie und der Galvanoplastik trat der elektrische Strom in den Dienst der Menschheit, und die Physiker und Telegraphentechniker beherrschten lange Zeit allein die Elektrotechnik, und zwar auch den Bau von Dynamomaschinen und das Beleuchtungswesen. Eine mächtigere Entwicklung und volles Vertrauen zu den Leistungen der Starkstromtechnik griff erst Platz, als der Ingenieur zu seinem Rechte kam. Heute wird die elektrische Industrie durchaus von dem Ingenieurwesen beherrscht. Der Bau von vieltausendpferdigen Maschinen und die Errichtung von Kraftcentralen in grossem Stile hat den Ingenieur auf den Plan gerufen, er hat die schüchternen Anfänge zu einem grossen Ziele geführt.

Die technischen Hochschulen sind dieser Wandlung gefolgt. Der elektrotechnische Unterricht ist vom rein physikalischen Unterrichte losgelöst worden, und das Bestreben, Elektro-Ingenieure, welche die Technik beherrschen, und nicht Elektro-Physiker heranzubilden, kommt an den deutschen technischen Hochschulen immer mehr zur Geltung.

An unserer technischen Hochschule fanden die elektrotechnischen Vorträge bis zum Jahre 1894 im Anschlusse an das physikalische Institut statt. Im Herbst des Jahres 1894 wurde eine besondere elektrotechnische Abteilung gegründet, und das elektrotechnische Laboratorium im Sommersemester 1895 in einigen Räumen des Gebäudes der Maschinenbauschule mit 18 Praktikanten eröffnet. Die Zahl der Studierenden betrug im ersten Semester 43.

Gleichzeitig wurde von der Grossherzoglichen Regierung die Erbauung eines elektrotechnischen Institutes beschlossen. Nach Bewilligung der geforderten Bausumme von 513 000 Mark durch den Landtag konnte der Bau im Sommer des Jahres 1896 begonnen und im Januar 1898 bezogen werden. Der Besuch des Institutes



ist rasch gewachsen. Die Zahl der Praktikanten beträgt in diesem Sommersemester 86 und die Zahl der Studierenden 166.

Heute am Tage der feierlichen Einweihung gereicht es unserer Hochschule zur hohen Ehre, Euere Königlichen Hoheiten und die hochgeehrten Anwesenden im neuen Institute begrüßen zu dürfen, und ich ergreife diese Gelegenheit mit Freude, um Euerer Königlichen Hoheit, unserem allgeliebten Grossherzoge, meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen für das grosse und lebhaftes Interesse, welches Euere Königliche Hoheit dem elektrotechnischen Institute stets entgegenbrachten und für die gewichtigen Worte, welche Euere Königliche Hoheit bei der schwierigen Beschaffung des Bauplatzes einlegten, wodurch die Erstellung des Instituts un-  
gemein gefördert wurde. Seine Excellenz der Staatsminister Dr. Nock möge mir heute gestatten, ihm und unserer hohen Regierung meinen wärmsten Dank zu sagen für die grosse Bereitwilligkeit, mit welcher die Bedürfnisse einer jungen Abteilung an unserer Hochschule anerkannt wurden und für die weitblickende Auffassung, mit welcher der elektrotechnische Unterricht gefördert wird. — Auch dem Architekten des Baues, Herrn Oberbaurat Prof. Dr. Warth, der es verstanden hat, alle Wünsche des Elektrotechnikers, die sehr zahlreich waren, mit Zweckmässigkeit und Schönheit des Baues zu vereinigen, und der seine Aufmerksamkeit selbst den kleinsten Details widmete, spreche ich für seine Mit-  
arbeit meinen besten Dank aus.

