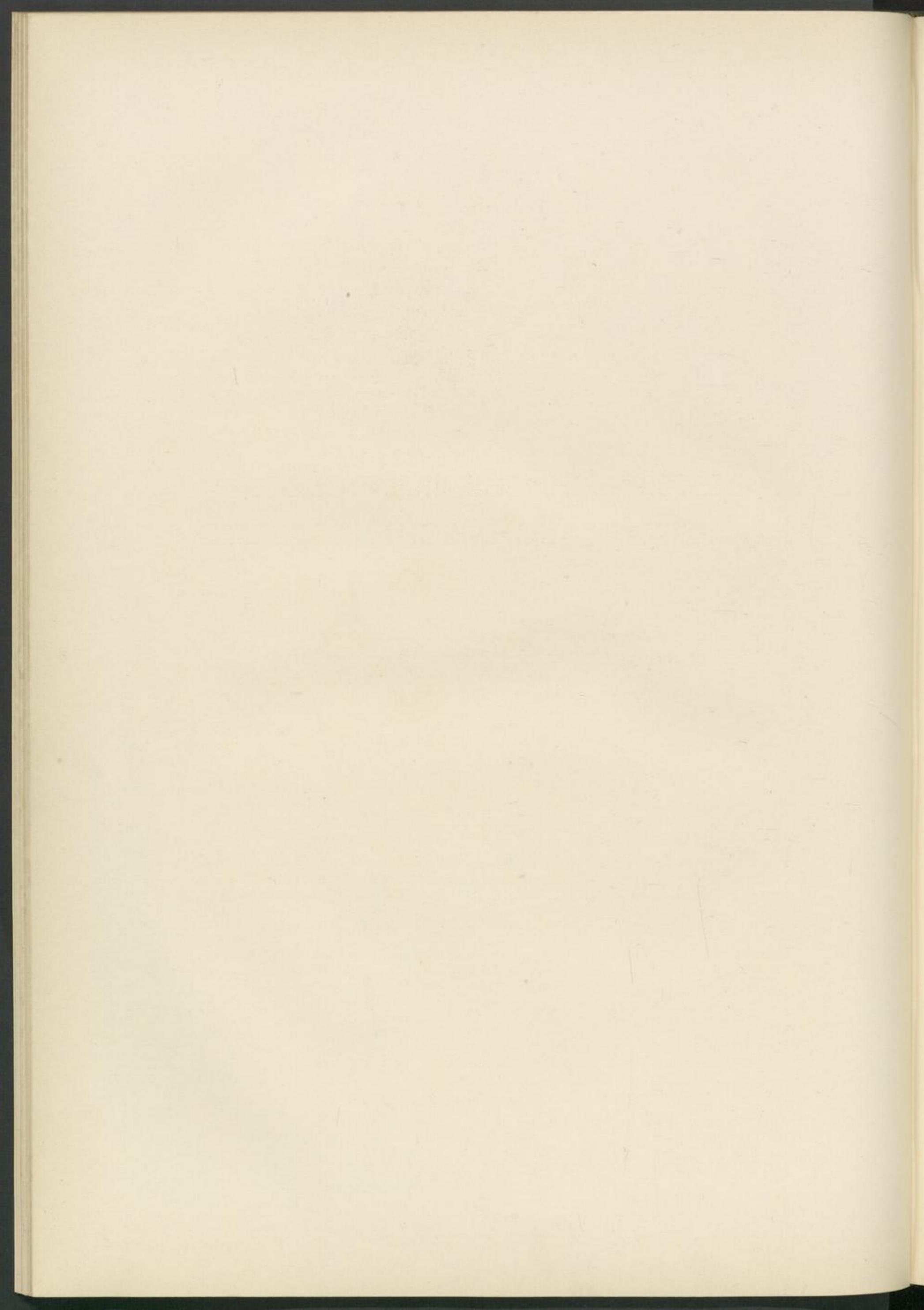


OESTERREICHISCHE ERFINDUNGEN
AUF ELEKTROTECHNISCHEM GEBIETE.

VON

DR. ADALBERT VON WALTENHOFEN,

K. K. HOFRATH, VORSTAND DES ELEKTROTECHNISCHEN INSTITUTES AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU WIEN
ETC. ETC.





OESTERREICHISCHE ERFINDUNGEN AUF ELEKTROTECHNISCHEM GEBIETE.

Seit die Naturforschung den Weg unfruchtbarer philosophischer Speculationen verlassen und den der Beobachtung und des Experimentes betreten hat, hat sie einen reichen Schatz von Erfahrungen und darauf beruhenden naturwissenschaftlichen Kenntnissen gesammelt, und die praktische Verwerthung dieser Kenntnisse, insbesondere auf den Gebieten der Mechanik, der Physik und der Chemie, hat jene durchgreifende Umgestaltung aller Lebensverhältnisse und staatlichen Einrichtungen herbeigeführt, die den Culturzustand der Gegenwart kennzeichnet.

Den Weg zu diesen Errungenschaften haben die technischen Wissenschaften gebahnt. Die jüngste unter diesen und doch schon eine der umfangreichsten hat die praktischen Anwendungen auf dem Gebiete der Elektrizität zum Gegenstande und wird deshalb als Technologie der Elektrizität oder «Elektrotechnik» bezeichnet.

Die Elektrotechnik umfasst selbst wieder mehrere umfangreiche Zweige, über die wir uns am besten durch eine kurze Betrachtung ihres Entwicklungsganges einen Ueberblick verschaffen können.

Dabei ist bemerkenswerth, dass jene Zweige der Elektrotechnik, die zuerst zu einer grösseren praktischen Wichtigkeit gelangt sind (Galvanoplastik, Telegraphie), auf der Anwendung von verhältnissmässig schwachen Strömen beruhen («Schwachstromtechnik»), während die Entwicklung der sogenannten «Starkstromtechnik» (elektrische Beleuchtung, Kraftübertragung, Elektrometallurgie) einem um etwa 30 Jahre später beginnenden Zeitabschnitte angehört.

Obgleich dieser Aufsatz vornehmlich dasjenige besprechen soll, was Oesterreich zu den Fortschritten der Elektrotechnik beigetragen hat, so glaube ich doch den Entwicklungsgang der Elektrotechnik im Allgemeinen dabei stets im Auge behalten und in diesen Rahmen dasjenige einfügen zu sollen, was sich auf Oesterreich bezieht, denn nur im Zusammenhange mit dem Ganzen kann die Bedeutung des Einzelnen richtig erkannt und beurtheilt werden.

Da jedoch das Telegraphen- und Telephonwesen in einem anderen Abschnitte dieses Werkes behandelt werden und die Galvanoplastik und Elektrometallurgie in das gleichfalls einem besonderen Abschnitte zugewiesene Gebiet der chemischen Gross-Industrie gehören, kann ich mich auf jene Theile der Starkstromtechnik beschränken, die man unter der Bezeichnung der mechanischen Elektrotechnik zusammengefasst hat. In einem Anhang mögen dann noch die Sprengtechnik und die Geschichte der Blitzableiter eine kurze Erwähnung finden.

Aber auch innerhalb dieser engeren Begrenzung wird nur dasjenige erwähnt werden können, was eine grössere principielle oder praktische Wichtigkeit erlangt hat.

Auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung ist man früher zum Bogenlichte als zum Glühlichte gekommen.

Noch vor Davy (1821) hat Charles de la Rive in Genf (1820) den elektrischen Lichtbogen hervorgebracht, und im Jahre 1849 gelang es Foucault, einen auch jetzt noch als ein Meisterwerk der Mechanik anerkannten Bogenlichtregulator herzustellen. Die sogenannte Theilung des elektrischen Lichtes durch hintereinander schaltbare Bogenlampen gelang aber erst mit Hilfe der Jablochhoff'schen Kerzen (1876) und der Differentillampen von v. Hefner-Alteneck, welche letztere bei der von der Firma Siemens & Halske im Jahre 1879 während der Berliner Gewerbeausstellung zur Beleuchtung der Kaiser-Gallerie ausgeführten Installation in Verwendung waren, also bei der ersten Anlage, in der mehrere hintereinander geschaltete Regulatorlampen gleichzeitig von einer Maschine betrieben wurden.

In einer anderen Form und in aller Vollkommenheit wurde die Theilung des elektrischen Lichtes zuerst von einem Oesterreicher, R. J. Gülcher in Bielitz-Biala, im Jahre 1878 ausgeführt. Gülcher hatte damals in seiner Eisengiesserei drei von einer anderen Firma gelieferte Bogenlampen, deren jede eine eigene Dynamomaschine zum Betriebe erforderte, installiert. Nach wenigen Tagen versagten aber diese Lampen den Dienst, weil der Staub in der Giesserei Störungen im Gange des Regulirwerkes verursachte. Gülcher ersetzte nun diese Lampen durch andere eigener Erfindung, die mit Regulirmechanismen ohne Räderwerk versehen waren. Diese Lampen konnten, auch wenn sie von beliebig verschiedener Grösse waren, im Stromkreise einer einzigen Maschine unter sich und (mit Anwendung angemessener Vorschaltwiderstände) auch mit Glühlampen parallel geschaltet werden. Gülcher vervollständigte sein System (the Gulcher low-tension-system genannt) noch mit einer Dynamomaschine eigener Construction und brachte es im Jahre 1881 in Paris zur Ausstellung, wo es grosse Aufmerksamkeit erregte und Anerkennung fand.

Somit war das Problem der Theilung des elektrischen Bogenlichtes bei Hintereinanderschaltung und noch vollkommener bei Nebeneinanderschaltung gelöst.

Unter den Verbesserungen der Differentillampen begegnen wir einer österreichischen Erfindung, die bald grosse Beliebtheit und Verbreitung gefunden hat, nämlich der von Franz Křižík (damals in Pilsen) im Jahre 1880 erfundenen Bogenlampe mit konischem Eisenkern, die als Pilsen-lamp auch im Auslande berühmt geworden ist.

Auch die Locomotivlampe von Hermann Sedlacek, Ingenieur der k. k. Staatsbahnen in Wien, mit der bei der Wiener elektrischen Ausstellung 1883 eine gelungene Probefahrt nach Rekawinkel gemacht wurde, wäre hier zu erwähnen.

Nach vielen vergeblichen Versuchen, glühende dünne Körper zur Erzeugung des elektrischen Lichtes nutzbar zu machen, gelang es erst Edison (und fast gleichzeitig Swan), mit Benützung verkohlter Pflanzenfasern praktisch brauchbare Glühlampen herzustellen und bei der Pariser Ausstellung 1881 einzuführen.

Seither wurden Verbesserungen in der Fabrication der Glühlampen vornehmlich dahin angestrebt, den zur Erzeugung einer Lichteinheit erforderlichen Arbeitsaufwand ohne allzu grosse Beeinträchtigung der Lebensdauer der Lampen herabzusetzen und also möglichst ökonomische, sogenannte «niederwattige» Lampen zu erzeugen, und wir müssen in dieser Hinsicht die Leistungen unserer Glühlampenfabrik «Watt» (Firma Scharf & Co.), sowie jener von Kremenezky, Egger und Sturm in Wien rühmend hervorheben.

Alle Verbesserungen an den Bogenlampen und Glühlampen würden aber eine ökonomische Verwendung derselben für Beleuchtungszwecke nicht ermöglicht haben, wenn es nicht gelungen wäre, weniger kostspielige Hilfsmittel zur Erzeugung starker elektrischer Ströme zu beschaffen, als es die galvanischen Batterien und die älteren (magneto-elektrischen) Inductionsmaschinen waren.

Der ökonomische Betrieb elektrischer Lampen wurde erst mit Hilfe jener selbsterregenden und continuirlich wirkenden Inductionsmaschinen erreicht, die man jetzt als Dynamomaschinen bezeichnet.

Die ersten Dynamomaschinen waren Gleichstrommaschinen und beruhen auf der Vereinigung von zwei epochemachenden Erfindungen, nämlich eines Ankers, der ununterbrochen aufeinanderfolgende gleichgerichtete Ströme liefert (Princip der «continuirlchen Induction») und des Ersatzes der inducirenden

Stahlmagnete durch Elektromagnete mit Selbsterregung («dynamo-elektrisches Princip»), welche letztere Einrichtung eben das Wesen der dynamo-elektrischen Maschinen ausmacht.

Der erste Gleichstromanker ist aus einer im Jahre 1860 von Antonio Pacinotti in Florenz gebauten Maschine hervorgegangen, die ursprünglich nicht zur Stromerzeugung, sondern dazu bestimmt war, durch einen elektrischen Batteriestrom in Bewegung gesetzt, als Motor zu dienen, d. h. mechanische Arbeit zu leisten. Pacinotti fand aber, dass sein Elektromotor auch zur Stromerzeugung dienen kann, wenn man den Versuch umkehrt und den zwischen Magnetpolen drehbaren ringförmigen Anker, der sonst als Motorschwungrad mechanische Arbeit liefert, mit der Hand in Bewegung setzt; er gibt dann inducirten Gleichstrom an die Leitung ab, in der sonst die Batterie eingeschaltet war. Pacinotti war demnach der erste Erfinder einer magneto-elektrischen Gleichstrommaschine. Dabei musste jedoch entweder ein Stahlmagnet oder ein galvanisch erregter Elektromagnet als inducirender Magnet («Feldmagnet») dienen.

Obgleich es schon ein Fortschritt war, die Stahlmagnete durch die bei gleichem Gewichte viel leistungsfähigeren Elektromagnete zu ersetzen, so konnte dieser Vortheil doch erst dann seine volle Verwerthung finden, als es gelang, die inducirenden Elektromagnete ohne Anwendung einer eigenen Stromquelle (sei es eine Batterie, wie bei Pacinotti, oder eine Inductionsmaschine, wie bei Wilde) zu erregen, indem man den (anfänglich nur von einem magnetischen Rückstande im Feldmagneteisen herrührenden) Ankerstrom oder einen Zweig desselben durch die Magnetwicklung leitete und auf diese Art eine rasch anwachsende Erregung der Feldmagnete durch die Maschine selbst herbeiführte, so wie Sinsteden (1861) die Verstärkung der Stahlmagnete seiner Inductionsmaschine durch den Strom der Maschine selbst bewerkstelligte.

Die erste Dynamomaschine dieser Art wurde von Werner von Siemens erfunden und im Jahre 1867 veröffentlicht. Sie diente für Eisenbahnsignale und zum Minenzünden, wäre jedoch, da sie (mit dem Siemens'schen Doppel-T-Anker versehen) nur intermittirende Ströme von geringer Periodenzahl liefern konnte, für Beleuchtungszwecke nicht verwendbar gewesen. Dies erzielte erst Gramme (1871), indem er eine Dynamomaschine baute, in welcher der Pacinotti'sche Ringanker, den Gramme, unabhängig von Pacinotti, selbst ebenfalls erfunden hatte, und der deshalb auch häufig der Gramme'sche Ring genannt wird, in Verwendung war.

Unstreitig war Gramme der Erste, der eine Maschine gebaut hat, die continuirliche dynamo-elektrische Starkströme lieferte; der Erste aber, der schon vor Gramme, nämlich im Jahre 1870, einen continuirlichen dynamoelektrischen Gleichstrom erzeugt und beobachtet hat, war ein Oesterreicher, nämlich Leopold Pfaundler, damals Universitätsprofessor in Innsbruck. Dies ergibt sich aus folgender Darstellung.

Im Jahre 1867 hatte der Innsbrucker Mechaniker Johann Kravogl, gleichfalls ein Oesterreicher, einen Elektromotor zur Pariser Ausstellung gesendet, bei dem der Spulenkranz des Pacinotti'schen Ringankers, den Kravogl (so wie später auch Gramme) unabhängig von Pacinotti erfunden hatte, auf eine höchst sinnreiche und eigenthümliche Art in Verwendung war, nämlich in der Weise, dass ein in der Höhlung des eisenumschlossenen Spulenkranzes gleitender Eisenkern den Feldmagnet ersetzte.

Von diesem Motor, der dazu bestimmt war, von einer galvanischen Batterie angetrieben, mechanische Arbeit zu leisten, sagte Pfaundler schon im November 1867, dass es im Sinne des von Werner von Siemens ausgesprochenen dynamoelektrischen Principes möglich sein müsse, mit demselben umgekehrt aus mechanischer Arbeit continuirliche elektrische Ströme zu erzeugen, indem man, dem Antriebe der Batterie entgegen, den Ringanker mit der Hand dreht, während die Batterie durch Nebenschlüsse nach und nach abgeschaltet und schliesslich ganz entfernt wird. Und in einem späteren Briefe (vom 11. Februar 1870, also noch bevor Gramme seine Dynamomaschine veröffentlicht hatte) berichtete mir Pfaundler von dem Gelingen dieses denkwürdigen Versuches, continuirliche dynamoelektrische Ströme zu erzeugen.

Obgleich die ersten magneto-elektrischen Maschinen Wechselstrommaschinen waren und solche, theils mit Stahlmagneten, theils mit abgesondert erregten Elektromagneten ausgestattet, schon vor der Erfindung der selbsterregenden Dynamomaschinen auch zur Lichtezeugung vielfach im Gebrauche waren, wurden sie doch von den Gleichstromdynamos verdrängt, bis sich immer mehr das Bedürfnis geltend

machte, die elektrische Energie auf grössere Entfernungen zu übertragen und, um dabei zur Verminderung der Anlagekosten möglichst dünne Leitungen anwenden zu können, mit hochgespannten Strömen zu arbeiten, zu deren Erzeugung die Wechselströme viel besser geeignet sind.

Da nämlich die hochgespannten Ströme an den Verbrauchsstellen (z. B. Lampen) nicht unmittelbar verwendet werden können, sind Umwandlungsapparate, sogenannte Transformatoren, nothwendig geworden, in denen die hochgespannten Ströme in die den Lampen zugeführten Ströme von geringerer Spannung verwandelt werden, welche Umwandlung nur bei Wechselströmen ohne Bewegung, also ohne Maschinen, möglich ist.

Diese Umwandlungsapparate beruhen auf den von Faraday (1831) entdeckten Inductionsgesetzen, welche die Möglichkeit erkennen liessen, gegebene Wechselströme oder intermittirende Ströme entweder in schwächere Ströme von höherer Spannung zu verwandeln, wie es z. B. durch die Funkeninductoren von Page (1836) und Ruhmkorff (1848) erzielt wurde, oder die Umwandlung der gegebenen periodischen Ströme in stärkere Ströme von geringerer Spannung vorzunehmen. Beide Arten von Transformation, sowohl die aufsteigende als auch die absteigende, haben in der Technik Anwendung gefunden. Die aufsteigende hat z. B. Jablochkoff (1878) mit Hilfe von kleinen Funkeninductoren zum Betriebe seiner Kaolinlampen verwendet, und sie dient bei den grossen Wechselstromfernleitungen der Neuzeit dazu, die Maschinenströme, in höher gespannte Ströme umgewandelt, in die Leitungen abzugeben, während an den Verbrauchsstellen, wie wir zum Theile schon erwähnt haben, absteigende Transformationen für den Licht- oder Kraftbetrieb stattfinden.

Zu den ersten Anwendungen der Transformatoren auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung gehört, ausser der bereits angeführten von Jablochkoff, eine vom Amerikaner Fuller durchgeführte Einrichtung, welche darin bestand, dass in die zum Betriebe mehrerer Bogenlampen bestimmte Hauptleitung je eine Wicklung von ebensovielen Transformatoren in Serie geschaltet war, während im Stromkreise der anderen Wicklung die betreffende Bogenlampe sich befand. Da die beiden Wicklungen eines jeden dieser Transformatoren einander gleich waren, weshalb man diese auch nicht eigentlich «Transformatoren» nennen kann, sondern lieber nur mit der allgemeineren Bezeichnung «Secundärgeneratoren» belegt hat, so konnte die beschriebene Fuller'sche Einrichtung nur den Zweck haben, mehrere zu einem Hauptstromkreise gehörige Bogenlampen durch deren Schaltung in eine inductive Abzweigung von einander unabhängig zu machen.

Zur Erkenntnis der ökonomischen Wichtigkeit der Transformatoren wegen der durch dieselben ermöglichten grossen Ersparnisse an Leitungsmaterialie war zuerst Gaulard (1883) gelangt, denn Gaulard und Gibbs waren die Ersten, die zur Ersparnis an den Leitungskosten hochgespannte Ströme und deren absteigende Transformation an den Verbrauchsstellen angewendet haben.

Doch erwies sich ihr System noch nicht als lebensfähig, weil die von ihnen angewendete Reihenschaltung der Transformatoren für den Lichtbetrieb nicht zweckdienlich und die Gaulard'schen Transformatoren selbst, vermöge ihrer Construction mit geradem Eisenkern, sowohl hinsichtlich des Wirkungsgrades als auch der Selbstregulirung, von der später die Rede sein wird, noch zu unvollkommen waren.

Die Erkenntnis und Beseitigung dieser Mängel (1885—1886) verdanken wir dem Scharfsinne und dem Erfindungsgeiste von Männern, die vermöge ihrer Geburt theils Oesterreich, theils unserem ungarischen Nachbarlande angehören, nämlich Karl Zipernowsky aus Wien, Max Déri aus Bács und Otto Titus Bláthy aus Totis in Ungarn.

Auf den ruhmreichen Erfindungen der genannten ehemaligen Ingenieure der Firma Ganz & Co. in Budapest, von welchen Zipernowsky gegenwärtig dem Lehramte der technischen Hochschule daselbst und Déri seit nahezu einem Decennium dem grossen österreichischen Unternehmen der Internationalen Electricitäts-Gesellschaft angehört, beruht der Aufbau eines bis in alle Einzelheiten harmonisch ausgebildeten Wechselstromsystems, dessen Leistungsfähigkeit und ökonomische Vortheile eine völlige Umgestaltung in der Elektrotechnik herbeigeführt haben, indem die frühere Vorherrschaft des Gleichstromes immer mehr auf den Wechselstrom übergegangen ist.

Eine Aufzählung der besagten Erfindungen wäre zu weitläufig. Nur in Kürze wollen wir nebst der Herstellung wesentlich verbesserter Wechselstrommaschinen die Erfindung der pollosen Transforma-

toren mit homogenem, magnetischen Kreislaufe in einem ununterbrochenen Eisenkern erwähnen, die einen bis dahin unerreichten hohen Wirkungsgrad und eine besondere Eignung für die sogenannte Selbstregulierung besitzen. Auf Grund der Inductionsvorgänge in den Transformatoren haben die genannten Erfinder ein Vertheilungssystem von Wechselströmen geschaffen, welches selbstregulirend ist, indem die aus den Transformatoren zu den Lampen und sonstigen Apparaten abgehenden Ströme, unabhängig von der Zahl der eingeschalteten Lampen und Apparate, ihre Spannung nicht ändern, so lange man die Spannung der den Transformatoren zugeführten Ströme durch eine einfache centrale Regulierung constant erhält. Diese Selbstregulierung der Transformatoren und das Déri'sche Princip der Parallelschaltung derselben (im Gegensatze zur Gaulard'schen Reihenschaltung) sind die hauptsächlichlichen Grundlagen des Ganz'schen Wechselstromsystems. Im Zusammenhange damit sei noch erwähnt, dass den genannten Erfindern auch die Herstellung von Wechselstrommotoren, die zur elektrischen Arbeitsübertragung («Kraftübertragung») geeignet sind, gelungen ist.

Die Umwandlung der elektrischen Energie in mechanische, die wir gegenwärtig in der Form der sogenannten elektrischen Kraftübertragung durchgeführt sehen, wurde ursprünglich in einer ganz anderen Weise versucht, indem man nämlich, wie schon erwähnt wurde, elektro-magnetische Motoren («Elektromotoren») mit Batterieströmen antrieb. Bei dem geringen Wirkungsgrade der älteren, vor der Erfindung der Dynamomaschinen gebauten Elektromotoren, unter welchen jener von Kravogl in Innsbruck noch der beste war, und bei der Kostspieligkeit der Stromerzeugung mit galvanischen Batterien, konnte diese Art der Umwandlung elektrischer in mechanische Energie nicht nutzbringend sein. Dies wurde erst durch die Anwendung dynamoelektrischer Maschinen erreicht, deren eine als Stromerzeuger, die andere als Elektromotor diente.

Handelte es sich darum, eine solche Arbeitsübertragung auf sehr grosse Entfernungen durchzuführen und also aus den bereits angegebenen ökonomischen Gründen mit sehr hochgespannten Strömen zu arbeiten, so musste das Wechselstrom- und Transformatorensystem, welches eben deshalb auch als «Fernleitungssystem» bezeichnet wird, zur Anwendung kommen.

Eine glänzende, im Jahre 1886 gemachte und im Jahre 1888 veröffentlichte Erfindung von Professor Galileo Ferraris in Turin führte zu einer vortheilhaften weiteren Ausgestaltung dieses Systems durch die Anwendung von Motoren, die man Drehstrommotoren genannt hat, weil bei denselben der Anker von einem durch Wechselströme, die mit entsprechenden Phasendifferenzen behaftet sind, erzeugten rotirenden Magnetfelde, Drehfeld genannt, in Bewegung gesetzt wird.

Nicola Tesla, in Smiljan Lika in Croatien geboren, der an der technischen Hochschule in Graz studirte, war der Erste, der die Erfindung von Ferraris der praktischen Verwerthung zuführte, indem er gewerblich brauchbare Drehstrommotoren sowohl für zweiphasige als auch für dreiphasige Wechselströme erfand, deren Beschreibung in seinen aus der Zeit vom 12. October 1887 bis zum 30. April 1888 stammenden amerikanischen und deutschen Patenten niedergelegt ist.

Die Drehstromsysteme, namentlich die gebräuchlichen dreiphasigen mit den als Dreieckschaltung und Sternschaltung bezeichneten sogenannten Verkettungen der phasenverschobenen Wechselströme, können als durch Zusammenlegung oder Weglassung von Leitungen vereinfachte Combinationen von gewöhnlichen (einphasigen) Wechselstromkreisen mit der bekannten Parallelschaltung der Transformatoren in denselben betrachtet werden, wodurch die vorhin erwähnten Erfindungen von Zipernowsky, Déri und Bláthy noch an Bedeutung gewonnen haben.

Vielfach war man bemüht, zumal vor der Erfindung der Dynamomaschinen, die galvanischen Batterien durch bequemere und minder kostspielige Stromquellen zu ersetzen und zu diesem Zwecke die sogenannten Thermosäulen, die den unmittelbaren Umsatz von Wärme in Elektrizität vermitteln, zu verbessern.

Einen bedeutenden Fortschritt in dieser Richtung erzielte der Wiener Mechaniker Siegfried Marcus (1864), dessen Thermosäule von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften dadurch zum Gemeingut gemacht wurde, dass sie den Erfinder durch eine Geldentschädigung zur Veröffentlichung seiner patentirten Legirungen bestimmte.

Angeregt durch die Erfolge von Marcus, versuchten nach ihm auch andere die Herstellung thermoelektrischer Säulen, und Franz Noë, ein Beamter in Wien, der sich in seinen Mussestunden gerne

mit physikalischen Arbeiten beschäftigte, erzielte in der That glänzende Ergebnisse, indem seine in den Jahren 1871 und 1872 von mir untersuchten und veröffentlichten Thermosäulen von ganz eigenartiger und sinnreicher Zusammensetzung und Anordnung, und mit einem sehr einfachen Pachytrope zur raschen Umschaltung ihrer Abtheilungen für verschiedene Stromstärken und Spannungen versehen, jene von Marcus an Wirksamkeit, Dauerhaftigkeit und Bequemlichkeit noch weit übertrafen. Die Noë'schen Thermosäulen waren auch die ersten, die eine bemerkenswerthe gewerbliche Anwendung fanden, und zwar auf dem Gebiete der Galvanostegie, z. B. in der Gold- und Silbertressenfabrik von Tröltzsch & Hanselmann in Weissenburg in Baiern. Auch diese Erfindung hat die kaiserliche Akademie gefördert, indem sie dem Erfinder eine Subvention für seine Arbeiten gewährte.

In den Achtzigerjahren baute Daniel Lautensack in Wien, von Oscar Laske mit Geldmitteln unterstützt, ofenförmige, zur Speisung von Glühlampen geeignete Thermosäulen, deren (von mir noch verbesserte) Elemente eine bis dahin unerreichte Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen starke Erhitzung besaßen. Der Erfinder überlebte nicht lange die Kränkung, seine Erfindung, noch bevor er selbst einen Nutzen davon hatte, mit Umgehung seines Privilegiums von einem unbefugten Nachahmer im Auslande ausgebeutet zu sehen.

In neuerer Zeit (seit 1885) hat sich auch R. I. Gülcher in Verbindung mit der Firma Julius Pintsch in Berlin mit der Aufgabe der directen Umwandlung von Wärme in Elektrizität in eingehenden Studien und Versuchen beschäftigt und eine im Jahre 1887 patentirte neue Thermosäule zu Stande gebracht, die sich bei grosser Wirksamkeit und Bequemlichkeit vornehmlich durch viel grössere Festigkeit und Dauerhaftigkeit vor den älteren (vor Lautensack bekannten) Thermosäulen auszeichnet.

Zu Anwendungen im grossen sind die Thermosäulen bis jetzt noch nicht gekommen, dagegen hat man in den elektrischen Sammlern oder Accumulatoren sehr mächtige elektrische Stromquellen gefunden, die zwar zu ihrer Ladung selbst wieder andere Stromquellen erfordern, aber in Verbindung mit diesen, nämlich den Dynamomaschinen, mit Vortheil zum Betriebe elektrischer Beleuchtungsanlagen dienen und voraussichtlich auch zum Betriebe elektrischer Bahnen immer mehr Anwendung finden werden.

Das Studium der Erscheinungen der galvanischen Polarisation hatte zur Erkenntnis der Möglichkeit geführt, hydroelektrische Elemente von solcher Beschaffenheit herzustellen, dass sie, nach längerer Stromabgabe erschöpft, nicht vom neuen gefüllt werden müssen, wie die gewöhnlichen galvanischen Elemente, sondern durch Einleiten eines entgegengesetzten Stromes wieder in den ursprünglichen Zustand zurückgeführt (regenerirt oder geladen) werden können, so dass also eine Aufspeicherung von elektrischer Energie in der Form chemischer Energie für späteren Gebrauch an beliebiger Stelle ermöglicht war.

Der richtige Weg zur praktischen Verwerthung der schon in den ersten Jahren unseres Jahrhunderts gemachten Entdeckungen und Versuche über die galvanische Polarisation (Gautherot 1802, Ritter 1803) wurde erst um die Mitte dieses Jahrhunderts gefunden, als Sinstedden im Jahre 1854 den ersten Bleiaccumulator herstellte.

Planté (1866) ist durch seine grossen Arbeiten auf diesem Gebiete der eigentliche Begründer der Accumulatorentechnik geworden, obgleich die Planté'schen Sammler wegen ihrer langen Formirungsdauer bei geringer Capacität und Haltbarkeit für industrielle Zwecke noch nicht verwendbar waren. Dies wurde erst möglich, nachdem Faure (1881) die Anwendung von Füllmassen und Volckmar (1882) gitterförmige Bleiplatten als Träger derselben eingeführt hatte.

Mit Benützung dieser Erfindungen hat die auch jetzt noch bestehende Electrical Power Storage Company in London die ersten für elektrische Betriebe in grossem Maasstabe geeigneten Accumulatoren in grosser Auswahl und Anzahl fabrikmässig erzeugt.

Diesen sogenannten E. P. S.-Accumulatoren ähnlich, aber (in der Zusammensetzung der Füllmassen) nicht damit identisch waren die gleichfalls in den Achtzigerjahren an der Bergakademie in Schemnitz in Ungarn von den Professoren Farbaky und Schenek verfertigten Accumulatoren, die sich bei der elektrischen Beleuchtung der genannten Akademie, sowie auch bei den vom elektrotechnischen Institute in Wien sowohl in den Laboratorien desselben, als auch in grossem Maasstabe ausserhalb der Anstalt vorgenommenen eingehenden Untersuchungen und Dauerproben bestens bewährt haben. Die später

anderwärts unternommene Ausführung der Farbaky-Schenek'schen Patente hat aber minderwerthige Erzeugnisse geliefert, die dem ursprünglichen Rufe der bewährten Schemnitzer Accumulatoren leider abträglich geworden sind.

Schenek verdanken wir auch eine sehr werthvolle Schrift, welche die Ergebnisse seiner umfangreichen und gründlichen Studien und Erfahrungen über die Construction und Wirkungsweise der Accumulatoren enthält.

Auch die Oesterreicher Gülcher, Reckenzaun, Stabenow und Wüste & Rupprecht haben sich um die Fabrication von Accumulatoren verdient gemacht.

R. I. Gülcher hat elektrische Sammler von verhältnismässig sehr grosser Capacität (also wegen des relativ geringen Gewichtes für Fahrzeuge geeignet) in der Art hergestellt, dass er als Träger der Füllmassen anstatt der Bleigitter Gewebe aus Bleidrähten und Glaswolle anwendete.

Anton Reckenzaun aus Graz, später in England und Amerika thätig, Erfinder eines bekannten Tramwagenmotors mit Schneckengetriebe (worm-gear), lieferte vornehmlich für Trambahnzwecke geeignete Accumulatoren, deren Platten durch Umgiessen kleiner Stäbchen aus Füllmasse mit Blei erzeugt wurden.

Die Accumulatoren aus den Fabriken von Rudolf Stabenow in Prag (Žižkov) und von Wüste & Rupprecht in Baden bei Wien leisten im elektrotechnischen Institute in Wien sehr gute Dienste.

Einen grossen Fortschritt auf dem Gebiete der elektrischen Sammler, die sehr bald bei Beleuchtungsanlagen im sogenannten Parallelbetriebe mit Dynamomaschinen eine sehr nützliche Verwendung fanden, hat die Einführung der Tudor'schen Accumulatoren (1888) mit sich gebracht. Diese Sammler, die zwischen dem Planté'schen und dem Faure'schen Systeme gewissermaassen eine Mittelstellung einnehmen und vornehmlich wegen ihrer grossen Dauerhaftigkeit schon eine vorherrschende Verbreitung fanden, haben sich im elektrotechnischen Institute in Wien schon seit Jahren vorzüglich bewährt und werden seit einer Reihe von Jahren auch in Oesterreich, nämlich in Baumgarten bei Wien, von der Accumulatoren-Fabriks-Actiengesellschaft in Hagen (in Westfalen) erzeugt.

Zum Schlusse soll noch von der elektrischen Zündung und von den Blitzableitern die Rede sein, weil auch auf diesen Gebieten bemerkenswerthe österreichische Erfindungen zu verzeichnen sind.

Schon im Jahre 1823 hat Snow Harris mit einer Elektrirmaschine und im Jahre 1831 Moses Shaw mit einer Leydener Flasche aus grösseren Entfernungen Schiesspulver entzündet. Die später zum Zwecke der Minenzündung durch Reibungselektricität gebauten Apparate wurden aber in Oesterreich wesentlich verbessert.

In den Vierzigerjahren baute der Catastral-Lithograph und Elektriker Carl Winter in Wien neuartige Reibungs-Elektrirmaschinen eigenthümlicher Construction, die bei gleicher Grösse alle Elektrirmaschinen älterer Constructionen an Funkenlänge («Schlagweite») in einem überraschenden Maasse weit übertrafen.

Dieser Erfolg veranlasste Winter, auch kleine Maschinen anzufertigen, die aber doch kräftig genug sein könnten, um Zündungen auf grössere Entfernungen zu bewirken. Mit einer solchen Maschine, der anstatt einer Leydener Flasche ein Guttapercha-Condensator beigegeben war, bewerkstelligte Winter im Jahre 1845 auf einer 15.600 Fuss langen Strecke der Wien-Gloggnitzer Bahn Zündungen von Sprengpatronen.

Später nahm der vor kurzem verstorbene FML. Moriz Freiherr von Ebner-Eschenbach, damals Major im Geniestabe, diesen Gegenstand für militärische Zwecke in die Hand und zeigte bei einem im October 1855 in der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften gehaltenen Vortrage seinen Sprengapparat, der seither, wesentlich verbessert und für zwanzig gleichzeitige Funkenzündungen geeignet, in Gebrauch gekommen ist.

Sehr compendiöse, zur Funkenzündung geeignete magneto-elektrische Inductionsapparate, mit welchen auf preussischen Telegraphenlinien Versuche gemacht wurden, hat der bereits erwähnte Mechaniker S. Marcus in Wien construirt.

Im Jahre 1876 hat der Verfasser dieses Aufsatzes durch die freundliche Bereitwilligkeit des damaligen Ober-Telegraphen-Directors Langer in Prag und des damaligen Sectionsrathes und Staatstele-

graphen-Inspectors Militzer in Wien Gelegenheit erhalten, mit Benützung von Telegraphenlinien Funkenzündungen auf grosse Entfernungen zu versuchen, bei welchen eine in Wien eingeschaltete Marcus'sche Zündpatrone mittelst eines in Prag eingeschalteten dynamoelektrischen Funkenzünders von Siemens & Halske jedesmal zur Explosion gebracht wurde.

Da der in Prag verwendete Funkeninductor bei Kurzschluss nur 4 mm Schlagweite hatte, waren die Entladungen in Wien infolge der Stromverluste auf den Telegraphenlinien so schwach, dass sie zwischen Drahtspitzen keine sichtbaren Funken mehr erzeugten. Dass sie dennoch die Explosion empfindlicher Patronen bewirkt haben, kann als eine Bestätigung der von Professor Pfaundler aufgestellten Ansichten über die Molecularzustände explosiver Körper angesehen werden.

Wenig bekannt ist die Priorität Oesterreichs in der Anwendung der Blitzableiter.

Sechs Jahre früher, als in Amerika, und acht Jahre früher, als in England Blitzableiter errichtet wurden, nämlich schon im Jahre 1754 (15. Juni), hat der Prämonstratenser-Ordenspriester Prokop Divisch, Pfarrer zu Branditz bei Znaim in Mähren, einen Blitzableiter, den ersten in Europa, aufgestellt, nachdem er schon im Jahre 1750, also gleichzeitig mit Franklin, ohne jedoch von diesem etwas zu wissen, auf den Gedanken kam, auf die ihm aus eigenen Versuchen wohlbekannte Spitzenwirkung die Herstellung von Blitzableitern zu gründen.

Die Unabhängigkeit des genannten Erfinders von Franklin zeigt sich auch in dem Umstande, dass der Blitzableiter von Divisch, von ihm meteorologische Maschine genannt, von ganz anderer, eigenthümlicher Form war als der Franklin'sche Blitzableiter. Er bestand nämlich aus einer auf einem hölzernen Maste befestigten und durch Ketten mit der Erde leitend verbundenen Eisenstange, die mit vier eisernen kreuzförmigen Seitenarmen versehen war, die zwölf Büschel von zahlreichen eisernen Spitzen trugen, während der Franklin'sche Blitzableiter bekanntlich eine mit der Erde leitend verbundene, in eine einfache Spitze auslaufende eiserne Stange ist.

Das unwissende Landvolk zerstörte schon im Jahre 1760 den Blitzableiter von Divisch, weil es alle der Landwirthschaft ungünstigen Witterungsereignisse der Wirkung dieses Blitzableiters zuschrieb.

Bemerkenswerth ist noch, dass Divisch aus Anlass des bekannten Unfalles, der den Professor Richmann in Petersburg betroffen hat, eine Abhandlung an die Berliner Akademie richtete, in der er die Gefährlichkeit von Fangstangen, die nicht zur Erde abgeleitet sind, theoretisch darlegte. Die Abhandlung blieb unbeantwortet, aber Divisch hat durch dieselbe die Klarheit und Richtigkeit seiner Ansichten über die wesentlichen Eigenschaften eines zweckmässigen Blitzableiters beurkundet. Bemerkenswerth ist auch noch, dass die von Divisch vorgeschlagene Einführung seiner Wetterableiter infolge eines Gutachtens der in Wien darüber zu Rathe gezogenen Autoritäten nicht zu Stande kam.

Divisch war auch der Erste, der die Wirkung eines Blitzableiters auf ein Gewitter beobachtet und beschrieben hat, wozu er schon am Tage der Errichtung seines Blitzableiters Gelegenheit hatte.

Höchst wichtige und interessante Aufschlüsse über die atmosphärische Elektrizität verdanken wir den denkwürdigen Beobachtungen und classischen Untersuchungen Franz Exner's in Wien.

Lehrreiche Studien und Versuche, die sich auf die Theorie der Blitzableiter beziehen, haben die österreichischen Physiker Mach und Zenger veröffentlicht.

Um die sachverständige und zweckmässige Ausführung von Blitzableiteranlagen hat sich die Firma Deckert & Homolka in Wien vielfach verdient gemacht.