Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 80 (1989)

Heft: 9

Artikel: Die Schweiz und die Entwicklung der Elektrotechnik : Teil 4 : von der ersten elektrischen Uhr und dem ersten Elektromotor zum elektrischen Zentrum Europas

Autor: Kloss, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-903674

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Schweiz und die Entwicklung der Elektrotechnik

Teil 4: Von der ersten elektrischen Uhr und dem ersten Elektromotor zum elektrischen Zentrum Europas

A. Kloss

Der Traum von der elektrischen Uhr

Als eines Sonntags 1834 um 4 Uhr morgens der einundzwanzigjährige Uhrmachergeselle *M. Hipp* (1813–1893) in seinem St. Galler Zimmer aufwachte, lag plötzlich die Lösung des Problems, welches ihn schon lange beschäftigte – die elektrisch getriebene Uhr – klar vor ihm. Knapp ein Jahrzehnt später stellte er seine elektrische Pendeluhr auf der Berliner Ausstellung aus. In den sechziger und siebziger Jahren wurde in einer ganzen Reihe von Weltstädten ein zentral geregeltes elektrisches Uhrennetzwerk nach Hipps System aufgebaut. In Wien standen zum Beispiel 30, in Madrid 27 und in Paris 13 Geräte [118; ...; 127]. In den Jahren 1852–1860 leitete M. Hipp die staatlichen Telegraphenwerkstätten in Bern. Obwohl die Telegraphie in der Schweiz relativ spät eingeführt wurde – der öffentliche Verkehr begann erstmals am 5. Dezember 1852 – standen in der Mitte der sechziger Jahre den Eidgenossen durchschnittlich schon doppelt soviel Telegraphenstationen zur Verfügung als den Preussen und sogar dreimal so viel wie den Franzosen oder Engländern.

Im Jahre 1860 gründete Hipp in Neuenburg eine Fabrik (die spätere Favag), in der er neben elektrischen Uhren, Zeitmessgeräten, elektrische Eisenbahnsignale und Telegraphen herstellte. Er erfand eine ganze Reihe von originalen Einrichtungen: 1855 den elektrischen Webstuhl, 1865 den elektrischen Drucktelegraphen und zwei Jahre später das elektrische Klavier. Anfang der sechziger Jahre versuchte er auch mittels Telegraphen die menschliche Sprache zu übertragen, allerdings erfolglos. (Dies gelang *G. Bell* erst fünfzehn Jahre später.) Für seine Erfindung erhielt Hipp auf der Pariser Elektrizitätsausstellung 1881 die goldene Medaille.

Hipps Nachfolger in den Eidgenössischen Telegraphenwerkstätten in Bern wurde 1860 *G.A. Hasler* (1830–1900), der dort schon ab 1855 wirkte. Fünf Jahre später wurden die Werkstätten vom Bund an Hasler und *H.A. Escher* verkauft. Ab 1879 wurde G.A. Hasler Alleininhaber der Firma.

1867 baute Hipp auch einen *Gleichstrommotor,* den ersten rotierenden Elektromotor der Schweiz [122]. Der erste elektrische Motor der Schweiz lief allerdings bereits 1832.

Der erste Elektromotor nördlich der Alpen

Nach der Entdeckung des Elektromagnetismus durch *Ørsted* (1820) wurden in den nachfolgenden Jahren von vielen Forschern, wie *Faraday, Barlow* oder *Arago,* verschiedene elektromagnetische Rotationsapparate gebaut. Diese dienten allerdings nur Versuchszwecken und waren nicht fähig, eine mechanische Last anzutreiben. Erst Anfang der dreissiger Jahre kam es zum Bau der ersten elektrischen Motoren. Praktisch gleichzeitig konstruierte 1831 in Italien *S. dal Negro* und in Amerika *J. Henry* eine als Elektromotor wirkende Vibrationsmaschine. Ein paar Monate später, Ende 1832, wurde in Zürich die dritte Elektromaschine der Welt in Gang gesetzt [123]. Der Erfinder *R. Schulthess* (1802–1833) war ein praktizierender Arzt mit naturwissenschaftlichen Interessen. In den Jahren 1832–33 hielt er vor der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich Vorlesungen über Elektromagnetismus, die dann nach seinem Tode 1835 in Buchform unter dem Titel «Über Elektromagnetismus nebst Angabe einer durch elektromagnetische Kräfte bewegten Maschine» veröffentlicht wurden. Es ist das erste Buch in deutscher Sprache über elektrische Maschinen überhaupt. Im gleichen Jahr erschien noch von *M.H. Jacobi* ein französisch geschriebenes Werk über Elektromotoren [124].

Am 18. Januar 1833 sagte Schulthess bei seiner Vorlesung, bei der er die neue Maschine vorführte: «Schon lange beschäftigte mich der Gedanke, ob nicht die Kraft der Elektromagnete zum Treiben von Maschinen gebraucht werden könnte. Ich dachte mir nun, an solche kräftige Elektromagnete könne eine bedeutend schwerere Armatur angehängt werden, und durch das Abfallen und Wiederangezogenwerden derselben könnte eine Maschine in Bewegung gesetzt werden, zugleich könnte dadurch auch das Spiel der Gyrotropen, also die Umkehrung des Stromes und der Pole selbst bewerkstelligt werden.»

R. Schulthess, der im gleichen Jahr freiwillig aus dem Leben schied, wird in der Geschichte der Elektrotechnik selten erwähnt.

Nach Schulthess kam die Entwicklung der elektrischen Maschinen in der Schweiz für ein halbes Jahrhundert zum Stillstand. Man verfolgte zwar das Geschehen im Ausland, war aber von den Zukunftsaussichten der Elektrizität als motorische Kraft wenig überzeugt. Vor der Technischen Gesellschaft in Zürich fasste Ende 1844 *Johann Zeller* die Lage wie folgt zusammen: «Eine der wichtigen Entdekkungen glaubte man in der elektromagnetischen Triebkraft gefunden zu haben, dieselbe wurde erst im Jahr

Adresse des Autors
Albert Kloss, Ahornstrasse 1, 5442 Fislisbach

1834 entdeckt, und man hegte die Hoffnung, einst die Dampf- und die Wasserkraft dadurch ersetzen zu können. Allein der Erfolg zeigt, dass wenn auch alle Schwierigkeiten in der Anwendung zu besiegen wären, diese Kraft immerhin ein sehr teurer Motor wäre.»

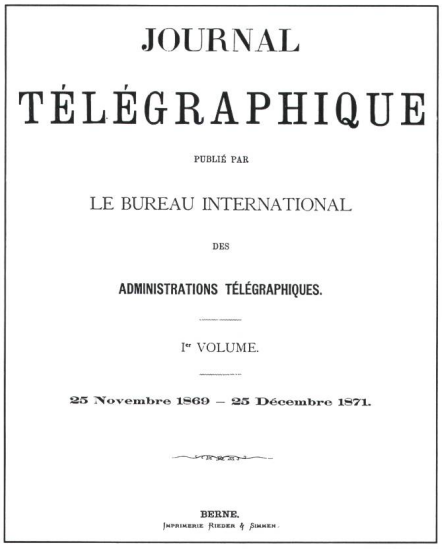
Vom Telegraphen zum Telephon

Die Einführung des elektromagnetischen Telegraphen in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts war die erste wirklich praktische Anwendung der Elektrizität. Die Werkstätten zur Herstellung und zum Unterhalt der Telegraphenapparate waren Kern der später sich formierenden Elektroindustrie. Innerhalb sehr kurzer Zeit wurde die ganze Welt durch die Telegraphenlinien verbunden. Schon 1850 war es möglich, von Frankreich nach England zu telegraphieren, ab 1865 konnte man telegraphisch Nachrichten zwischen Amerika und Europa übermitteln, und vier Jahre später wurde die Telegraphenlinie London–Kalkutta in Betrieb genommen. Das Informationszeitalter hatte begonnen.

Um 1850 hatte die Schweiz knapp 2,5 Mio Einwohner, von denen nur etwa 3300 in der Maschinenindustrie tätig waren. Bis zum Ende des Jahrhunderts stieg die Einwohnerzahl um fast 50%, wobei sich die Zahl der in der Maschinenindustrie Arbeitenden verzehnfachte. War das Land in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts noch ohne Telegraphen, Telephon, elektrische Beleuchtung und praktisch auch ohne Eisenbahn, so änderte sich dies bis zum Ende des Jahrhunderts völlig [125; 126].

Das Gesetz über die Erstellung des elektrischen Telegraphen in der Schweiz trägt das Datum vom 23. Dezember 1851. Ein Jahr später konnten die Schweizer schon nach Frankreich und Österreich telegraphieren. Bald wurde dann auch international das schweizerische Telegraphenwesen gewürdigt, 1869 erschien in Bern die erste Nummer der Zeitschrift des internationalen Telegraphenbureau «Journal Télégraphique» (Fig. 22).

Die erste telephonische Fernübertragung der Schweiz fand schon im Juli 1880 statt. Die Zürcher Sängerhalle wurde telephonisch mit Basel verbunden, und wie die «Zeitschrift für angewandte Elektrizitätslehre» berichtete, konnten die «Ohrenzeugen» in Basel «mit dem Schallbecher am Ohr sowohl Tonsatz als Text des vorgetragenen Liedes erkennen».


JOURNAL

TÉLÉGRAPHIQUE

PUBLIÉ PAR

LE BUREAU INTERNATIONAL

DES

ADMINISTRATIONS TÉLÉGRAPHIQUES.

Ier VOLUME.

25 Novembre 1869 – 25 Décembre 1871.

BERNE.

IMPRIMERIE RIEDER & SIMMEN.

Figur 22 Der «Journal Télégraphique» des internationalen Telegraphenbüros wird in Bern herausgegeben, eine Tatsache, welche die internationale Anerkennung der schweizerischen Telegraphietechnik im 19. Jahrhundert bezeugt

Obwohl die Schweiz keine technischen Höchstleistungen bei der Telephonerfindung vorweisen konnte, stand das Land, was die Anwendung dieser neuen Technik betrifft, von Anfang an an der Weltspitze. Diese Situation hat sich dann noch mehrmals bis in unsere Tage wiederholt, wie das Beispiel der Computertechnik zeigt.

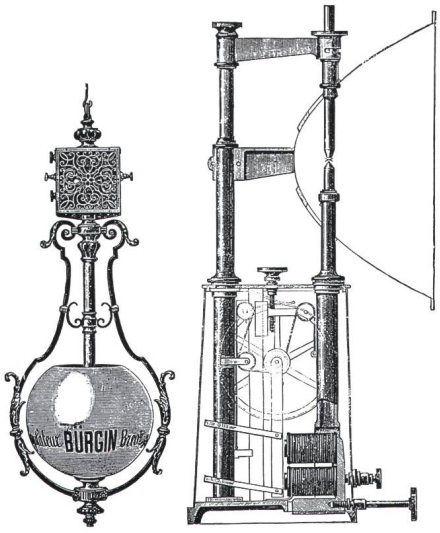
Das Telephon breitete sich in der Schweiz ausserordentlich schnell aus. Anfang 1881 wurde in Zürich mit 140 Telephonabonnementen der öffentliche Telephondienst eröffnet. Noch im gleichen Jahr folgten Bern und Basel und ab 1883 waren auch schon zwischenstädtische Telephongespräche möglich. Sogar kleine Ortschaften, wie zum Beispiel Birmenstorf, waren von Anfang an dabei. 15 Jahre später kam in der Schweiz bereits eine Telephonsprechstelle auf 115 Einwohner. Das war zehnmal mehr als in Österreich und fast viermal mehr als in Deutschland. Der telephonische Verkehr mit Deutschland und Frankreich wurde 1892 aufgenommen; nach Italien konnte man ab 1902 telephonieren.

Die hohe Telephondichte konnte die Schweiz auch in der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts halten. Am Anfang des zweiten Weltkrieges stand sie mit 11 Telephonapparaten auf 100 Einwohner hinter Schweden (16) und Dänemark (12) am dritten Platz in Europa. Der Abstand zu den anderen Ländern war dabei recht gross: In Deutschland lag die entsprechende Zahl bei 5, in Frankreich bei 4 und in Sowjetrussland sogar unter 1.

Die erste *automatische Telephonzentrale* der Schweiz erhielt 1912 Basel durch den Neubau der Versicherungsgesellschaft «La Bâloise», Zürich folgte 1914 [126].

Das elektrische Licht

Die ersten Versuche, die Elektrizität bei der Beleuchtung der öffentlichen Plätze anzuwenden, fallen in die vierziger Jahre des neunzehnten Jahrhunderts. Als Quelle der Dauerbeleuchtung setzte sie sich aber erst Ende der siebziger Jahre durch. Am Pariser Opernplatz wurden die Lichtbogenlampen 1877 installiert, und das Berliner Rathaus folgte 1878. In der Schweiz fängt die Geschichte der elektrischen Beleuchtung 1879 mit dem Bogenlicht des St. Moritzer Hotels «Engadinerkulm» und der Maschinenhalle im Letten (Zürich) an. Ein Jahr später, 1880, wurde am eidgenössischen Sängerfest in Zürich der Festplatz und der Pavillon der Tonhalle mit Jablochkoff-Lampen elektrisch beleuchtet. Die erste Zürcher Privatinstallation mit acht Bogenlampen erhielt H. Henneberg 1882. Am Ende des Jahres 1888 berichtete der Zürcher Stadtingenieur W. Burkhard-Streuli von insgesamt 177 Bogen- und 2125 Glühlampen (Fig. 23). Die total installierte Leistung lag bei 250 kW und wurde von 37 Dynamomaschinen geliefert. Die meisten Schweizer Städte erhielten die elektrische Beleuchtung



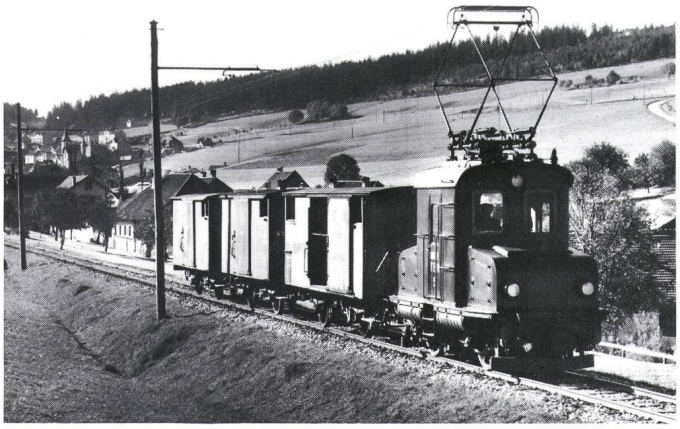
Figur 23 Lichtbogenlampe der Schweizer Firma Bürgin aus dem Jahre 1882

in der zweiten Hälfte der achtziger und am Anfang der neunziger Jahre. Ein halbes Jahrhundert später, 1945, standen dann jedem Schweizer im Schnitt 4 Lampen zur Verfügung.

Elektrisch auf den Schienen

Die Versuche, auf den Schienen mit der elektrischen Kraft zu fahren, begannen in der Mitte der dreissiger Jahre des neunzehnten Jahrhunderts, also nur zehn Jahre nach der Eröffnung der ersten öffentlichen Eisenbahn mit Stephensons Dampflokomotiven in England. Mangels wirksamer Elektromotoren und dauerhafter Quellen der elektrischen Energie gelang es bis in die achtziger Jahre nicht, einen elektrischen Schienenverkehr zu verwirklichen. Erst ab 1924 fährt man zwischen Baden und Zürich elektrisch [128; 129]. Parallel zum zwischenstädtischen mit Dampfkraft betriebenen Schienenverkehr breitete sich der Schienenverkehr, allerdings mit Pferdekraft, in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts in den Grossstädten aus. Paris erhielt die Stadt-Pferde-Eisenbahn 1851, Genf 1861 und Zürich 1882. Kurz bevor in Zürich die Pferdekraft-Strassenbahn in Betrieb ging, war aber in Berlin schon die erste elektrische Strassenbahn der Welt eröffnet worden. Ab 1894 fuhr man dann auch in Zürich elektrisch, zwei Jahre früher als in Wien oder Prag, aber doch sieben Jahre später als in Baltimore. Die Elektrifizierung des schweizerischen Schienenverkehrs schreitet zuerst nur vorsichtig vorwärts. Nach der Vevey-Montreux-Chillon-Linie, 1888, waren 1891 die Sissach-Gelterkinden- (Fig. 24) und die Lauterbrunnen-Mürren-Bahn in Betrieb gesetzt. Basel bekam die elektrische Strassenbahn 1895, Genf, Lausanne, Lugano 1896 und St. Gallen 1897. Ab 1898 konnte man auf dem ersten Teilstück der Jungfraubahn elektrisch fahren [130]. Der Betrieb der ersten elektrischen Schweizer Bahn, die man am 2. Mai 1888 in Vevey feierlich eröffnete, wurde gleich am Anfang durch einen Unglücksfall gestört. Das Wasserreservoir des dazugehörigen Speicherwerks, das oberhalb von Montreux installiert worden war, brach in den frühen Morgenstunden des 6. November 1888 auseinander und verwüstete die im Tal liegenden Ortschaften [162].

Die ersten Versuche, auf den Schienen elektrisch zu fahren, wurden in der Schweiz in Territet bei Montreux 1886 durchgeführt. Es handelte sich um eine kurze Zahnradbahnlinie, die von der Firma Meuren u. Cuènod errichtet wurde. Die Versuche wurden allerdings bald abgebrochen. Internationales Interesse weckte die Luganeser Strassenbahn 1896. Über die ersten dreiphasig angetriebenen Rollfahrzeuge der Welt berichtete auch «The Electrician» Anfang 1897. Die elektrische Ausrüstung wurde von *Brown Boveri* geliefert. Die Oberleitungsspannung betrug 400 V bei 40 Hz [131]. Eine wahre Pionierleistung stellte dann die im Sommer 1899 eröffnete elektrische Vollbahn Burgdorf-Thun dar. Es war die erste normalspurige Überlandbahn der Welt mit elektrischem Antrieb. Auch hier handelte es sich um ein Brown-Boveri-Dreiphasensystem. Damit erreichten die elektrischen Bahnen der Schweiz eine Länge von 200 km, was zwar gegenüber den 1400 km Deutschlands oder 400 km Frankreichs nicht viel war, aber immerhin im Vergleich zu den 110 km Österreichs oder den 40 km Russlands einen guten Durchschnittswert darstellte [132; 133].



Figur 24
Die Sissach-Gelterkinden-Linie (Baselland) wird ab 1891 elektrisch betrieben und gehört zu den ersten elektrischen Überlandbahnen Europas
Bild aus dem Jahre 1915 (Foto: Brown Boveri Mitteilungen)

Normalspurig fuhr man in der Schweiz allerdings schon ab April 1894 auf der 4 km langen Linie vom Bahnhof Chavorny nach Orbe. Hier wurden Gleichstrommotoren von *Thury* zum Antrieb der Triebwagen und Lokomotiven eingesetzt [134]. Von *R. Thury* (1860–1938) aus Genf stammte auch die elektrische Ausrüstung der ersten elektrischen Strassenbahn Frankreichs (1890) und der Salève-Bahn (1892), der ersten elektrischen Zahnradbahn der Welt. Die Schweizerische Bundesbahn blieb bis zum Ende des ersten Weltkrieges ohne elektrischen Verkehr. Nur im *Simplontunnel* wurde ab 1906 dreiphasig und auf der Strecke Seebach-Wettingen 1907 einphasig mit 16⅔ Hz zu Versuchszwecken gefahren. Erst 1916 fiel die Entscheidung zugunsten des Einphasenstromes, und als erste SBB-Linie ging dann 1919 die Verbindung Bern-Thun in Betrieb. Die Umstellung vom Dampf- auf Elektrobetrieb lief in den nachfolgenden Jahren sehr schnell. Ab Sommer 1920 verkehrten elektrische Züge schon durch den *Gotthardtunnel*, und vier Jahre später war die ganze Strecke Chiasso-Basel auf elektrischen Verkehr umgestellt. 1926 war die erste Hälfte der SBB-Strecken elektrifiziert. Abgeschlossen war die Elektrifizierung des ganzen 2900 km langen SBB-Netzes 1960. Damit sind die zwar romantisch wirkenden, aber die Umwelt doch schwer belastenden Dampflokomotiven praktisch verschwunden, haben doch inzwischen auch alle Privatbahnen auf elektrischen Betrieb umgestellt. Im Frühjahr 1944 diskutierte man an einer Tagung in Zürich über Zuggeschwindigkeiten von 400 Stundenkilometern, also über Werte, die erst vier Jahrzehnte später (1988) erstmals erreicht wurden [135].

Zur raschen Elektrifizierung der SBB-Netze nach dem ersten Weltkrieg führte neben anderem auch die bittere Erfahrung aus den Kriegsjahren, während denen man zufolge des Kohlenmangels den Bahnbetrieb stark reduzieren musste (eisenbahnfreie Sonntage).

Für den 1881 erbauten Gotthardtunnel wurde schon im ersten Betriebsjahr die Elektrifizierung vorgeschlagen, da die Ventilation im Tunnel sehr problematisch war. Es sollte allerdings noch vier Jahrzehnte dauern, bis man das Projekt verwirklichen konnte.

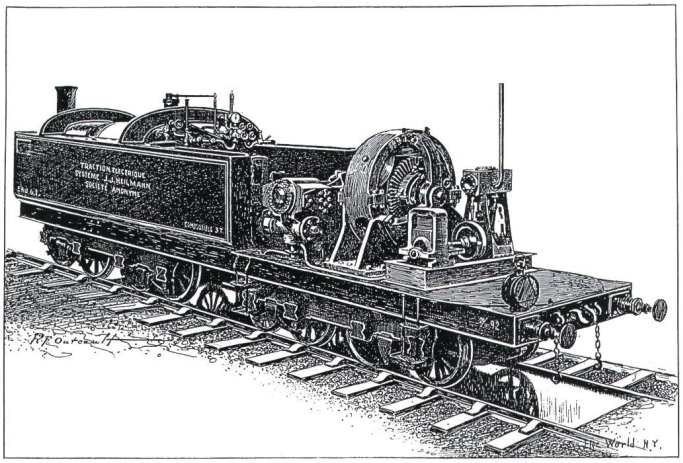
Viel später als auf den öffentlichen Plätzen und Haushalten wurde in den Zügen die elektrische Beleuchtung eingeführt (SBB 1904) [137].

Im Jahre 1957 stellte *H. von Bertele* in der Zeitschrift «Direct Current» eine Liste der wichtigsten Meilensteine in der Geschichte der elektrischen Eisenbahn vor. Unter den insgesamt aufgezählten 19 Pionierleistungen wird darin die Schweiz fünfmal genannt, womit sie zusammen mit den USA die erste Stelle belegt.

Dampf- und diesel-elektrische Lokomotiven

Nicht nur Dampf- oder Elektrolokomotiven wurden am Ende des neunzehnten Jahrhunderts gebaut; man experimentierte auch schon mit hybriden, dampfelektrischen, Fahrzeugen. Der Elsässer *J.H. Heilmann* konstruierte 1893 in Frankreich eine Lokomotive, deren Dampfmaschinenenergie zuerst in einem Dynamo in elektrische Energie umgewandelt wurde, welche dann den Triebmotor speiste (Fig. 25). Die elektrische Ausrüstung dieser in ihrer Zeit berühmten Lokomotive stammte von *Ch. Brown* (1863–1924) aus Baden [130; 139]. Auch hier finden wir also die schweizerische Elektrotechnik unter den Pionieren. 1924 wurde in Deutschland im Auftrag Sowjetrusslands eine der ersten dieselelektrischen Vollbahnlokomotiven hergestellt. Die elektrische Ausrüstung lieferte wieder die Badener Firma Brown Boveri [139].

Genau ein halbes Jahrhundert nach der Dampf-Elektrolokomotive von Heilmann erschien 1943 auf den Schienen der Schweiz eine Elektro-Dampflokomotive. Statt aus Kohle wurde hier der Dampf durch elektrische Energie erzeugt.



Figur 25
Heilmanns berühmte dampfelektrische Lokomotive von 1893 wurde von Brown Boveri ausgerüstet

Anfänge des Kraftwerkbauens

Mit dem Bau von elektrischen Kraftwerken wurde weltweit in den achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts begonnen. New York erhielt das erste öffentliche Elektrizitätswerk 1882, Mailand und St. Petersburg 1883 und Berlin 1884. In der Schweiz wird das erste Kraftwerk, die etwa 120 kW, 100-V-Gleichstrom liefernde Lausanner Stadtzentrale, 1882 von *Raoûlt* gebaut [141; 142]. Der eigentliche Ausbau der schweizerischen Elektrizitätswerke beginnt aber erst 1886 mit der Inbetriebsetzung des ersten Wechselstromkraftwerks Thorenberg bei Luzern. Die elektrische Ausrüstung dieses 330-kW/2-kV-Werkes lieferte die ungarische Firma Ganz, wo ein Jahr vorher der Transformator erfunden worden war. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, dass diese grösste Elektrofirma Ungarns 1844 vom Schweizer *A. Ganz* (1820–1867) aus Embrach gegründet wurde [143; 144].

Zu den Kraftwerken mit Leistungen über 100 kW, die in den nachfolgenden Jahren gebaut wurden, gehören Taulan (Montreux) und Genf (1888), Le Locle, Le Day und Silvaplana (1889). Insgesamt entstanden in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre 16 Kraftwerke. Bis zum Ende des Jahrhunderts steigt die Anzahl auf mehr als 100. In Bern wurde das erste Kraftwerk 1891 gebaut, in Zürich und Baden 1892, in Aarau 1893. Vor dem ersten Weltkrieg lag der spezifische Verbrauch der elektrischen Energie in der Schweiz bei 350 kWh/Einwohner, im Vergleich zu 150 kWh in den USA oder 40 kWh in Deutschland [145].

Die 100-MW-Grenze der gesamten installierten Kraftwerkleistung wurde noch vor 1900 überschritten; 1925 war man schon bei 1000 MW und 1987 bei 10 000 MW [167].

Die Schweizerische Elektrotechnik im Pressespiegel der achtziger Jahre

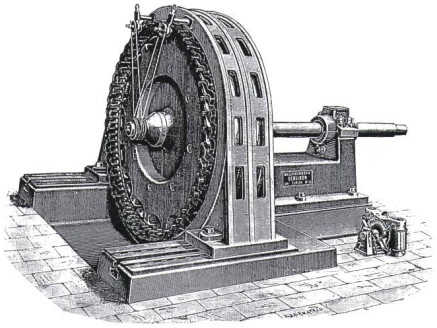
In der seit 1879 in Berlin herausgegebenen «Zeitschrift für angewandte Elektrizitätslehre» findet man von Anfang an auch Mitteilungen über die Elektrotechnik der Schweiz. Aus dem Jahre 1881 stammen zum Beispiel folgende Nachrichten: «Der Bahnhof Zürich ist probeweise elektrisch beleuchtet worden» oder «In technischen Kreisen bildet gegenwärtig die elektrische Beleuchtung des St.-Gotthard-Tunnels den Gegenstand lebhafter Erörterungen». Ein Jahr später wird berichtet, dass «im Basler Centralbahnhof seit dem 28. October die Beleuchtung durch 7 Lampen mit elektrischem Licht vermittelt wird». Ausführlich werden auch die elektrische Lampe von *Bürgin* (1848–1933), die auf der Pariser Elektrizitätsausstellung (1881) durch eine goldene Medaille preisgekrönt wurde (Fig. 23) und dessen Dynamomaschine beschrieben. Es werden erste Fachartikel von Schweizern veröffentlicht: *A. Tobler* (1850–1923) schreibt «Über Messung an dynamoelektrischen Maschinen» und *V. Wietlisbach* (1854–1897) über das neue Telephonnetz von Zürich und «Die Brush-Maschine». Im Jahrgang 1883 erfährt man, dass auf der Wiener Elektrizitätsausstellung neben Bürgins Maschine auch eine Telephonzentrale von *Ehrenberg* und *Zellweger aus Uster* gezeigt wurde. Man liest weiter: «Die schweizerische Landesausstellung brachte auf dem Gebiet der elektrischen Beleuchtung neben bisher bekannten auch neue Namen, so finden wir neben *Edison* (in Genf) auch *Alioth* (früher Bürgin, Basel) sowie Maschinen und Lampen, welche die Namen *Meuren u. Cuènod, Hipp* und *Telephongesellschaft* tragen.» Dann, 1884, steht unter dem Titel «Elektrische Bergbahn»: «Nach einem der ‹Times› zugegangenen Bericht beabsichtigt man, in der Schweiz demnächst eine elektrische Bergbahn zu bauen, die das Hotel des Alpes in Chillon mit dem Hotel Mont Fleury, welches auf der steilen Bergseite unmittelbar über Chillon liegt, verbinden soll» und schliesslich: «Montreux am Genfersee wird bald an der Spitze der Zivilisation marschieren, indem es sich voll-

ständig mit elektrischem Lichte beleuchtet und seine Strassenbahnen durch Elektrizität treiben lässt» [146; 150].

Das elektrische Zentrum Europas 1894

Am 2. Juni 1894 erscheint im amerikanischen «The Electrical World» ein Artikel von *F. Bathurst* «Switzerland as the present electrical centre of Europe». In einer mehrteiligen Serie beschreibt der Autor den Entwicklungsstand der Elektrotechnik in der Schweiz, den er zur Spitze von ganz Europa zählt. Er bewundert die schweizerische Politik, welche «Menschen nicht wie Soldaten, sondern wie Unternehmer zu leben erlaubt». Er schildert zuerst die Lichtzentrale der Stadt Zürich, welche 110 000 Einwohner versorgt. Der Betrieb wurde im August 1892 aufgenommen. Das Werk besteht aus vier 200-kW/2-kW/50-Hz-Generatoren der Maschinenfabrik Oerlikon. Die Begeisterung der Schweizer für die elektrische Energie findet der Amerikaner bemerkenswert: Er staunt über das Projekt der Energieübertragung vom Rheinfall («Swiss Niagara») nach Zürich, erkundigt sich detailliert über das Wasserkraftwerk am Glatt und besucht die MFO, wo er schon grosse Werkskräne elektrisch angetrieben sieht [151].

Zwei Jahre später (1896) fand anlässlich der Schweizer Nationalausstellung in Genf ein Internationaler Kongress der Elektrotechniker statt [163]. Den schweizerischen Beitrag hielt *V. Wietlisbach* (1854–1897), der über die Probleme mit den Störungen von Telephonleitungen sprach. Der Ingenieur der Eidgenössischen Telegraphenverwaltung war zu dieser Zeit bereits ein international anerkannter Telephonfachmann. Durch seine Arbeit «Telephon und Induktion» aus dem Jahre 1883 hat er sich erstmals der Fachwelt vorgestellt. Das «Centralblatt für Elektrotechnik» hatte Anfang 1884 im Rückblick auf das verflossene Jahr seinen Namen im Verzeichnis der besten Leistungen an erster Stelle genannt. Der aus Bremgarten stammenden. J.V. Wietlisbach war Schüler von *H.F. Weber, Helmholtz* und *Kirchhoff*. 1881 bis 1884 wirkte er als Direktor der Zürcher Telephongesellschaft und wechselte dann nach Bern in die Telegraphendirektion. 1891 wurde er Direktor des internationalen Telegraphenbureaus.



Figur 26 160-kW-Drehstromgenerator von C.E.L. Brown für die Lauffen-Frankfurt-Übertragung 1891

Welterfolge bei der Energieübertragung

Die Entwicklungsgeschichte der elektrischen Energieübertragung ist durch drei Ausstellungen gekennzeichnet: Wien 1873, München 1882 und Frankfurt am Main 1891. In Wien wurden zwei Gleichstrommotoren von einem etwa 500 m entfernten Generator gespeist, in München führte *Deprez* eine elektrische Energieübertragung über 50 km vor und in Frankfurt haben *C.E.L. Brown* (MFO) mit *Dolivo-Dobrowolsky* (AEG) 1891 bewiesen, dass die Zukunft dem Drehstrom gehört. Die Drehstromübertragung spielte sich zwischen Frankfurt und Lauffen (am Neckar) über eine Entfernung von 170 km ab. Dabei wurde eine Leistung von etwa 120 kW mit einer Spannung von 15 kV zum Ausstellungsgebäude in Frankfurt übertragen. Der 160-kW-Drehstromgenerator stammte von der Maschinenfabrik Oerlikon (Fig. 26), der 75-kW-Drehstrommotor von AEG [154]. Die Lauffener Anlage, ein deutsch-schweizerisches Unternehmen, war die erste Drehstromübertragung der Welt. Parallel zur Entwicklung der Drehstromtechnik in Oerlikon, und gleich danach auch in Baden, arbeitete in Genf *R. Thury* (1860–1938) intensiv auf dem Gebiete der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung. Thury trat nach einem kurzen Aufenthalt in den USA bei Edison 1882 in die Firma Meuren u. Cuènod ein und beschäftigte sich zuerst mit der Konstruktion von Gleichstrommaschinen [155]. Er war der Erbauer der ersten Stadtzentrale in Lausanne 1882, der ersten elektrischen Kraftübertragung der Schweiz 1885, der ersten elektrischen Strassenbahn Frankreichs 1890 und der ersten elektrischen Zahnradbahn der Welt, auf den Mont Salève 1892.

In den Jahren 1889 bis 1906 baute Thury insgesamt 12 Anlagen für die Übertragung von Energie mittels hochgespannten Gleichstroms. Die hohe Übertragungsspannung erreichte er durch Serieschaltung von Gleichstrommaschinen. Bei der ersten Anlage Genua (Italien; 1889) lag das Spannungsniveau bei 14 kV, 1902 erhöhte er auf der Linie St.-Maurice–Lausanne die Spannung auf 27 kV und 1906 auf der Linie Moutier–Lyon (Frankreich) sogar auf 57 kV. Die Leistung betrug dabei ungefähr 4000 kW [156; ...; 159, 164; 165].

Obwohl sich das System von Thury nicht durchsetzen konnte – der Durchbruch der HGÜ erfolgte erst mit Hilfe der Stromrichtertechnik nach dem Zweiten Weltkrieg –, ging er doch als wahrer Pionier in die Geschichte der Elektroenergetik ein. Als Thury im hohen Alter 1938 starb, widmete ihm die renommierte deutsche «Elektrotechnische Zeitschrift» die ganze erste Seite [100; 161]. In der Geschichte der Hochspanngleichstrom-Übertragung, die in den Jahren 1961–1963 in der internationalen Fachzeitschrift «Direct Current» publiziert wurde, wurde Thurys Leistungen der grösste Platz eingeräumt [161].

Beitrag der Physiker

Die Entwicklung der Elektrotechnik wurde von der theoretischen Physik nur indirekt beeinflusst. Sowohl die ersten Telegraphenlinien als auch die ersten Elektromotoren wurden ohne Kenntnis der Maxwellschen Gleichungen gebaut. Obwohl man sich im 19. Jahrhundert noch über die wahre Natur des elektrischen Stroms stritt, gelang es den Elektrotechnikern, das Telephon, das elektrische Licht und die elektrische Eisenbahn erfolgreich zu verwirklichen. Jeder Erfolg in der Elektrotechnik führte bald auch zu einer neuen Entdeckung in der Physik – und umgekehrt. Atomphysiker und Astronomen haben den geschichtlichen Gang der Elektrotechnik beeinflusst. «Am 3. April um 2 Uhr nachmittags wurden an den Telegraphenlinien, die von St. Petersburg nach Moskau, Warschau und Finnland führen, fremde elektrische Ströme bemerkt, die so stark waren, dass sie die Wirkung der telegraphischen Apparate nicht nur erschwerten, sondern zeitweise ganz aufhoben», berichtete Pro-

fessor Wild 1869 aus St. Petersburg. Gleichzeitig gab er zu der Geheimerscheinung die Erklärung: «Es handelt sich um ein magnetisches Ungewitter.» [117] *H. Wild* (1833–1902) stammte aus Uster (Zürich). Die Jahre 1858 bis 1867 verbrachte er als Physikprofessor und Direktor des Observatoriums in Bern. 1868 wurde Wild nach St. Petersburg berufen, wo er bis 1895 als Direktor des Physikalischen Institutes wirkte. Berühmt wurde er insbesondere durch seine exakten erdmagnetischen Beobachtungen und durch die Messungen der elektrischen Erdströme. Dass die rätselhaften Änderungen des magnetischen Feldes der Erde etwas mit der Sonnenaktivität zu tun haben könnten, bewies zum erstenmal 1852 der Schweizer Astronom *R. Wolf* (1816–1893) [133]. Er verglich die kurz vorher entdeckte zehnjährige Periodizität der Sonnenflecken mit den Schwankungen des erdmagnetischen Feldes und fand eine klare Übereinstimmung. Zum gleichen Resultat gelangte gleichzeitig auch der Engländer *E. Sabine*. Ein halbes Jahrhundert später hat man festgestellt, dass die Sonneneruptionen nicht nur auf die drahtgebundene, sondern auch auf die drahtlose Telegraphie störend wirken. Zu den weltberühmten Schweizer Physikern der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts gehört noch *J.J. Balmer* (1825–1898). Seine Untersuchung des Wasserstoffspektrums führte 1885 zur Entdeckung der Gesetzmässigkeit der entsprechenden atomaren Spektrallinien; sie tragen bis heute seinen Namen [168].

Weitere Schweizer Physiker, die zur Entwicklung der Elektrotechnik massgebend beigetragen haben sind *W. von Beetz* (1822–1886), er wirkte in den Jahren 1855–1858 als Physikprofessor und Direktor der Sternwarte in Bern, und *K. Brunner*, der 1855 das Schweizerische Telegraphennetz leitete. Brunner wurde später zum Telegraphendirektor der österreichischen Monarchie ernannt.

Literatur

[115] *J.H. Winkler:* Die Eigenschaften der electrischen Materie und des electrischen Feuers aus verschiedenen neueren Versuchen erkläret, und nebst etlichen neuen Maschinen zum Electrisieren. Leipzig, Breitkopf, 1745.

[116] *E. du Bois-Reymond:* Vorträge über Philosophie und Gesellschaft. – Philosophische Bibliothek Band 287 – Hamburg, Felix Meiner Verlag, 1974.

[117] *H. Wild:* Über das magnetische Ungewitter vom 3. und 4. April (15. und 16. neue Styls) 1869. Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg – (1869) – S. 63.

[118] *H. Wüger:* Pioniere der Elektrotechnik. Rubrik im Bulletin SEV/VSE: Peter Emil Huber-Werdmüller 1836 ... 1915. 56(1965)11, S. 447. F.W. Schindler-Jenny 1856 ... 1920. 61(1970)6, S. 260. E. Huber-Stockar 1865 ... 1939. 56(1965)12, S. 476. W. Boveri 1865 ... 1924. 56(1965)7, S. 245.

[119] *W. Keller* und *H.R. Schmid:* Matthias Hipp (1813 ... 1893). Schweizer Pioniere der Wirtschaft und Technik 12. Zürich, Verein für wirtschaftshistorische Studien, 1961.

[120] *A. Tobler:* Die elektrischen Uhren und die elektrische Feuerwehr-Telegraphie. Wien, Verlag Hartleben, 1883.

[121] *Matthäus Hipp.* (Nekrolog). ETZ 14(1893)22, S. 323 ... 325.

[122] *W. Wyssling:* Die Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke und ihrer Bestandteile in den ersten 50 Jahren. Zürich, Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, 1946.

[123] *A. Kloss:* Der erste Elektromotor der Schweiz. Bull. SEV/VSE 77(1986)5, S. 270 ... 271.

[124] *R. Schulthess:* Über Elektromagnetismus nebst Angaben einer neuen durch elektromagnetische Kräfte bewegte Maschine. Zürich, Schulthess, 1835.

[125] *H. Brodbeck:* Der Morse'sche Telegraph in der Schweiz. Frauenfeld, Huber, 1872.

[126] *P. Reinhard:* Die Entwicklung des Telephonwesens in der Schweiz und die wirtschaftliche Bedeutung der schweizerischen Telephongesetzgebung. Dissertation der Universität Bern, 1898.

[127] Die selbstständige elektromagnetische Uhr von Hipp. Polytechnisches Journal 186(1867)-, S. 331.

[128] *E. Mathys:* Wichtige Ereignisse und Angaben im schweizerischen Eisenbahnwesen 1841 ... 1940. Bern, Selbstverlag des Verfassers, 1941.

[129] *K. Sachs:* Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der elektrischen Traktion in der Schweiz. Bull. SEV 34(1943)20, S. 587 ... 612.

[130] *A. Ernst:* Hundert Jahre elektrische Eisenbahn: Rückblick aus schweizerischer Sicht auf die Entwicklung der elektrischen Eisenbahn. Bull. SEV/VSE 70(1979)9 S. 423 ... 431.

[131] The Lugano three-phase electric tramway. Electrician 38(1897)14(976), p. 438 ... 439.

[132] E. Thomann: Die elektrische Vollbahn Burgdorf-Thun. Schweizerische Bauzeitung 35(1900)1, S. 1 ... 4.

[133] *R. Wolf:* Neue Untersuchungen über die Periode der Sonnenflecken und ihre Bedeutung. Mitteilungen der Berner Naturforschenden Gesellschaft. Bern, Haller'sch Buchhandlung, 1852.

[134] Die elektrische normalspurige Bahn Orbe-Chavornay. Zeitschrift für Elektrotechnik 14(1896)8, S. 257 ... 258.

[135] *K. Wiesinger:* Ein Ultraschnellbahnnetz für Europa. Schweizer Verkehrs- und Industrie-Revue 18(1946)2, S. 32 ... 38.

[136] Maschinenfabrik Oerlikon 1876 ... 1926. Zürich, Buchdruckerei Berichthaus, 1926.

[137] *K. Tapavica:* 75 Jahre elektrische Zugbeleuchtung in der Schweiz. Bull. SEV/VSE 70(1979)9, S. 432 ... 436.

[138] The new Heilmann locomotive. Electrician 38(1897)23(985), p. 765 ... 766.

[139] The Heilmann electric locomotive. Electrical World 23(1894)13, p. 429 ... 430.

[140] *G. Lomonossoff:* Die dieselelektrische Lokomotive. Berlin, VDE, 1924.

[141] *H. Lienhard:* Von der Lichtzentrale zum Elektrizitätswerk. Bull. SEV/VSE 71(1980)6, S. 285 ... 298.

[142] Entwicklung der Elektrotechnik in der Schweiz. Elektro-Technik 9(1891)-, S. 81.

[143] *J.G. Einhart:* Die wirtschaftliche Entwicklung und Lage der Elektrotechnik in der Schweiz. Zürich, Rascher-Verlag, 1907.

[144] *B. Lincke:* Die schweizerische Maschinenindustrie und ihre Entwicklung in wirtschaftlicher Beziehung. Frauenfeld, Huber, 1911.

[145] *G. Parizot:* Die Entwicklung der Bernischen Kraftwerke AG in Bern. Ein Beitrag zur Geschichte der schweizerischen Wasserkraftausnützung. Dissertation der Universität Zürich. Bern, Kümmerly und Frey, 1918.

[146] *A. Tobler:* Über Messungen an dynamoelektrischen Maschinen. Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre 4(1882)-, S. 321 ... 327 + 522 ... 527.

[147] *A. Tobler:* Die Anwendungen des electrischen Stromes. Zürich, Schulthess, 1883.

[148] *A. Tobler:* Neukonstruktionen auf dem Gebiete der militärischen Elektrotechnik. Schweizerische Zeitschrift für Artillerie und Genie 44(1908)10, S. 393 ... 400.

[149] *A. Tobler:* Die neueren Erfindungen auf dem Gebiete der angewandten Electricitätlehre mit besonderer Berücksichtigung der Telegraphie. Sonderauszug aus der Schweizerischen Polytechnischen Zeitschrift 15(1870).

[150] *V. Wietlisbach:* Telephon und Induction. Centralblatt für Elektrotechnik (Erste deutsche Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre) 5(1883)1, S. 13 ... 19.

[151] *F. Bathurst:* Switzerland as the present electrical centre of Europe. Electrical World 23(1894)22, p. 731 ... 734.

[152] The electrical engineer's Swiss tour. Electrical Review 45(1899)-, p. 467 ... 468 521 ... 523 + 641 ... 643.

[153] *V. Wietlisbach:* On telephonic disturbances caused by high-voltage currents. Electrician 36(1896)-, p. 725 ... 727.

[154] 50 Jahre Lauffener Übertragung. Bull. SEV 32(1941)18, S. 425 ... 435.

[155] *R. Sauvin:* A propos du centenaire de la lampe à incandescence: René Thury chez Edison à Menlo-Park. Bull. ASE/UCS 72(1981)3, p. 147 ... 149.

[156] Tests of a 25,000-Volt direct-current transmission line between St. Maurice and Lausanne, Switzerland. Electrical World and Engineer 40(1902)17, p. 656.

[157] *R. Thury:* Transmission de force motrice à grande distance par courant continu à haute tension. Bull. ASE 21(1930)5, p. 157 ... 177.

[158] *R. Thury:* Kraftübertragung auf grosse Entfernung durch hochgespannten Gleichstrom. ETZ 51(1930)4, S. 114 ... 122.

[159] *D. Kos:* The Thury direct-current transmission system. Electrical World 50(1907)1 p. 804 ...

[160] The history of D.C. transmission. Direct current 6(1961)9, p. 260 ... 263, 7(1962)3, p. 60...63, + p. 228...231, 8(1963)1, p. 2...5.

[161] *G.L. Meyfarth:* René Thury. ETZ 59(1938)21, S. 549.

[162] Die Katastrophe von Montreux. Centralblatt für Elektrotechnik 10(1888)36, S. 967 ... 968.

[163] The international congress of electricians at Geneva. Electrical Review 39(1896)979, p. 264 ... 265.

[164] *F.C. Perkins:* Long distance transmission with continuous currents. Electrical World 23(1894)-, p. 109 ... 110.

[165] *L. Bell:* Recent developments in constant-current transmission. Electrical world 63(1914)7, p. 361 ... 364.

[166] *A. Muri:* Die Entwicklung des Nachrichtenwesens in der Schweiz. Bull. SEV 35(1944)21, S. 587 ... 602.

[167] Wasserkraftwerke und Elektritzitätsversorgung der Schweiz. Darlegung, Verzeichnis, Übersichtskarte. Zürich, Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, 1947.

[168] *J.J. Balmer:* Notiz über die Spectrallinien des Wasserstoffs. Annalen der Physik und Chemie. Neue Folge 25(1885)-, S. 80 ... 87.