

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 32 (1941)
Heft: 20

Artikel: 50 Jahre Brown, Boveri
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060036>

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: 03.04.2026

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

50 Jahre Brown, Boveri.

Die erste Gasturbinen-Elektro-Lokomotive der Welt, geschmückt mit Schweizer- und Aargauer-Farben, zog den Extrazug, der die Gäste der Firma Brown Boveri am 29. und 30. September zu den Jubiläumsbesichtigungen nach Baden brachte. Wie hätte besser der Geist der jubelnden Firma zum Ausdruck kommen können: Immer Neues schaffen und dadurch führend sein, intensiv forschen und noch Unvollkommenes unermüdlich entwickeln, wenn nötig während Jahren. Die Idee der Gasturbine ist uralte, älter als die Dampfmaschine. Aber sie konnte erst dann realisiert werden, als es gelungen war, den Axialkompressor zu verbessern. Diese Entwicklungsarbeit, die eine brauchbare Gasturbine zeitigte, benötigte 25 Jahre. Die erste Gasturbine konnte Brown Boveri an der Schweizerischen Landesausstellung 1939 zeigen; sie steht jetzt in Neuenburg. Heute treibt die Gasturbine eine Lokomotive, der für gewisse Länder eine grosse Zukunft vorausgesagt wird: Sie wird wieder, wie so manche Leistung von Brown Boveri, den Schweizer Namen in die Welt tragen.

Zum Jubiläum widmete die Firma ihren Mitarbeitern und Freunden eine von Prof. Dr. K. Sachs verfasste inhaltsreiche Jubiläumsschrift, in der die Entstehungsgeschichte der Firma geschrieben ist und — besonders interessant — über den Beitrag von Brown Boveri an die Entwicklung der Technik berichtet wird. Schliesslich werden die geschäftliche und finanzielle Entwicklung der Unternehmung, ihre Wirkung als Wirtschaftsfaktor und die Wohlfahrtsinstitutionen skizziert. Wir halten daraus im folgenden die Gründungsgeschichte fest:

Die Gründung der Firma Brown, Boveri & Cie.

Es war um die Mitte der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts, als die technische Erzeugung von Elektrizität und deren geradezu wunderbare Verwendungsmöglichkeiten, die sich unbegrenzt zu mehren schienen, nicht nur die Fachleute, sondern auch das breite Publikum in Atem hielten. Dazu kamen die aufsehenerregenden Erfindungen von Transformator und Drehfeldmotor, die unmittelbar aufeinander folgten und ganz ungeahnte Perspektiven eröffneten. Die Worte «Elektrizität» und «elektrisch» waren in aller Mund und die Elektrotechnik war es, der man mit Recht eine grosse Zukunft voraussagte. Es war daher durchaus natürlich, dass nahezu in allen einigermaßen industriell entwickelten Ländern der Welt grössere und kleinere Fabrikationsunternehmen entstanden, die sich die Herstellung elektrischer Maschinen und Apparate zur Aufgabe machten. Begünstigt wurde diese Entwicklung dadurch, dass nach langen Krisenjahren das Kapital wieder nach Anlagemöglichkeiten suchte.

In unserem Lande befassten sich um jene Zeit mit der Fabrikation elektrischer Maschinen die 1881 gegründete, 1882 ins Leben getretene Firma «A. de Meuron et Cuénod» in Genf, die «Zürcher Telephon-Gesellschaft» und die «Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur» seit dem Jahre 1883 und die Firmen «A. Zellweger in Uster» und «R. Alioth & Co.» (früher Bürgin & Alioth) in Basel seit dem Jahre 1884.

Im selben Jahre gliederte die «A.G. der Werkzeug- und Maschinenfabrik Oerlikon» (seit Ende 1886 Maschinenfabrik Oerlikon) ihrem Betrieb eine Abteilung zur Herstellung elektrischer Maschinen an, mit deren Aufbau und Organisation der im Jahre 1851 aus England in die Schweiz eingewanderte Charles Brown sen. (1827—1905) betraut wurde, der von 1851 bis 1871 bei Gebrüder Sulzer tätig war und dann von 1871

bis 1884 die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur als deren Gründer geleitet hatte. Charles Brown, der nach Oerlikon seine beiden in Winterthur geborenen Söhne Charles Eugen Lancelot und Sidney William mitbrachte, verliess aber schon im September 1885 zusammen mit seinem jüngeren Sohne die Fabrik in Oerlikon. Damit kam deren eben dem Betrieb übergebene elektrotechnische Abteilung ganz unter die Leitung seines älteren Sohnes C. E. L. Brown (1863—1924), der diese als hervorragender Konstrukteur von feinstem intuitivem Verständnis für elektrodynamische Vorgänge zur damals namhaftesten Erzeugungstätte elektrischer Maschinen unseres Landes machen sollte, die bald alle die genannten übrigen schweizerischen Firmen der Elektrotechnik überflügelte. Genannt seien aus jener Zeit als C. E. L. Browns persönliche Schöpfungen die Kraftübertragung Kriegstetten-Solothurn (37 kW auf 8 km mit 1250 V Gleichstrom), die vertikalen Gleichstromgeneratoren für 8000 A für die Aluminium-Industrie A.-G., in Neuhausen, die heute noch nach mehr als 50 Jahren im Dauerbetrieb stehen, und die elektrische Ausrüstung der Lokomotiven für die Bahnen von Sissach nach Gelterkinden und von der Grüttsalp nach Müren, die die ersten elektrischen Lokomotiven unseres Landes gewesen sind. Besonders bedeutungsvoll waren Generator und Transformator für das Kraftwerk der denkwürdigen Lauffener Uebertragung (220 kW auf 175 km mit 25 000 V), die ohne den initiativen Wagemut von C. E. L. Brown bei der Ablehnung, die jene Idee Oskar v. Millers in dessen deutscher Heimat zunächst gefunden hatte, wohl überhaupt nicht zustande gekommen wäre.

Seit Anfang des Jahres 1885 arbeitete bei der Maschinenfabrik Oerlikon als Mechaniker im Volontärverhältnis, später im Stundenlohn, der aus Bamberg stammende Maschinentechner Walter Boveri (1865—1924). C. E. L. Brown fand Gefallen an dem aufgeweckten jungen Mann, auf den er durch die klaren Berichte aufmerksam geworden war, die dieser von auswärtigen Montagearbeiten nach Hause schickte, und verwendete ihn immer mehr als Projektierungsingenieur, der dann auch bei dem damaligen Geschäftsumfang die selbst projektierten Anlagen auch selbst zu montieren und in Betrieb zu setzen hatte.

Nach und nach entwickelten sich zwischen C. E. L. Brown und W. Boveri freundschaftliche Beziehungen. Es waren zweifellos die stärksten Persönlichkeiten des ganzen Betriebes, die das Spiel des Zufalles zusammengeführt hatte, beides Menschen mit ganz verschiedenen, sich einander aber unheimlich glücklich ergänzenden Begabungen. Beides waren aber auch Männer, die Grosses wagen mussten und auch konnten, wenn ihre Persönlichkeit voll zur Auswirkung kommen sollte. Ganz besonders ausgeprägt waren diese Eigenschaften bei Walter Boveri, der das Zeitalter der Elektrotechnik und den grossen Bedarf an elektrischen Maschinen und Apparaten aller Art klar voraussah. Von seinen Reisen her kannte er aber auch die damaligen Erzeugnisse aller einigermaßen namhaften Firmen mit allen ihren Schwächen und musste sie mit den Konstruktionen seines Freundes vergleichen, der als wahrer Künstler, ohne sich um Beispiele und Vorbilder zu bekümmern, seine Maschinen entwarf. Boveri war es, der die ganz ungewöhnliche konstruktive Begabung von C. E. L. Brown besser einzuschätzen wusste als dieser selbst und bereits im Jahre 1887 begann Boveri mit dem Gedanken umzugehen, zusammen mit C. E. L. Brown ein eigenes Fabrikationsunternehmen zur Erzeugung elektrischer Maschinen und Apparate ins Leben zu rufen. Nach Boveris unerschütterlicher Ueberzeugung musste sich dieses unbedingt durchsetzen können, wenn man durch eigene systematische Entwicklungs- und Forschungsarbeit die junge, ja erst in den Anfängen steckende Elektrotechnik und deren Entwicklung selbst führend und richtunggebend zu gestalten entschlossen war. Nicht das Streben nach materiellem Gewinn war es also, das Boveri beseelte, sondern der Drang nach schöpferischem Gestalten, der Wille, die Freude und Genugtuung zu erleben, einstmals mit zu jenen zu zählen, die zur Verbreitung der Segnungen elektrischer Energie erheblich beigetragen haben.

Der Verwirklichung von Boveris Plänen stellten sich aber zunächst unüberwindbar scheinende Schwierigkeiten entgegen.

C. E. L. Brown und W. Boveri waren von Haus aus untermittelt. Aus dem gleichen Grunde konnte und durfte C. E. L. Brown, der bereits im Jahre 1887 einen eigenen Hausstand gegründet hatte, seine leitende Stellung bei der Maschinenfabrik Oerlikon nicht ohne weiteres aufgeben. Dazu kamen die grossen technischen und ausgesprochen persönlichen Erfolge, die die Firma und C. E. L. Brown wechselseitig aneinander banden und eine Lösung des Verhältnisses ungemein erschwerten. Schliesslich brachten freundschaftliche Beziehungen zwischen W. Boveri und dem Zürcher Seidenindustriellen C. Baumann-zum-Tiefengrund, die später zu verwandtschaftlichen werden sollten, die Lösung des finanziellen Problems, indem C. Baumann seinem künftigen Schwiegersohn den Betrag von einer halben Million Franken zum Zwecke der Fabrikgründung vorstreckte. Boveri löste daraufhin im Herbst 1890 sein Verhältnis zur Maschinenfabrik Oerlikon, um sich ganz den Vorarbeiten zur Gründung des eigenen Unternehmens widmen zu können. Am 20. Dezember 1890 wurde der Assoziationsvertrag zwischen C. E. L. Brown und W. Boveri unterzeichnet, in dem sich ersterer mit Ablauf seines Anstellungsvertrages zur Aufgabe seiner Stellung bei der Maschinenfabrik Oerlikon und zur Uebernahme der technischen Leitung des neuen Unternehmens verpflichtete.

Als Standort für die künftige Fabrik wurde schliesslich Baden im Kanton Aargau gewählt, und zwar nach einer wechsellvollen und zufallsreichen Vorgeschichte. Dort hatte der in London wohnhafte Badener Bürger Louis Theodor Pfister zum Zwecke der Errichtung eines Elektrizitätswerkes die Konzession für die Ausnützung der Gefällsstufe der Limmat unterhalb des Grand-Hotels erworben, in der Absicht, durch die Abgabe elektrischer Energie für Licht und Kraft und durch Herbeiziehung von Industrie seinem Heimatort zu einem neuen wirtschaftlichen Aufschwung zu verhelfen. Denn Baden hatte durch die vergangenen Krisenjahre und sonstige missglückte Spekulationen schwere Einbussen erlitten und war wieder zu einem verträumten Landstädtchen geworden. Carl Pfister, der in Baden ansässige ältere Bruder von Louis Theodor Pfister, hörte von den Plänen von C. E. L. Brown und W. Boveri und wandte sich erstmals am 17. Januar 1891 brieflich an ersteren, indem er ihm von der beabsichtigten Elektrizitätswerkgründung Mitteilung machte und ihm vorschlug, das geplante Fabrikunternehmen in Baden zu errichten, wo auch ein geeignetes Terrain jenseits des Bahnkörpers der damaligen Nordostbahn erworben werden könnte. W. Boveri nahm hierauf die Verhandlungen mit C. Pfister auf. Diese mündeten schliesslich in die Zusicherung aus, dass Brown und Boveri als ersten Auftrag zunächst die Generatoren für das von L. Th. Pfister geplante Badener Elektrizitätswerk zur Ausführung erhalten sollten, sofern das geplante Fabrikationsunternehmen in Baden errichtet werde.

Nachdem noch während der folgenden Wochen auch Zürich und Basel als Standort für die zu gründende Fabrik in Erwägung gezogen wurden, fiel schliesslich am 23. Februar 1891 in einer letzten Besprechung mit den Brüdern Pfister die Wahl endgültig auf Baden.

Am 5. April 1891 beschloss dann die Einwohnergemeinde von Baden, sich mit Fr. 75 000.— an der zu gründenden «Elektrizitätsgesellschaft Baden» zu beteiligen, die sich am 9. Mai 1891 mit L. Th. Pfister als Verwaltungsratspräsident konstituierte.

Mit der Gründung der Elektrizitätsgesellschaft Baden waren aber auch die erwähnten Abmachungen zwischen W. Boveri und C. Pfister lebensfähig geworden. Während der Monate März und April 1891 hatte W. Boveri den Landankauf für die künftige Fabrik durchgeführt, und zwar zunächst im eigenen Namen, so dass bereits in der Gemeinderats-sitzung vom 6. Mai 1891 die Fertigung der Kaufverträge erfolgen konnte.

Im Juli wurde durch den Baumeister Louis Maeder mit den Arbeiten für den Fabrikbau begonnen. Inzwischen aber waren im oberen Stock des Hauses «zum Schwert» drei Zimmer als provisorische Bureaux gemietet worden, in die Emil Hunziker (1869—1938), unser späterer, so hervorragender Generatorenkonstrukteur, am 4. Juli 1891 als erster Angestellter seinen Einzug hielt. Am 11. August folgte Fritz Funk (1857—1938) als kaufmännischer Leiter nach, und mit Anfang September begann die regelmässige Arbeit, wobei sich die wenigen Anwesenden ihre Aufgabe zunächst selbst zu stellen hatten. Boveri beaufsichtigte den fortschreitenden

Fabrikbau, bestellte, von Charles Brown sen. beraten, die ersten Arbeitsmaschinen und disponierte zusammen mit E. Hunziker deren Aufstellung in der Fabrik. F. Funk befasste sich mit der Einrichtung der Buchhaltung, besorgte Materialbestellungen und die sonstige Korrespondenz. Am 1. Oktober erschienen endlich auch C. E. L. Brown und sein im Jahre 1889 zur Maschinenfabrik Oerlikon zurückgekehrter jüngerer Bruder Sidney W. Brown (1865—1941), die sich sofort an die Berechnung und Konstruktion der für die Elektrizitätsgesellschaft Baden bestimmten Generatoren machten. Am 2. Oktober 1891 erfolgte dann die Eintragung der Firma «Brown Boveri & Cie.» als Kommanditgesellschaft in das aargauische Handelsregister.

Die Bedeutung von Brown Boveri.

So gilt der 2. Oktober 1891 als Gründungsdatum und am 2. Oktober 1941 versammelte sich die gesamte Belegschaft mit den Ehrengästen in der grossen Montagehalle zum feierlichen Jubiläumsakt. Aus den 11 Angestellten zur Zeit der Gründung und den 100 Arbeitern zu Beginn des Fabrikationsbetriebes im Februar des Jahres 1892 sind im Jahr 1941 rund 1700 Angestellte und 5600 Arbeiter geworden, die in etwa 80 Gemeinden der Umgebung von Baden wohnen und jährlich als Lohn einen Betrag von 25 Millionen Fr. beziehen, der sich aus ihren Händen in Handel und Gewerbe ergiesst und dort wieder Arbeit und Lebensmöglichkeiten schafft. Mit Brown Boveri feiert ganz Baden, Ennetbaden und Wettingen, deren Bevölkerungszahl sich in den 50 Jahren im Mittel vervierfacht hat.

1892/93 verliessen 163 t Fertigprodukte die Badener Werkstätten, wovon 53 % ins Ausland gingen. Im Rekordjahr 1931/32 betrug das Fabrikationsvolumen 23 290 t, die sich mit 17 365 t auf das elektrische Material und mit 5925 t auf Dampf-turbinen, Kompressoren usw. verteilten. Brown Boveri steht mit 20 % des schweizerischen Maschinenexportes an erster Stelle der Firmen der Maschinenindustrie des Landes.

Die Bedeutung der Firma ist aber noch weit umfassender: Im ganzen Konzern, der heute mit allen seinen Betrieben und sonstigen Niederlassungen die ganze Welt umspannt, sind etwa 40 000 Menschen tätig. Bald nach der Gründung sah sich die Geschäftsleitung nämlich zu einer Ausdehnung über die Landesgrenzen hinaus gezwungen. Das kam so: Nachdem in den ersten 3 Jahren sehr viele Aufträge nicht nur aus der Schweiz, sondern auch aus verschiedenen europäischen Ländern und sogar aus Uebersee eingegangen waren und die junge Firma bereits einen gewissen internationalen Ruf besass, erhielt sie im Jahre 1893 den Auftrag für den Bau des Elektrizitätswerkes der Stadt Frankfurt a. M. in Konkurrenz mit sämtlichen Grossfirmen Deutschlands. Diese Entscheidung der städtischen Behörden von Frankfurt war für die Stellung von Brown Boveri innerhalb der kontinentalen Elektroindustrie und für die Ausgestaltung der Firma zum Konzern von allergrösster Tragweite. Die an die Erteilung des Auftrages geknüpfte Bedingung der Errichtung einer Reparaturwerkstätte in Frankfurt legte den Grund zu einer ersten ausländischen Gesellschaft, indem diese Reparaturwerkstätte später nach Mannheim verlegt und zur Brown, Boveri & Cie. A.-G.,

Mannheim, ausgebaut wurde. Die Entwicklung des Konzerns geht aus folgender Zusammenstellung hervor:

- 1898 Filiale Mannheim-Käfertal, ab 1900 Brown, Boveri & Cie. A.-G., Mannheim.
- 1899 Beteiligung an der Cie. Electro-Mécanique, Paris.
- 1901 Beteiligung an der Firma Jensen & Dahl, Oslo, heute Aktieselskapet Norsk Elektrisk & Brown Boveri, Oslo.
- 1903 Gründung des Tecnomasio Italiano Brown Boveri in Mailand.
- 1910 Gründung der Oesterreichischen Brown Boveri-Werke A.-G., Wien.
- 1913 Fusion mit der Elektrizitätsgesellschaft Alioth, Basel (Werkstätten in Lyon und Münchenstein).
- 1919 Interessengemeinschaft mit der englischen Firma Vickers Ltd., wodurch der Cie Electro-Mécanique der Fabrikationsbetrieb der Sté Française Westinghouse in Le Havre und dem Tecnomasio Italiano jener der Società Italiana Westinghouse in Vado Ligure zugeführt wurde.
- 1923 Aus der gelösten Verbindung mit Vickers resultiert die dauernde Beteiligung an der Micafil A.-G., Zürich-Altstetten.
- 1921 Gründung der Polnischen Elektrizitätswerke Brown Boveri A.-G., Warschau, ab 1932 Elektromechanische Werke Rohn-Zielinski A.-G. Lizenz Brown Boveri.
- 1925 Beteiligung an der American Brown Boveri Electric Co., die 1931 an Allis Chalmers Manufacturing Co. verkauft wurde; heute besteht noch ein Lizenzvertrag.

Im Laufe der Jahre wurden weitere Fabrikationslizenzen an bedeutende Firmen in England, Schottland, Belgien, Holland, Finnland, Ungarn und China erteilt. Zahlreiche selbständige Verkaufsorganisationen und Vertretungen umfassen die ganze Erde.

1894 trat Brown Boveri erstmals als Mitbegründer eines grossen Ueberland-Kraftwerkes auf, nämlich der Elektrizitätswerk Olten-Aarburg A.-G., die 1896 ihr Kraftwerk Ruppoldingen in Betrieb nahm. Dies war Anlass zu der von W. Boveri angeregten Gründung der Motor A.-G. für angewandte Elektrizität in Baden (heute Motor-Columbus A.-G.), die 1895 unter Leitung von W. Boveri und A. Nizzola ihren Anfang nahm und zum grossen internationalen Konzern für Bau und Finanzierung von Kraftwerken wurde. Die Motor A.-G. baute und finanzierte in der Schweiz u. a. die ersten Anlagen der Centralschweizerischen Kraftwerke (Rathausen und Schwyz) und diejenigen der späteren Bernischen Kraftwerke (Hagneck, Kander) und dann, nach Ideen von W. Boveri und A. Nizzola, die erste Kombination eines Laufwerkes mit einem Speicherwerk, die Kraftwerke und die Verteilanlagen der Beznau-Löntschi A.-G., der späteren NOK.

Wie war diese Entwicklung möglich? Ihr zugrunde lag das Genie zweier Männer, C. E. L. Brown und W. Boveri, die sich aufs glücklichste ergänzten. Der eine war der begnadete Konstrukteur, der andere der ebenso geniale Projektverfasser, grosszügige Organisator und phantasievolle Unternehmer. Sie beide prägten den Geist der Firma, der Vermächtnis und Tradition wurde: Es ist der Wille, an der Front zu marschieren. Deshalb ist jeder Vierte des technischen Stabes in Baden mit Forschungs- und Entwicklungsarbeit beschäftigt und 8 bis 10 % des Jahresumsatzes wird dafür ausgegeben.

So zeigt denn die Geschichte der technischen Entwicklung der Firma fast jedes Jahr Neuschöpf-

fungen, die die Technik oft grundlegend beeinflussten. Und die Besucher der Jubiläumsvorführungen spürten auf Schritt und Tritt und aus jedem Wort diese fruchtbare, initiative Einstellung.

Einige Erfolge der 50jährigen technischen Arbeit

seien hier festgehalten, wobei wir der Jubiläumsschrift folgen:

Die ersten 10 Jahre gehörten dem Bau von Material für *Kraftwerke* und *elektrische Bahnen*. Das EW Frankfurt (1893) wurde schon erwähnt. Ein von C. E. L. Brown entwickelter, selbsterregter Einphasen-Synchronmotor für Selbstanlauf und ein Flüssigkeits-Kondensator für selbstanlaufende Einphasen-Induktionsmotoren ermöglichte, dem damals vorherrschenden Gleichstrom-System wesentlich billigere Wechselstromprojekte entgegenzustellen. Diese Ueberlegenheit wirkte sich in Frankfurt und in der Folge bei zahlreichen andern Werken aus. Im Kraftwerk Paderno d'Adda (Italien) kamen 1898 die ersten 13,5-kV-Generatoren und die ersten Oelschalter der Praxis zur Verwendung, die von C. E. L. Brown und Dr. K. Sulzberger durchgebildet wurden. Ab 1892 wurden in Verbindung mit J. J. Heilmann *dampf-elektrische Lokomotiven* gebaut, und zwar bereits mit Einzelachs-antrieb. Es waren die ersten thermo-elektrischen Fahrzeuge der Welt, die in den dieselektrischen Lokomotiven und der Gasturbinen-Elektro-Lokomotive ihre Wiedergeburt fanden. 1896 folgte das Tram Lugano, 1898 die Gornegratbahn, das erste Teilstück (bis Eigergletscher) der Jungfrau-bahn, die Stansstad-Engelberg-Bahn, und 1899 die ersten elektrischen Vollbahntriebfahrzeuge Europas, die für die Burgdorf-Thun-Bahn. Es waren alles Drehstromfahrzeuge.

1900 nahm Brown Boveri als erstes Unternehmen auf dem europäischen Kontinent die Fabrikation von *Dampfturbinen* nach Charles A. Parsons auf. Die Dampfturbine stellte das Problem des Turbogenerators, das von C. E. L. Brown vorbildlich und richtunggebend gelöst wurde. 1901 entstand nämlich der Brownsche Zylinderrotor mit eingefrästen Nuten zur Aufnahme der Erregerwicklung; die gesamte elektrotechnische Praxis aller Länder musste diese Schöpfung in der Folge übernehmen. Aber auch die Dampfturbinen wichen nach und nach von der Parsons-Bauart ab; die bis auf den heutigen Tag im wesentlichen gebliebene Druckölsteuerung wurde geschaffen und so erlangte der Bau kompletter Turbogruppen grösste geschäftliche Bedeutung. Einen besonderen Markstein in der Geschichte der Mehrzylinderturbinen bildete die 165 000-kW-Turbogruppe für das New-Yorker Kraftwerk Hellgate, die 1929 in Betrieb kam. Grosse Bedeutung erlangte auch der *Schiffsantrieb* durch Dampfturbinen, wofür W. Boveri der Initiator war. 1903/04 wurde in Baden, in unserem kleinen Binnenland, die erste Schiffsturbinenanlage des Kontinents für ein Hochseetorpedoboot der Deutschen Kriegsmarine gebaut. Hieran schloss sich eine grosse Zahl von Anlagen für Torpedoboote, Kreuzer, Schlachtschiffe bis zu Wellenleistungen von 60 000 kW, bei grossen Schiffen mit gewaltigen Uebersetzungsgetrieben. Eine besondere Leistung der letzten 10 Jahre war der dieselektrische Schiffsantrieb, neuerdings, auf Handelsschiffen, mit Wechselstrom.

Nach der Jahrhundertwende mehrten sich die Lieferungen von *Grossgeneratoren für Wasserkraftwerke* (1902 Beznau, 1908 Löntschi, 1903 Cellina bei Venedig, 1904 Gromonembro mit der ersten 40-kV-Leitung in Europa usw.). 1903 wurde zum erstenmal an Stelle des Spurlagers im Unterwasser das über dem Polrad angeordnete, gut zugängliche Traglager angewendet, eine Konstruktion, die die folgende Leistungssteigerung dieser Maschinen erst ermöglichte (Gösgen 1917, Mühleberg 1920, Rempen 1924, Tremorgio 1925, Ryburg-Schwörstadt, 32 500 kVA, 1930, Piottino 1932, usw.; zahlreiche ähnliche Lieferungen gingen ins Ausland). Diese Generatoren stellten mit ihren z. T. sehr grossen Abmessungen eine Fülle von Problemen elektrischer und mechanischer Natur, die E. Hunziker nicht nur souverän meisterte; er wusste auch den Maschinen vollendete Schönheit der Form zu geben.

1900 setzte die reihenmässige Herstellung der *Oelschalter* ein, die A. Aichele erstmals mit automatischer Ueberstromauslösung durch primäre Hauptstrom-Maximalrelais kombi-

nierte. 1902 schuf Brown das erste stromabhängige sekundäre Maximal-Zeitrelais, das grösste Verbreitung fand. Gleichzeitig wurde durch Vielfachunterbrechung die Abschaltleistung erhöht. 1907 wurden die Schalter mit eingebautem hochohmigem Widerstand entwickelt. 1908 kamen die ersten 60-kV-Oelschalter für Italien und das Jahr 1911 sah den ersten 100-kV-Schalter, ebenfalls für Italien. In den 20er Jahren setzte die Entwicklungsarbeit der jüngeren Techniker-Generation ein, die Klarheit über die Wirkungsweise der Schalter, die Solenoid- und Kugel-Kontakte brachte. Mit 110-kV-Schaltern wurden erstmals in geerdeten Netz der Alabama Co. (USA) Einschaltleistungen auf Kurzschluss von 1000 MVA und Abschaltleistungen von 670 MVA bewältigt. Es wurden auch die Grenzen des Oelschalters erkannt: Erstmals 1922, dann ab 1929 wurden die Druckluftschalter studiert. Der Erfolg war — nach Umwegen über den Wasserschalter — überzeugend. Der Druckluftschalter hat als ausgesprochener Schnellschalter mit Ausschaltzeiten von 0,05 s und 0,01 s Lichtbogendauer in der kurzen Entwicklungsperiode von nur 10 Jahren den ganzen Spannungsbereich bis 220 kV erobert. Die Methode des Netzschutzes durch die automatische Wiedereinschaltvorrichtung war erst mit dem Druckluftschalter wegen dessen kurzer Eigenzeit möglich.

1907 entstand der *Schnellregler* mit Wälzsektoren, der bald alle Reglerbauarten der damaligen Zeit überflügelte. Der Nachwuchs baute ihn zu einem universellen Regulierorgan aus, das den ganzen Komplex selbsttätiger Regulierprobleme elegant löst. A. Aichele schuf mit diesem Regler auch ein erfolgreiches Zugbeleuchtungssystem.

Mit der Entwicklung des Schalterbaues ging jene der *Schutzrelais* parallel. 1927 löste das Distanzrelais das Problem des bei allen Störungen präzise wirkenden Selektivrelais. 1938 und 1939 wurde der Schnell-Distanzschutz und der Drehfeld-Schnelldistanzschutz geschaffen, bedingt durch die kurze Eigenzeit des Druckluftschalters. 1935 kam ein neues stromunabhängiges primäres und sekundäres Hauptstromrelais mit Stromanzeigern. Es kamen auch die Resorbitableiter, die bis zu Nennschluckvermögen von 5000 A fortentwickelt wurden und Stromstösse bis 68 500 A ableiten.

Ein Arbeitsgebiet grösster Bedeutung wurde das der *elektrischen Traktion*. Nach den erwähnten verheissungsvollen Anfängen wurde 1901 die Vorortsstrecke Paris Invalides-Versailles elektrifiziert, wofür Gleichstrommotoren von 80 kW bei 500 V für Einzelachsantrieb gebaut wurden. 1905/06 wurde der Simplontunnel auf eigene Kosten elektrifiziert: Zwei Drehstromlokomotiven für 3000 V Fahrdrachtspannung bei 16 Per./s, die für die Valtellina-Bahn gerade im Bau waren, konnten verfügbar gemacht werden und waren für das zu wählende Stromsystem bestimmend. Drei weitere Lokomotiven ungarischer Herkunft stellten die italienischen Staatsbahnen vorübergehend zur Verfügung und am 1. Juni 1906 wurde der Simplontunnel eröffnet, als erste internationale Vollbahnstrecke mit elektrischem Betrieb. Am Ende des zweijährigen Probetriebes (1908) übernahmen die SBB die Anlage. Der Vollbahnelektrifizierung öffneten sich damit grösste Möglichkeiten. 1909/10 folgte die Seethalbahn mit Einphasen-Wechselstrom, 1911 die Bahn Biasca-Acquarossa mit 1200 V Gleichstrom, 1914 die Chur-Arosa-Bahn, wobei zum erstenmal in Europa eine Gleichstrom-Fahrdrachtspannung von 2000 V angewandt wurde. 1916 setzte die Elektrifizierung der SBB ein, mit gewaltigen Aufträgen für Kraftwerke, Lokomotiven und Schaltmaterial. Bei den speziell dem Betrieb am Gotthard dienenden 245 t schweren Lokomotiven mit 8 Triebachsen und 6 Laufachsen wurde im Jahre 1931 die Hochspannungssteuerung in die Praxis der Einphasentraction eingeführt. Gleichzeitig wurden für Frankreich und Uebersee grosse Gleichstromlokomotiven entwickelt. Mit dem zweiten Elektrifikationsprogramm der SBB wurde der Bahn nahegelegt, zur Auflockerung des Fahrplanes alleinfahrende Leicht-Triebfahrzeuge zu verwenden. 1935/37 wurden die «Roten Pfeile» in Betrieb gesetzt, dann die beiden Dreiwagenzüge, bei denen die neue stufenlose Geschwindigkeitsregulierung verwendet wurde. 1936 wurde der zukunftsreiche Scheibenantrieb entwickelt, der völlig frei ist von allen der Abnützung unterliegenden Einzelteilen. Spitzenleistungen des Leichtbaues sind die Einphasen-triebswagen der Rhätischen Bahn mit 450 kW eingebauter Motorleistung und nur 38 t Taragewicht bei 51 Sitzplätzen (1939), dann die Gleichstrom-Zahnradtriebwagen (1500 V)

der Rigibahn und weiterer Bergbahnen und, als neueste, die Brünig-Lokomotiven.

Für *Trolleybusse* wurden neuartige Konstruktionen der gesamten elektrischen Installation entwickelt, die sich im Betrieb völlig bewährt haben. Erfolgreiche Entwicklungsarbeit wurde auch auf dem Gebiet der dieselektrischen Traktion geleistet.

Die stärkste Förderung der Arbeiten auf dem Gebiet der Gleichstromtraction ging von dem 1913 gefassten Entschluss aus, *Quecksilberdampfgleichrichter* in Metallgefäss zu bauen. In ihnen war der ideale Bahnnumformer zu erblicken. Sie gestatten, den Bahnbetrieb in das normale Energieversorgungssystem von 50 Per./s einzugliedern. Bedenkt man, dass damals gerade die beiden grossen amerikanischen Konzerne den Bau dieses Apparates als aussichtslos zurückgestellt hatten, so wird man die geschäftliche Bedeutung des Entschlusses der schweizerischen Firma voll würdigen. An der Landesausstellung 1914 wurde der erste *Mutator*, wie die Gleichrichter später, als sie allgemeine Umformer geworden waren, genannt wurden, von 150 kW bei 500 V vorgeführt. Die weitere Entwicklung war glänzend. Schon 1923 war der Mutator ein technisch recht vollkommener Apparat geworden. Das Jahr 1925 brachte den Beginn der Entwicklung der bedeutungsvollen Gittersteuerung, die bereits 1926 zu der überaus wichtigen Erfindung des Rückzündungs- und Kurzschlußschutzes führte. 1927 wurde der Mutator für Zwecke der Elektrolyse eingeführt. Mutatoren für 30 000 V, bestimmt für Radiozwecke, wurden erstmals 1929 gebaut. Ein Jahr darauf gelang die sensationelle Umkehrung der bisherigen Funktion als Drehstrom-Gleichstrom-Umformer. Der langgesuchte statische Gleichstrom-Drehstrom-Umformer war gefunden. Schon 1934/35 kam der reversierbare Mutator bei Gleichstrombahnen zur Ermöglichung der Rekuperation in Italien und Südafrika erfolgreich zur Anwendung und drei Jahre später gelang im Kraftwerk Lüttschental die unmittelbare Kupplung des 40periodigen Drehstromnetzes der Jungfraubahn mit dem 50periodigen Drehstromnetz der BKW mit Hilfe eines einzigen Mutators. Ende 1932 wurde die Spannung von 60 000 V erreicht. Damit war die Energieübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom möglich geworden. An der Landesausstellung 1939 wurde denn auch erstmals aus Wettingen Energie nach Zürich übertragen. In Wettingen wurde die Energie von Drehstrom in Gleichstrom von 50 kV umgeformt, über eine 25 km lange Leitung nach Zürich übertragen, wo sie der Gleichstrom-Drehstrommutator in Drehstrom wandelte und an das Stadtnetz von Zürich abgab. Man mag darin eine gewisse Analogie zur Lauffener Uebertragung vor 50 Jahren sehen. Von den bis heute gelieferten Mutatoren waren 1,86 Millionen kW für Bahnanlagen, 1,28 Millionen kW für chemische Anlagen, 435 000 kW für Licht- und Kraft-Betriebe und 45 000 kW für Sendeanlagen bestimmt. Die grösste für Elektrolyse gelieferte Mutatorenanlage ist jene für Arvida (Canada), die aus total 30 Zylindern, die 157 500 A liefern, besteht.

Die intensive Beschäftigung mit thermodynamischen Problemen, die der Dampfturbinenbau mit sich brachte, führte zur Betätigung auf anderen Gebieten kalorischer Maschinen. Ab 1906 wurden *Turbogebälde* für die Montanindustrie und als Schiffshilfsmaschinen gebaut, wobei Spezialitäten entstanden, die der Firma eine Sonderstellung schufen. 1926 wurde der Turbokompressor mit grossem Erfolg in die *Kältetechnik* eingeführt. Die Entwicklung schloss 1932 mit dem «Frigibloc» ab, in dem Turbokompressor mit Antriebsmotor, Kondensator, Verdampfer und Reguliereinrichtung in einem Gehäuse zusammengebaut sind.

Aus Erkenntnissen auf strömungstechnischem Gebiet ging der vielstufige *Axialverdichter* hervor. Er war es, der den Bau der Gleichdruckgasturbine und des Veloxkessels ermöglichte. Schon 1906 lieferte Brown Boveri einen Schleuderverdichter (den ersten Zentrifugalkompressor der Welt) für eine *Gasturbine* von Armangaud-Lemal nach Paris. Die Gasturbine vermochte aber beim damaligen Stand der Technik bestenfalls den Verdichter selbst anzutreiben; es blieb keine Nutzleistung übrig. Eine Zwischenperiode (1909—1912 und 1928—1940) sah die Mitwirkung von Brown Boveri an der Holzwarth-Gasturbine, die nach dem Verpuffungsverfahren arbeitet; dabei ist nur $\frac{1}{4}$ des Brennkammerdruckes durch den Verdichter zu leisten, während der Restdruck durch Explosion entsteht. Zunächst wurde die Gasturbine für die

Aufladefahren von Diesel- und Benzinmotoren angewendet, weil dort die Abgase unmittelbar zum Antrieb der Turbinen verwendet werden konnten, ein Kompressor also nicht nötig war. Ein weiteres Anwendungsgebiet war der *Velox-Dampfkessel*, eine der elegantesten Schöpfungen der Firma (1927). Bei diesem steht die Feuerung unter hohem Druck; der von einer Gasturbine angetriebene Axialverdichter erzeugt durch die hohen Heizgasdrücke sehr hohe Heizgasgeschwindigkeiten, wodurch sehr grosse Wärmeübergänge, grosse Wärmeumsätze und damit sehr kleine Abmessungen erreicht werden. Der erste derartige Kessel kam 1931 in Betrieb. Seither wurden 75 Stück geliefert, mit Einheiten bis 100 t Dampf pro Stunde. Der Kessel hat bei hohem Wirkungsgrad sehr kleines Gewicht, geringen Raumbedarf, vollautomatische Regulierung und ist innerhalb weniger Minuten betriebsbereit.

Bei *Aufladegruppen* hatte sich gezeigt, dass die aus den Aufladegeräten austretenden und in der Gasturbine zu verarbeitenden Abgase mehr Energie entwickelten, als der Auflade-Verdichter braucht, so dass eine Ueberschussleistung verbleibt, die zum Antrieb von Generatoren verwendet werden kann. Auf Grund dieser Beobachtungen wurde die heutige Gasturbine geschaffen. Die Temperatur der Treibgase hält man so hoch, als es das Schaufelmaterial zulässt, d. h. heute auf etwa 550...650° C. Der erreichte Wirkungsgrad beträgt 16...18%. In Neuenburg steht, wie eingangs erwähnt, die erste Ausführung. Die ebenfalls erwähnte Gasturbinen-Elektro-Lokomotive entwickelt 1700 kW; dazu braucht der Kompressor 5800 kW, so dass die eigentliche Turbine 7500 kW erzeugt. Neben ihrer maschinellen Einfachheit hat die Gasturbinenlokomotive den grossen Vorteil, dass sie kein Wasser benötigt.

Schliesslich sei noch auf die Leistungen auf den Gebieten der motorischen Antriebe, der Elektroöfen, der Löschspulen, der Transformatoren, der elastischen Netzkupplung durch rotierende Umformer hingewiesen, und manches andere Interessante müssen wir hier übergehen.

Das jüngste Tätigkeitsgebiet von Brown Boveri ist die *Hochfrequenztechnik*, die 1936 aufgenommen wurde, zu einer Zeit, da dieses Spezialgebiet schon ausserordentlich stark entwickelt war. Auch hier wurden eigene Wege gegangen. Schon nach 2 Jahren wurden grosse, zerlegbare Senderöhren für Rundspruchzwecke und Magnetronröhren für Ultrakurzwellen gebaut. Damit können bereits Gross-Sendeanlagen und Apparate für Kurzwellenübertragung hergestellt werden. An ausgeführten Anlagen seien die Polizeifunkanlage Zürich mit Frequenzmodulation und der 25-kW-Kurzwellensender für das Cyklotron der ETH erwähnt.

Die Jubiläumsbesichtigungen.

Dass die vergangenen und die heutigen Leistungen der Jubilarin nur Etappe zu weiterer Arbeit sind, zeigten eindringlich die glänzend organisierten und durchgeführten Jubiläumsvorführungen, an denen aus dem Vollen geschöpft werden konnte und wurde.

Es war interessant, dabei festzustellen, wie weitgehend die Initiative den jungen Ingenieuren zugeschoben wird und man spürte, wie sehr diese mit ihrer Tätigkeit verwachsen sind und wie schön der von der Geschäftsleitung angestrebte Equipengeist entwickelt ist. In flotter Weise führten sie die Demonstrationen vor und erklärten die grundsätzlichen Gesichtspunkte. Das Gewicht lag dabei eher auf dem erreichten oder angestrebten Ziel, als auf den Mitteln, wie dieses erreicht wurde, oder erreicht werden soll.

Besonders imposant war die thermische Abteilung. Der bereits allgemein bekannte Veloxkessel stand neben einem gemauerten Dampfkessel gewohnter Bauart, der neben seinem starken jungen Bruder wie ein kolossales Museumstück wirkte. In die Zukunft weist aber der *kohlenstaubgefeuerte Veloxkessel*, der bereits auf dem Versuchsstand

steht. Da Oel oder Gase teuer und nicht überall erhältlich sind, soll nun diese Dampferzeugungsmaschine für Kohlenstaub-Feuerung brauchbar gemacht werden. Die Schwierigkeit besteht hierbei weniger in der kurzen Zeit, die für die Verbrennung des Staubes zur Verfügung steht, als in der Verhütung von Verstopfungen und Zerstörungen durch die zurückbleibende Asche und Schlacke. Der Versuchskessel hat eine Leistung von etwa 10 t/h Dampferzeugung. Der Kohlenstaub wird durch Zerstäubung der Kohle in einem kräftigen Luftstrahl, in der sogenannten Prallmühle, hergestellt.

Ein weiterer Erfolg, der sich abzuzeichnen beginnt, ist die *Kohlenstaubturbine*. Gasturbinen sind auf rückstandsfreie Brennstoffe, z. B. Gas oder Oel, angewiesen. Ihre Bedeutung würde wesentlich zunehmen, wenn es gelänge, sie mit gewöhnlicher Kohle zu betreiben. Die Verwendung der Kohle ist aber hauptsächlich wegen der Schlacke, die sich bei der Verbrennung bildet und die Beschauelung der Turbinen verstopft oder beschädigt, behindert. Die Versuchsanlage, die zu sehen war, leistet etwa 1500 kW. Der Kohlenstaub wird von einer daneben aufgestellten Schlägermühle geliefert.

Effektvoll war das hellrot glühende Modell eines *Auflade-Gasturbinen-Gebläses* für Benzinmotoren, deren die Gasturbine treibende Abgase eine Temperatur von 1000° oder mehr haben können. Die Schaufeln der Gasturbinen müssen deshalb gekühlt werden. Sie sind aber immer noch rotglühend, aber sie bleiben fest genug, um den hohen Fliehkräften des sich bis 30 000 Mal in der Minute drehenden Turbinenrades widerstehen zu können.

Erwähnt sei auch der *Präzisionsdruckregler*, dessen Demonstration starken Eindruck machte. Er hob ein Gewicht von 180 kg, wenn man mit dem Mund in das Steuerröhrchen blies. Der Regler spricht schon bei Druckunterschieden von 1 mm Wassersäule an.

Von den imposanten Demonstrationen im *Kurzschlusshaus* war besonders überzeugend die Demonstration der Kurzschlussfortschaltung, die, wie Herr Dr. Schiesser in seiner Begrüssungsrede erklärte, eigentümlicherweise im Ausland viel schneller eingeführt wird, als in der Schweiz, obschon sie sich auch für unsere schweizerischen Verhältnisse hervorragend eignet. Neu dürfte für die meisten der Druckluft-schnellschalter mit Vielfachunterbrechung gewesen sein. Bei

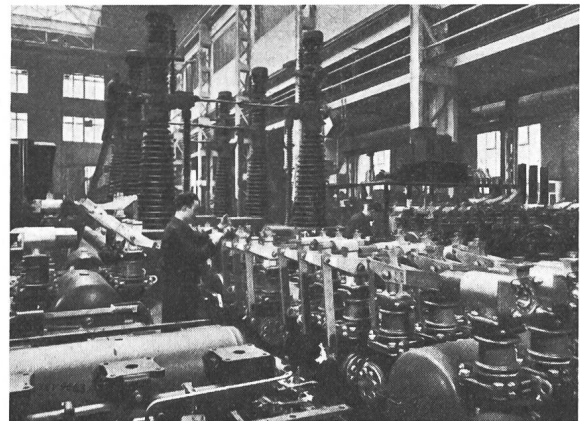


Fig. 1.
Druckluftschnellschalter.

diesem Schalter wird die Potentialverteilung so gesteuert, dass für jede Unterbrechungsstelle die beste Ausnützung erreicht wird. Durch die zwangsweise Steuerung der Potentialverteilung auf die einzelnen Unterbrechungsstellen kann dieser Schalter auch in Prüfanlagen, deren Leistung nur einen Bruchteil der garantierten Abschaltleistung beträgt, geprüft werden. Diese Konstruktion beherrscht die Anforderungen der heutigen und kommenden Grosskraftübertragung mit Spannungen bis 500 kV und bisher unerreichten Abschaltleistungen.

Unseres Wissens zum erstenmal wurde bei einem grösseren Fabrikbesuch die *Zahnradfabrik* gezeigt. Die Erfahrung

zwang, diese in einer Halle unterzubringen, die ausschliesslich künstlich beleuchtet wird und deren Temperatur auf $\pm 1/2^\circ$ konstant gehalten wird. Die grosse Fräsmaschine, die in diesem Raum steht, fräst Getriebräder bis 5 m Durchmesser und bis 2,3 m Breite, wobei die grössten Abweichungen von Zahn zu Zahn höchstens 0,005 mm betragen. Man sah auch da, dass die Unternehmung keine Kosten scheut, wenn dadurch Spitzenprodukte ermöglicht werden.

In der Transformatorenhalle wurde die *Fernsteuerung* anschaulich vorgeführt; man sah die *Druckluft-Spannungswandler*, die *Hochspannungssteuerung von Bahntransformatoren* und dann die *Spannungsregulierung durch stufenlose Netzregler*, wobei als Neuheit ein *Tauchtransformator* für Durchgangsleistungen bis 50 kVA gezeigt wurde. Neu war auch die *automatisch regulierte Löschspule* mit stufenlos regulierbarer Induktivität, die sich durch eine sinnreiche Relaisapparatur automatisch den jeweils vorhandenen Netzkapazitäten gegen Erde anpasst. Dadurch wird der Schutzwert der Löschspule bei jeder Netzkonfiguration ständig auf dem richtigen Wert gehalten. Hübsch war auch die Demonstration der *Ueberspannungen am nicht direkt geerdeten Nullpunkt von Transformatoren* und deren Beseitigung. Als Prunkstück wurde in diesem Raum eine *Generatormodellspule für 50 000 V* Betriebsspannung gezeigt. Vor 10 Jahren lieferte Brown Boveri einen Generator für 36 kV Betriebsspannung. Auf Grund der Nachfrage wurden die Studien auf eine weitere Erhöhung der Maschinenspannung ausgedehnt. Die Spule wurde mit einer Prüfspannung von etwas über 100 kV gegen das Eisen geprüft; rundum sprühte und zischte es, aber der Maschinenwicklung war überhaupt nichts anzusehen. In der Halle stand eine grosse Zahl imposanter Transformatoren, worunter bereits viele mit Aluminiumwicklungen, und ein kurzer Vortrag mit Demonstrationen wies auf die Notwendigkeit hin, in vermehrtem Masse *Aluminium im Elektromaschinenbau* zu verwenden, wobei betont wurde, dass die hiezu nötige Technik vollkommen entwickelt ist und Maschinen mit Aluminiumwicklungen ebenso gut sind wie solche mit Kupferwicklungen.

Auf dem Gebiet der *Automatik und Reglertechnik* wurde sehr vieles gezeigt, das nachhaltig auf die Besucher wirkte. Erwähnt sei der bereits bekannte elektrische *Primärregler*, die *Schnellparallelschalteneinrichtung*, die elektrischen *Schnellregler*, die *Schutzrelais* von elektrischen Leitungen und Maschinen, das *Messen und Regulieren grosser Gleichströme* mit dem neuen Gleichstromwandler, der Stromstärken bis zu 50 000 A und mehr mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5\%$ misst und, als Regler geschaltet, beispielsweise den Strom einer von der Firma zu neuer Blüte erweckten *Unipolarmaschine* auf dem konstanten Wert von 10 000 A hält. Als besondere Neuheit sei die *Synchronmaschine mit serieerregtem Erreger* genannt, bei der, wenn sie auf lange leeraufende Leitungen geschaltet ist, keine Selbsterregung auftritt. Bisher behalf man sich damit, dass man den Luftspalt der Generatoren gross machte, was zu teuren Maschinen führte. Die neue Lösung beruht darauf, dass eine serieerregte Erregermaschine verwendet wird, die so angepasst ist, dass sie bei jedem positiven oder negativen Polradstrom gerade im Gleichgewicht ist. Bei jeder Stromänderung im Stator stellt sich durch Induktion die entgegengesetzte Stromänderung im Rotor ein und da die Serieerregermaschine überall im Gleichgewicht ist, bleibt der neue Stromwert erhalten.

Bei einem neuen *Gleichstromschnellschalter* für 4000 A Dauerstrom bei 600 bis 1000 V, bestimmt für Anlagen mit parallel arbeitenden Mutatoren zur Verhinderung von Rückströmen, erfolgt der Antrieb durch die elektromagnetische Energie, die bei einer Stromänderung (Kurzschlussrückstrom) auftritt. Es konnte eine Schaltereigenzeit von nur 1...2 Tausendstel Sekunden erreicht werden.

Hübsch vorgeführt war auch die Gruppe *Elektromotoren und Antriebe*, die *Industrie-Schalt- und Schutz-Apparate* für Nieder- und Hochspannung, die in grossen Serien erzeugt werden.

Die Demonstration des *Traktionsmaterials* umfasste die wiederholt erwähnte Gasturbinen-Elektro-Lokomotive, einen Brünig-Gepäcktriebwagen von 1000 kW Stundenleistung, der in der Ebene bei einem Anhängengewicht von 240 t 75 km/h und auf der Zahnradstrecke mit einem Anhängengewicht von 60 t 33 km/h maximale Geschwindigkeit erreicht; dann

einen Doppelschnelltriebwagen der SBB von 820 kW Stundenleistung für eine maximale Geschwindigkeit von 150 km/h mit Drehkernttransformator für stufenlose Geschwindigkeitsregulierung, ferner einen *Akkumulatoren-Lastwagen*, einen *Elektrokarren* und eine vollständige *Trolleybusausrüstung* mit Schützensteuerung, die stossfreies Anfahren und Bremsen durch Verwendung von 10 Widerstandsstufen, einer Stufe bei Vollfeld plus 10 Feldschwächestufen ergibt. Viel beachtet



Fig. 2.
Mutatorenbau.

wurde auch das *Leichtdrehgestell* für Strassenbahnwagen in rahmenloser Konstruktion mit gummigefederten Rädern, vollständig abgedecktem Motorgewicht, Gummieinlagen an allen Gelenkstellen und weiche Kastenabfederung mit Wiege; Kardan-Scheibenantriebe, die keine Reibfläche aufweisen und nicht zu schmieren sind, übertragen die Leistung der Motoren auf die Radachsen.

Zukunftsluft wehte besonders auch in der *Mutatoren-Abteilung*. Man ist dort daran, den Traum der Uebertragung grosser Leistungen auf weite Distanzen mittels Gleichstrom zu realisieren. Wir werden wohl an der noch dieses Jahr stattfindenden Diskussionsversammlung des SEV über das Grosskraftübertragungsproblem näheres hören. Pumpenlose, luftgekühlte Mutatoren werden bereits bis 1500 A bei 600 V

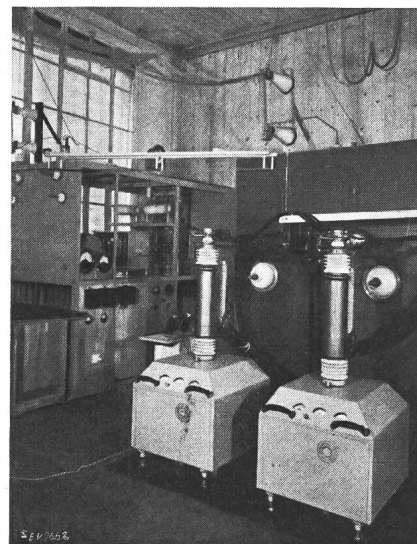


Fig. 3.
Prüfsender für demontierbare 150-kW-Senderöhren.

ausgeführt und die Entwicklung von Hochstrom-Mutatoren für Ströme von 8000 A bei 600 V mit forcierter Luftkühlung steht vor dem Abschluss. Kühlwasser und Pumpe entbehren die Betriebsleiter gerne.

Hohen Genuss bereitete der Besuch im *Hochfrequenzlaboratorium*, wo bereits zahlreiche Produkte der Firma zu

sehen waren, z. B. die demontierbare Hochleistungssenderöhre, deren Kathode sich in einfacher Weise auswechseln lässt, dann die Röhren für Zentimeter- und Dezimeterwellen und der Klein-Sender und -Empfänger für militärische Zwecke. Interessant war die Vorführung der automatischen Sprachverschleierung und Entschleierung, die in völlig neuer Weise gelöst wurde. Von besonderer Bedeutung dürften die Arbeiten auf dem Gebiete der Frequenzmodulation werden — die Störfreiheit dieses Systems gegenüber der Amplitudenmodulation wurde überzeugend gezeigt. Ueber die Polizeifunkanlage der Stadt Zürich, die nach diesem System arbeitet, wird hier nächstens berichtet. Eine hübsche Demonstration war auch der Hochfrequenzlichtbogen, der von einem Kupferstab eines Kurzwellensenders herausgezogen wurde und still brannte, bis er moduliert wurde und dann eine Melodie in den Raum hinausschmetterte, oder die Glühlampe, die im elektrischen Feld des Raumes hell aufleuchtete.

Den Höhepunkt der Veranstaltung, zu dem sich alle Gruppen zusammenfanden, bildete die Demonstration am 50-kV-Netzmodell, das mit betriebsmässigen Apparaten als regelrechte Freiluftanlage vor der Transformatorhalle aufgestellt war. Es stellte die Kupplung von zwei Kraftwerken dar. Die beiden Leitungsstränge waren an den Enden je durch zwei 3polige Druckluftschalter auf Sammelschienen geschaltet und einzeln zu- und abschaltbar. Das eine Kraftwerk, eine Umformergruppe von 1100 kVA Nennleistung, setzte das Netz über einen Transformator unter Spannung und lieferte die über das Doppelleitungssystem zu übertragende Grundbelastung von ca. 1000 kW, die von einem Wasserwiderstand aufgenommen wurde. Das zweite Kraftwerk, ein Turbogenerator von 3500 kVA, arbeitete über einen zweiten Transformator auf das gleiche Netz. Drosselspulen in der Leitung erzeugten eine Reaktanz, entsprechend etwa 150 km Leitungslänge. Vorgeführt wurde der Kurzschluss-Schutz durch Schnelldistanzrelais ohne und mit Hochfrequenzkupplung der Leistungsschalter an den beiden Leitungsenden. Die Spannung zur Speisung der Relais wurde einer im Leistungstransformator selbst eingebauten Messwicklung, statt einem separaten Spannungswandler entnommen, eine billige Methode, die sich zweifellos in der Praxis einführen wird. Eine weitere Versuchsreihe demonstrierte das automatische Wiedereinschalten nach Kurzschlussabschaltungen, was die sofortige Wiederinbetriebnahme von Netzen bei Lichtbogenkurzschlüssen gestattet und, ganz besonders, die Stabilität des Netzbetriebes auch bei heftigsten Netzkurzschlüssen gewährleistet. Eine dritte Versuchsreihe zeigte die Wirkung einer guten Koordination der Isolation der einzelnen Anlageteile und die wirksame Spannungsabsenkung durch Ueberspannungsableiter bei Beanspruchung durch Stoßspannung.

Br.

Die Jubiläumsfeier.

Den Höhepunkt des Jubiläums von Brown Boveri bildete die grosse Feier am 2. Oktober, die auf Stunde genau 50 Jahre nach dem denkwürdigen Moment angesetzt war, an dem die Kommanditgesellschaft Brown, Boveri & Cie. ins Handelsregister eingetragen wurde. Es war ein erhebendes Erlebnis, die gesamte Belegschaft der Firma von über 7000 Mann vollzählig in der grossen Montagehalle versammelt zu sehen, welche besonders zu diesem Zweck geräumt wurde, während die Arbeit der ganzen Fabrik vollständig ruhte. Auf einer Tribüne hatten etwa 300 Ehrengäste Platz genommen und bildeten den würdigen Rahmen zum Rednerpodium, von wo aus vier Redner sich an die imposante Versammlung wendeten. Der Präsident des Verwaltungsrates, Herr Dr. W. Boveri, schilderte in einer glänzenden Rede den Entwicklungsgang des Unternehmens, verhartete besonders bei den technischen, wirtschaftlichen und menschlichen Fähigkeiten der Gründer C. E. L. Brown, Walter Boveri, Fritz Funk und Sidney Brown und des Geldgebers, des Zürcher Seidenindustriellen Conrad Baumann, um dann seine Ansprache in einem schwingvollen Ausblick auf die Zukunft und einem Bekenntnis zu dem hohen Gedankengut der Gründer ausklingen zu lassen.

Als Vertreter der Arbeiter- und Angestelltenschaft sprach Herr E. Beier, der die Entwicklung der sozialen Einrichtungen und der Arbeitsverhältnisse der Firma schilderte; vieles

wurde auch in dieser Beziehung in den letzten 50 Jahren geleistet, um den immer zahlreicher werdenden Mitarbeitern ein ausreichendes Auskommen zu garantieren und den Arbeitsfrieden zu wahren.

Herr Nationalrat K. Killer, Stadtmann von Baden, schilderte die Einwirkung der Weltfirma auf die Stadt und ihre ganze Struktur und Ausdehnung, und schliesslich ergriff noch Herr Bundesrat Dr. Stampfli das Wort, um der Jubilarin zu ihren Erfolgen zu gratulieren und die Wichtigkeit der Industrie und des sie gründenden und erhaltenden Kapitals, aber auch die erzieherische Funktion des Unternehmens zu betonen.

Bei dem folgenden, glänzend organisierten Mittagessen im Kursaal Baden kamen weitere Redner zum Wort. Herr L. Bodmer, Vizepräsident und Delegierter des Verwaltungsrates, entbot den Willkommgruss der Firma und schilderte Gründungszeit und Entwicklung vom Standpunkt der Zusammenarbeit. Die Präsidenten der Tochtergesellschaften in Italien, Senator E. Conti, Deutschland, Dr. h. c. K. Schnetzler, und R. Piaton, Frankreich, brachten ihrer Mutter die Glückwünsche dar. Herr Minister Dr. Hans Sulzer schilderte die Beziehungen der Jubilarin und ihrer Entwicklung zur schweizerischen Maschinenindustrie, besonders auch die persönlichen und geschäftlichen Verbindungen derselben. Herr Landammann F. Zaugg überbrachte die Grüsse und Wünsche von Regierung und Volk des Kantons Aargau. Der schweizerische Schulratspräsident, Herr Prof. Dr. A. Rohm, sprach für die ETH, die Herrn Dr. Ad. Meyer, den Konstrukteur der Gasturbinenlokomotive und hervorragenden Technologen, zum Doktor der technischen Wissenschaften ehrenhalber ernannte. Herr Dr. Dübi, Generaldirektor der von Roll'schen Eisenwerke, Gerlafingen, überbrachte die Glückwünsche des Arbeitgeberverbandes und würdigte die Bedeutung und die hohen Aufgaben der schweizerischen Maschinenindustrie. Ihm schloss sich für die befreundeten Unternehmungen Herr Dr. K. Gyr und für den aargauischen Arbeitgeberverband Herr C. Brüderlin an; Herr Präsident R. A. Schmidt überbrachte die Glückwünsche des SIA, des SEV und des VSE. Im Namen des SEV überreichte er der Firma die Wappenscheibe des Vereins und für den VSE eine Glückwunschscheibe, die wir im Wortlaut folgen lassen:

An den Verwaltungsrat der Aktiengesellschaft
Brown, Boveri & Cie.,

Baden.

Sehr geehrte Herren!

Wir überbringen Ihnen heute im Namen des
Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke
die besten Glückwünsche
der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft
zum 50jährigen Bestehen Ihrer Firma.

Die beispiellose Entwicklung, auf die die Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. mit ihren Gründern, Leitern und allen Mitarbeitern heute zurückblicken darf, geht parallel mit derjenigen unserer Elektrizitätswerke; denn der Aufschwung unserer schweizerischen Elektrizitätsindustrie, die Ihre Firma in so hervorragendem Masse vertritt, hat dem Ausbau unserer Wasserkräfte in den Elektrizitätswerken und der Verteilung und Anwendung der Energie im ganzen Land einen starken Impuls gegeben, während gleichzeitig die Industrie durch die Aufgaben, die ihr die Nutzbarmachung unserer Energiequellen stellte und die zunehmende Durchdringung des Landes mit elektrischer Energie mächtig gefördert wurde.

Die schweizerischen Elektrizitätswerke verbinden denn mit ihren Glückwünschen nicht nur die Hoffnung, dass Ihre Firma weiterhin blühen und gedeihen möge, sondern sie möchten ihren wärmsten Dank ausdrücken für alles, was Ihre Firma für die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in unserem Lande geleistet hat und noch leisten wird, vor allem dass sie auch in schlechten Zeiten unter grossen Opfern die Initiative zur Entwicklung und zur Forschung nie hat erlahmen lassen.

Möge trotz der schweren Zeiten in Gegenwart und Zukunft die schweizerische Elektrizitätsindustrie zu Nutz und Frommen unseres Landes weiter gedeihen und blühen, ganz besonders auch Ihre geschätzte Firma, die für sie schon bisher so viel Pionierarbeit geleistet hat!

Mit der Versicherung unserer vorzüglichen Hochachtung wiederholen wir, sehr geehrte Herren, im Namen des

Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke
unsere herzlichsten Glückwünsche.

Der Präsident: Der Generalsekretär:
(gez.) R. A. Schmidt. (gez.) A. Kleiner.

Lausanne und Zürich, den 2. Oktober 1941.

Dann sprach noch Herr Oberingenieur *J. Kübler*, der hochverdiente Leiter der Transformatoren-Abteilung, der nun nach 38jähriger Tätigkeit von seinem Amt zurücktritt, und schliesslich brachte Herr alt Direktor *Hönig* seine Glückwünsche dar.

Mit dem erhebenden Gefühl, einer weit über die Grenzen

der lokalen Veranstaltung, ja sogar des Landes hinaus wirkenden Feier beigewohnt zu haben, schied man von der gastlichen Stadt Baden und dem Fabrikgelände der Firma Brown Boveri, in welchem unterdessen über 30 000 Besucher, Angestellte und ihre Angehörigen die werktäglichen Arbeitsstätten in sonntäglicher Ruhe besucht hatten. K.

Hochfrequenztechnik und Radiowesen — Haute fréquence et radiocommunications

Grammo-Probleme.

[Nach S. J. Begun,

Proceedings Inst. Radio Engrs. Bd. 28 (1940), Nr. 9, S. 389.]

681.854

Uebersicht.

Die sprunghafte Entwicklung der Grammo-Industrie in den letzten beiden Jahren lässt es angezeigt erscheinen, dass die Ingenieure dieser Richtung sich mit der Technik auf dem Laufenden halten.

Im wesentlichen gibt es *drei* Arten von Grammoplaten.

Die *Schellack-Pressplatten* sind fabrikmässig hergestellte Fertigprodukte mit eingepägtem Ton. Sie haben zwei Standardgrössen von 25 und 30 cm Durchmesser. Die spirale Tonnille verläuft bei Rechtsdrehung von aussen nach innen. Die Rillendichte beträgt 38/cm, die Umdrehungszahl 78/min. Die Modulation, also die Ausschlagsrichtung der Rille, ist seitlich. Der Frequenzgang weist allerdings von Fabrikat zu Fabrikat kleinere Unterschiede auf. Hieraus und aus der Art des Plattenmaterials ergibt sich die Beschaffenheit der Abspiel-Einrichtung, die im ersten Abschnitt diskutiert wird.

Für Radiostudio-Zwecke werden vielfach *Spezial-Platten* gebraucht, die nur selten die Pressplatten-Normen einhalten. Oefters wird der Vertikalschnitt («Berg und Tal»-Schnitt) angewendet; der Plattendurchmesser beträgt 40 cm und die Tourenzahl $33\frac{1}{3}$ /min. Die Abspielzeit wird dadurch noch erhöht, dass der Vertikalschnitt eine grössere Rillendichte erlaubt: Eine Plattenseite kann daher 15 min lang spielen. Die Beschreibung erfolgt im zweiten Abschnitt, in dem auch Horizontal- und Vertikal-Schnitt einander kritisch gegenübergestellt werden.

Immer mehr findet nun in letzter Zeit bei Radio-Gesellschaften und auch bei Privaten die dritte Art von Grammoplaten Anwendung, die sogenannten *Selbstaufnahme-Platten*, deren Aufnahme- und Wiedergabe-Probleme im letzten, dem Hauptabschnitt, behandelt werden.

Diese Platten bestehen meist aus einem Leichtmetall-Träger mit einer doppelseitigen Schicht aus Zellulose-Nitrat, in welche die Tonnille geschnitten wird. Die Platten brauchen nach dem Schneiden nur mit einer glättenden und wasserabstossenden Paste eingerieben zu werden und sind so, ohne Härtung im Ofen, direkt abspielbar. Begreiflicherweise lässt die Standardisierung bei dieser Aufnahmetechnik noch sehr zu wünschen übrig; einzig die Modulation erfolgt schon jetzt allgemein seitlich, wie bei den handelsüblichen Pressplatten.

Der Frequenzgang von Schellack-Pressplatten und seine Berücksichtigung beim Abspielen.

Die Gleichung: *Industrieplatte + gute (Pick-Up + Verstärker + Lautsprecher) = gute Wiedergabe* geht nur dann auf, wenn eine musikalische Person mit den nötigen technischen Vorkenntnissen die Apparatur bedient. Denn die Frequenzgang-Unterschiede der einzelnen Platten müssen für eine naturgetreue Wiedergabe durch Frequenzgang-Regelung am Verstärker ausgeglichen werden.

Das gewöhnliche, unkorrigierte magnetische Pick-Up gibt eine konstante Spannung ab bei einer Tonnillenmodulation mit «konstanter Amplitudengeschwindigkeit», d. h. das Produkt aus Amplitude mal Frequenz ist konstant, oder für gleiche Spannung am Pick-Up nimmt die Amplitude der Tonnille nach den tiefen Frequenzen hin hyperbolisch zu. Daraus ergibt sich von selbst eine untere Uebergangsfrequenz, bis zu der herab höchstens mit zur Lautstärke proportionaler Amplitudengeschwindigkeit geschnitten werden kann, weil sonst die Rillen ineinander laufen würden. Die tieferen Fre-

quenzen werden mit «konstanter Amplitude» für konstante, ihr proportionale Spannung geschnitten. Die untere Uebergangsfrequenz liegt je nach Fabrikat zwischen 300 und 800 Hz, also verhältnismässig hoch. Eine Basskorrektur kann zum Teil schon im Pick-up erfolgen durch gedämpfte mechanische und elektrische Resonanz; das übrige muss der Verstärker besorgen.

Das Schneiden mit «konstanter Amplitudengeschwindigkeit» begünstigt das Hervortreten von Störgeräuschen im Diskant, da hierbei das Verhältnis von Stör- zu Nutz-Modulation mit steigender Frequenz grösser wird. Das Spektrum des «Plattenrauschens» hat bei «konstanter Amplitude» eine mit steigender Frequenz hyperbolisch fallende Charakteristik. Bei «konstanter Amplitudengeschwindigkeit» ist sie bei tiefen Frequenzen gleich, steigt aber nach 500 Hz ungefähr linear an.

Das untere Frequenzband ist dem «Maschinengeräusch» des Antriebsmotors zuzuschreiben, das über Platte und Tonarm das Pick-Up erreicht. Zu schwach dimensionierte und unausgeglichene Motoren induzieren daher mechanisch Geräusche auf jedes Pick-Up. Magnetische Pick-Ups sind dazu noch empfindlich auf magnetische Streufelder.

Das obere Frequenzband des Plattenrauschens¹⁾ stammt hauptsächlich von der Füllmasse der Schellackplatten. Diese Füllmasse schleift die gebräuchlichen Abspiel-Stahlnadeln rasch in die Rillenform ein, wodurch der Flächendruck und damit der Verschleiss stark reduziert wird. Das Schleifgeräusch veranlasste u. a. auch eine der grössten amerikanischen Grammo-firmen dazu, eine zweite, obere Uebergangsfrequenz einzuführen. Sie liegt zwischen 1 und 3 kHz. Oberhalb bewegt sich die Schneidcharakteristik zwischen «konstanter Amplitudengeschwindigkeit» und «konstanter Amplitude». Das Plattenrauschen ist dann über Mittellage und Diskant annähernd gleich stark²⁾. Der Ausgleich muss wieder durch den Verstärker erfolgen.

Die Uebergangsfrequenzwerte schwanken also von Fabrikat zu Fabrikat. Zum Glück ist das menschliche Ohr für Frequenzgang-Fälschung nicht so sehr empfindlich, solange die Charakteristik etwa mit Abweichungen bis 5 db zügig verläuft, ohne Sprünge und scharfe Spitzen. Einen normalen Grammo-verstärker kann man daher auf eine mittlere Korrektur fest einstellen: Die untere Uebergangsfrequenz liegt dann zweckmässig bei $\frac{1}{2}$, die obere bei 2 kHz. *Für höhere Ansprüche aber, und besonders für die Verbreitung durch Radio genügt diese Kompromisslösung keinesfalls.*

Töne mit einer Frequenz von über 8 kHz sind auf Grammoplaten selten zu finden. Der Nadelspitzen-Durchmesser und der kleinste Rillenradius bestimmen die abspielbare Höchsthäufigkeit.

Die Füllmasse als Hauptgrund des Plattenrauschens kann weggelassen werden, wenn das Pick-Up als Ganzes schnell dem horizontal und vertikal ungleichen Lauf der Platte folgen kann, und wenn das bewegte System eine kleine Massenträgheit besitzt. Erstens muss also der ganze Tonarm leicht sein; und nicht nur der Nadeldruck gering, was man durch

¹⁾ Anm. d. Ref.: Ich habe «background noise» und «random noise» mit Plattenrauschen übersetzt. Ich identifiziere es im Gegensatz zum Autor nicht mit «hiss», das mehr unserem Nadelgeräusch entspricht. Wie schon das amerikanische Wort phonetisch ausdrückt, handelt es sich nicht um ein Hintergrund- oder Zufallsgeräusch, ähnlich dem Mikrofon- und Röhrenrauschen, sondern um ein hervortretendes, eng begrenztes Frequenzspektrum der oberen Tonlage, das nach meinen Untersuchungen auf Anregung von Eigenfrequenzen des Pick-Ups und in der Hauptsache des Cutters zurückzuführen ist. Es können daher Nadelgeräuschfilter Abhilfe schaffen. Der «hiss» ist im vorliegenden Aufsatz nicht berücksichtigt.

²⁾ Platten dieser Art sind dem Referenten bisher unbekannt.