

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 123/124 (1944)  
**Heft:** 17: Schweizer Mustermesse Basel, 22. April bis 2. Mai 1944

**Artikel:** Leistungen industrieller Forschung bei Brown Boveri, Baden  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-53931>

### **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:** 14.01.2026

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

Thurgi-Koblentz und die Rheinlinie Stein-Eglisau, Bülach-Winterthur und Romanshorn-Schaffhausen. Anschliessend folgt dann noch der Rest von rd. 270 km, womit dann — mit Ausnahme der alten Hauensteinlinie und von Oberglatt-Niederweningen — das ganze Netz der SBB elektrifiziert sein wird. Für den vermehrten Strombedarf werden das im Bau begriffene Kraftwerk Rapperswil-Auenstein und eine fünfte Maschinengruppe im Kraftwerk Vernayaz zu sorgen haben.

Erneuerung des Rollmaterials. Hierfür sind rd. 300 Mio Fr. eingesetzt. Es ist zu beachten, dass das Rollmaterial infolge der bisher unzulänglichen verfügbaren Mittel von 10 bis 12 Mio Fr. jährlich, statt der normal erforderlichen rd. 30 Mio, eine erhebliche Ueberalterung aufweist. So beträgt z. Zt. das durchschnittliche Alter der Personenwagen 28 statt 20 Jahre und das der Güterwagen 32 statt 25 Jahre. Von welcher Bedeutung die Frage der Erneuerung des Personenwagenparkes ganz allgemein ist, mögen folgende Zahlen beleuchten: Wenn nach dem im Arbeitsbeschaffungsprogramm der SBB vorgesehenen Tempo während 10 Jahren das Personenwagenmaterial erneuert werden kann, so sind von den über 4000 Personen- und Gepäckwagen im Alter bis zu 60 Jahren nachher immer noch rd. 1700 Wagen im Alter von 40 bis 50 Jahren vorhanden. Es würde der Anschaffung von jährlich 100 Wagen während 30 Jahren bedürfen, um die Ueberalterung ganz zu beseitigen. Nun ist allgemein bekannt, welcher Beliebtheit beim reisenden Publikum sich z. B. die neuen Leichtstahlwagen der SBB erfreuen und wie sehr sie die Reisefreudigkeit beleben. Aber auch die Güterwagen bedürfen dringend der Erneuerung und die Lokomotiven der Vermehrung, dies mit Rücksicht auf die Ausweitung des elektrischen Betriebes.

Ein weiterer Hauptabschnitt der eingangs erwähnten Aufklärungsschrift bezieht sich auf das «Sofortprogramm» im Rahmen des Gesamtprogramms. Wir werden im nächsten Heft hierauf zurückkommen, wie auch auf die wichtigen Fragen der Finanzierung. Aber schon hier sei gesagt, dass das Arbeitsbeschaffungsprogramm der SBB kein künstliches Gebilde ist, eigens dazu geschaffen, um grosse, vielleicht sogar unnütze oder erst in ferner Zukunft sich rechtfertigende Arbeiten auszuführen. Es beschränkt sich auf die dringenden Bedürfnisse der Gegenwart und der nächsten Zukunft. (Schluss folgt)

## Leistungen industrieller Forschung bei Brown Boveri, Baden

(Schluss von S. 186)

Die bereits erwähnte Besichtigung bei BBC bot einen einzigartigen Einblick in die praktische Bedeutung der technisch-wissenschaftlichen Forschung einer führenden schweizerischen Exportindustrie. In seiner Begrüssungsansprache schilderte der Verwaltungsratsdelegierte der Firma, Dr. h. c. M. Schiesser, den Bauabschluss des neuen Hochspannungslaboratoriums als äussere Veranlassung der Einladung, die mit einem für die Exportindustrie vielleicht gefährlichsten Krisenmoment zusammenfalle. Doch gerade in solchen Augenblicken müsse die Industrie ihr Können vor einer breiteren Öffentlichkeit unter Beweis stellen und zeigen, dass sie trotz der vielen kriegsbedingten Schwierigkeiten nichts unterlässt und keine Kosten scheut, um für die zukünftige Arbeitsbeschaffung vorzusorgen.

Damit war auch die Bedeutung der äusserst interessanten und anregenden Demonstrationen aus dem vielseitigen Arbeitsprogramm der Firma gegeben. In mustergültiger Organisation gelang es den Veranstaltern, den zahlreichen Teilnehmern an neun verschiedenen Demonstrationsgruppen einen anschaulichen Begriff von den auf allen Gebieten sich stellenden Problemen zu geben, die sich nur durch unendlich viel Kleinarbeit und unermüdliche Energie bewältigen lassen. Das wissenschaftliche und rechnerische Können der schöpferisch tätigen Ingenieure muss sich sinnvoll mit konstruktiver und fabrikatorischer Beherrschung vereinigen, um das marktfähige Fertigprodukt zu erreichen. Darüber hinaus stellt auch der Absatz der Erzeug-

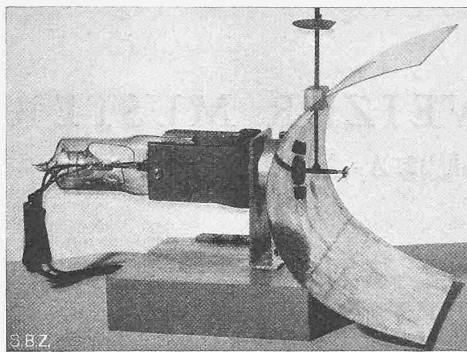


Abb. 2. Hochfrequenztechnik: Kleiner Versuchssender mit Richtspiegel und Spezialröhre zur Erzeugung kürzester Wellen von rd. 12 cm

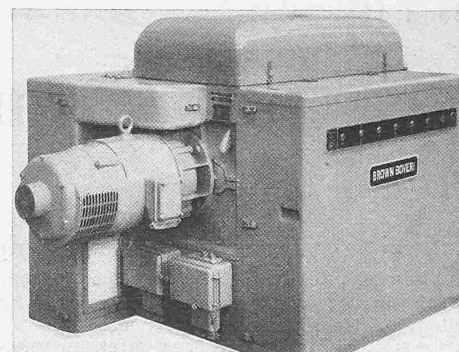


Abb. 3. Kontaktumformer für Aluminiumwerk 3400 kW, 150 bis 400 V, 8500 A. Mechan. Gleichrichter ohne Wicklungen oder Lichtbogen, hoher Wirk.grad

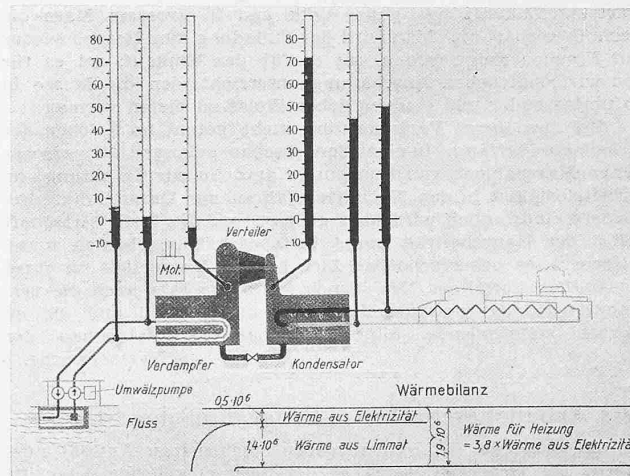


Abb. 1. Schema einer BBC-Wärmepumpenanlage. Links Verdampfer durch Flusswasser geheizt, rechts das vom Kondensator gespeiste Heiznetz. Die Thermometer zeigen die Temperatur an den betreffenden Stellen des Prozesses an

nisse — insbesondere in den durch den Krieg verloren gegangenen Gebieten — eine wichtige Aufgabe dar, die durch die seit mehreren Jahren erfolgte, sorgfältige Ausbildung eines grossen Stabes junger Ingenieure weitgehend vorbereitet wurde.

Aus den Vorführungen seien nachstehend einige wesentliche Eindrücke festgehalten. Wo es dem Berichterstatter zweckmässig erschien, ist das Gezeigte durch einige Hinweise ergänzt worden, die namentlich dem Nicht-Spezialisten einen Ueberblick über die Problemstellung und die Bedeutung der erzielten Ergebnisse erleichtern sollen.

### Thermodynamik

Als interessantes mathematisches Hilfsmittel wurde den Besuchern ein aus verschiedenen Servomotoren bestehendes Rechen- und Integriergerät vorgeführt, mit dem Differentialgleichungen höherer Ordnung einschliesslich solcher mit variablen Koeffizienten gelöst werden können. Auf das Arbeitsgebiet der Thermodynamik angewendet, eignet es sich besonders zur Lösung von Aufgaben aus der Stabilitätsrechnung von Dampfturbinenregulierungen. Es stellt in gewissem Sinne ein mechanisches Abbild der verschiedenen Faktoren dar, die im Regulierungsvorgang zu berücksichtigen sind und gestattet — wie Versuche zeigten — rasch zu beurteilen, ob eine Regulierung stabil ist oder nicht.

Die ständige Verbesserung des Wirkungsgrades von Strömungsmaschinen (Dampf- und Gasturbinen usw.) verlangt die eingehende Untersuchung der Feinstruktur der Strömung in den Schaufelkanälen. Ein Hitzdraht-Anemometer in Verbindung mit einem Kathodenstrahl-Oszillographen gestattet, die Turbulenz der Strömung zu untersuchen. Unter gewissen Versuchsbedingungen zeigte die untersuchte Luftströmung deutlich ausgeprägte periodische Schwingungserscheinungen. Damit war ein für die Forschung grundlegend wichtiger Modellversuch vorgeführt, dessen Ergebnisse sich für die verschiedensten Gase oder Flüssigkeiten auswerten lassen<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Vgl. C. Keller: Aerodynamik und Maschinenbau. SBZ Bd. 121, S. 171\* (3. April 1943).

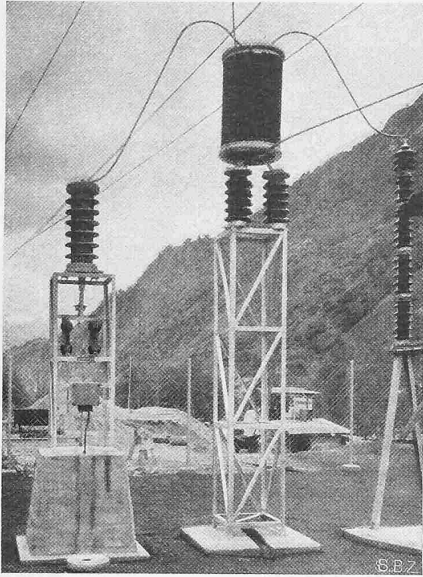


Abb. 4. 75 kV-Kopplungs-Kondensator und HF-700 A-Doppelwellensperre im Kraftwerk Mörel. Rechts Resoritableiter als Ueberspannungsschutz der Hochfrequenz-Telephonanlage

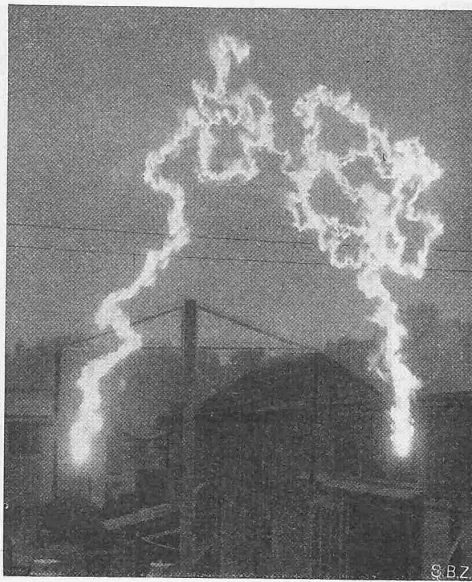


Abb. 6. Lichtbogen in der BBC-Kurzschluss-Prüfanlage bei 400 000 V und 300 000 kVA Kurzschlussleistung

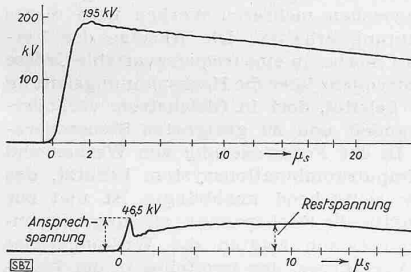


Abb. 5. Kathodenstrahl-Oszillogramme einer Ueberspannungswelle, oben ohne, unten mit Ueberspannungs-Ableiter

ferte erste Gasturbinenlokomotive der Welt<sup>2)</sup>). Die Gasturbine, die die Verbrennungsgase direkt — also ohne den Umweg über die Dampferzeugung — ausnützt, bietet für wasserarme Länder und Gegenden grosse Vorteile. Die grundlegende Idee, an deren Entwicklung auch BBC schon vor Jahrzehnten aktiven Anteil genommen haben, konnte erst mit der Bereitstellung hochwertiger Werkstoffe verwirklicht werden, da das für eine wirtschaftliche Betriebsweise erforderliche hohe Temperaturgefälle eine entsprechend hohe Eingangstemperatur und besondere Kühlvorrichtungen an den Schaufeln erforderte.

Das sehr aktuelle Gebiet der *Wärmepumpe*, auf dem die Schweiz in den letzten Jahren eine beachtenswerte Pioniertätigkeit entwickelt hat, war durch einen im Betrieb befindlichen «Thermobloc» vertreten. Die Wärmepumpe als Heizmaschine gestattet bekanntlich, mittels eines elektrisch angetriebenen Kompressors, eines geeigneten Wärmeübertragungsmittels mit Verdampfer und Kondensator, sowie eines benachbarten Wärmeträgers (z. B. Abluft oder andere Betriebs-Abwärme, Fluss- od. Seewasser), aus elektrischer Energie eine Wärmeausbeute zu erzielen, die ein Vielfaches der auf direktem Wege umgesetzten Wärme beträgt. Im vorliegenden Fall hat man als Wärmeträger das Limmatwasser benützt und pro aufgenommene kWh statt 860 Wärmeeinheiten (physikalisches Wärmeäquivalent) eine Ausbeute von etwa 3000 Wärmeeinheiten erzielt. Die Vorführung gestaltete sich dadurch besonders lehrreich, dass auf einem Schaubild (Abb. 1) die Temperatur des Flusswassers beim Ein- und Austritt aus dem Verdampfer, der Verdampferflüssigkeit sowie des Heizwassers überwacht wurde, was einen sehr anschaulichen Einblick in die Arbeitsweise einer Wärmepumpe überhaupt vermittelte.

Die praktische Bedeutung der *Aufladung* von Benzin- oder Dieselmotoren bei Betrieb mit Ersatztreibstoffen (Holzgas) wurde an einem Lastwagenmotor demonstriert<sup>3)</sup>. Der Ausfall an

Auf die *Gasturbine*, diese besondere Spitzenleistung auf dem Gebiet der Thermodynamik, sei besonders hingewiesen. Bekanntlich haben BBC bereits an der Landesausstellung 1939 eine Gasturbine in Verbindung mit einem Generator von rd. 4000 kVA in Betrieb gezeigt. Diese Leistung wurde ergänzt durch die vor kurzer Zeit abgelie-

### Hochfrequenz

Ueber dieses interessante Spezialgebiet, das vor einigen Jahren in das Arbeitsprogramm der Firma übernommen wurde und nun in voller technischer Entwicklung steht, orientierten eine Reihe von eindrucksvollen Versuchen. Die *Mehrfachausnutzung* von Uebertragungskanälen zur Nachrichtenübermittlung, Fernsteuerung usw. verlangt eine möglichst scharfe Abgrenzung der Uebertragungsfrequenzen durch elektr. Filter<sup>4)</sup>. Diese werden in neuester Zeit, statt mit elektrischen Schaltelementen (Kapazitäten und Induktivitäten in geeigneten Kombinationen), mit Quarzkristallen ausgeführt. Anstelle des schwer erhältlichen Quarzes können nun künstliche Kristalle verwendet werden, die durch das Physikalische Institut der E. T. H. entwickelt wurden. Am Versuchsaufbau einer Mehrkanalübertragung wurden die vorzüglichen Eigenschaften solcher Hochfrequenzfilter vorgeführt, deren Dämpfungskurve im Oszillogramm praktisch rechteckigen Verlauf aufwies und damit die ausserordentlich kleinen elektrischen Verluste unter Beweis stellte.

Ausser der Amplitudenmodulation kommt neuerdings in der Hochfrequenzübertragung auch die *Frequenzmodulation* auf, mit der in USA seit einiger Zeit Versuche laufen. BBC haben als erste Firma auf dem Kontinent derartige Versuche unternommen und durch eine eigens dafür entwickelte Glühbirnen-Reaktanzsteuerung interessante Ergebnisse erzielt. Ueber raschende Ergebnisse zeigte sodann die vorgeführte Uebertragung von Musik mittels *Zeitmodulation*, wobei Impulse veränderlicher Länge übertragen werden, die man als «telegraphierte Musik» bezeichnen könnte. Die praktischen Versuche zeigten die vorzügliche Uebertragungsqualität auch dieses Verfahrens.

Ein sehr vielseitiges Spezialgebiet stellt ferner die Entwicklung von *Senderöhren*, Spezialröhren, sowie neuartigen, modulierbaren, gasgefüllten Röhren dar, die sich für verschiedene Anwendungen eignen, die der mit hohem Wirkungsgrad arbeitenden Gasentladungsröhre bisher verschlossen waren. Die Verfeinerung der Uebertragung vom Rundfunk zum Richtfunk wurde an Hand einer mit *Dezimeterwellen* arbeitenden Uebertragung demonstriert, die auf drahtlosem Wege die Wahl normaler Telefonabonnenten mit der üblichen Wählerscheibe gestattete. Schliesslich wurde als Spitzenleistung der Hochfrequenztechnik eine Mikrowellen-Uebertragungsanlage vorgeführt, die mit etwa 12 cm langen Wellen arbeitet. Dabei wurden die von der Firma nach ganz neuen Gesichtspunkten entwickelten Turbator-Röhren verwendet (Abb. 2). Die quasi-optischen Eigenschaften dieser kleinsten Radiowellen demonstrierten Versuche mit Reflexion an einem Spiegel, sowie die durch die aus dem Versuchsraum hinausströmenden Besucher in zufälligen Intervallen unterbrochene «Musikschranke». Im Gegensatz zur Starkstromtechnik

Leistung pro Volumeneinheit des Holzgases im Vergleich zum normalen Treibstoff-Luftgemisch wird durch eine grössere Verdichtung wettgemacht: das durch eine Abgasturbine getriebene Aufladegerät liefert vorverdichtete Luft für den Gaserzeuger und ermöglicht, aus dem Holzgasmotor die normale, mit flüssigen Treibstoffen erzielte Leistung herauszuholen. Auch hier war die moderne Messtechnik wieder mit Erfolg eingesetzt: ein Kathodenstrahl-Oszillograph gestattete, die charakteristische Druckkurve eines Motorzylinders bei gewöhnlichem oder bei Aufladebetrieb zu verfolgen; auch Drehzahl und Drehmoment konnten aus den Instrumenten abgelesen werden.

Die Aufladung, die bei ortsfesten Dieselmotoren bestimmter Typen und bei Flugzeugmotoren, besonders in grossen Höhen seit Jahren angewendet wird, findet also mit Erfolg auch bei mit Ersatztreibstoffen betriebenen Strassenfahrzeugen Verwendung.

<sup>2)</sup> Beschrieben durch Ad. Meyer in SZ Bd. 119, S. 239/241\* (1942).

<sup>3)</sup> Vgl. SZ Bd. 118, S. 158\* (1941) M. Troesch: Abgas-Turbolader BBC für Fahrzeugmotoren.

<sup>4)</sup> Vgl. SZ Bd. 104, S. 152\* u. 163\* (1934) F. Tank: Ueber Hochfrequenz-Messtechnik.



kann man angesichts der kleinen Dimensionen dieser Geräte wohl von einer «Uhrmachertechnik» sprechen, spielen doch hier kleinste Bruchteile von Millimetern eine Rolle. Die jüngsten Entwicklungen der Hochfrequenztechnik bestätigten, dass sich dieses Gebiet der Technik durch eine intensive geistige Durcharbeitung mit einem Minimum an materiellem Aufwand auszeichnet<sup>5)</sup>. So stellt z. B. die zur Erzeugung kürzester Wellen verwendete Turbator-Röhre im Aufbau — äusserlich beurteilt! — etwas sehr Einfaches dar, bedeutet jedoch eine rechnerisch ausserordentlich hohe Leistung.

#### Elektromaschinenbau

Eine Neuausführung der *Unipolarmaschine*<sup>6)</sup> mit Quecksilber-Stromabnahme statt mit Kohlebürsten stellt die Verwendung dieser Maschinen auf eine neue, wirtschaftliche Grundlage. Solche Maschinen werden für Elektrolyse und galvanische Prozesse benötigt, wobei niedrige Gleichstromspannungen (10 bis 20 V) und daher sehr hohe Stromstärken (30 000–100 000 A) zur Anwendung kommen. Auch hier kam die wissenschaftliche Forschung zu Hilfe, da die Eigenschaft des Quecksilbers als «nicht netzende» Flüssigkeit der Stromabnahme zunächst Schwierigkeiten bereitete.

Die *Nutzbremsung* elektrischer Bahnen war bisher nur imstande, einen Teil des Zuggewichtes abzubremesen, womit eine schlechte energiewirtschaftliche Ausbeute und grosse Abnutzung der Bremsvorrichtungen verbunden war. Eine neue Schaltung gestattet nun, das ganze Zuggewicht auch bei Vollbahnen abzubremesen und die rekuperierte Energie unter gutem Leistungsfaktor und einwandfreier Kommutation der Motoren ins Netz zurückzuliefern.

Der Anschluss von *Naht- und Punktschweissmaschinen*<sup>7)</sup> begegnet zufolge der beim Schalten des Schweisstromes auftretenden hohen Stromspitzen oft Schwierigkeiten. Ein neuer, synchroner Unterbrecher für Naht- und eine sog. Schutzschaltung für Punktschweissmaschinen mit Schützensteuerung löst dieses Problem, wie die durchgeführten Versuche bewiesen, auf vollkommene Weise. Ein neu entwickelter *Glühstab* für hohe Temperaturen dürfte in der Wärmebehandlung von Metallen neue Möglichkeiten erschliessen.

Einer der interessantesten Einblicke in die industrielle Forschung vermittelte das Gebiet der *Mutatoren*. Die theoretische Untersuchung begegnete hier bisher noch unlösbaren Schwierigkeiten, sodass die Entwicklung oft auf empirischer Grundlage weitergetrieben werden musste. Die Projektion der Kathodenoberfläche eines Wechselstrom/Gleichstrom-Mutators für 700 V und 5000 A auf einen Bildschirm zeigte in der Tat, dass die mathematische Erfassung der Vorgänge im Innern des Mutators auf sehr grosse Schwierigkeiten stossen muss. Dennoch ist auch auf diesem Gebiet eine bedeutende Entwicklung zu verzeichnen, werden doch heute schon pumpenlose Mutatoren bis 1500 A und 800 V gebaut. Eine völlig neue Art der Wechselstrom/Gleichstrom-Umformung stellt der *Kontaktumformer* dar (Abb. 3). Der Apparat ist in seiner Wirkung vom Mutator gänzlich verschieden; er arbeitet ohne Wicklungen oder Lichtbogen, durch synchron mit der Netzfrequenz gesteuerte Kontakte.

#### Fernwirkanlagen

Die Fernwirkanlagen leisten in der Energieversorgung wichtige Dienste. In elektrischen Verteilnetzen gestattet das neue *Netzkommandogerät*, von einer zentralen Stelle aus Befehlsimpulse direkt über das Netz, ohne Steuerdrähte, zu übertragen und an beliebig aufstellbaren Empfängern in die gewünschten Schaltoperationen umzuwandeln. Durch das vorgeführte System lassen sich auf einfache und wirtschaftliche Weise die verschiedensten Schalt-Operationen ausführen, z. B. Fernsteuerung der öffentlichen Beleuchtung (Verdunkelung), der Tarifeinrichtungen von Elektrizitätszählern, der Heisswasserspeicher und Elektrokessel usw.

<sup>5)</sup> Vgl. auch SBZ Bd. 121, S. 177\* (1943) *F. Tank*: Die Fortschritte der Hochfrequenztechnik in den letzten zehn Jahren.

<sup>6)</sup> Vgl. SBZ Bd. 117, S. 10\* (1941): Unipolarmaschine.

<sup>7)</sup> Vgl. SBZ Bd. 121, S. 8\* (1943): Die Anschlussleistung von Punktschweissmaschinen.

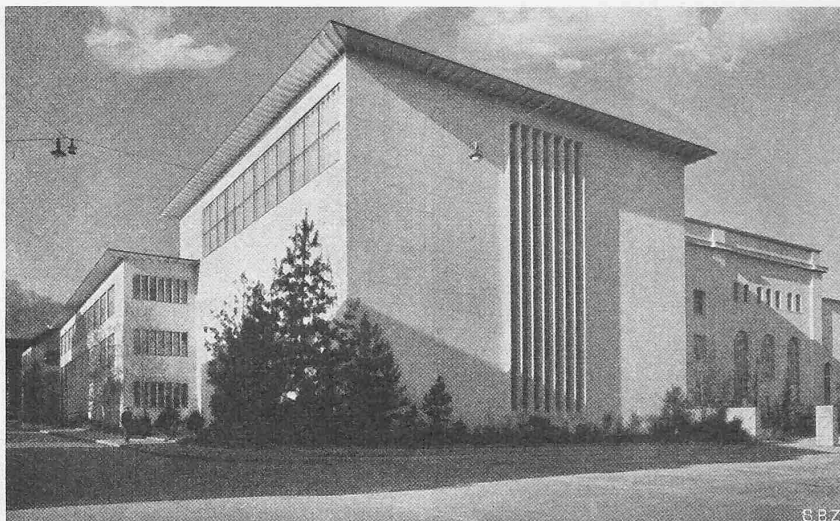


Abb. 7. Neues Hochspannungs-Laboratorium von Brown Boveri, Baden. Architekt Dr. Roland Rohn; Eisenbau Wartmann & Cie. in Brugg; Hochbauarbeiten Th. Bertschinger A.G. in Baden-Lenzburg

Ein neues *Fernmesssystem*, das praktisch trägeheitslos arbeitet und auch für automatische Fernregulierung verwendet werden kann, wurde vorgeführt. In der Organisation der Energieerzeugung und -Verteilung zwischen mehreren Werken wird dieses System besondere Bedeutung erhalten. Die Anzeige des Verbraucher-Wattmeters wird hierbei in eine frequenzvariable Grösse verwandelt, die mit Hochfrequenz über die Hochspannungsleitung an die Produktionsstelle geleitet, dort in Gleichstrom veränderlicher Intensität umgewandelt und zu geeigneten Steueroperationen verwendet wird. In der *Fernsteuerung* von Werken und Verteilnetzen wird ein Impulskombinationssystem benützt, das von äusseren Störungen weitgehend unabhängig ist und zur Befehlsübertragung ebenfalls die Hochspannungsleitung verwendet. Praktische Demonstrationen zeigten die Wirkungsweise dieses neu entwickelten Verfahrens, das zweifellos in der Werkpraxis wertvolle Dienste leisten wird. In Abb. 4 ist die zur Ankopplung solcher Uebertragungen an die Hochspannungsleitung benötigte Einrichtung gezeigt.

#### Energieübertragung

Die Technik der Energieübertragung auf grosse Entfernungen war seit längerer Zeit ein von Brown Boveri sorgfältig gepflegtes Entwicklungsgebiet. Es sei in diesem Zusammenhang an die an der Landesausstellung 1939 gezeigte Gleichstrom-Hochspannungsübertragung mit 50 000 V und 500 kW, von Wettingen nach Zürich, erinnert<sup>8)</sup>. Diese Pionierarbeit gestattete, wertvolle und grundsätzliche Erfahrungen mit diesem Uebertragungssystem zu sammeln, dem im späteren internationalen Energieaustausch grösste Bedeutung zukommen dürfte.

Die *Stabilität* der Energieübertragung auf weite Entfernung mittels Drehstrom stellt besondere Probleme, bei deren Lösung ein neuer, kompensierter Asynchronmotor eine wichtige Rolle spielen wird, gestattet er doch — wie Versuche an einer Modell-Leitung zeigten — die Energieübertragung über 800 km Leitung ohne Stützpunkte. Damit tritt die Wechselstromübertragung auf grosse Entfernung wieder in Wettbewerb mit dem als wahrscheinliche Zukunftslösung betrachteten Gleichstrom.

<sup>8)</sup> SBZ Bd. 114, S. 181 (1939).

Abb. 10. Ueberschlag an einer 18-gliederigen Hängekette bei 1,1 Mio V Wechselspannung



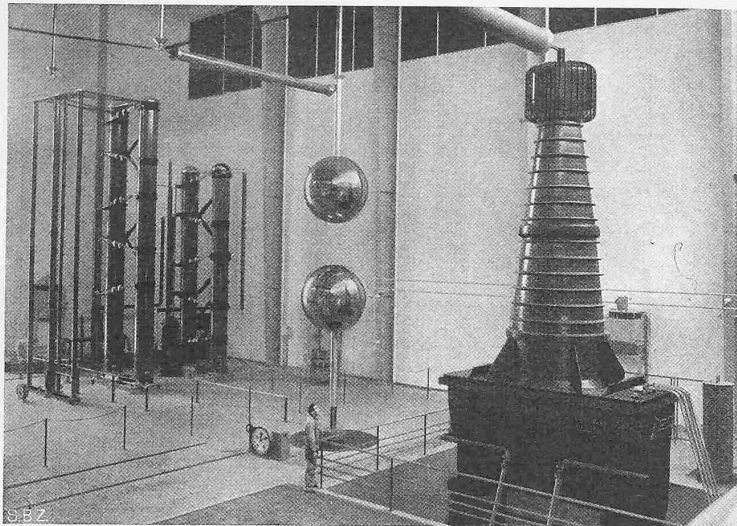


Abb. 8. Grosser Hochspannungsraum im neuen BBC-Laboratorium. Links Stossspannungs-Generator für 2,4 Mio V gegen Erde; Mitte Mess-Funkenstrecke (Kugeln 175 cm Ø); rechts Prüftransformator für 1,6 Mio V

Ein wichtiges Glied für die Betriebsicherheit der Energieübertragung ist der *Schutz vor Ueberspannungen*. Zur Prüfung der hierfür entwickelten Schutzapparate verfügen BBC über eine leistungsfähige Hochstrom-Stossanlage, die die Verhältnisse der Praxis nachzuahmen gestattet. Abb. 5 zeigt die Wirkung eines Ueberspannungs-Schutzapparates. Treffen Wanderwellen auf Transformatorwicklungen auf, so finden Ausgleichvorgänge statt, die mit dem neu entwickelten Vierstrahl-Kathodenstrahloszillographen beobachtet werden können.

Der *Netzschutz* ist zu einem ausserordentlich komplexen Gebiet geworden. Während die Relais die «Diagnostiker» darstellen, die den Zustand des Netzes bei Störungen untersuchen, stellen die Schalter die «Chirurgen» dar, die die kranken Glieder des Netzes bei Bedarf amputieren. Oft ist es jedoch möglich durch die sofortige *Wiedereinschaltung* innerhalb von Bruchteilen einer Sekunde, einen Kurz- oder Erdschluss «fortzuschalten» und so länger andauernde Betriebunterbrüche zu vermeiden. Beim eindrucksvollen Versuch flog ein metallener «Vogel» in die Leitung, der einen Kurzschluss erzeugte. Dank sofortiger, automatischer Wiedereinschaltung arbeiteten die Stromverbraucher jedoch ungestört weiter; auch ein Parallelbetrieb mit anderen Netzen wird trotz der kurzzeitigen Unterbrechung aufrecht erhalten.

Einen eindrucksvollen Abschluss dieser Prüfungen bildete ein *Lichtbogen* bei 400 000 V mit rd. 300 000 kVA Kurzschluss-

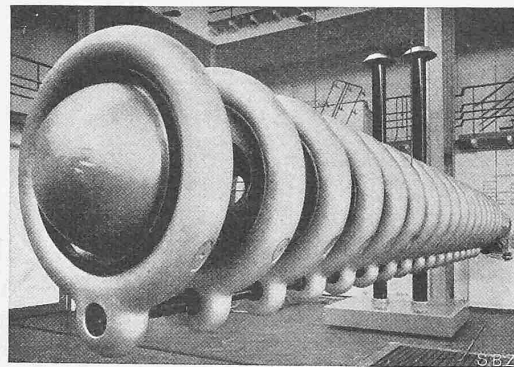


Abb. 9. Mehrnadel-Gleichrichter Bauart Micafil für 2,5 Mio V Sperrspannung

leistung, der durch den neuen Hochleistungs-Kurzschlusstransformator gespeist und durch zwei in Serie geschaltete Pole eines 220 kV Druckluft-Schnellschalters ein- und abgeschaltet wurde. Diese einzigartige Demonstration stellte der Leistungsfähigkeit sowohl des Materials wie auch der Prüfeinrichtungen das denkbar beste Zeugnis aus und bewies, dass heute auch grösste Leistungen und Spannungen mit Sicherheit beherrscht werden können (Abb. 6). Dieser Eindruck wurde durch die abschliessend gebotenen Vorführungen im neuen Hochspannungslaboratorium noch gesteigert.

#### Hochspannungstechnik

Der schon bisher auf diesem Gebiet geleisteten Forschungsarbeit werden durch die Forderung, in Zukunft noch grössere Entfernungen mit noch grösseren Energiebeträgen zu überbrücken, neue und schwerwiegende Probleme gestellt. Wenn auch die Wahl des Uebertragungssystems — Wechselstrom oder Gleichstrom — noch nicht entschieden ist, so steht jedenfalls fest, dass die heute üblichen Spannungen überschritten und 380 bis 500 kV in Frage kommen werden. Aber auch das Gebiet der Stossvorgänge im Zusammenhang mit atmosphärischen Erscheinungen bedarf noch der wissenschaftlichen und experimentellen Abklärung. Alle diese Fragen lassen sich jedoch nur in einem grossen, mit allen notwendigen Einrichtungen versehenen Laboratorium lösen.

Das neue *Hochspannungslaboratorium*<sup>9)</sup> mit einem Gesamtkubikinhalt von über 26 000 m<sup>3</sup> (Abb. 7) enthält drei getrennte Prüfanlagen: Eine *Wechselstromanlage* mit einem Prüftransformator (Abb. 8, rechts) für industriehäufige Vorgänge, der eine Spannung von 1,6 Mio V gegen Erde erzeugt; eine *Gleichstromanlage*, die in Verbindung mit dem erwähnten Prüftransformator und über einen Mehrnadelgleichrichter, Bauart Micafil (Abb. 9), eine Gleichspannung von 1,2 Mio V erzeugt; eine *Stossspannungsanlage*, mit der steile Spannungsschüsse von 2,4 Mio V gegen Erde erzeugt werden können (Abb. 8, links) und die der Untersuchung äusserst rasch verlaufender Vorgänge dient, wie sie z. B. bei Blitzeinschlägen in Leitungen auftreten.

Die sehr instruktiven *Demonstrationen* liessen die Einflüsse der Formgebung, der Feldverteilung, der Art der Spannungsbeanspruchung sowie der Zeit auf die Spannungsfestigkeit von Stützisolatoren, Durchführungen, Hängeisolatorketten (Abb. 10) usw. anschaulich hervortreten. Auch die Wirkungen steller Spannungswellen auf eine Leitung und auf Widerstände wurden vorgeführt. Besonders interessante Eindrücke vermittelten die Entladungserscheinungen hochgespannter Gleichströme. Als Abschluss der Vorführungen wurde ein Trennschalter für eine Betriebsspannung von 400 000 V, die wohl in absehbarer Zeit bereits zum Transport elektrischer Energie zur Anwendung kommen dürfte, mit Stoss- und Wechselspannung geprüft und gezeigt, welche Bedeutung der richtigen Abstufung der Isolierabstände zukommt.

Ueber den inneren Raumaufbau des grosszügig ausgebauten Laboratoriums orientiert Abb. 11. Projekt und Bauleitung hatte Arch. Dr. Roland Rohn übernommen; die Eisenbauarbeiten wurden von der Firma Wartmann & Cie., Brugg, und die Hochbauarbeiten von der Firma Th. Bertschinger A. G., Baden-Lenzburg, ausgeführt.

Ch. L. G.

<sup>9)</sup> Vgl. dessen Eisenkonstruktion in SBZ Bd. 122, S. 54\* (1943).

Abb. 11. Hochspannungsraum des neuen BBC-Laboratoriums während Vorführungen für die Angestellten

