

BROWN BOVERI MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DER A.-G. BROWN, BOVERI & C^{IE} IN BADEN

XXV. JAHRG.

JANUAR/FEBRUAR 1938

Nr. 1/2

Die Brown Boveri Mitteilungen erscheinen in monatlichen Heften. Der Nachdruck von Aufsätzen und die Wiedergabe von Abbildungen sind unter Quellenangabe gestattet. Jahresabonnement für die Schweiz Fr. 10.—; Einzelheft für die Schweiz Fr. 1.—, ausschliesslich Verpackung und Portospesen.

RÜCKBLICK AUF DIE ENTWICKLUNG DER BROWN BOVERI-KONSTRUKTIONEN IM JAHRE 1937.

EINLEITUNG.

Dezimalindex 621.3 (09).

Mit dem vorliegenden, traditionsgemäss dem Rückblick auf die Entwicklung unserer Konstruktionen im vergangenen Jahre gewidmeten Heft eröffnen wir den 25. Jahrgang unserer Hauszeitschrift. Es mag daher heute gerechtfertigt erscheinen, an dieser Stelle kurz Rückschau zu halten auf ihre Entstehung und Entwicklung.

Den Entschluss zur Herausgabe einer eigenen Hauszeitschrift fassten wir zu Anfang des Jahres 1914. Es war jene denkwürdige Zeit, als Handel und Wandel zunächst allenthalben einen neuen Aufschwung nahmen, nachdem man die politischen Spannungen der vorangegangenen Jahre durch den Balkankrieg und seinen Ausgang als gelöst wähnte.

Bei uns war es im besonderen die Eröffnung des durchgehenden Verkehrs auf der Lötschbergbahn, durch die unsere Landeshauptstadt kurz vorher unmittelbaren Anschluss an den hochindustriellen Nordwesten Europas und unser Land gleichzeitig die erste elektrisch betriebene, in das internationale Eisenbahnnetz eingegliederte Vollbahn der Welt erhalten hatte, und dann die mit grösstem Eifer und grösster Hingabe betriebenen Arbeiten für die Schweizerische Landesausstellung, die dem Wirtschaftsleben unseres Landes damals einen mächtigen Auftrieb gaben und eine Atmosphäre voll unternehmungslustigen Wagemutes schufen. Gerade aber im Zusammenhang mit der Landesausstellung, an der wir u. a. durch eine Anzahl Objekte vertreten waren, die als Marksteine der Entwicklung seither geschichtlich geworden sind, drängte sich uns die Frage auf, ob wir nicht für unsere Erzeugnisse, für die wir bisher in der Hauptsache ihre Qualität hatten sprechen lassen, auch in Form einer periodischen Druckschrift werben sollten.

So entschlossen wir uns zur Herausgabe einer eigenen Hauszeitschrift, deren erster Zweck die

Propaganda gewesen und auch geblieben ist. Das erste Heft unserer BBC Mitteilungen, das zu Anfang Juli 1914 herauskam, war soviel wie ausschliesslich unseren auf der Landesausstellung zur Schau gestellten Erzeugnissen gewidmet.

Das Wachsen unseres Unternehmens, die Aufnahme der Fabrikation völlig neuer Erzeugnisse und die damit verbundene Erweiterung und Ausgestaltung unserer Laboratorien und Forschungsabteilungen hat dann auch zwangsläufig zu einer Erweiterung des ursprünglichen Programmes unserer BBC Mitteilungen geführt. Neben mehr beschreibenden Aufsätzen, die unsere Abnehmer über alle unsere Neuschöpfungen auf dem Gesamtgebiete des Elektromaschinen- und Apparatebaues sowie des Baues von Dampfturbinen und Kompressoren orientieren sollen, wurden mehr und mehr auch solche theoretischer und experimenteller Natur aufgenommen. Dies hat eine gewisse Abwechslung in das Gebotene gebracht, die das Interesse an unserer Zeitschrift nur erhöhte, die von Anfang an als „Revue BBC“ ebenfalls in französischer Sprache und seit 1922 als „Brown Boveri Review“ auch in englischer Sprache erscheint. Seit dem Jahre 1924 eröffnen wir jeden Jahrgang mit einem Rückblick, in dem wir in grossen Zügen über die Entwicklung unserer Konstruktionen im verflossenen Jahre berichten.

Zu Beginn des 25. Jahrganges sei der Wunsch ausgesprochen, die Brown Boveri Mitteilungen mögen sich auch weiter der gleichen Beliebtheit erfreuen wie bisher, sowohl bei den engeren Kreisen unserer Abnehmer, wie bei den technischen Lehranstalten, auf deren Bedürfnisse wir stets bewusst Bedacht genommen haben. Von unserer Seite soll nach wie vor alles geschehen, um auch unsere Zeitschrift auf derselben Höhe zu halten wie unsere Erzeugnisse, von denen sie berichtet.

I. ENERGIE-ERZEUGUNG.

A. DAMPFKRAFTWERKE.

1. *Velox-Zentralen.*

Im vergangenen Jahre ist unserer Firma die Bestellung auf eine weitere vollständige Dampfzentrale mit Velox-Dampferzeugern erteilt worden. Es ist die Anlage „San Lorenzo“ in Argentinien, die deswegen interessant ist, weil es hier zum ersten Male möglich war, ohne Behinderung durch beschränkte Platzverhältnisse eine typische Velox-Zentrale zu entwickeln, bei der jeweils Velox-Kessel, Turbine und Kondensator mit allen Hilfsmaschinen sowie Generator eine organische Einheit bilden, in welcher der Wärmeinhalt des Brennstoffes in Dampf, in mechanische und schliesslich in elektrische Energie verwandelt wird.

Abb. 1 zeigt den Plan der Zentrale. Ein besonderes Kesselhaus besteht nicht mehr, denn der Velox-Dampf-

erzeuger ist seinem Aussehen, seiner Konstruktion und seinem ganzen Wesen nach eine Maschine für Dampferzeugung und findet seinen natürlichen Platz im Maschinenraum, neben der zugehörigen Turbine. Velox-Dampferzeuger und Turbine werden durch das gleiche Personal bedient, was keine Schwierigkeiten macht, da der Velox-Dampferzeuger in wenigen Minuten betriebsbereit ist.

2. *Velox-Dampferzeuger.*

Im vergangenen Jahre wurden 12 stationäre Velox-Dampferzeuger bestellt, darunter zwei Nachbestellungen, von denen die eine, eine Bestellung auf einen dritten Velox-Kessel für 75 t/h für die Zentrale in Oslo, besonders erwähnt zu werden verdient. Unter den Neu-

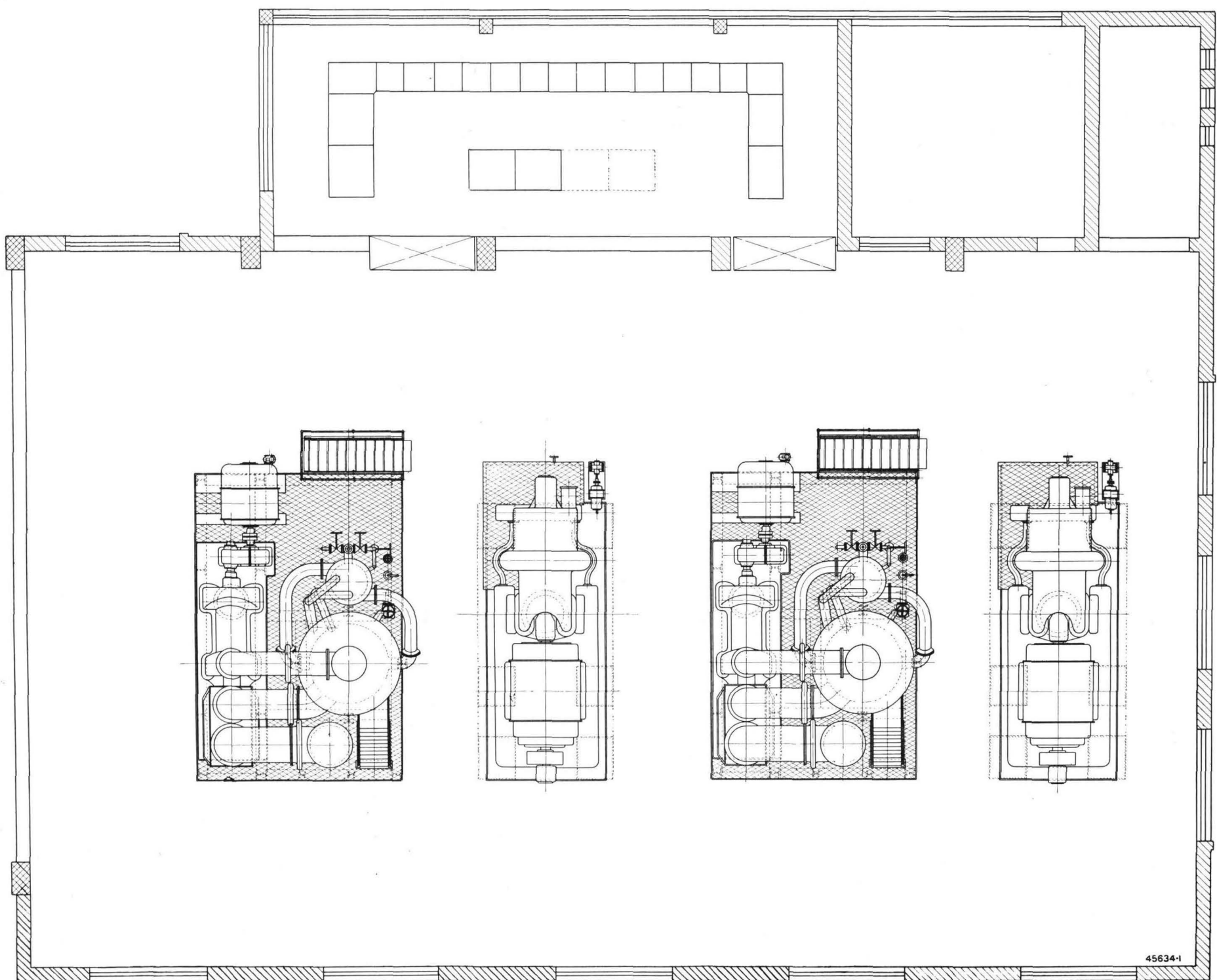


Abb. 1. — Velox-Zentrale der Yacimientos Petroliferos Fiscales in San Lorenzo, Argentinien. Zwei Velox-Dampferzeuger für je 28 t/h Dampf bei 15 kg/cm² abs und 300° C. Brennstoff: Masut oder Raffineriegas.

Die Umschaltung auf einen der beiden Brennstoffe ist jederzeit ohne Betriebsunterbruch möglich.

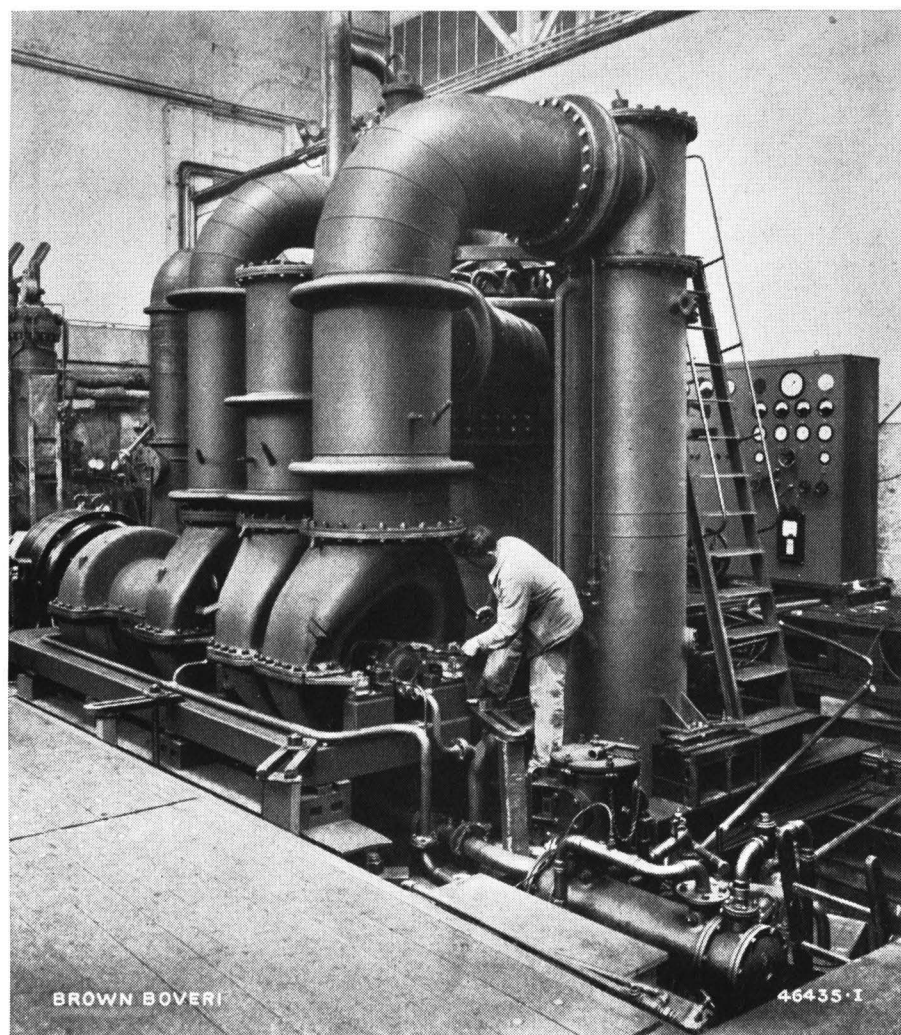


Abb. 2. — Velox-Dampferzeuger für 28 t/h Dampf bei 15 kg/cm² abs und 300° C für die Anlage San Lorenzo, auf dem Versuchsstand.

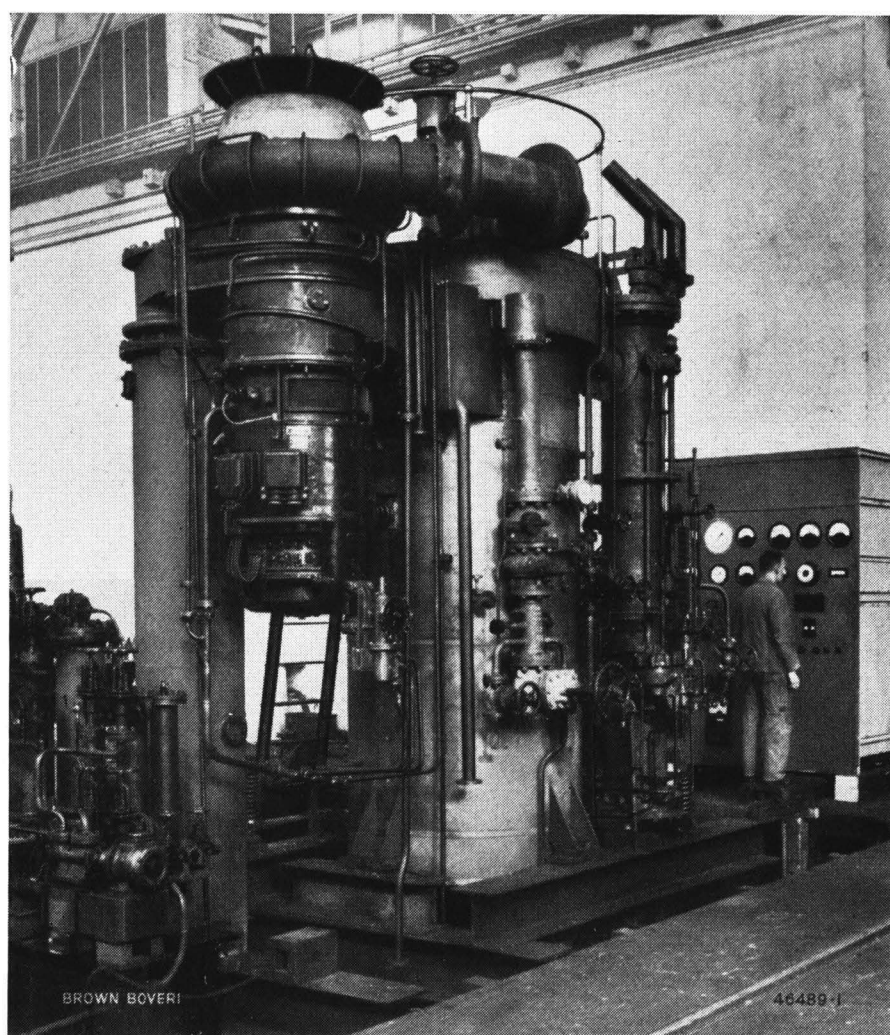


Abb. 3. — Velox-Dampferzeuger auf dem Versuchsstand, für E.D. Sassoon, United Mills, Bombay, Indien, 9 t/h Dampf bei 20 kg/cm² abs und 375° C. Brennstoff: Masut.

bestellungen befinden sich auch zwei Kessel für zwei elektrische Zentralen je von 9000—10000 kW Leistung, die in bombensicheren Unterständen aufgestellt werden. Für solche gegen Luftangriffe zu schützende Anlagen sind die geringen Abmessungen des Velox-Kessels von grösstem Wert.

Über die Velox-Kessel für Schiffe wird an anderer Stelle berichtet, mit Ausnahme der Kessel für Kriegsschiffe, über die aus naheliegenden Gründen nicht berichtet werden kann.

Es sind jetzt insgesamt 49 Velox-Dampferzeuger im Bau oder in Betrieb. Der älteste, der in einem französischen Eisenwerk mit Gichtgas arbeitet, hat am 31. Dezember 1937 insgesamt 21 300 Betriebsstunden geleistet, davon im Jahre 1937 7300 Stunden, und befindet sich dauernd in Betrieb. Der auch im vorigen Jahresrückblick erwähnte Velox-Dampferzeuger in Rumänien hatte am 31. Dezember 1937 13000 Betriebsstunden hinter sich, davon die letzten 7300 Stunden in ununterbrochenem Betrieb. Er versorgt allein den Betrieb einer chemischen Fabrik, ein zweiter genau gleicher Velox-Dampferzeuger ist in Montage.

Dass der Velox-Dampferzeuger sich auch für hohe Temperaturen bauen lässt, zeigt eine Anlage in den Vereinigten Staaten, wo der Dampferzeuger seit Juli 1937 mit 32 kg/cm², 505° C störungsfrei in Dauerbetrieb steht.

3. Dampfturbinen.

Der Eingang an Bestellungen ist in den letzten Jahren ständig gestiegen. Trotz aller Einschränkungen im internationalen Handels- und Zahlungsverkehr, die unsere

Firma, die im Inland überhaupt keinen Markt für Dampfturbinen besitzt und völlig auf Export angewiesen ist, besonders hart haben treffen müssen, und trotz aller politischen Unruhen ist die Anzahl der im Jahre 1936 bestellten Turbinen nur in den Jahren 1927—1929 übertroffen worden.

Im vergangenen Jahr ist nicht nur die Zahl der eingegangenen Bestellungen weiter angewachsen, sondern es ist auch die durchschnittliche Leistung wieder gestiegen. Es ist dies ein erfreuliches Zeichen dafür, dass gute Konstruktion und erstklassige Ausführung immer noch geschätzt werden und dass der Ruf, den die Schweiz durch ihre Qualitätsarbeit erworben hat, immer noch genügt, um ihr auch ohne eigene Rohstoffe und ohne Inlandmarkt eine lebenskräftige Maschinen-Industrie zu erhalten.

Die in den früheren Jahres-Rückblicken erwähnten geschweissten Konstruktionen — geschweisste Rotoren,

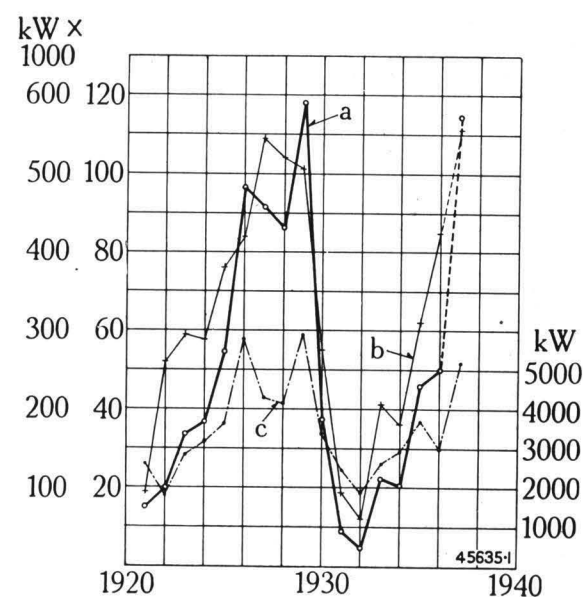


Abb. 4. — Bestelleingang in Baden an stationären Dampfturbinen je Kalenderjahr:

a = Gesamtleistung.
b = Anzahl.
c = Mittlere Leistung.

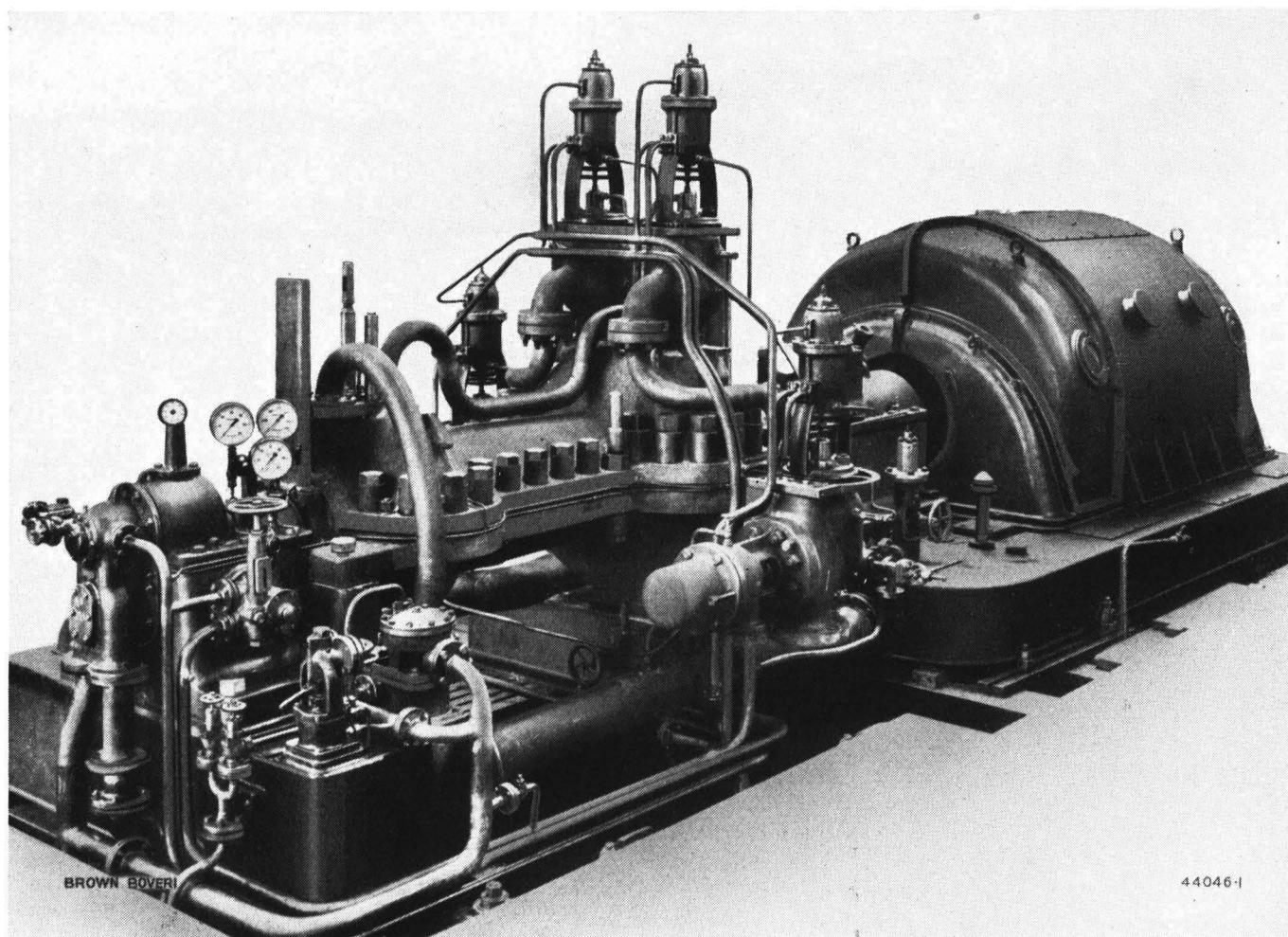


Abb. 5. — Hochdruck-Gegendruckturbine zum direkten Antrieb eines Dreiphasen-Generators 6500 kW. Frischdampf 106 kg/cm^2 abs, 400°C . Gegendruck 27 kg/cm^2 abs. Drehzahl 3000 U/min. Geliefert an Powell Duffryn Associated Collieries Ltd., Cardiff, für Anlage Bargoed, Süd-Wales, Grossbritannien.

eingeschweisste Düsenkästen usw. —, die während der Krisenjahre entwickelt wurden, haben sich bewährt und werden in immer grösserem Umfange verwendet.

Wenn also die Konstruktionen im vergangenen Jahre ziemlich unverändert geblieben sind, so hat die Entwicklungsarbeit dennoch nicht geruht. Unter anderem sind die Strömungsversuche, die Brown Boveri seit vielen Jahren betreibt, weitergeführt worden, um für die verschiedenen Elemente der Beschauflungen vorteilhaftere Formen zu finden und insbesondere die neuesten Fortschritte der hydro- und aerodynamischen Forschung auch im Turbinenbau nutzbringend anzuwenden. Dabei ist das folgende Messgerät entwickelt worden, das sich bei diesen Untersuchungen als praktisch erwiesen hat und daher weitere Kreise interessieren dürfte.

Bekanntlich lässt man bei solchen Strömungsversuchen durch ein Modell z. B. Luft oder Wasser hindurchströmen und misst

die Energie in der Strömung hinter dem Modell mit einem beweglichen Staurohr. Da die Verluste klein sind, gewinnt man wesentlich an Messgenauigkeit, wenn man statt des Staudruckes hinter dem Modell die Differenz der Staudrücke vor und hinter Modell direkt misst. Bei der grossen Anzahl Versuche war automatische Aufzeichnung der Ergebnisse geboten. Es lag also die Aufgabe vor, ein registrierendes Differenz-Manometer zu schaffen. Die Lösung zeigt Abb. 9. Eine Tauchglocke wird mit Rollen so reibungsarm wie möglich geführt, der innere

Raum der Glocke wird mit dem beweglichen Staurohr nach dem Modell, der Raum ausserhalb der Glocke mit dem Staurohr vor dem Modell verbunden. Auf die Glocke wirkt demnach die Druckdifferenz. Da beide Drücke über Atmosphärendruck liegen, werden die Drähte, an denen die Glocke hängt, durch Steigrohre, die als reibungslose Stopfbüchsen dienen, nach aussen geführt.

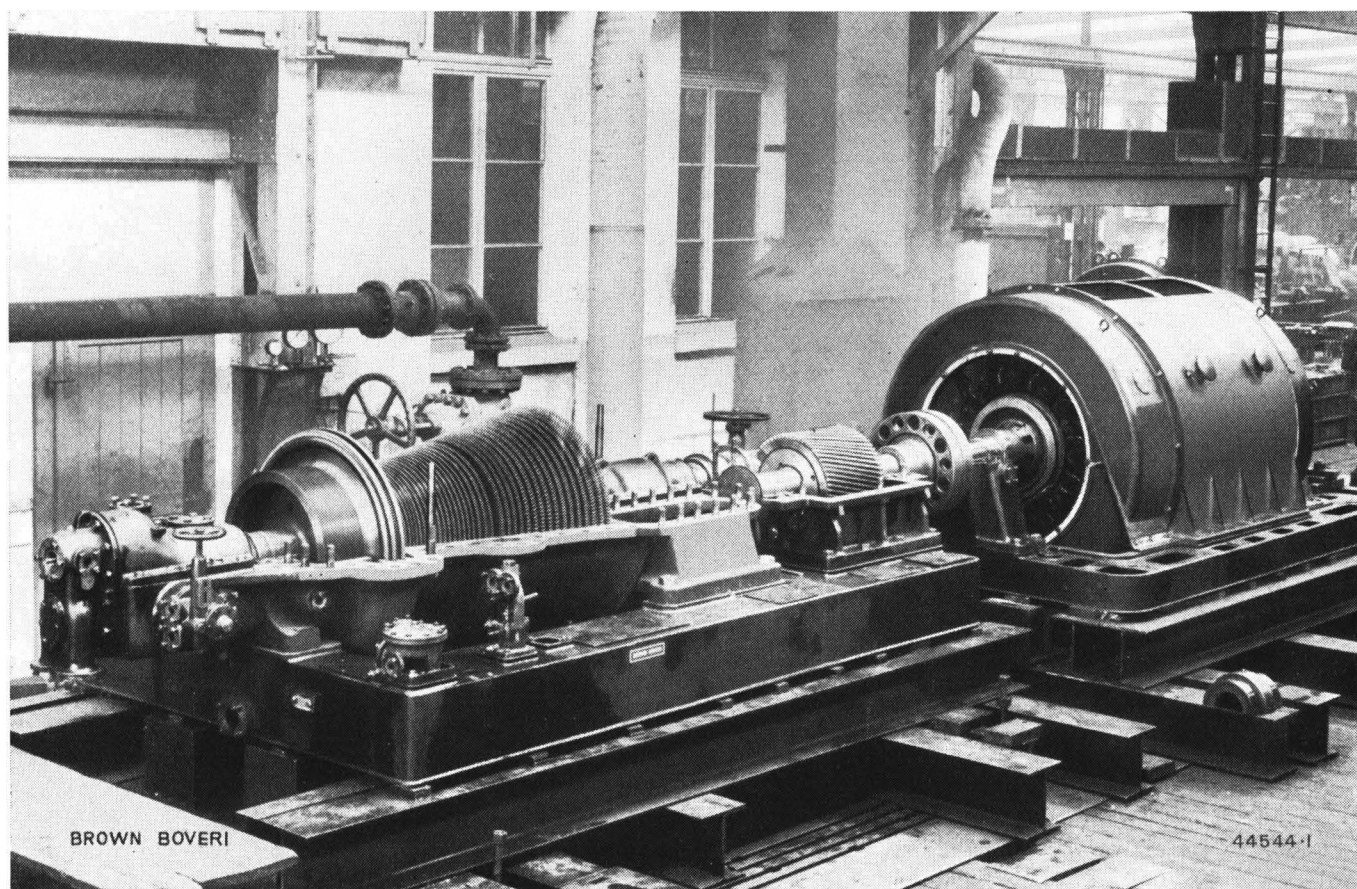


Abb. 6. — Kondensationsturbine 3000 kW, 3600 U/min. Frischdampf 15 kg/cm^2 abs, 315°C , auf dem Versuchsstand in Baden, geliefert an Rand Water Board, Johannesburg, Süd-Afrika, für Pumpanlage in Zwartkopjes.



Abb. 7. — Zwei Zweizylinder-Kondensations-Turbogruppen. Turbinen je 14 000 kW, 36 kg/cm² abs, 425° C mit dreistufiger Speisewasservorwärmung durch Entnahmedampf.

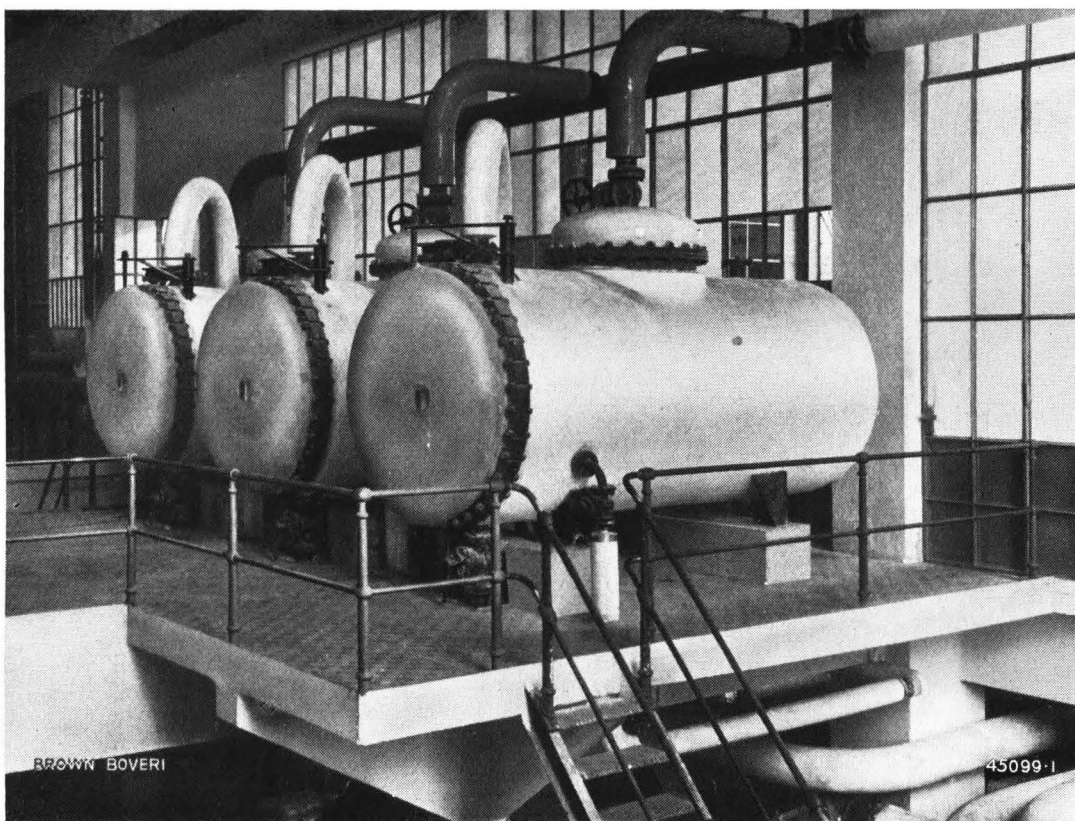


Abb. 8. — Drei Brown Boveri-Rohwasserverdampfer für je 2000 kg/h. Zudampfseitig 9 kg/cm² abs, abdampfseitig 5 kg/cm² abs.

Bei steigendem, absolutem Druck sinkt der Flüssigkeitsspiegel im Instrument, wodurch der Auftrieb auf den eingetauchten Glockenteil abnimmt. Dagegen steigt die Flüssigkeit in den Steigrohren, sodass der Auftrieb der Aufhängedrähte zunimmt. Bei richtigen Abmessungen heben sich diese beiden Auftriebe gegenseitig auf, sodass tatsächlich ein reiner Differenzdruckmesser vorliegt.

Zum automatischen Aufzeichnen dient eine Indikator-trommel, die so mit dem Staurohr nach dem Modell verbunden ist, dass man direkt ein Diagramm erhält, auf welchem man den Energieverlust hinter

dem Modell abmessen kann. Bei der Messung wird das Staurohr durch einen kleinen Elektromotor am Modell vorbeigeführt.

Abb. 10 zeigt den Apparat.

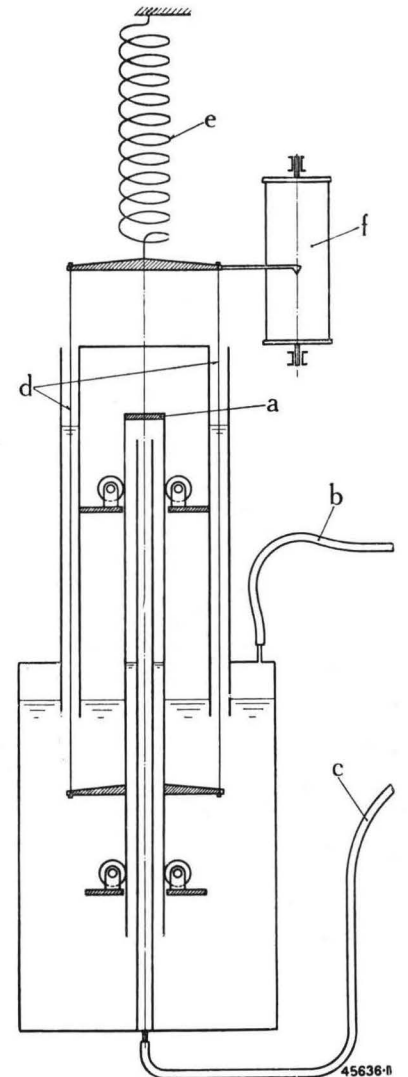


Abb. 9. — Schnitt durch das registrierende Differenz-Manometer.

- a = Tauchglocke.
- b = Anschluss an Staudruck vor Modell.
- c = Anschluss an Staudruck nach Modell.
- d = Steigrohr mit Aufhängedrähten.
- e = Feder.
- f = Indikatortrommel.

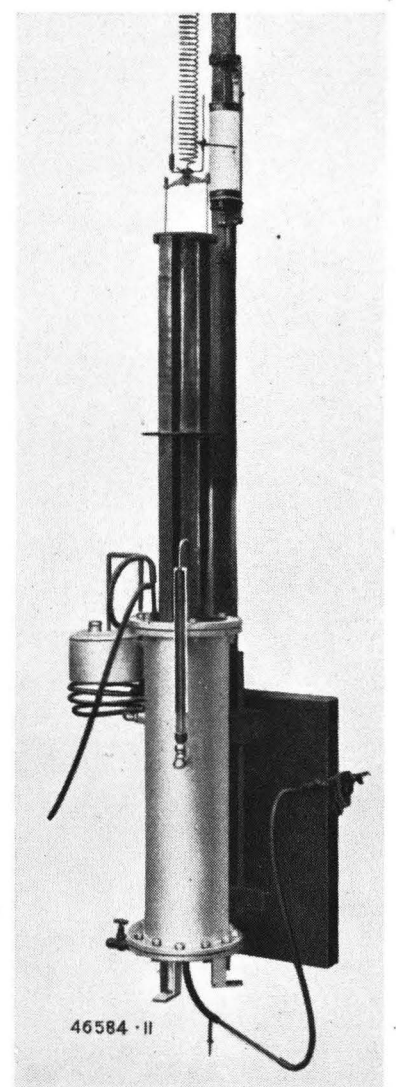


Abb. 10. — Registrierendes Differenz-Manometer.

4. Turbo-Generatoren.

In unserem letzten Bericht haben wir auf eine Reihe konstruktiver Verbesserungen hingewiesen, die in der Hauptsache einerseits die Verminderung der Verluste, andererseits die Abfuhr der Verlustwärme und die Verminderung der dabei in Form von Luftreibung noch entstehenden Verluste zum Ziele hatten. Diese Arbeiten waren um so dringlicher, als die hinsichtlich Wirkungsgrad oder Verluste einzugehenden Garantien eine wesentliche Verschärfung erfahren haben.

In letzter Zeit wurde eine neuartige Ventilationsanordnung mit zwei getrennten Vertikalventilatoren zur Anwendung gebracht, die nun vorteilhaft auch in ihrer Drehzahl je für die halbe, erforderliche Kühlluftmenge dimensioniert werden können, wobei Ventilatorwirkungsgrade von 80%, die Antriebsleistung miteingeschlossen, erreicht werden können. Überdies kann bei reduzierter Generatorleistung eine Ventilatorgruppe abgestellt werden.

Die von uns angewendete neuartige Isolation der Rotorwicklung, die wir bereits vor mehreren Jahren mit grossem Erfolg eingeführt haben, kommt den heutigen Tendenzen entgegen, die zulässigen Höchsttemperaturen für asbestisolierte Wicklungen zu erhöhen.

In diesem Zusammenhang sei auch auf den noch immer bestehenden Gegensatz in der Auslegung von Turbogeneratoren zwischen der amerikanischen Praxis und der europäischen hingewiesen. Viele Jahre hindurch ist die erstere für die „harte“ Bauart mit geringer Ankerrückwirkung und kleinem Spannungsabfall eingetreten, die in Europa schon vor vielen Jahren zugunsten von Maschinen mit weicher Charakteristik, d.h. relativ grosser Streuung, daher kleinem Kurzschlußstrom und grossem Spannungsabfall verlassen wurde. An dieser Entwicklung haben wir insofern nicht unwesentlichen Anteil, als wir zur Ausregulierung der grösseren Spannungsabfälle an den Generatorklemmen dem Markt als erste einen zuverlässig arbeitenden und gleichzeitig wohlfeilen Schnellregler zur Verfügung gestellt haben, der in einer seiner Varianten als Überstromregler auch den Kurzschlußstrom rasch auf die Höhe des Normalstromes zurückzuführen imstande ist. Die Vorliebe der Amerikaner, die Generatorspannung so lange als möglich von Hand zu regulieren, hat der alten, nicht unwesentlich teureren und im Falle eines Sammelschienen-Kurzschlusses mechanisch gefährdeteren Generatorbauart einen gewissen Anhängerkreis erhalten. Wir sind demgegenüber der Meinung, dass heute die Netzstabilität durch Verwendung von Druckluft-Schnellschaltern mit ihrer kleinen Eigenzeit im Verein mit den mit grösster Präzision stromunabhängigen Relais erzielt werden kann. Nur dann, wenn darüber hinaus der Kurzschlußstrom etwa zur Schonung der Schaltanlage weiter begrenzt werden soll, könnte neben der Vorschaltung von Drosselpulen die zusätz-

liche Reaktanz in den Generator durch Anwendung von Streunuten hineinverlegt werden.

Ferner kann noch darauf hingewiesen werden, dass die Wirtschaftlichkeit von Hochspannungsgeneratoren für Maschinenspannungen von 20 bis 36 kV, d.h. deren Überlegenheit gegenüber einem Generator für die übliche Niederspannung mit vorgeschaltetem Transformator, namentlich wenn man dessen Verluste kapitalisiert, auch schon bei Leistungen von 20 000 kVA vorhanden ist. Es ist sonderbar, dass man sich dieser in England längst bekannten Tatsache auf dem Kontinent mit einer gewissen Beharrlichkeit verschliesst. Wir hatten im Jahre 1930 einen Generator für 31 250 kVA und 36 kV Oberspannung für die Zentrale Langerbrugge in Belgien zu bauen Gelegenheit gehabt, der leider aus Gründen während des Baues eingetretener Änderungen in der beabsichtigten Art der Energieverteilung bis jetzt nicht in Betrieb gekommen ist.

B. DIESEL-KRAFTANLAGEN.

Die Aufladung der Dieselmotoren nach dem Büchi-Verfahren entwickelte sich auch im vergangenen Jahre stetig weiter. Es liegt auf der Hand, dass die Aufladung bei denjenigen Motoren besondere Vorteile bietet, für die aus irgendeinem Grunde nur wenig Platz zur Verfügung steht. Dass U-Boot-Motoren aufgeladen werden, ist daher selbstverständlich; auch die heute so modernen Schnelltriebwagen erhalten in steigendem Masse aufgeladene Motoren. Aber auch auf anderen Gebieten dringen die aufgeladenen Motoren vor; so nimmt z. B. die Anzahl der aufgeladenen Schiffs-Dieselmotoren ständig zu.

Im Jahre 1937 sind für ortsfeste Anlagen 35 Aufladegruppen bestellt worden, für eine gesamte Motorenleistung von 44 500 PSe. Für ortsbewegliche Anlagen — Schiffe, Triebwagen, Lastwagen — wurden 120 Aufladegruppen bestellt, für eine gesamte Motorenleistung von 120 000 PSe.



Abb. 11. — Aufladegruppe (Gebläse und Abgasturbine) zur Aufladung eines Dieselmotors nach dem Büchi-Verfahren von 100 auf 160 PS. Drehzahl max. 35 000 U/min.

Das Anwendungsgebiet des Büchi-Verfahrens ist nach unten begrenzt durch den Wirkungsgrad der Aufladegruppe; denn nur wenn der Wirkungsgrad von Gebläse und Abgasturbine genügend hoch ist, kann mit Hilfe der in den Abgasen enthaltenen Energie, eine genügende Luftmenge gefördert werden.

Durch die ständige Verbesserung des Wirkungsgrades unserer kleinen Aufladegruppen gelingt es, diese Grenze immer weiter nach unten zu verschieben. Abb. 11 zeigt die Aufladegruppe für einen Motor von ursprünglich 100 PS, der auf 160 PS aufgeladen wird. Die kleinste Gruppe wird für Aufladung von etwa 60 auf 100 PS gebaut.

Diesel-Generatoren.

In unserem letzten Bericht haben wir auf die von uns entwickelten benzinelektrischen Notstromaggregate für automatischen Betrieb hingewiesen. In letzter Zeit sind nun Diesel-Aggregate in den Vordergrund getreten. Trotz etwas höheren Anschaffungskosten verdienen sie

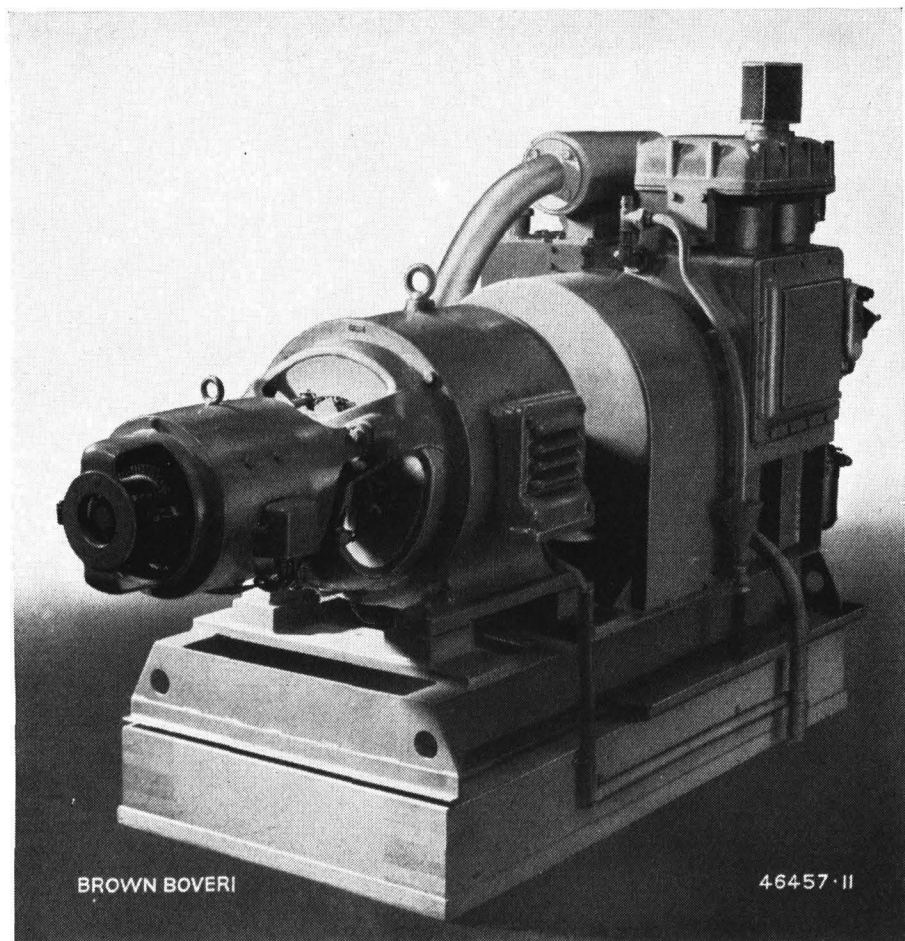


Abb. 12. — Diesel-elektrische Notstromgruppe 25 kVA, 400 V, 1000 U/min, 50 Per/s.

den Vorzug, insbesondere wegen der geringeren Feuergefahr, sodass derartige Aggregate ohne weiteres im Keller eines Gebäudes aufgestellt werden dürfen. In vielen Betrieben steht auch Brennstoff in Form von Heizöl schon zur Verfügung, was natürlich die Versorgung wesentlich vereinfacht.

Auch die Leistungen der Aggregate sind angewachsen, aus dem Bestreben heraus, lebenswichtige Betriebe im Störfalle weitgehend aufrecht zu erhalten. Geeignete raschlaufende Dieselmotoren, auch für automatische Betriebe, stehen heute zur Verfügung. Kleinere Aggregate werden durch elektrische Anlasser in Gang gesetzt, grössere hingegen durch Druckluft.

Irgendwelcher Zündhilfsmittel bedürfen die Motoren nicht. Als unabhängige Stromquelle für den automatischen Betrieb haben sich alkalische Akkumulatorenbatterien als geeignet gezeigt, die ohne Schaden durch einen kleinen Gleichrichter dauernd geladen werden können und deren Elektrolyt ferner geruchlos ist und in keiner Weise korrosiv wirkt.

Abb. 12 zeigt ein Notstromaggregat für 25 kVA, 400 V, 1000 U/min, 50 Per/s, gekuppelt mit einem Sulzer-Dieselmotor.

C. HYDRAULISCHE ZENTRALEN.

1. Generatoren.

Auf diesem Gebiete ist vor allem die im Frühherbst des vergangenen Jahres erfolgte Inbetriebsetzung der

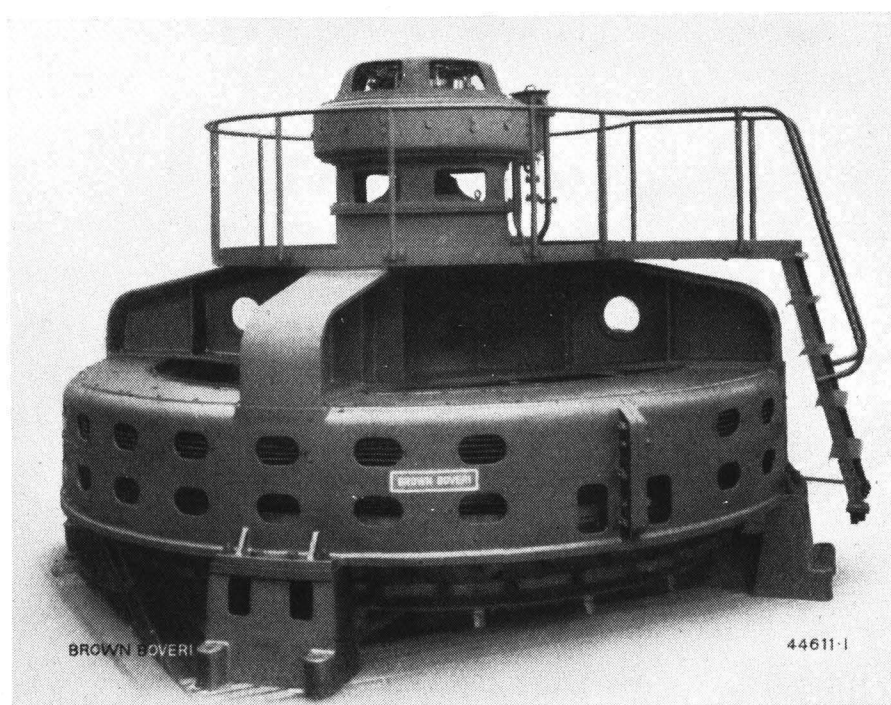


Abb. 13. — A.-G. Elektrizitätswerk Wynau. Dreiphasengenerator 1500 kVA, 9500 V, 125 U/min, 50 Per/s.

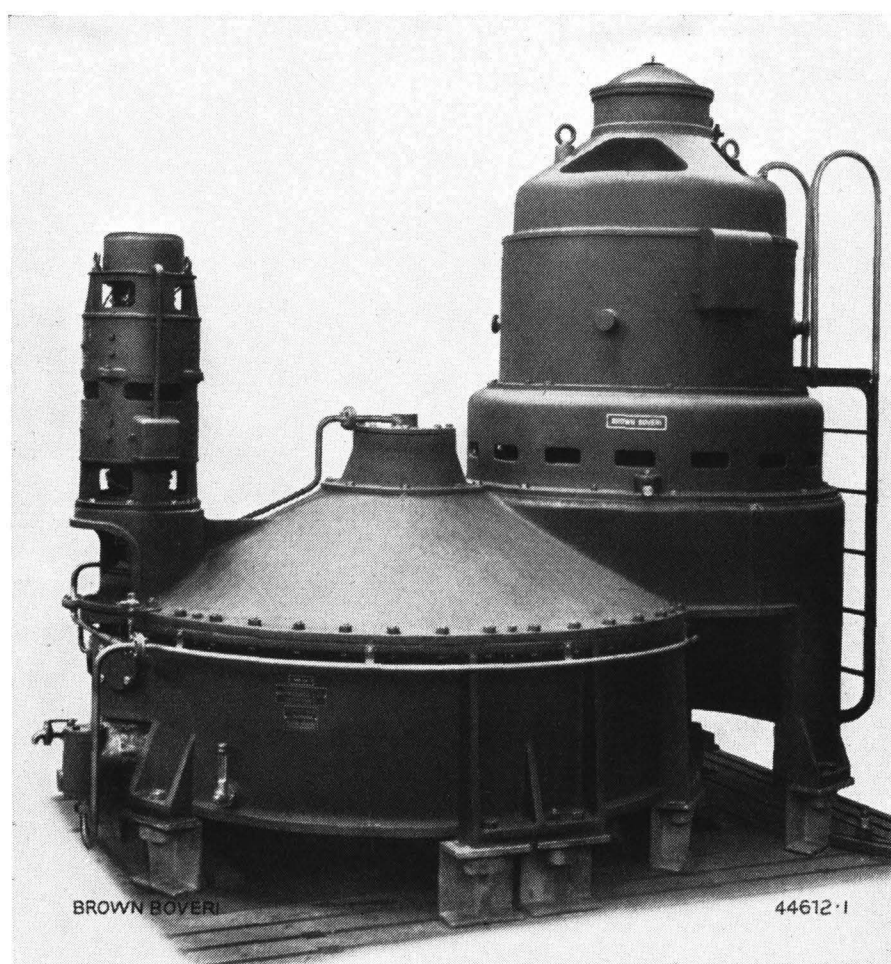


Abb. 14. — E. W. der Stadt Brugg. Dreiphasengenerator 475 kVA, 2100 V, 750 U/min, 50 Per/s, mit Getriebe, Erreger und mit Dreiphasen-Wechselstrom-Hilfsgenerator.

Zentrale *Altendorf* der *Etzeltwerk A.-G.* zu erwähnen, die mit einer installierten Maschinenleistung von $6 \times 18000 \text{ kVA} = 108000 \text{ kVA}$, an der wir zur Hälfte beteiligt waren, mit zu den grössten Kraftwerken unseres Landes zählt.

Auch die kleineren, konstruktiv aber interessanten Generatoren, die wir in unserem letzten Bericht als in Auftrag gegeben erwähnt haben, sind in Betrieb gekommen. So zeigt Abb. 13 den 1500-kVA-Generator, 125 U/min, 50 Per/s der Zentrale Wynau des E.W. Wynau-Langenthal und Abb. 14 den über ein Vorgelege mit Schraubenradverzahnung (Übersetzungsverhältnis 1:12,7) angetriebenen Generator für 475 kVA bei 750 U/min des E.W. Brugg, dessen Erregermaschine und Turbinenpendeldynamo zusammen über ein besonderes Vorgelege von der Turbinenwelle angetrieben werden.

2. Transformatoren.

Bei Grosstransformatoren wird ähnlich wie im Generatorenbau die Forderung nach kleinen Verlusten mehr in den Vordergrund geschoben, und die Frage der momentanen Anlagekosten in die zweite Linie gerückt. Diese übrigens nicht neue, die Kapitalisierung der Verluste in Rechnung ziehende Entwicklung, die immer wiederkehrend im Laufe der Jahre die schrittweise Verbesserung der Blechqualitäten d. h. Verminderung der Eisenverluste erzwungen hat, hat dazu geführt, dass heute im Transformatorenbau mehr und mehr Bleche mit einer Verlustziffer von 1,1 verwendet werden. Daneben aber ist aus dem da und dort stärkeren Bedürfnis heraus, Material, d. h. in diesem Falle Eisen zu sparen, die Verlustarmut der Bleche nicht nur ausgenützt, sondern durch Erhöhung der Sättigung wieder mehr als ausgeglichen worden, sodass einerseits neben einer Erhöhung eine starke Verzerrung des Magnetisierungsstromes und vor allem wieder höhere Eisenverluste resultierten, Erscheinungen, die nach Gegenmassnahmen riefen. Diese sind nun u. E. solange unvollkommen, als sie sich nur die Säuberung des Magnetisierungsstromes von seinen übrigens nirgends als besonders schädlich empfundenen Oberwellen zum Ziele setzen und die grösseren Eisenverluste in Kauf nehmen, die die Betriebsrechnung des Transformators dauernd, d. h. auch im Leerlauf belasten. Wir behalten uns vor, zu gegebener Zeit über Anordnungen zu berichten, die das Problem wesentlich universaler erfassen und lösen und zu Entwürfen führen, die den Transformator in keiner Weise in seiner Betriebsicherheit beeinträchtigen und seinen Anschaffungspreis nur vermindern, aber nicht erhöhen. — Die sogenannten resonanzfreien Bauarten wieder sind so lange zu rechtfertigen, als die Resonanzfreiheit durch einfache, die Isolationsfestigkeit der Wicklungen in keiner Weise herabsetzende Anordnungen erzielt wird.

In diesem Zusammenhang darf auch darauf hingewiesen werden, dass die vielen Regulierprobleme, die heute nahezu bei jedem Grosstransformator oder besser gesagt immer innerhalb desselben zu lösen sind, dessen Gesamtaufbau immer verwickelter gestalten, was sich namentlich dann nachteilig auswirkt, wenn der Transformator aus irgendeinem Grunde ausgebaut werden muss. Ausreichende Kurzschlussfestigkeit kann bei derartigen Transformatoren nur durch einen erheblich grösseren konstruktiven Aufwand erzielt werden. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Vorderttransformatoren von Mutatoren, in die immer häufiger die Saugdrosselspulen mit hineingebaut werden müssen. Man sollte sich auf seiten der Abnehmer etwas mehr der Konsequenzen der von ihnen in dieser Richtung gestellten Forderungen bewusst sein, deren Erfüllung — dies sei unbestritten — sehr interessante Probleme aufwirft, die konstruktiv aber nur dann befriedigend zu lösen sind, wenn sie uns vorher genau bekanntgegeben werden.

Interessant ist auch, dass wieder eine gewisse Vorliebe für die Wasserkühlung der Ölfüllung sich bemerkbar zu machen beginnt, nachdem man während der letzten Jahre auch dort, wo keine Schwierigkeiten hinsichtlich der Wasserbeschaffung bestanden, konsequent Luftkühlung der Ölfüllung verlangte, selbst noch bei Leistungen von 40000 kVA und darüber. Die teilweise Rückkehr zur Wasserkühlung mag durch den Wiederanstieg des Energiebedarfes und damit im Zusammenhang durch die Notwendigkeit bedingt sein, den Kraftwerk-Transformatoren Überlastungen von längerer Dauer zumuten zu müssen, die der Transformator mit Wasserkühlung allenfalls unter Hinzuschaltung eines weiteren Kühlers leicht bewältigen kann.

Unter den uns im abgelaufenen Jahr bestellten Transformatoren besonderer Art verdienen erwähnt zu werden: ein Einphasen-Reguliertransformator für das E.W. der Stadt Schaffhausen für 2000 kVA mit eingebautem Spannungsteiler, durch den die Sekundärspannung von 2285 V stufenlos um $\pm 285 \text{ V}$ zu regulieren ist, dann neun Dreiphasen-Transformatoren mit Röhrenkasten und Spezial-Kabelendverschlüssen, die ohne Entleerung der Ausgussmasse wegnehmbar sind, mit Leistungen zwischen 2000 und 600 kVA. Ausserdem wurde uns und unseren Konzessionären eine grössere Anzahl Grosstransformatoren in Auftrag gegeben mit Leistungen zwischen 25000 und 40000 kVA.

Der in unserem letzten Bericht erwähnte 20000-kVA-Transformator für das Kraftwerk Mühleberg der B.K.W. ist im Spätherbst des vergangenen Jahres in Betrieb gekommen. Ein interessantes Problem bildete der Transport des Transformators nach dem weitab von der Bahn gelegenen Kraftwerk, von dem an dieser Stelle noch berichtet werden soll.

3. Schalter.

Auch im abgelaufenen Jahre wurde der *Druckluft-Schnellschalter* weiter entwickelt, nach dem wegen seines ausgezeichneten Betriebsverhaltens rege Nachfrage besteht. Wir sind davon überzeugt, dass das ganze Problem der Aufrechterhaltung der Stabilität mehrerer zusammengeschalteter, aus einer Anzahl Kraftwerke gespeister Netze ohne besondere komplizierte zusätzliche Einrichtungen lediglich durch Verwendung von Druckluft-Schnellschaltern, d. h. durch deren kleine Eigenzeit in Kombination mit schnellwirkenden Selektivrelais, eigentlich schon gelöst ist. Wir behalten uns vor, hierüber seinerzeit ausführliche Versuchsergebnisse bekanntzugeben.

Nebst den Innenraumtypen, die wir, wie in unserem letzten Bericht bereits mitgeteilt wurde, bis zu 64 kV Nennspannung entwickelt haben, wurden nunmehr die Freilufttypen in Arbeit genommen, nachdem vorher eingehende Untersuchungen über Lichtbogenlöschung durch Druckluft bei hohen Spannungen durchgeführt wurden.

Der Schalter für 87 kV ist anlehnend an die Konvektorschalter in Säulenform aufgebaut. Unten befindet sich der Luftbehälter mit dem Hauptventil, den Steuerungseinrichtungen und dem Trennkontakthantrieb. Der

aktive Schalterteil besteht aus einem oben erkennbaren Löschkontakt einerseits und einem in Serie geschalteten Trennkontakt andererseits. Abb. 15 zeigt den 150-kV-Schalter, dessen Unterbrechungsstellen zum Zwecke einer möglichst guten Spannungsverteilung im Moment der Unterbrechung und einer Verminderung der schädlichen Räume des Schalters übereinander angeordnet wurden. Damit wird der Luftverbrauch gegenüber anderen Anordnungen weitgehend reduziert. Bis 87 kV Nennspannung werden die Schalter im allgemeinen mit einem einzigen Behälter ausgeführt, während die Schalter für höchste Spannungen je einen separaten Luftbehälter je Pol besitzen. Derselbe ist quer zur Polebene aufgestellt. Auf diese Weise kann eine bessere Platzausnutzung erreicht werden, wenn die Schalter mit Stromwandlern kombiniert werden. Auch lässt sich bei dieser Bauart das Behältervolumen ohne wesentliche Konstruktionsänderung vergrößern, sofern in Ausnahmefällen verlangt werden sollte, dass die Schalter mehrere Schaltungen hintereinander ohne Luftersatz auszuführen haben. Normalerweise sind die Behälter, wenn man vom Normaldruck 13 kg/cm² eff. ausgeht, für eine einzige Schaltung dimensioniert. Damit sind die Abmessungen und das Gewicht der Schalter auf ein Minimum reduziert, während der Aufstellungsort sowie die Bemessung der Reservebehälter den bestehenden Verhältnissen weitgehend angepasst werden können. Von 64 kV an aufwärts erhält jeder Schalterpol sein eigenes Ein- und Ausschaltventil. Durch elektrische Verbindung der

Auslösespulen wird erreicht, dass alle drei Pole gleichzeitig schalten. Unter 50 kV Betriebsspannung wird ähnlich wie bei den Innenraumschaltern, ein einziges Blasventil je dreipoligen Schalter angewendet. Immer mehr scheint der Druckluftschalter, der sich ausserordentlich grosser Nachfrage erfreut, der Schalter der Zukunft werden zu wollen.

Die *Konvektorschalter* sind einer konstruktiven Revision unterzogen worden,

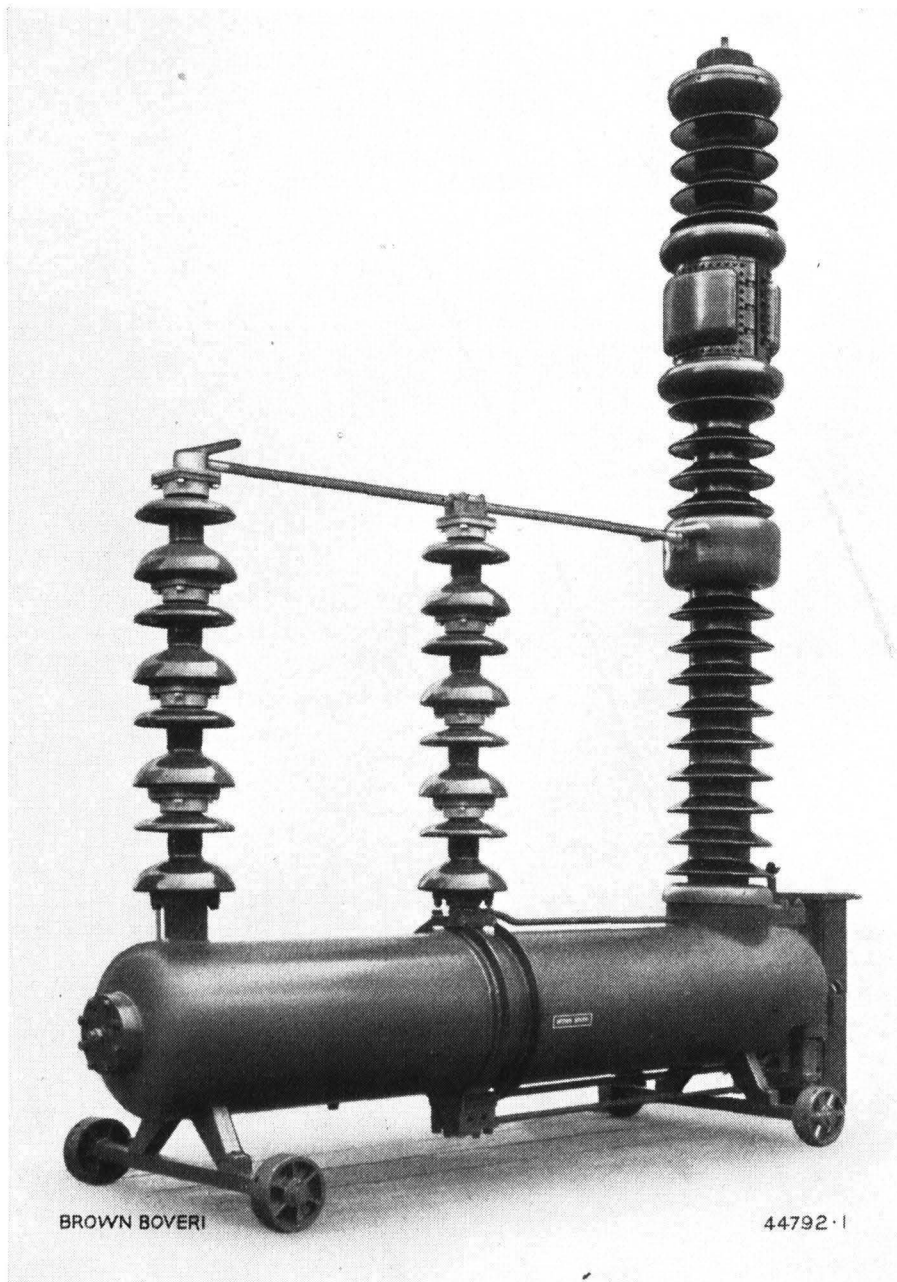


Abb. 15. — Druckluft-Schnellschalter, Nennspannung 150 kV, Nennstrom 400 A.

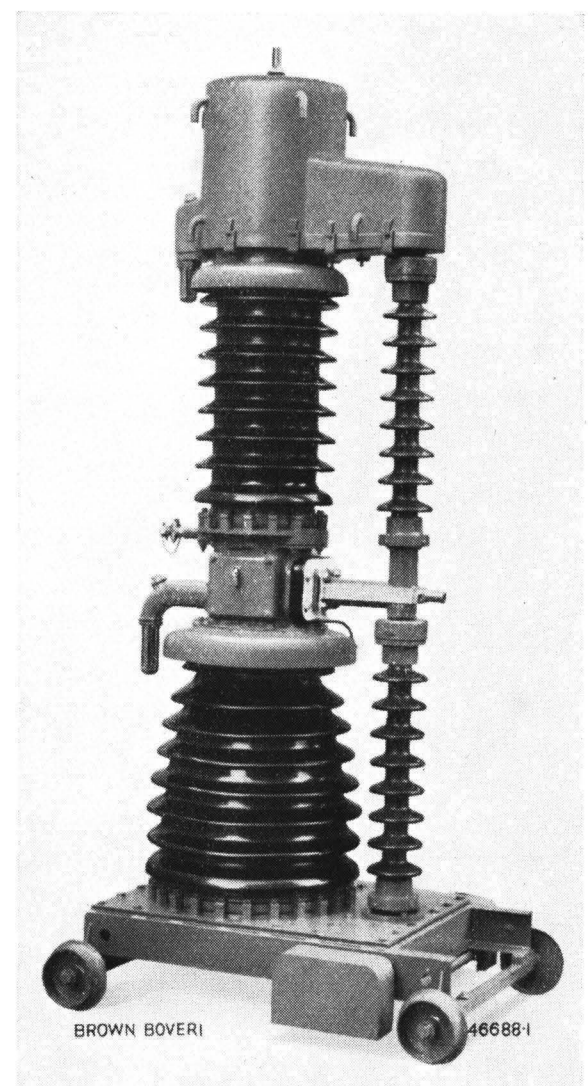


Abb. 16. — Einpoliger Konvektorschalter, Nennspannung 87 kV, Nennstrom 1000 A, max. Abschaltstrom 8000 A bei 87 kV wiederkehrender Spannung.

wobei auch der Antrieb der Schalter vereinfacht wurde. In dieser neuen Ausführungsform ist eine grosse Reihe Schaltergruppen bei uns und unseren Konzessionären gebaut worden (Abb. 16).

4. Netzregulierung und Regler.

Auf dem Gebiete der Frequenz- und Leistungsregulierung in grossen Netzverbänden wurde weiter gearbeitet. Zum ersten Male wurde eine modernisierte

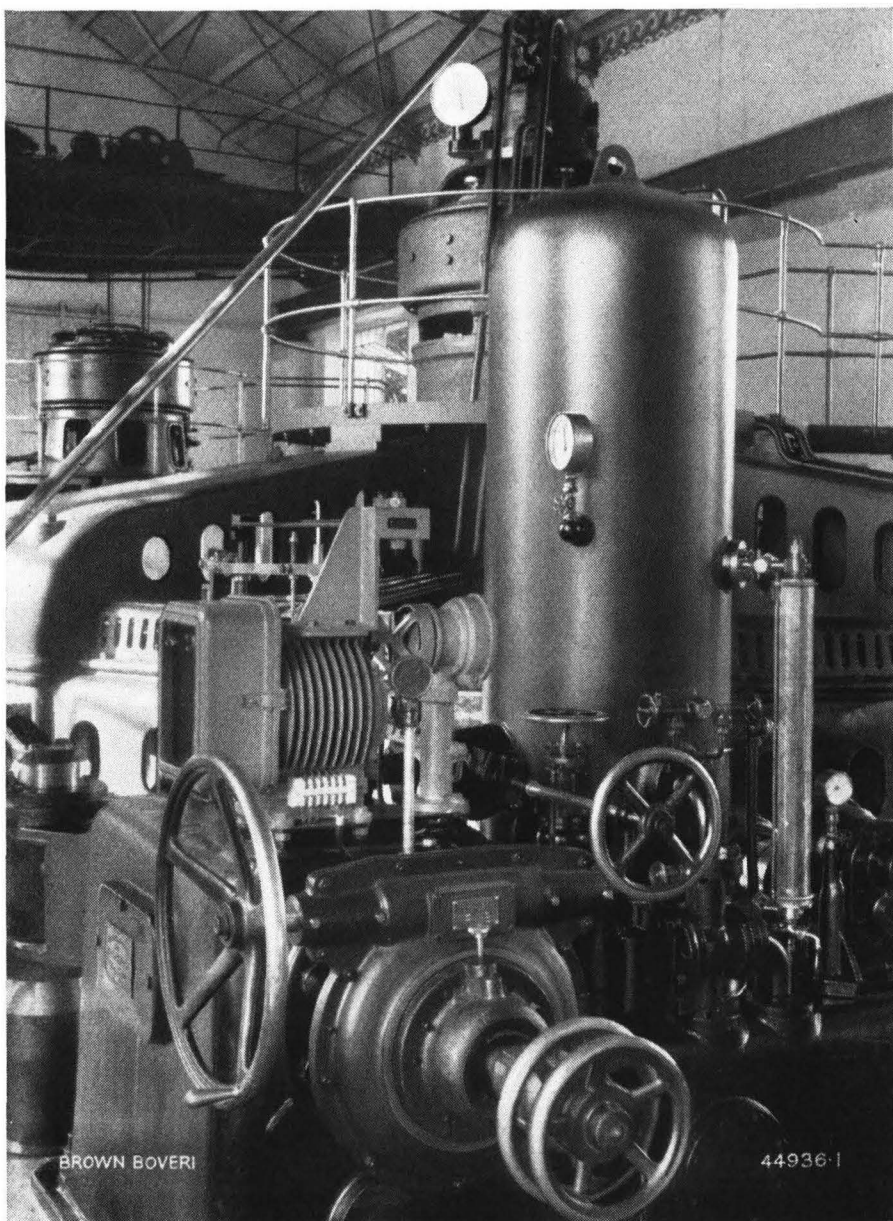


Abb. 17. — Elektrizitätswerk Aarau (Schweiz), Brown Boveri-Elektro-Tachoregler für die Steuerung eines Bell-Turbinenreglers.

Generatorgruppe mit Kaplanturbine im E.W. der Stadt Aarau an Stelle eines üblichen mechanischen Tourenreglers mit einem elektrisch wirkenden Primärregler ausgerüstet und in Betrieb gesetzt (Abb. 17). Die bis jetzt vorliegenden Resultate bestätigen die in die Regulierung gesetzten Erwartungen vollauf und lassen eine interessante Entwicklung voraussehen. Die neue Lösung gestattet nicht nur konstruktive Schwierigkeiten in bezug auf den Antrieb der mechanischen Tourenregler vollkommen auszumerzen, sondern auch reguliertechnisch entsprechend den neuesten Erkenntnissen weitere Fortschritte zu erzielen.

5. Relais.

Mit der Entwicklung der *Hauptstrom-Thermorelais* ist die Reihe unserer neuartigen Relais zu einem gewissen Abschluss gebracht worden. Dieses Relais (Abb. 18), das kürzlich hier ausführlich beschrie-

ben wurde¹⁾, dient dazu, zunächst Maschinen ausschliesslich gegen Überlastung bei grösster Sicherheit gegen unerwünschte Abschaltung durch Störungen im Verteilungsnetze zu schützen. Bei Generatoren berücksichtigt das Relais Pendelvorgänge entsprechend ihrem Einfluss auf die Erwärmung der Maschine, während bei Hochspannungsmotoren und auch Kabeln Anlaufstromspitzen ermöglicht werden, ohne Gefahr einer

Auslösung bei gelegentlicher Überschreitung der Dauer und Grösse des Anlaufstromes. Aber auch den Kurzschlußschutz von Leitungen kann das Thermorelais wirksam ergänzen und Kurzschluss- und Überlastschutz in sehr zweckmässiger Weise miteinander kombinieren.

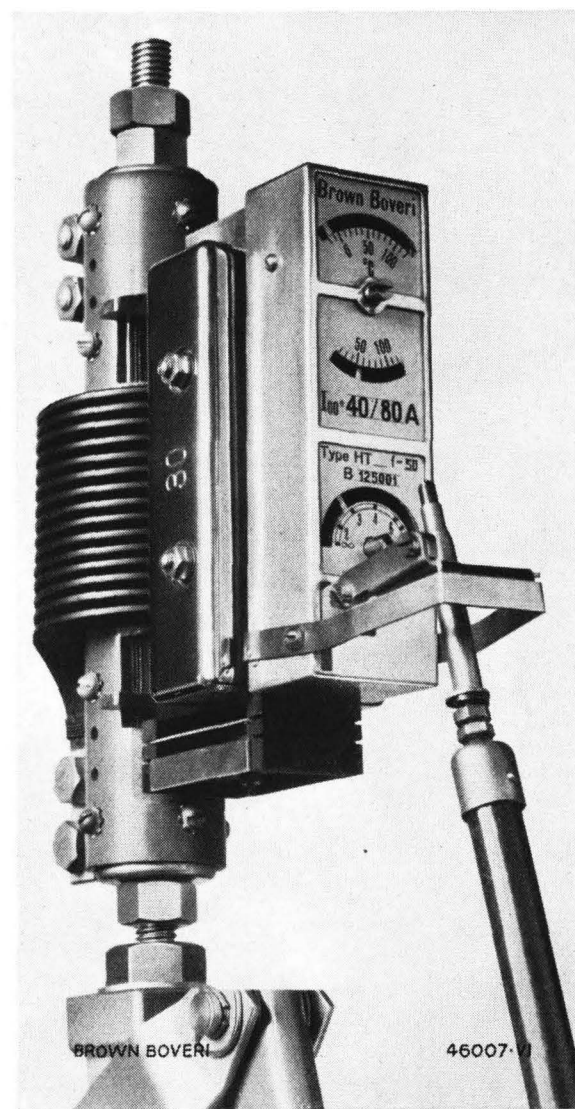


Abb. 18. — Hauptstrom-Thermorelais.

6. Schaltanlagen.

Der Rückblick auf die verschiedenen, in diesem Jahre gebauten Schaltanlagen zeigt klar und deutlich, dass der von uns mit der Entwicklung von Druckluft-Schnellschaltern und Druckluftantrieben eingeschlagene Weg der richtige ist, denn alle bedeutenderen Anlagen wurden mit Druckluftschnellschaltern und druckluftbetätigten Trennern gebaut.

Bei der Projektierung oder beim Bau von Anlagen mit Druckluft treten immer neue Vorteile auf und es scheint heute, dass die Möglichkeiten, die am Anfang der Entwicklung von uns vorausgesehen wurden, heute nach vier Jahren reicher Erfahrungen bei weitem noch nicht alle ausgenützt sind, und dass uns die Zukunft auf diesem Gebiete noch vieles bringen wird.

Als Beispiel einer modernen Anlage zeigt Abb. 19 die neue 10-kV-Anlage in der Zentrale Wynau. Über diese Anlage wird in einer der nächsten Nummern der Brown Boveri Mitteilungen eine ausführliche Beschreibung erscheinen. Daneben zeigt Abb. 20, um wieviel zwangloser sich der Einbau eines Druckluft-schnellschalters an Stelle einer Ölschaltergruppe aus früherer Zeit gestaltet.

¹⁾ Brown Boveri Mitteilungen 1937, S. 323

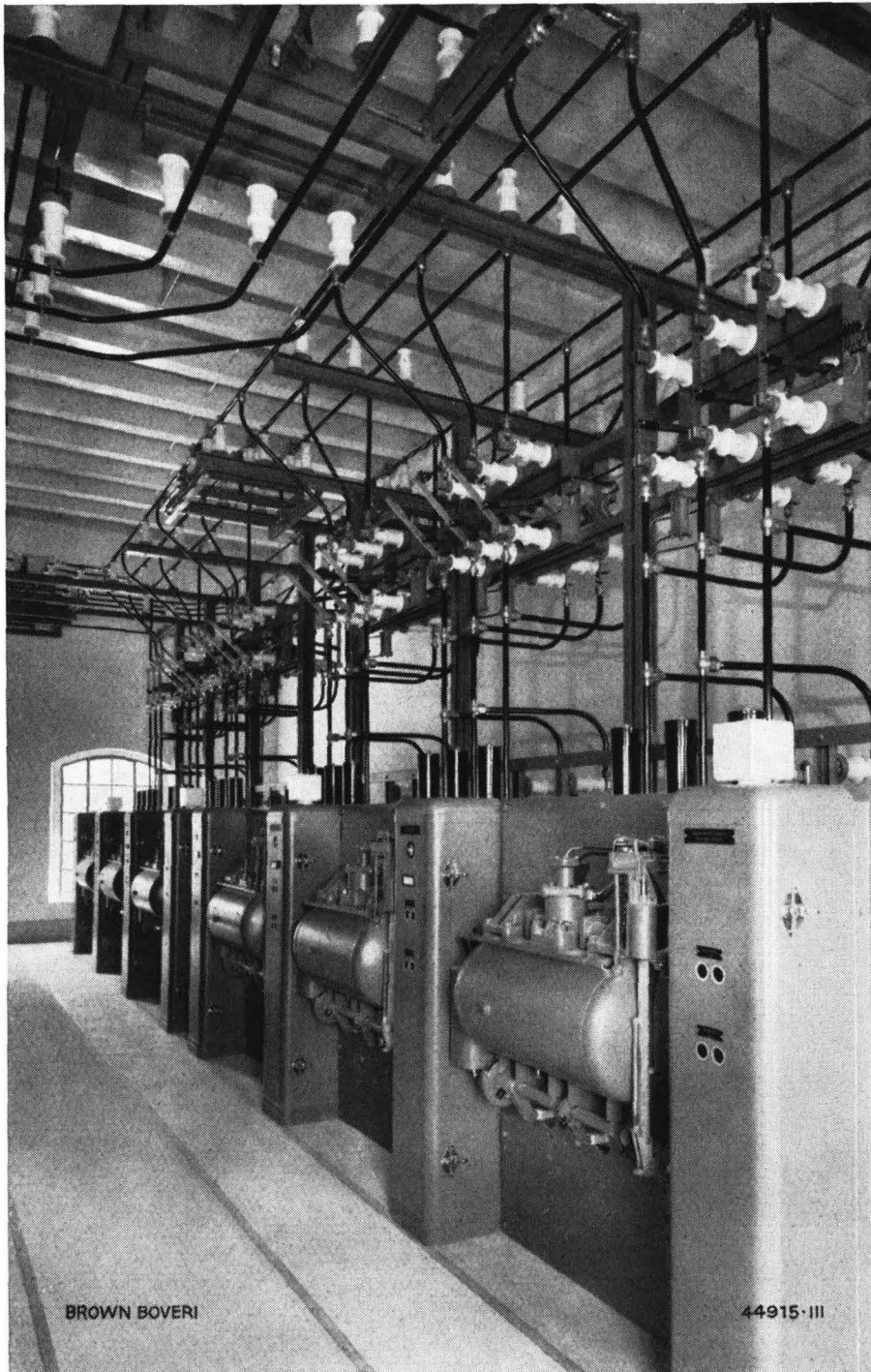


Abb. 19. — A.-G. Elektrizitätswerk Wynau, Langenthal (Zentrale Wynau). Zehn Druckluftschnellschalter 400 A, Nennspannung 24 kV, Betriebsspannung 9,5 kV, Abschaltvermögen 250 MVA bei 9,5 kV wiederkehrender Spannung.

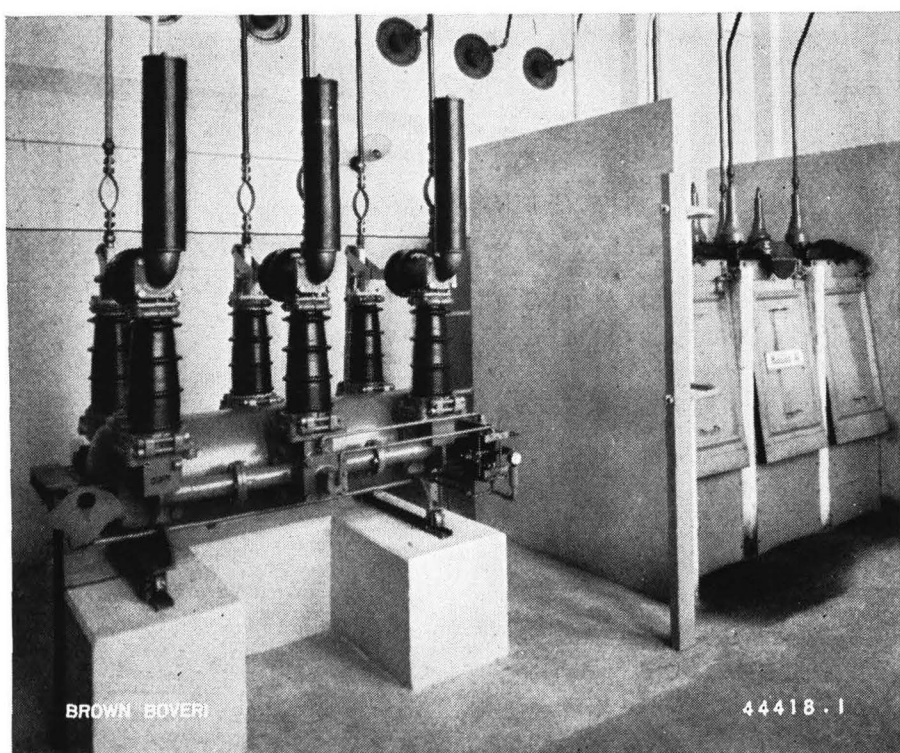


Abb. 20. — Aare-Tessin A.-G., für Elektrizität, Olten (Kraftwerk Gösgen). Einbau eines Druckluftschnellschalters an Stelle einer rechts im Bilde sichtbaren Ölschaltergruppe.

Abb. 21 zeigt einen der bereits in unserm letzten Bericht erwähnten Stabstromwandler in der Spezialausführung für Küstengebiete.

Wir haben schon früher gekapselte Hochspannungs-Schaltanlagen mit Ölschaltern geliefert. Im Gegensatz zu andern Firmen haben wir von Anfang an Sammelschienen, Leitungen und so viel wie möglich auch die anderen Apparate nur mit Luft isoliert. Diese Konstruktionen haben sich bewährt und werden auf Verlangen auch heute noch geliefert.

Heute ist es nun mit den Druckluftschaltern möglich, vollständig öl- und masselose gekapselte Anlagen zu bauen. Wir haben interessante

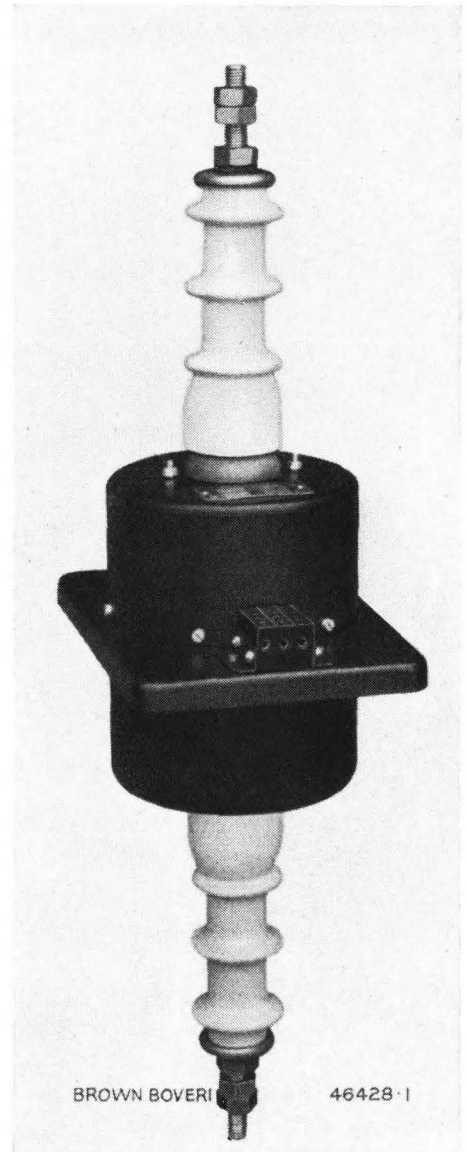


Abb. 21. — Stabstromwandler mit Porzellandurchführung. Nennspannung 24 kV, Nennstrom 630 A.

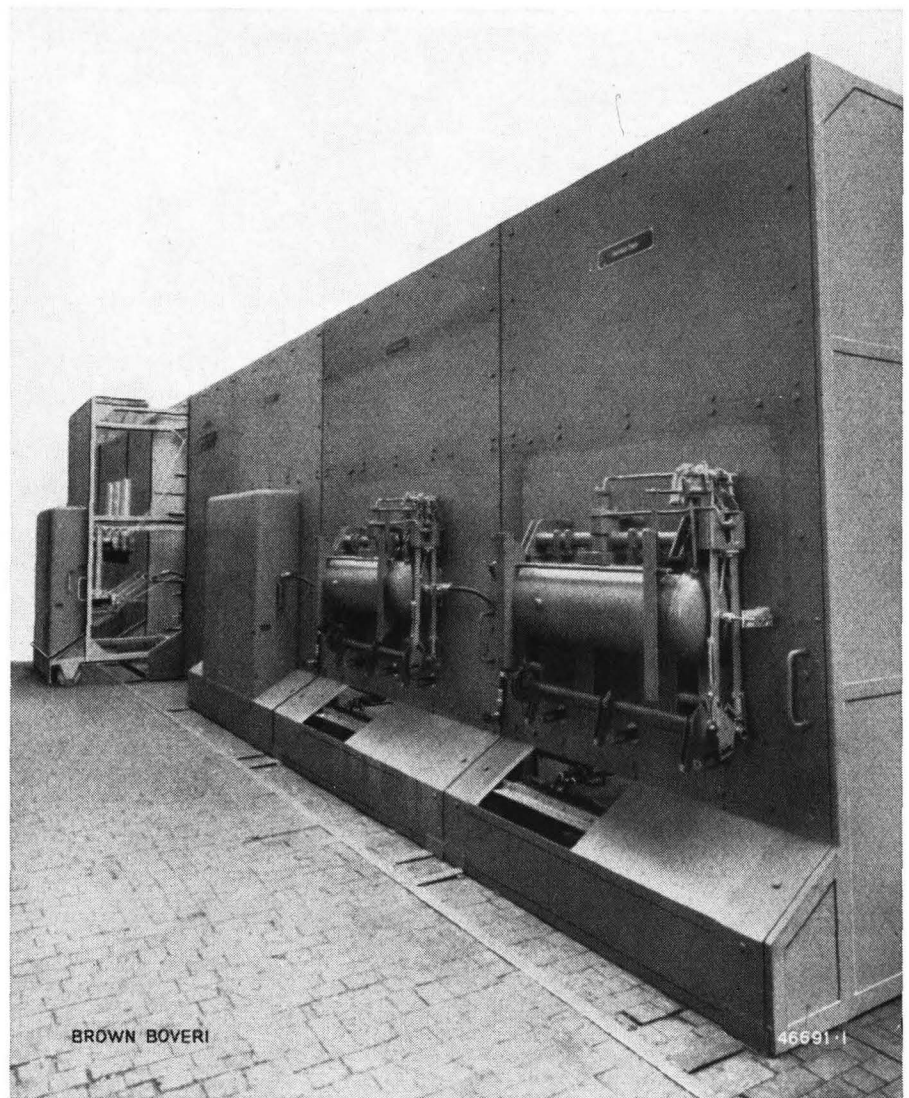


Abb. 22. — Vorderansicht einer siebenfeldrigen gekapselten 33-kV-Schaltanlage mit ausfahrbaren Schaltwagen.

Beide Felder mit abgenommenen Verschaltungen. Unter den Leistungsschaltern Öffnungen zur Kontrolle der Stecker für die Hilfsstromkreise.

Konstruktionen entwickelt und auch bedeutende Bestellungen erhalten. Speziell erwähnt seien die 33-kV-Verteilanlagen für Powell Duffryn Associated Collieries Ltd., mit 27 ausfahrbaren Schaltfeldern und zehn feststehenden Spannungswandlerfeldern (Abb. 22).

Auf dem Gebiet der Kommandoräume ist bemerkenswert die Bestellung auf den Kommandoraum

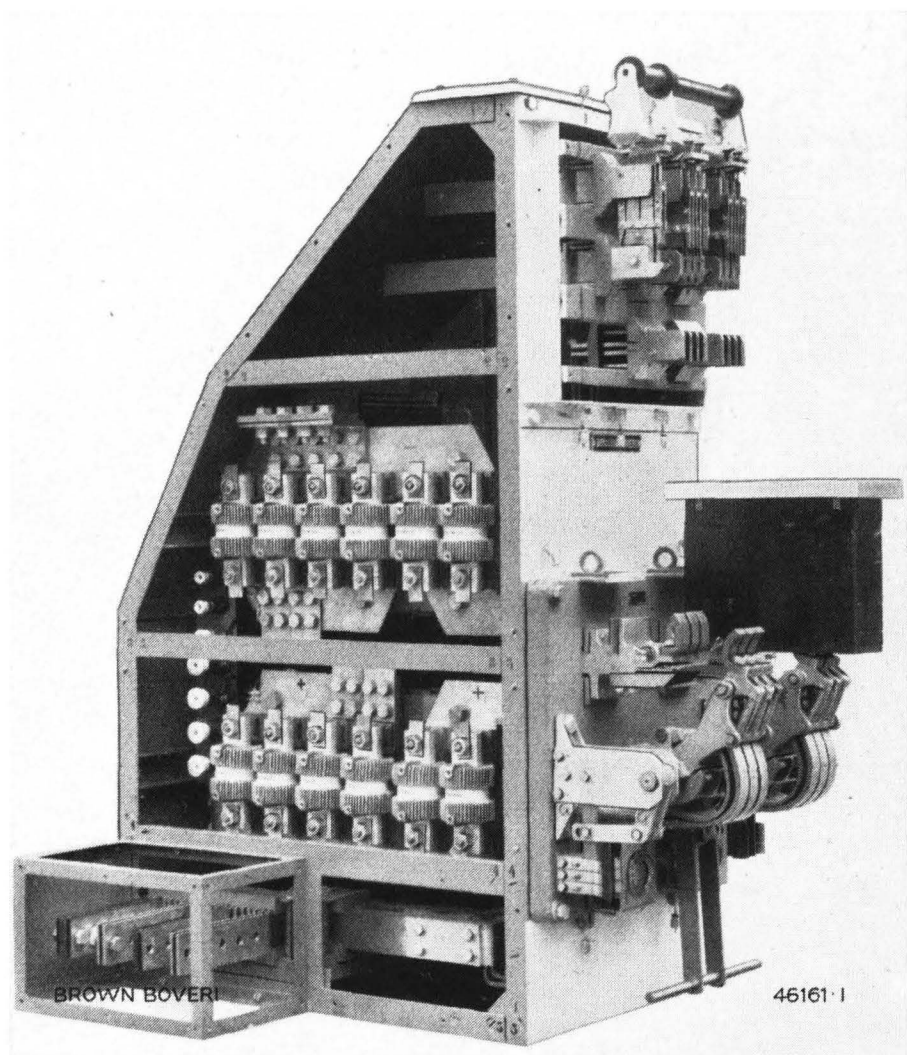


Abb. 23. — Batterie-Sicherungsschrank in Marine-Ausführung mit zweipoligem Batterieautomat, 2600 A Nennstrom, mit zweipoligem Messerumschalter 2000 A.

Reading der Palestine Electric Corporation, Haifa. Von diesem Kommandoraum aus werden neun Generatoren, achtzehn 6-kV-, fünfzehn 22-kV-, acht 66-kV- und vier 110-kV-Leitungen gesteuert und überwacht. Nach gründlichem Studium der verschiedenen Möglichkeiten hat sich der Kunde entschlossen, einen Kommandoraum mit Leuchtschaltbild und mit Schattenpfeil-Instrumenten zu verwenden, ein neuer Beweis, dass trotz grösserer Kosten Kommandoräume mit Leuchtschaltbildern als vorteilhaft betrachtet werden.

Für Radio-Mutatoranlagen wurden Schaltfelder normalisiert, bei denen die unter Kathoden-Potential stehenden Apparategruppen in einem Hochspannungsgerüst isoliert aufgebaut sind, während alle Nieder-

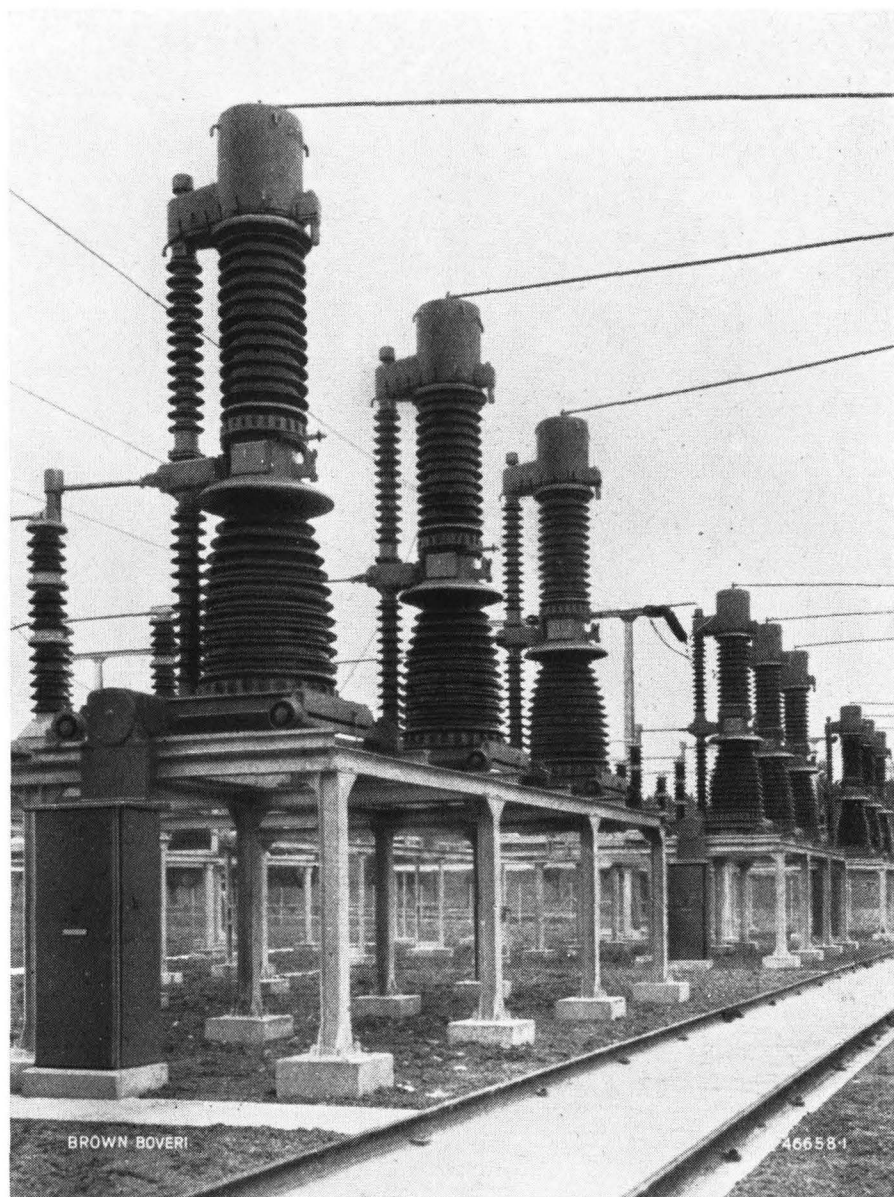


Abb. 24. — Etzelwerk A.-G., Pfäffikon. Freiluftanlage mit Konvektorschaltern. Nennspannung 150 kV.

spannungsapparate in einer geordneten Betätigungstafel Platz finden.

Abb. 23 zeigt die Marineausführung einer Niederspannungs-Schaltanlage, bei der die gedrängte Anordnung und die Anpassung an die Raumverhältnisse des Schiffes klar zum Ausdruck kommen.

Für die Freiluft-Schaltanlage der Zentrale Altendorf der Etzelwerk A.-G. haben wir vier 150-kV-Konvektorschalter geliefert (Abb. 24).

II. ENERGIE-VERTEILUNG UND ENERGIE-UMFORMUNG.

A. TRANSFORMATOREN.

Das oben für die Kraftwerkstransformatoren Gesagte gilt uneingeschränkt auch für die Transformatoren der Unterwerke, wenigstens für solche grosser Leistung. Transformatoren ohne Regulierung und entsprechende Schalter auf der Ober- und Unterspannungsseite sind hier ganz besonders zu den seltenen Fällen zu zählen.

Konstruktiv fortentwickelt wurde die Reihe unserer *Kleintransformatoren*. Unsere bewährten *Niederspannungsregler* werden nunmehr mit einem drehbaren Kern gebaut, mit welchem die Ableitung des die Wicklung befahrenden Stromabnehmers verbunden ist. Damit wird der den Leerlaufstrom erhöhende Luftspalt im aktiven Eisenkern und die in diesem auftre-

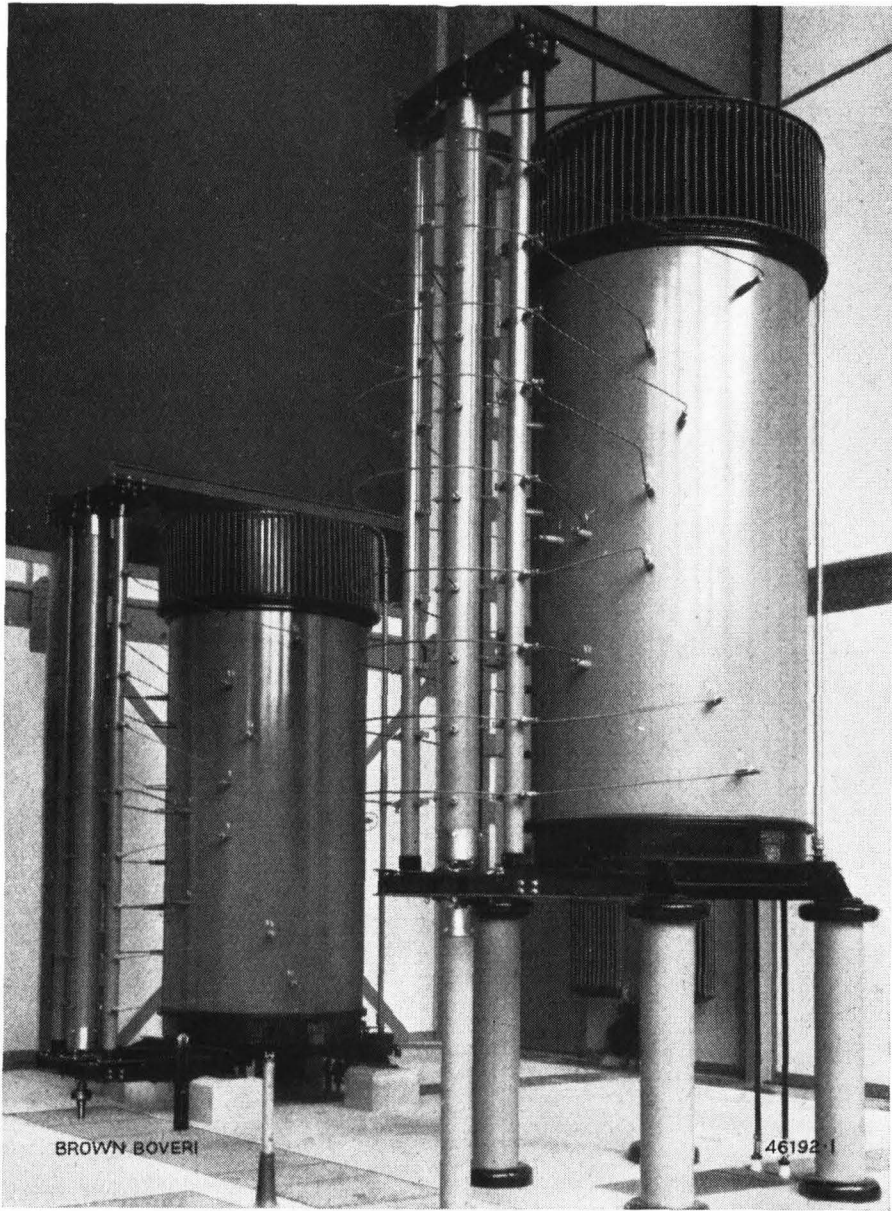


Abb. 25. — Société d'Exploitation des Câbles Electriques, système Berthoud, Borel & Cie., Cortailod. Hochspannungsprüfanlage, zwei Prüftransformatoren 1/400 kV, 400 kVA, einphasig, 50 Per/s, mit angebauten mechanischen Gleichrichtern.

tende Sättigung wesentlich reduziert, und der den Stromabnehmer tragende Kontaktarm schneidet bei seiner Bewegung nur Streufeldzonen geringer Liniendichte.

In unserem letzten Bericht haben wir von einem neuartigen Hochspannungstransformator mit Nadelgleichrichter für 400 kVA und 400 000 V für Zwecke der Kabelprüfung Mitteilung gemacht. Abb. 25 zeigt die mit zwei Transformatoren dieser Art ausgerüstete *Prüfanlage* der Société d'Exploitation des Câbles Electriques, système Berthoud, Borel & Cie. in Cortailod.

B. NETZSCHUTZ.

Wie im vorletzten, wurde auch in diesem Jahre wieder eine Anzahl Erdschluss-Löschspulen ge-

baut. Wies im letzten Jahr die grösste Löschspule eine Leistung von 8900 kVA auf, innerhalb einer grösseren Zahl Spulen, die für die staatlichen schwedischen Grosskraftwerke und deren Netze bestimmt waren, so wurden uns im abgelaufenen Jahre die grössten Löschspulen mit Leistungen von 16 500 kVA für das E.W. Den Haag, von 23 000 kVA für die Sydsvenska Kraftaktiebolaget in Malmö und sogar von 27 200 kVA für die Kungl. Vattenfallsstyrelsen in Stockholm in Auftrag gegeben.

Abb. 26 zeigt drei im vergangenen Jahre gebaute Löschspulen je für 6000 kVA.

C. NETZKUPPLUNG.

Im abgelaufenen Jahr wurden zwei weitere Netzkupplungs-Umformergruppen in Auftrag gegeben, die in Italien zur Aufstellung und dementsprechend in den Werkstätten des Tecnomasio Italiano Brown Boveri zur Ausführung kommen. Die Gruppen — bereits die sechste und siebente unserer Bauart in Italien — haben die Aufgabe zu erfüllen, zwei Netze mit 50 und 40 Per/s miteinander elastisch zu koppeln und dabei einen wechselseitigen Leistungsaustausch zwischen denselben in der Grösse von 15 000 kW zu ermöglichen.

Obwohl es sehr wahrscheinlich ist, dass in Zukunft das Problem der Kupplung zweier voneinander unabhängiger Netze gleicher oder verschiedener Frequenz zum wechselseitigen und willkürlichen Energieaustausch einfacher durch Mutatoren besonderer Schaltung wird gelöst werden, so verdient doch festgehalten zu werden, dass alle bis jetzt bei der Kupplung von Netzen gestellten Forderungen, die oft sehr weit auseinander-

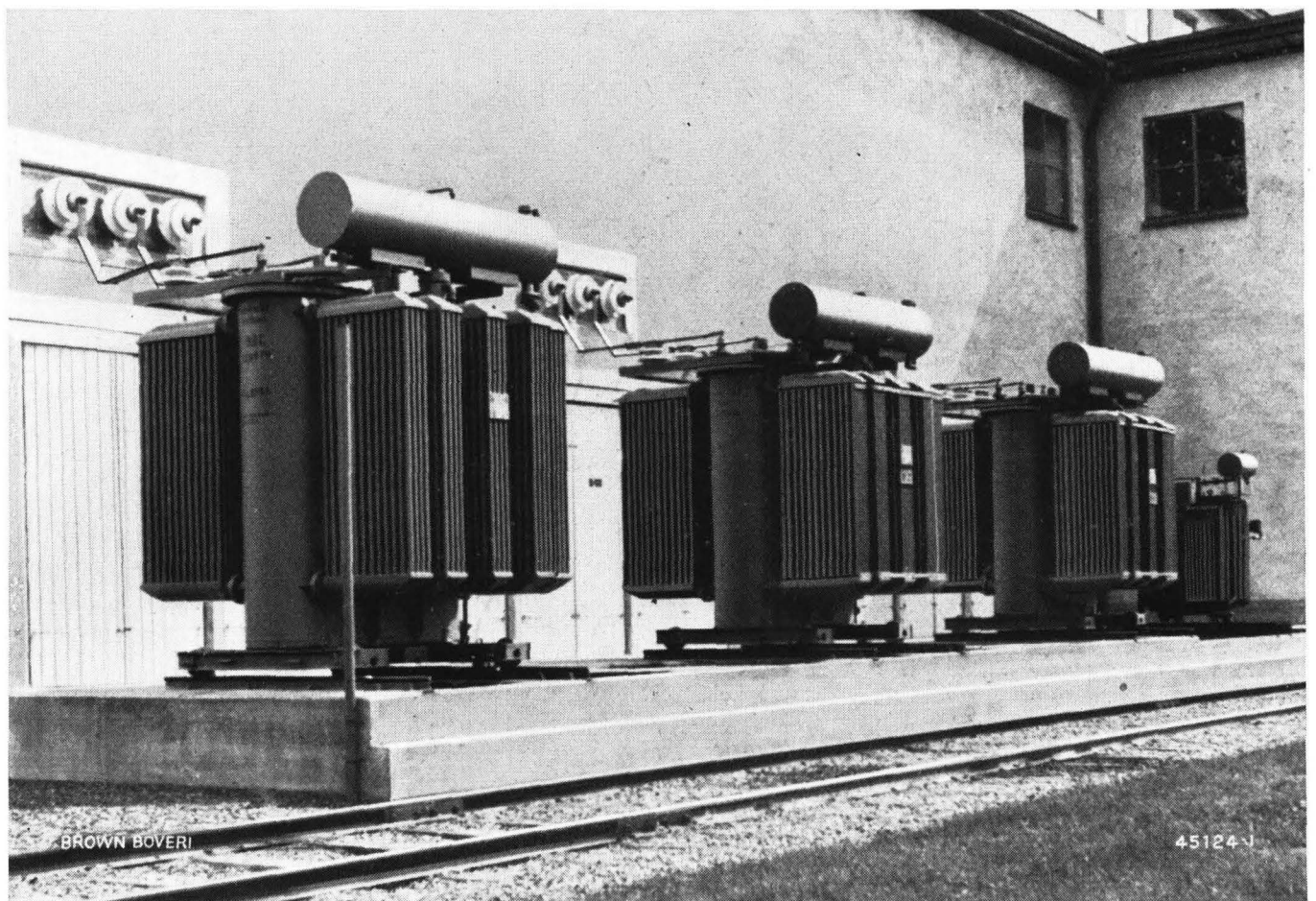


Abb. 26. — Anlage Horndal, Krangede A/B, Stockholm. Drei Dreiphasen Öl-Freiluft-Drosselspulen zur Kompensation des Leitungs-Ladestromes, je 6000 kVA, 900 V verkettet, 50 Per/s, Sternschaltung.

gingen und eine ganze Reihe schwieriger Probleme aufwarfen, von den Netzkupplungs-Umformergruppen unserer Bauart und Schaltung in ganz vorzüglicher Weise und mit hohem Wirkungsgrad gelöst wurden,

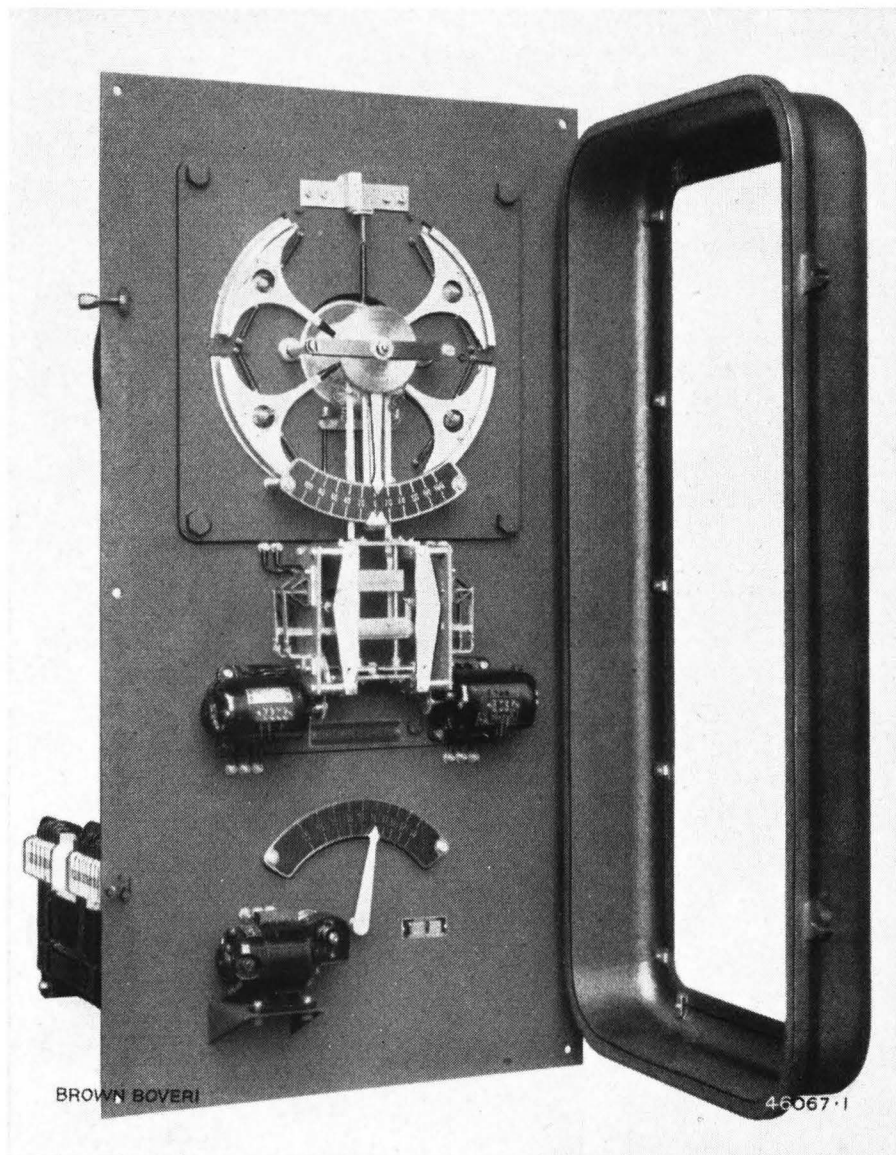


Abb. 27. — Frequenzabhängiger Einstellregler.

wozu ganz besonders auch die von uns entwickelte Spezialapparatur beigetragen hat. In diesem Zusammenhang mag der Hinweis auf den in Abb. 27 dargestellten frequenzabhängigen Einstellregler genügen, bestimmt für die in unserem letzten Bericht erwähnten Umformergruppen der Anlage Spigno-Monferrato der Acciaierie e Ferriere Lombarda Falck, Mailand.

D. MUTATOREN.

Auch im abgelaufenen Jahre wurde eine grosse Zahl Mutatoren verschiedener Grösse gebaut, wobei diesmal jene für elektrochemische und elektrometallurgische Anwendungen der Zahl und Leistung nach überwiegen.

Für verschiedene Hüttenbetriebe sind im ganzen 76 Hochstrom-Mutatoren mit einer Gesamtleistung von 238 000 kW zur Ablieferung gelangt, die mehrheitlich zum Speisen von Aluminium-Elektrolysen Verwendung fanden. Dank dem grossen Interesse, das die schweizerische Aluminiumindustrie unseren Mutatoren grosser Leistung schon vor zehn Jahren entgegenbrachte, wobei uns Gelegenheit geboten wurde, Versuche im grossen Maßstabe durchzuführen, war es möglich, den Elektrolyse-Mutator zu seiner heutigen Vollkommenheit durch-

zubilden und diesen vorerst im europäischen Ausland, neuerdings auch in Übersee, für den Betrieb von grossen wässerigen und schmelzflüssigen Elektrolysen aufzustellen. Die Tatsache, dass es sich bei den Aufträgen des Jahres 1937 im Leistungsumfang von 238 000 kW mehrheitlich um Nachbestellungen handelt, darf als der beste Beweis für die unbedingte Betriebsicherheit unserer Elektrolyse-Mutatoren angesehen werden.

Die zahlreichen Referenzanlagen haben im Jahre 1937 wesentlich zu einer erfolgreichen Einführung unserer Hochstrom-Mutatoren in der kanadischen und amerikanischen Aluminiumindustrie beigetragen. Für Lieferung nach Kanada erhielt Brown Boveri den Auftrag auf eine Hochleistungs-Mutatoranlage für total 54 500 kW entsprechend 94 700 A bei 575 V, während der Allis Chalmers Manufacturing Co. eine Mutatorbestellung von 90 000 kW entsprechend 150 000 A bei 600 V übergeben worden ist. Als weiterer Auftrag nach Übersee sei die dritte Erweiterung der Anlage der Consolidated Mining & Smelting Co., Trail (Kanada) erwähnt. Es handelt sich dabei um den Ausbau der Wasserstoff-Elektrolyse mit einer weiteren Doppelgruppe von 8300 kW entsprechend 10 000 A bei 830 V. Damit erhöht sich auch die in den Anlagen der Consolidated Mining & Smelting Co. installierte Mutatorleistung auf 48 000 kW entsprechend 80 000 A bei verschiedenen Elektrolyse-Spannungen (Wasserstoff und Zink).

Für die Erweiterung einer Aluminiumhütte in Italien wurde eine Hochleistungs-Mutatoranlage von total 24 000 kW entsprechend 40 000 A bei 600 V geliefert. Auch in diesem Falle handelt es sich um eine zweite

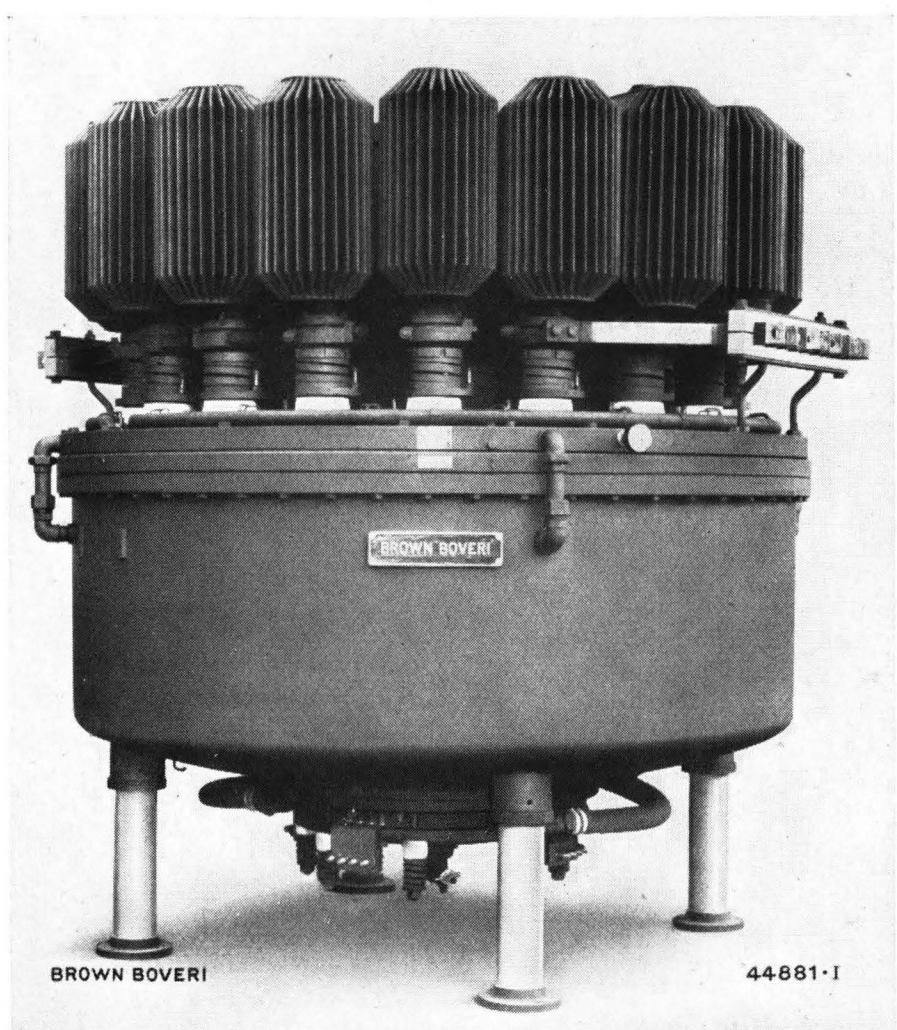


Abb. 28. — Mutator 3450 kW, 575 V, 6000 A.



Abb. 29. — Aarau-Schöftland-Bahn. Klein-Mutatorgruppe 300 A, 700–800 V.

Nachlieferung, wodurch sich die im gleichen Werk installierte Mutatorleistung auf 45 000 kW entsprechend 75 000 A bei 600 V erhöht.

Die Anlage St. Jean de Maurienne der Cie. d'Alais, Froges et Camargue wurde ebenfalls durch zwei neue

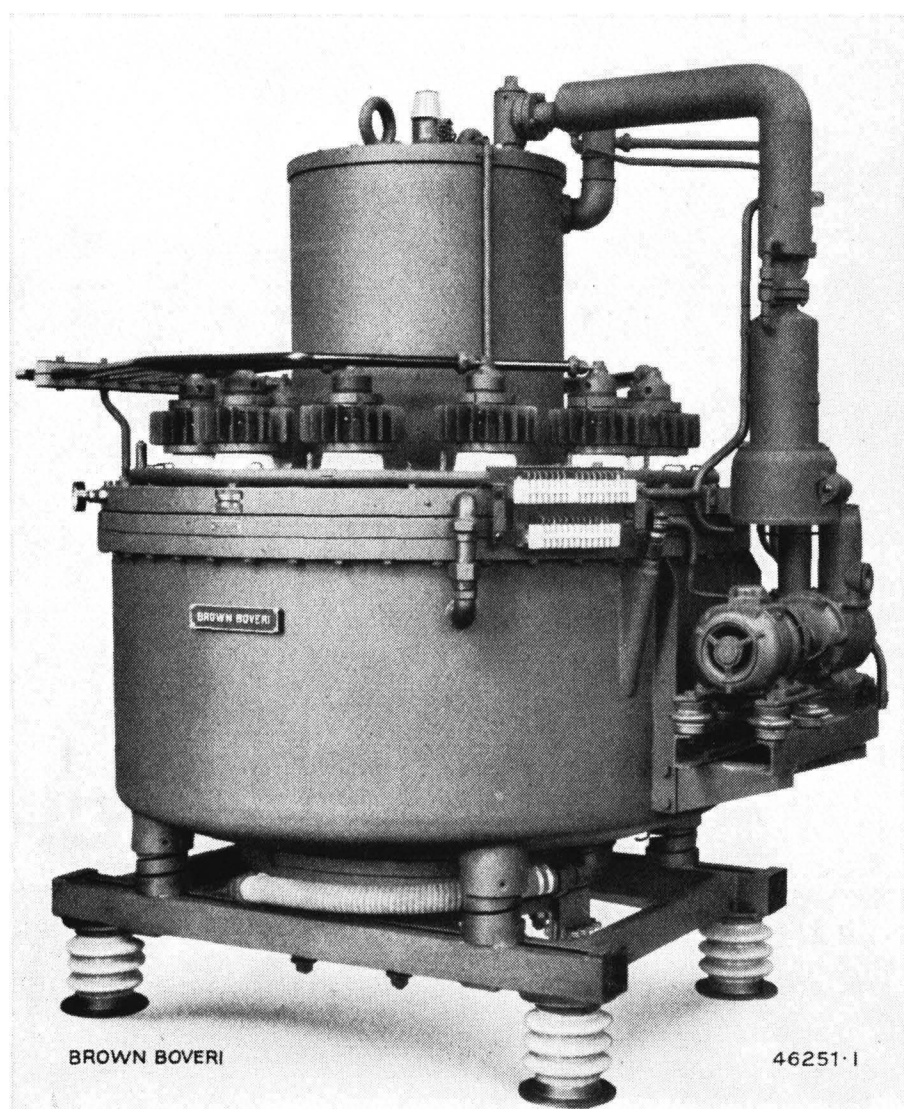


Abb. 30. — Mutatorgruppe mit federnder Abstützung für Aufstellung in Fahrzeugen, mit angebauter Entlüftungseinrichtung, 1000 kW, 1530 V, 655 A.

Mutatorgruppen von je 6900 kW und 12 000 A erweitert (Abb. 28), wodurch sich die gesamte Leistung und Stromstärke dieser Anlage auf 19 550 kW bzw. 34 000 A erhöht. Da auch diese Aluminiumhütte nach dem Konstantstrom-Prinzip arbeitet, wird die Spannung in zwei Bereichen automatisch von 575 bis 290 V und von 310 bis 145 V reguliert und zwar durch Stufenschalter, eingebaut auf der Primärseite der Transformatoren, kombiniert mit der Gittersteuerung der Mutatoren.

Schliesslich sei noch die sehr interessante Bestel-

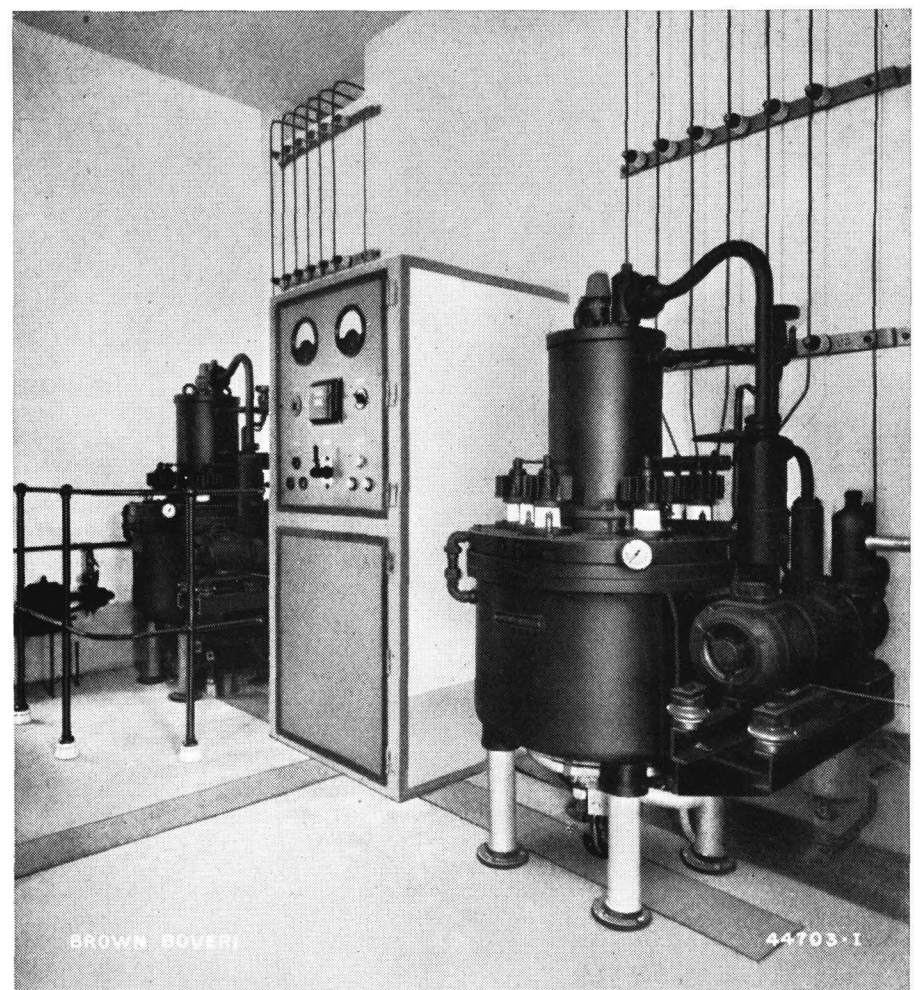


Abb. 31. — Unterwerk Alpnach-Stad der Pilatusbahn mit zwei Mutatoren, je 600 kW, 1550 V.

lung für ein schweizerisches elektrometallurgisches Werk in der Grösse von 8000 kW, 23 000 A bei 350 V erwähnt. Wegleitend bei der Projektierung dieser neuen Anlage war die konsequente Verfolgung des Prinzips grösster Einfachheit im Aufbau, in der Schaltung und im Betrieb. Die Anlage wird mit Hochspannungs-Druckluftschnellschaltern, Gleichstromschnellschaltern und statischer Gittersteuerung ausgeführt. Wie in den meisten modernen Elektrolyse-Anlagen,



Abb. 32. — Chemin de fer Métropolitain, Paris. Unterstation Laborde.
Vier Mutatorgruppen mit je 3000 kW, 615 V.

wird der Gleichstrom auch in dieser Anlage mit Hilfe einer kombinierten Stufenschalter- und Gitterregulierung konstant gehalten.

Auf dem Gebiete der elektrischen Traktion ist ebenfalls eine Reihe interessanter Bestellungen zu verzeichnen. Für Erweiterung der Untergrundbahn der Stadt Buenos Aires (Argentinien) erhielt Brown Boveri den Auftrag für die Lieferung des Unterwerkes Boedo, zwei Gruppen von je 2000 kW bei 1550 V Gleichspannung, mit zehn abgehenden Feedern. Es handelt sich dabei um eine Ergänzung unserer Lieferungen aus dem Jahre 1933 für die Unterwerke Independencia und Santa Fé.

Auch für verschiedene Strassenbahnbetriebe konnte eine Reihe interessanter Aufträge ausgeführt werden. Erwähnt sei der Ausbau der Anlage Vanderkindere der Tramways Bruxellois mit einer dritten vollautomatisch arbeitenden Gruppe von 1100 kW bei 600 V und von drei Strassenbahn-Unterwerken des E.W. Kopenhagen (Anlage „Oestrewerk“ mit einer vollautomatischen Gruppe 2100/2250 kW, 565/605 V; Anlage „Bragesgade“ mit einer vollautomatischen Gruppe 1100/1250 kW, 550/625 V und die Anlage „Bronshøj“ mit einer vollautomatischen Gruppe 1200 kW, 600 V). Mit den vorerwähnten Nachbestellungen erhöht sich die beim E.W. Kopenhagen installierte Mutatorleistung auf 21 000 kW, die sich auf sieben Unterwerke verteilt, welche in den Belastungsschwerpunkten der Stadt aufgestellt sind und ausnahmslos vollautomatisch arbeiten.

Über den vor zwei Jahren entwickelten luftgekühlten *Kleinmutator* kann berichtet werden,

dass sich dieser inzwischen sehr erfolgreich in die Praxis eingeführt hat und den Hochleistungs-Mutator in vielen Fällen wertvoll ergänzt, wo bisher Glaskolben verwendet wurden. Von den vielen bisher bestellten Kleinmutatoranlagen konnten mehrere für die zusätzliche Speisung und bessere Spannungshaltung einer Reihe von Überlandbahnen abgeliefert werden (Abb. 29). Die Einführung dieser Gruppen ermöglicht auch die Vorteile der Umformung mit Mutatoren und besonders den hohen Wirkungsgrad bei kleineren Bahnen auszunützen, so dass es äusserst vorteilhaft ist, ältere, rotierende Umformereinheiten zu er-

setzen. Messungen in der Unterstation Rudolfstetten, welche mit einem Kleinmutator von 270 kW, 900 V ausgerüstet worden ist, ergeben eine Jahresersparnis von 80 000 kWh. Selbst bei einem geringen Energiepreis von 5 Rp. macht dies im Jahr Fr. 4000.— aus, sodass sich eine solche Anlage in kürzester Zeit selbst bezahlt.

Nachstehend sei noch auf einige weitere neue *Bahn-Mutatorunterwerke* verwiesen. Abb. 30 zeigt die im letzten Jahre erwähnten Mutatoren für die „Niederlandsche Spoorwegen“ in fahrbarer Anordnung, Abb. 31 das Unterwerk Alpnach-Stad der Pilatus-Bahn und schliesslich Abb. 32 das Unterwerk Laborde des Pariser Métro.

Auch die Hochspannungs-Mutatoranlagen für *Rundfunk- und Telegraphie-Sender* haben im vergangenen Jahre durch die Lieferung von 14 Einheiten für die verschiedensten Länder eine stattliche Erweiterung erfahren. So bestellte die Marconi-Wireless Telegraph Co. Ltd. in London drei Gruppen für die Sendestationen Brno und Uzhorod in der Tschechoslowakei und drei weitere für einen Sender in der Türkei. Die Betriebsspannungen in den neueren Anlagen bewegen sich in den Grenzen von 6000—20 000 V, wobei gewöhnlich ein Regulierbereich von 4000 V verlangt wird, der in Grobstufen mit Anzapfschalter im Transformator und Feinregulierung für die Gittersteuerung aufgeteilt wird. Für mehrere Sendestationen mit Gleichspannung bis 12 kV haben luftgekühlte Mutatoren, die sich im Betrieb sehr gut bewähren, Verwendung gefunden.