E T Z

ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT

INHALT

Vorschläge für den Betrieb von Netzverbänden. Von H. Graner. 1069
Fortschritte auf dem Gebiet hochohmiger Fest- und Regelwiderstände. Von H. C. Riepka. 1073
Transformatoren für Spannungsregelung unter Last. (Schluß.) Von R. Küchler. 1075
Aus der Elektrizitätswirtschaft Rumäniens 1933. Von H. Thieß. 1079

Rundschau

Die Regelung bei Frequenzumformern für Netzkupplung. 1081
Prüfungen und Beglaubigungen. 1081
Prüfung objektiver Lautstärkemesser durch Vergleich mit subjektiver Beobachtung. 1082
Meßwandler. 1082
Fortschreitende Elektrisierung der italienischen Bahnen. 1083
Kleinspeicher. 1083
Krematiensofen. 1084
Empfang drahtloser Telegraphie auf Schiffen. 1084
Gittergesteuerte Gasentladung als regelbarer Wechselstrom-Widerstand. 1085
Wirk-, Blind- und Scheinleistung bei Wechselströmen mit beliebiger Kurvenform. 1086
Der Staubeinfluß bei Funkenstrecken. 1086
Untersuchungen an Lichtenbergschen Staubbildern bei Oberflächenentladungen. 1086
Neuere Untersuchungen über Starterbatterien. 1086
Bleilagermetalle. 1086
Energiewirtschaft. 1087
Aus letzter Zeit. 1088
Vereinsnachrichten. 1089
Sitzungskalender. 1090
Persönliches: Buchhold, O. Kienzle, Fr. Saß. 1090
Literatur: A. Holzt, A. v. Königslöw; BEWAG; J. T. Sittleton und G. W. Morey; W. Kaufmann; H. Vettermann. 1090
Geschäftliche Mitteilungen. 1092

EHW-Qualitätsbleche

Wir liefern Qualitätsbleche für alle Verwendungszwecke in Anlehnung an DIN 1623 und in Sonderqualitäten:

EHW-Flußeisenbleche, warm- und kaltgewalzt: Schwarzbleche, Emaillierbleche, Ziehbleche, Tiefziehbleche, Bekleidungsbleche, Karosseriebleche

EHW-Dynamo-, Transformatoren- und Stromwandlerbleche

EHW-Stahlbleche in allen Festigkeitslagen

EHW-Sonderstahlbleche für Fahrzeug-, Maschinen- und Apparatebau

EHW-Edelstahlbleche für alle Sonderzwecke

Verlangen Sie Angebote und Probelieferungen!

EISEN- UND HÜTTENWERKE Aktiengesellschaft **BOCHUM**

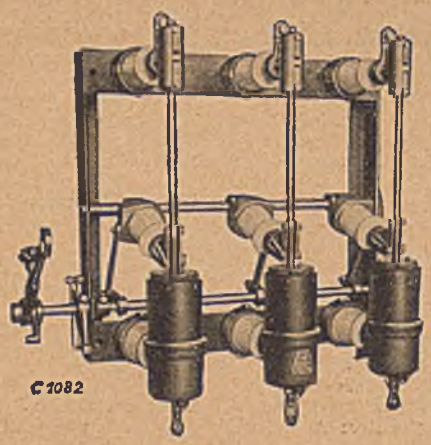
Edelstahlwerk Blechwalzwerk Stahlgießerei

44. HEFT · 55. JAHRGANG · IM BUCHHANDEL DURCH JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

(1069—1092) 1. NOVEMBER 1934

HABEGE

HOCHSPANNUNGSAPPARATEBAU-GESELLSCHAFT
DRESDEN-N·23



HOCHWERTIGER
TRENN-
LEISTUNGSSCHALTER
mit Löschkammern und
Schnellschalt-Vorrichtung

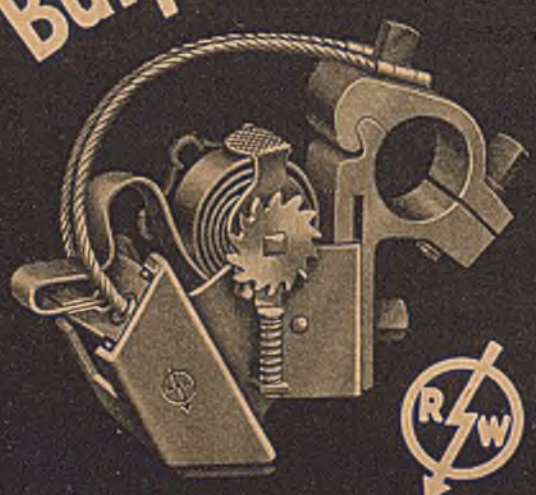
Auch mit aufgebauten **Überstrom-Zeit-Auslösern** lieferbar.
Geprüfte hohe Schaltleistung.

WAHNER-
ISOLIERMATERIALIEN

Wir liefern:
„Wahnerit"-Hartpapier-Platten
Emaille-Kupferdrähte
Dynamo- und Widerstandsdrähte
Emaillierte Antennenlitze
Emaillierte Hochfrequenzlitze mit
Isolierfaden-Umspinnung
D. R. P. angem.
Bakelite-Hartpapier
Platten, Rohre, Stäbe, Formstücke, Preßteile
Cambric und Canvass
für geräuschlos arbeitende Zahnräder
Isolierschläuche
Auto-Licht- und Zündkabel, Bus- und
Schaltdrähte
Isolierlacke
Preßspan

ELEKTRO-ISOLIER-INDUSTRIE
M.B.H. WAHN/Rhd

Bürftenhalter



RW

Ringsdorff-
Werke A-G
MEHLEM-RHEIN

Miele
Elektro-Waschmaschine
Nr. 150
mit schwenkbarem Wringer

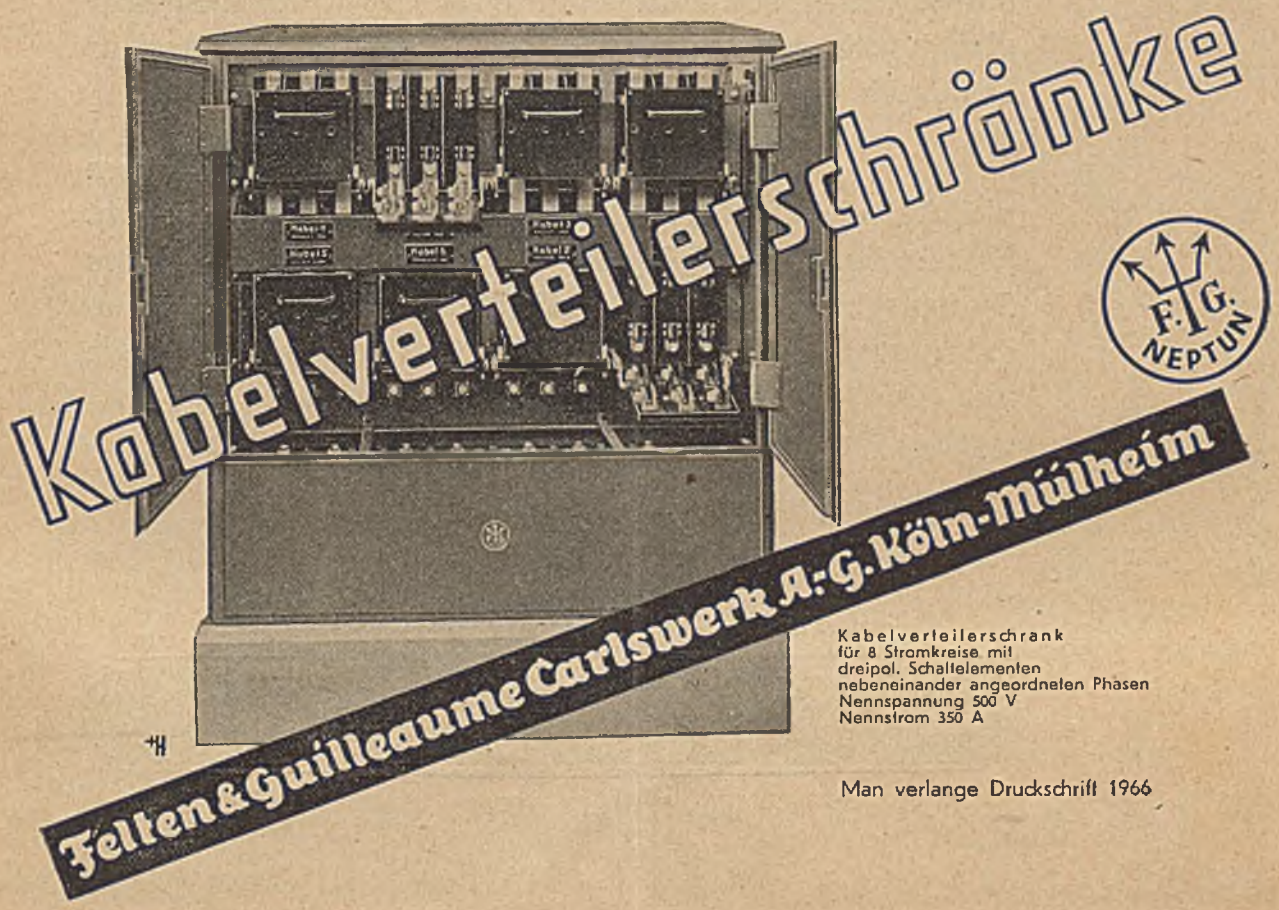
Jetzt auch mit Anwürfmotor
D. R. G. M.

für einen Preis, der auch Ihnen die Möglichkeit gibt, elektrisch zu waschen.

Gr. 1 (80 Liter) RM. 275.-
" 2 (100 ") " 290.-
" 3 (120 ") " 305.-

Mielewerke A.G. Gütersloh/Westf.

000122
Betriebsstunden-Rechnung
ermittelt durch Zeitzähler Type ZZ
PAUL FIRCHOW NACHFGR. BERLIN SW 61
Apparate- und Uhrenfabrik * Aktiengesellschaft


Kabelverteilerschränke
F.G. NEPTUN
Felten & Guilleaume Carlswerk A.-G. Köln-Mülheim
Kabelverteilerschrank
für 8 Stromkreise mit
dreipol. Schaltelementen
nebeneinander angeordneten Phasen
Nennspannung 500 V
Nennstrom 350 A
Man verlange Druckschrift 1966

Das Druckerzeichen
für Tradition und
zeitgemäßes Schaffen

Aus dem Zusammenschluß der beiden Berliner Großdruckereien H. S. Hermann GmbH. und W. Büxenstein sind die Graphischen Großbetriebe H. S. Hermann-Büxenstein GmbH. entstanden.

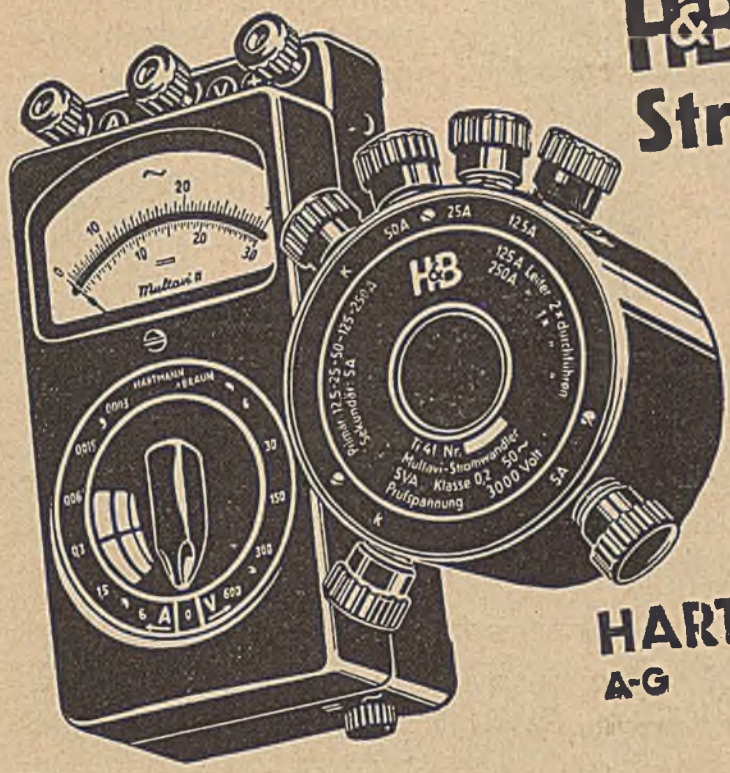
Die technische Leistungsfähigkeit der vereinigten Betriebe ist nahezu unbegrenzt; mehrere Handsetzerei-Abteilungen bieten einen unerschöpflichen Reichtum an neuzeitlichen Schriften und werden durch Setzmaschinenanlagen von seltener Ausdehnung vervollständigt. Der außergewöhnlich umfangreiche Maschinenpark umfaßt alle Herstellungstechniken. Neben langen Reihen von modernen Ein- und Mehrfarben-Schnellpressen arbeitet eine große Zahl von Rotationsmaschinen für Buchdruck, Offsetdruck und Tiefdruck.

Die Produktion des Unternehmens dient dem vielseitigen Gebiet des industriellen Druckbedarfs und erstreckt sich insbesondere auf Plakate, Werbeblätter, repräsentative Buchausgaben, Kataloge, Broschüren, Werkzeitschriften und auf Wertpapiervordrucke aller Art. Das hohe geschmackliche und technische Können der Mitarbeiterschaft führt zu Druckerzeugnissen von Qualität und Eigenart.

* GRAPHISCHE GROSSBETRIEBE

H. S. Hermann-Büxenstein GmbH

BERLIN SW19



H&B Multavi-Stromwandler

Eine willkommene Ergänzung zum tausendfach bewährten Multavi II ist dieser kleine genaue Stromwandler.

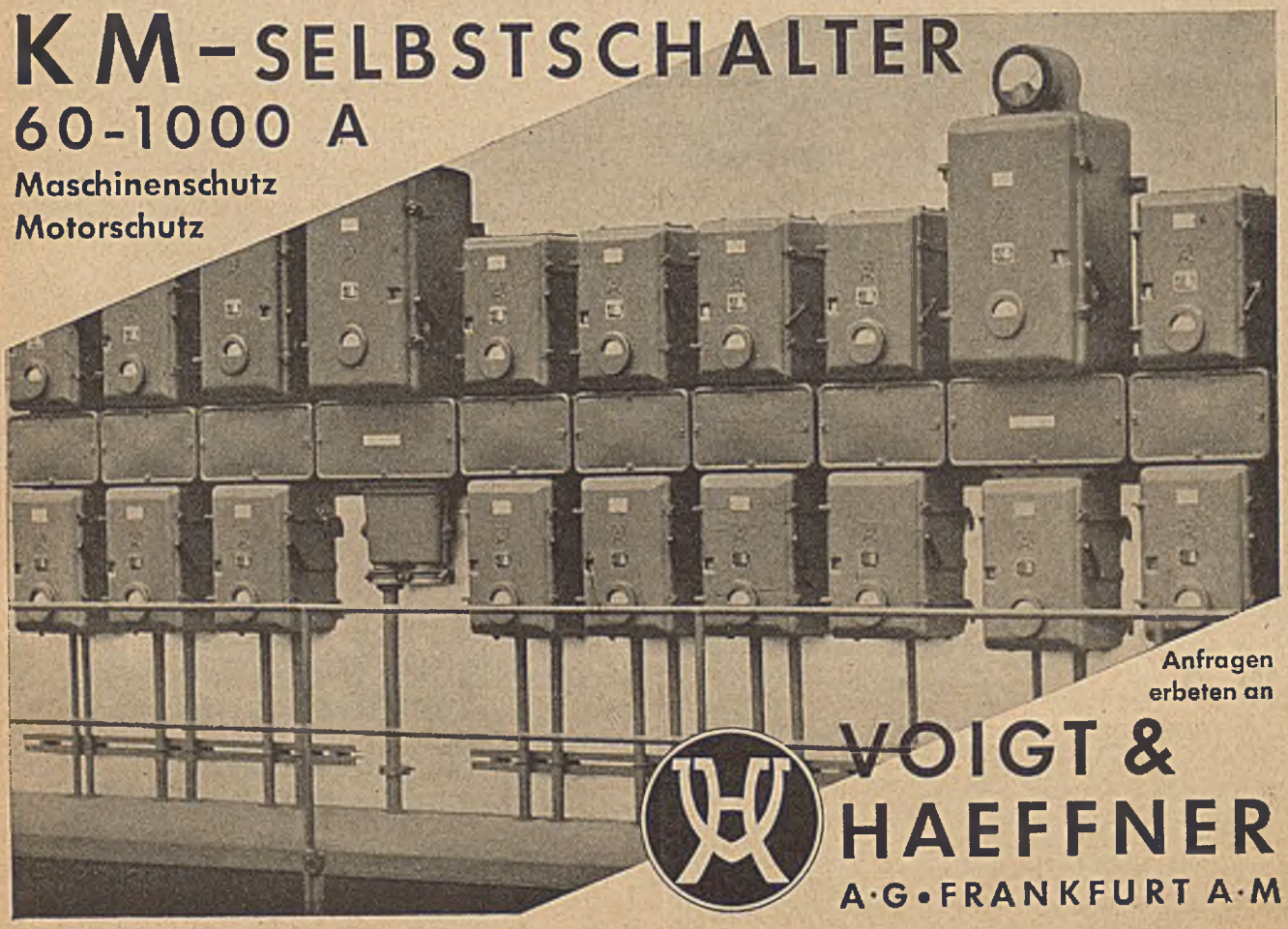
Zu den Meßbereichen 0,003; 0,015; 0,06; 0,3; 1,5 u. 6 Amp. u. 6; 30; 150; 300 u. 600 Volt für Gleichstrom und Wechselstrom treten jetzt noch für Wechselstrom die Strommeßbereiche **15; 30; 60; 150 u. 300 Ampere**

Damit wird das Multavi II, das Universalgerät für jedermann, zahlreiche neue Freunde erwerben.

HARTMANN & BRAUN A-G
FRANKFURT/MAIN

KM-SELBSTSCHALTER
60-1000 A

Maschinenschutz
Motorschutz

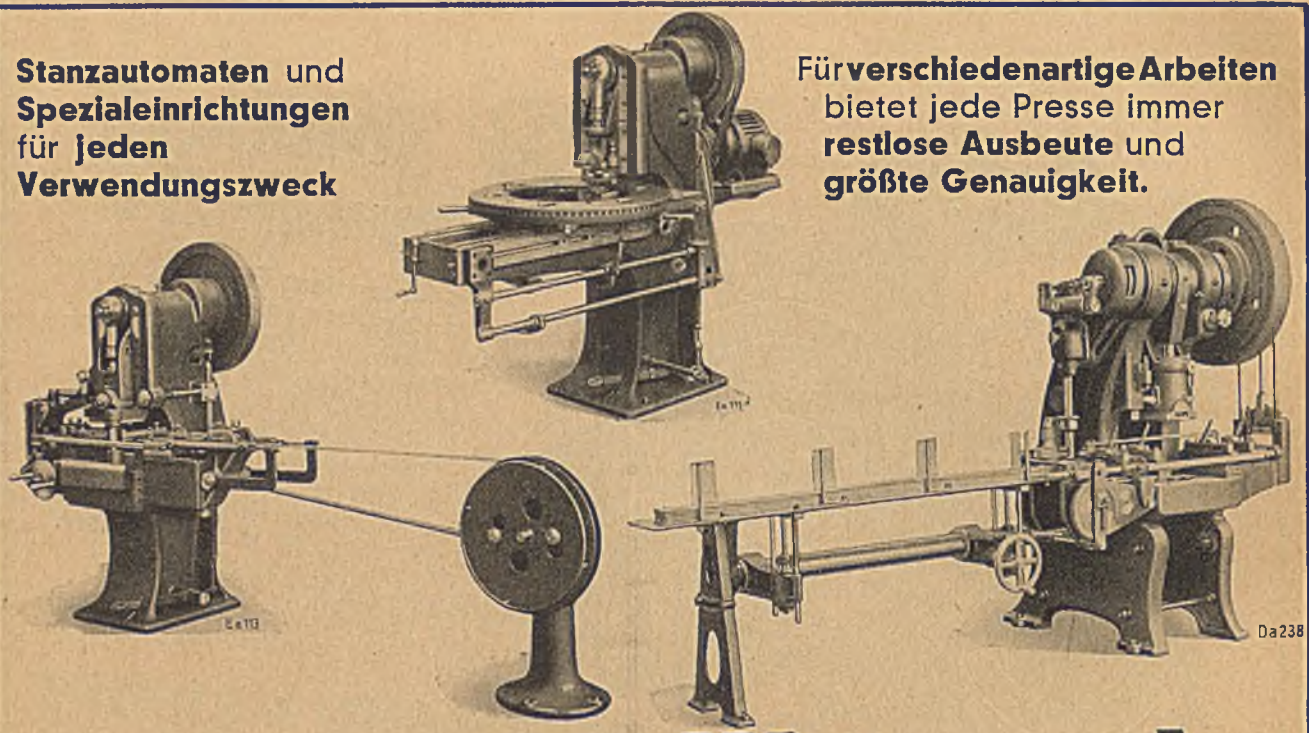


Anfragen erbeten an

VOIGT & HAEFFNER
A·G • FRANKFURT A·M

Stanzautomaten und **Spezialeinrichtungen** für **jeden Verwendungszweck**

Für **verschiedenartige Arbeiten** bietet jede Presse immer **restlose Ausbeute** und **größte Genauigkeit.**



Maschinenfabrik
vorm. Hch. Schatz A.-G.

Weingarten
Weingarten-Württ.

SCHWACHSTROM-BLEIKABEL
IN JEDER BAUART
STARKSTROM-BLEIKABEL
BIS ZU HÖCHSTEN SPANNUNGEN

SÜDDEUTSCHE TELEFON-APPARATE-, KABEL- UND DRAHTWERKE, AKTIENGESELLSCHAFT TE KA DE
Postfach 98 NÜRNBERG 2 Fernruf 2820

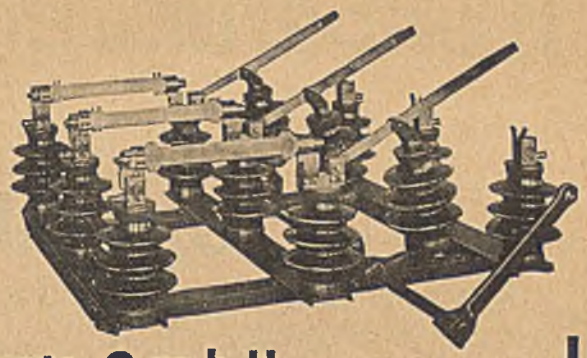
Zeitschalter
Schaltuhren
Treppenhaus-Uhren
Fernschalter

RELAIS für
Ölheizungen
Dampfheizungen
Kältemaschinen
System Sauter

CUMULUS-WERKE A. G.
FREIBURG I. B.

Ein neues
Universal-Schaltgerät!
Dreipol. Freiluft-Suklam-Trennschalter
kombiniert mit
Dreipol. Hochleistungs-Sicherung

- Robuste, zweckentsprechende Bauart
- Auf Suklam-Vollkern-Stützisolatoren



E. Neumann, Hochspannungs-Apparate, G.m.b.H.
Berlin-Charlottenburg 5

Fernsteuerung mit Motorschutz
Störungsfreien Betrieb
sichern Ihnen die zuverlässigen
SBIK-Fernwarte

Diese Klein-Ölschützen sind so einfach im Aufbau, so universell im Betrieb, daß sie für Motorantrieb aller Arten und Spannungen bestgeeignet sind.

SBIK-Wendefernwarte steuern Ihre Motoren im Rechts- und Linkslauf.

SBIK-Polumschalt-Fernwarte ermöglichen zwei verschiedene Motordrehzahlen.

SBIK-Y⊿ Fernwarte lassen Ihre Motoren in Sternschaltung an und steuern dann selbsttätig auf Dreieckschaltung.

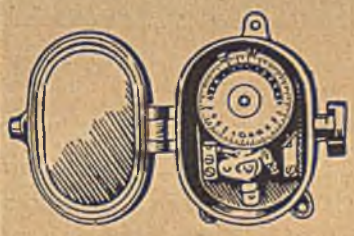
Die Preise für SBIK-Ölschützen und Fernwarte sind äußerst nieder. Fragen Sie bitte an!

Schiele & Bruchsaler-Industriewerke A.G.
Hornberg-Schwarzwaldbahn

Gute Beleuchtung ist wirtschaftlich, hilft verdienen, ist den Augen zuträglich, erhöht das Wohlbefinden. — Gute Beleuchtung des Einzelplatzes ist vorhanden, wenn die Lichtquelle an der richtigen Stelle, die Lichtrichtung günstig und die Beleuchtungsstärke genügend hoch ist, fernerhin Blendung das Erkennungsvermögen nicht beeinträchtigt.

Midgard Lenklampen erfüllen diese Voraussetzungen, sie haben auch noch andere schätzenswerte Vorteile.

Industriewerk Auma Ronneberger & Fischer
Auma/Th. 16



Schaltuhr Typ SAK

Zur **automatischen** Abwicklung jeglicher Schaltvorgänge
Schröder-
Zeitschalter, Relais, Temperaturregler, Reklameapparate

Ferner: Schröder-Verbindungsmaterial, Isolatoren

SCHRÖDER-APPARATE G.M.B.H.
STUTTGART-FEUERBACH

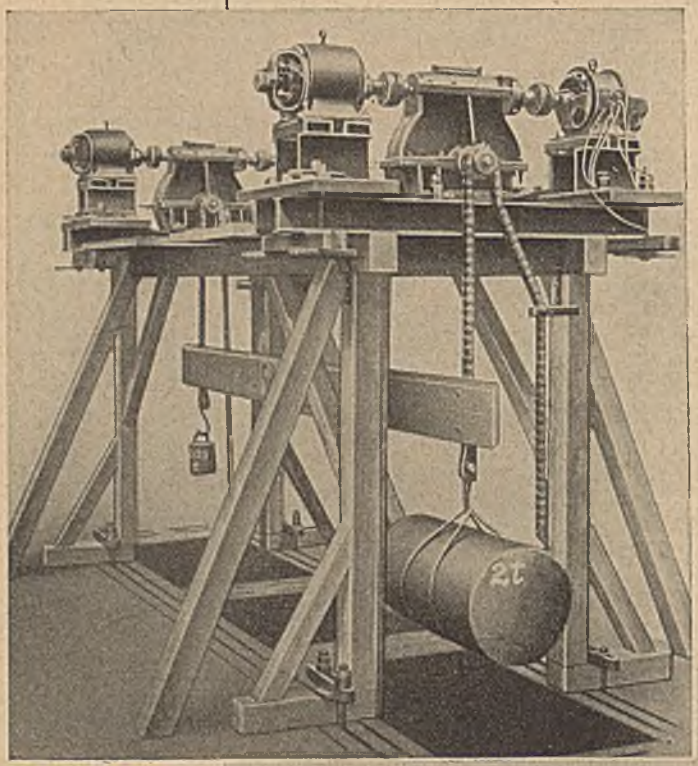
SIEMENS

Gleichlaufschaltungen

„Die elektrische Welle"

für die beiderseitigen Antriebe von **Schleusen, Wehren, beweglichen Brücken und Hebezeugen** arbeiten selbst bei Belastungsunterschieden 1 : 40 und mehr völlig einwandfrei.

Keine mechanische Ausgleichswelle nur Kabelverbindung erforderlich. Seit Jahren bewährt.



Gleichlaufversuchsanlage mit Belastungsunterschied 1:40

Hubbrücke über die Stromelbe in Magdeburg mit elektrischer Gleichlaufschaltung

Die weitaus meisten Gleichlaufanlagen mit besonderem Ausgleich wurden von uns erstellt u.a.

3 Öffnungen Wehranlage Obernau
2 Klapptorantriebe Zwillingsschachtschleuse Fürstenberg/Oder
1 Öffnung Wehranlage Waiblingen (Rems)
3 Öffnungen Wehranlage Dörverden (Weser)
Hubbrücke über die Stromelbe in Magdeburg

Verlangen Sie die Druckschrift SGO 4720/4

SIEMENS-SCHUCKERT

Jw 7.28

Elektrotechnische Zeitschrift

(Zentralblatt für Elektrotechnik)

Organ des Elektrotechnischen Vereins seit 1880 und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker seit 1894

Schriftleitung: E. C. Zehme, W. Windel, H. Winkler — Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9

55. Jahrgang | Berlin, 1. November 1934 | Heft 44

Vorschläge für den Betrieb von Netzverbänden.

Von H. Graner, München.

Übersicht. Das Fahrplan-Steuerverfahren gewährleistet kein befriedigendes Zusammenarbeiten der Regler und keine ausreichende Stabilität. In großen Netzen ist die gleichmäßig flache Einstellung der Kennlinien bei allen Maschinen zweckmäßiger als die Frequenzhaltung von einer Stelle aus. Der Betrieb eines Netzverbandes ohne selbsttätige Fernsteuereinrichtungen scheitert weniger an den Leistungsaustausch-Schwankungen als an den praktischen Schwierigkeiten gleichzeitiger Frequenz-, Leistungs- und Gangregelung. Es wird die Netzkennliniensteuerung vorgeschlagen, bei der alle Verbandsnetze, ähnlich wie einzelne Maschinen, nach geneigten Frequenz- Ein-undAusfuhr-Kennlinien arbeiten.

Die in den letzten Jahren für den Betrieb von Netzverbänden, wie vor allem das Reichsnetz, entwickelten Fahrplan-Steuerverfahren lassen e i n Netz im Verband die Frequenz regeln, die übrigen Netze die Leistungsflüsse in den von ihnen ausgehenden Kuppelleitungen oder deren algebraische Summe, die Ein- und Ausfuhren, nach Fahrplänen konstant halten, so daß sie ihre eigenen Laständerungen selbst decken und dadurch mittelbar auch die Frequenzhaltung unterstützen. Frequenz- und Leistungsregelung werden also durch einen Frequenzregler auf der einen und durch Fahrplanregler auf der andern Seite mehr oder weniger unabhängig voneinander durchzuführen versucht. Dadurch wird der Aufbau des Netzverbandes unsymmetrisch — das frequenzhaltende Netz hat eine Art Vorrangstellung — und es entstehen Schwierigkeiten bei der Zusammenarbeit des Frequenzreglers, der Fahrplanregler und der Maschinenregler, die bei ihrer Verschiedenartigkeit schwer aufeinander abzustimmen sind. Vor allem aber läßt die Stabilität des ganzen Netzgebildes zu wünschen übrig: bei Vorgängen innerhalb ihrer Grenzen setzen sich die Fahrplannetze einem Ansteigen oder Absinken der Frequenz zwar entgegen, indem sie deren Ursache beseitigen, kümmern sich aber nicht darum, welchen Wert die Frequenz dabei annimmt; bei Vorgängen außerhalb ihrer Grenzen verhindern sie durch die Fahrplanregler sogar, daß ihre Maschinen stabilisierend mitwirken können, oder machen deren Beiträge zur Frequenzhaltung zum mindesten nachträglich wieder rückgängig.

Da das Fahrplan-Steuerverfahren aus diesen Gründen nicht zu befriedigen vermag, soll im folgenden untersucht werden, welche anderen Möglichkeiten es für den Betrieb von Netzverbänden gibt.

Die Drehzahlregelung der Maschinen in großen Netzen.

Da die Grundlage für jedes Betriebsverfahren die Regelung der einzelnen Maschinen bildet, muß zunächst geklärt werden, wie man die Drehzahl-Kennlinien bei den Maschinenreglern einzustellen hat. Wir betrachten dabei den Netzverband am besten nur als ein großes Netz und stellen alle mit dem Leistungsaustausch zwischen den einzelnen Verbandsnetzen, der Belastung der Kuppelleitungen usw. zusammenhängenden Fragen, vorläufig zurück.

Man hat beim Netzbetrieb, wenn man keine Fernsteuerverfahren anwenden will, nur die Wahl zwischen dem Frequenzmaschinenverfahren und dem Verfahren ohne Frequenzmaschine mit lauter nach geneigten Drehzahl-Kennlinien geregelten Maschinen. Das früher häufig angewendete Verfahren, bei dem die Frequenzhaltung von Hand vorgenommen wurde und meistens von einer Maschine zur anderen überging, stellt ein Mittelding dar, das für die heutigen großen Netze keine Rolle mehr spielt. Obgleich nun beim Betrieb der Drehstromnetze heute überall das Frequenzmaschinenverfahren angewendet zu werden pflegt, kann man doch keineswegs von einer unbedingten Überlegenheit dieses Verfahrens über das andere sprechen. Im Gegenteil, die folgende Gegenüberstellung wird zeigen, daß beide ihre Vor- und Nachteile haben und daß in großen Netzen mit Rücksicht auf den Störungsfall sogar das Verfahren ohne Frequenzmaschine den Vorzug verdient.

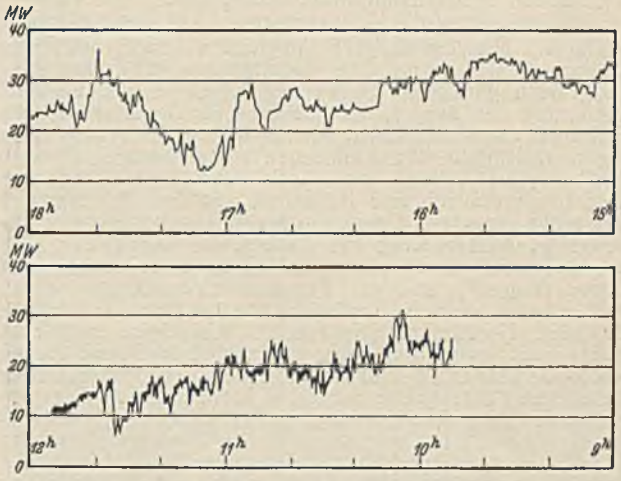


Abb. 1. Ausschnitte aus den Leistungstreifen der Frequenzmaschinengruppe des Bayernwerksnetzes.

Gegen das Verfahren ohne Frequenzmaschine wird vor allem eingewendet, daß die Frequenzgenauigkeit, wenn überhaupt, so doch nur durch eine flache Einstellung der Kennlinien hoch genug getrieben werden kann, was bei vielen Reglern eine Überholung oder einen Umbau bedingt. Vergleicht man nun die bei den beiden Verfahren erzielbare Frequenzgenauigkeit, so ist zunächst festzustellen, daß die vorübergehenden Frequenzschwankungen, wie sie im Gefolge größerer Laständerungen auftreten, so gut wie unabhängig von der Kennlinieneinstellung, also in beiden Fällen praktisch dieselben sind. Die nach Ausregelung der Laständerungen noch verbleibenden Frequenzabweichungen hängen beim Frequenzmaschinenverfahren von der Unempfindlichkeit des Isodromreglers der Frequenzmaschine, beim Verfahren ohne Frequenzmaschine, wie nachher noch im einzelnen gezeigt werden soll, mit hinreichender Annäherung von der Summenkennlinie aller jeweils in Betrieb befindlichen Maschinen und den auf sie entfallenden Gesamtlaständerungen ab. Diese ihrerseits werden durch die Verbrauchslastkurve und den Maschineneinsatz (d. h. die In- und Außerbetriebnahme, Be- und Entlastung der Erzeugersätze) bestimmt und entsprechen im wesentlichen den Leistungschwankungen, die eine hochempfindlich isodromierte Frequenzmaschine unter gleichen Verhältnissen zeigt.

Erfahrungsgemäß kann man nun in Netzen mit etwa 100 MW Gesamtlast und darüber, ohne dem Maschineneinsatz zu große Aufmerksamkeit schenken zu müssen, mit Frequenzmaschinen auskommen, deren Leistungsfähigkeit etwa 10 ··· 20 % der Gesamtnetzlast beträgt. Je größer die Gesamtnetzlast, desto leichter kann man sich an der unteren Grenze dieser Werte halten. Um den Verlauf der Leistungschwankungen einer Frequenzmaschine an einem Beispiel zu zeigen, sind in Abb. 1

zwei Ausschnitte aus den Leistungstreifen der von einer besonderen Isodromregelvorrichtung gesteuerten Frequenzmaschinengruppe des Bayernwerksnetzes wiedergegeben, von denen der untere auch alle Belastungschwankungen des versuchsweise synchron gekuppelten bayerischen Bahnnetzes (mit 15 ··· 20 MW Durchschnittsbelastung während dieser Zeit) mitenthält. Bei der Beurteilung dieser Leistungslinien können die langsam vor sich gehenden Verlagerungen außer Betracht bleiben, da sie sich durch Änderungen im Maschineneinsatz leicht hätten vermeiden lassen, was bei der Aufnahme der Streifen absichtlich nicht geschah.

Rechnet man nun nach diesen Betriebserfahrungen mit Leistungschwankungen von ± 5 ··· 10 % der jeweiligen Gesamtnetzlast und nimmt man an, daß alle Maschinen einheitlich auf 2 % bleibende Ungleichförmigkeit eingestellt seien, so kommt man zu dem Ergebnis, daß das Frequenzspiel, von den ausnahmsweise vorkommenden vorübergehenden Schwankungen abgesehen, etwa innerhalb der Grenzen von ± 0,1 ··· 0,2 % bleiben und bei großen Netzen und Belastungen von einigen 100 MW den unteren Wert ± 0,1 % kaum mehr übersteigen wird. Die auf diese Weise erzielbare Frequenzgenauigkeit wird also zum mindesten nicht sehr erheblich hinter dem zurückbleiben, was sich mit Hilfe einer hochempfindlich isodromierten Frequenzmaschine erreichen läßt. Bei sehr großen Netzen wird man sogar die Frequenzmaschine schließlich mit übertrieben feinen Regeleinrichtungen ausrüsten müssen, wenn man die Laständerungen noch von den übrigen Maschinen weg auf die Frequenzmaschine ziehen will.

Allerdings wird man tatsächlich wohl viele der vorhandenen Maschinenregler überholen oder umbauen müssen, damit sie bei 2 % Kennlinienneigung ihre Leistung noch genügend genau einhalten. Diese Vervollkommnung der Regler, die übrigens häufig schon wegen zu langer Schlußzeiten und zu kleiner Servomotoren, wegen Welligkeit der Kennlinien und sonstiger Mängel notwendig ist[1]), kann man sich aber beim Frequenzmaschinenverfahren mit Rücksicht auf den Störungsfall auch nicht ersparen. Damit die Maschinen bei Spannungsrückgang, Auftrennung des Netzes, Versagen der Frequenzmaschine usw. zusammenbleiben bzw. sich rasch wieder fangen[2]) und die Frequenzschwankungen dabei klein werden, muß man nämlich die Leerlauf-Drehzahlen der nach Kennlinien arbeitenden Maschinen möglichst gleich hoch legen und den Unterschied zwischen diesen Leerlauf-Drehzahlen und der von der Frequenzmaschine gehaltenen Sollfrequenz möglichst klein machen. Dies bedeutet, daß man die Kennlinien gleichmäßig und flach einzustellen hat. Der Gesichtspunkt der Lastverteilung, der früher hiergegen sprach, tritt demgegenüber um so mehr zurück, je genauer die Frequenz konstant gehalten wird: im Grenzfall vollkommen unveränderlicher Frequenz sind alle Maschinen mit geneigten Kennlinien, gleichgültig welche Neigungen und Lagen diese haben mögen, konstant belastet, und wenn noch Frequenzschwankungen von einigen Zehntelprozent hin und her vorhanden sind, so greifen doch bereits nur mehr die Maschinen ein, deren Reglerpendel gerade an der betreffenden Grenze ihres Unempfindlichkeitsbereiches liegen, wobei der bleibende Ungleichförmigkeitsgrad lediglich die durchschnittliche Größe der entstehenden Leistungsteuerverstellungen bestimmt. Man kann also bei solch kleinen Frequenzschwankungen schon nicht mehr erwarten, daß eine einzelne Maschine sich an einer Laständerung nach Maßgabe ihrer Kennlinie beteilige. Dagegen darf man, wie dies oben bei der überschlägigen Berechnung der Frequenzschwankungen beim Verfahren ohne Frequenzmaschine geschehen ist, annehmen, daß eine Vielzahl von Einheiten in ihrer Gesamtwirkung sich mit großer Annäherung so verhält, wie es ihrer Summenkennlinie entspricht.

Der entscheidende Punkt beim Vergleich zwischen dem Frequenzmaschinenverfahren und dem Verfahren ohne Frequenzmaschine ist die Sicherheit und die Stabilität des Betriebes. In dieser Hinsicht ist das Frequenzmaschinenverfahren grundsätzlich unterlegen, auch wenn, wie eben als notwendig erkannt, die Kennlinien aller Maschinen (mit Ausnahme der Frequenzmaschine selbst) gleichmäßig flach eingestellt werden. Ein Versagen der Frequenzmaschine kann nämlich das ganze Netz in Mitleidenschaft ziehen, im Störungsfall besteht ferner die Gefahr des Auseinanderlaufens der Maschinen, da die Frequenzmaschine stets auf die Solldrehzahl, die übrigen Maschinen dagegen bei Entlastung auf die mehr oder weniger weit darüber liegende Leerlaufdrehzahl regeln, und schließlich ist die Überbürdung der Netzlaständerungen auf die Frequenzmaschine nicht nur energiewirtschaftlich, sondern insbesondere auch regeltechnisch und für die Stabilität des Parallelbetriebs[3]) stets ungünstiger als ihre gleichmäßige Verteilung auf die Gesamtheit aller Maschinen.

Daß das Frequenzmaschinenverfahren trotz dieser Nachteile heute meist noch angewendet wird, und zwar auch in großen Netzen, in denen ohne Frequenzmaschine selbst bei der schwachen Nacht- und Sonntagsbelastung eine ausreichende Frequenzgenauigkeit erreichbar wäre, hat die folgenden Gründe. Man kann dabei erstens die durchgreifende Verbesserung aller Regler, da sie für den Normalbetrieb nicht erforderlich ist, hinausschieben, wenn man dafür die geringere Stabilität im Störungsfall in Kauf nimmt. Das Frequenzmaschinenverfahren bietet weiterhin dem Verfahren ohne Frequenzmaschine gegenüber die Annehmlichkeit, daß man den Maschineneinsatz leichter nach der Frequenzmaschinenbelastung als nach den feinen Veränderungen in der Frequenzlage vornehmen kann und bei genügender Leistungsfähigkeit der Frequenzmaschine oder -maschinengruppe auch weniger oft zu ändern braucht. Außerdem läßt sich, um den Anschluß elektrischer Uhren an das Netz zu ermöglichen, eine Gang- oder Zeitregelung beim Frequenzmaschinenverfahren leichter als beim Verfahren ohne Frequenzmaschine durchführen, doch braucht auf diese und andere Einzelheiten, da sie keine ausschlaggebende Bedeutung haben, hier nicht näher eingegangen zu werden.

Damit ist bewiesen, daß beide Verfahren ihre Vor- und Nachteile haben, das Frequenzmaschinenverfahren aber mit Rücksicht auf den Störungsfall nicht angewendet werden sollte, wenn dies, wie in großen Netzen, die Frequenzhaltung erlaubt, vor allem aber wenn der Frequenzsollwert, wie noch gezeigt werden wird, auf andere Weise eingehalten werden kann.

Der Betrieb eines Netzverbandes ohne Fernsteuereinrichtungen.

Wir betrachten nun einen Netzverband aus beispielsweise 10 gleichgroßen Netzen von 300 MW mittlerer Tagesbelastung, unter dem man sich ein schematisches Abbild des Reichsnetzes vorstellen kann. Den eben erhaltenen Ergebnissen entsprechend nehmen wir an, daß alle Maschinen gleichermaßen nach Kennlinien mit 2 % Neigung arbeiten. Den Befehlstellen der Netze sei die Aufgabe gestellt, den Maschineneinsatz in ihren Netzen ohne Zuhilfenahme selbsttätiger Fernsteuereinrichtungen lediglich nach einem hochempfindlichen Frequenzmesser, einem Ein- und Ausfuhrzeiger und vielleicht noch -mittelwertschreiber so vorzunehmen, daß die Netzfrequenz hinreichend genau konstant bleibt und die Ein- und Ausfuhren möglichst gut mit den vertraglich dafür vereinbarten Werten übereinstimmen. Es soll also, da es weniger auf strenge Einhaltung der Ein- und Ausfuhren als vor allem auf größte Einfachheit und Betriebsicherheit ankommt, zunächst untersucht werden, ob man Fernsteuereinrichtungen nicht vielleicht ganz vermeiden kann. So übersieht man dann auch am besten die Bedingungen, die Fernsteuereinrichtungen gegebenenfalls zu erfüllen haben, und kennt von vornherein die Verhältnisse, mit denen man bei ihrem etwaigen Versagen rechnen muß. Daß die Befehlsstellen übrigens mit Hilfe von Quertransformatoren auch für eine von der natürlichen abweichende Aufteilung der Ein- und Ausfuhren auf die von ihrem Netz ausgehenden Kuppelleitungen sorgen können und wie dies am zweckmäßigsten geschieht, spielt für das Folgende keine Rolle.

Eine irgendwo im Netzverband auftretende, von der Verbraucher- oder Erzeugerseite herrührende Laständerung wird sich näherungsweise gleichmäßig auf die zehn Netze verteilen, da jedes davon aus einer Vielzahl von Einheiten besteht und somit zu erwarten ist, daß deren Gesamtwirkung ihrer Summenkennlinie annähernd entspricht. Das Netz, in dem die Laständerung angefallen ist, bringt somit selbst nur etwa $^1/_{10}$ davon auf, $^9/_{10}$ fließen von oder zu den anderen Netzen über die Netzgrenzen herein oder hinaus. Umgekehrt braucht sich das betrachtete Netz selbst an den Laständerungen der anderen nur jeweils mit $^1/_{10}$ zu beteiligen. Es ist nun zu unterscheiden, ob die Laständerungen in den Netzen ganz unregelmäßig ohne inneren Zusammenhang zueinander auftreten oder ob, wie in den Morgen-, Mittag- und Abendstunden, die Belastung

[1]) Vgl. u. a. E. Frensdorff, Weltkraftkonferenz 1930, 20 (39) S. 13. Fr. Gropp, Elektr.-Wirtsch. Bd. 31, S. 129 (1932). E. Buchaly u. K. Leopold, ETZ 1932, S. 665.

[2]) E. Frensdorff, wie Fußnote 1. M. Schenkel, Siemens-Z. Bd. 11, S. 253 (1931). A. Rachel, Regelung der Kraftwerke beim Zusammenschluß, in R. Rüdenberg, Elektrische Hochleistungsübertragung auf weite Entfernung. Berlin 1932.

[3]) R. Rüdenberg, Wiss. Veröff. Siemens-Konz. Bd. 10, H. 3, S. 41. E. Frensdorff, ETZ 1931, S. 791.

in allen Netzen annähernd gleichmäßig und gleichzeitig zu- und abnimmt. Im folgenden soll zunächst der erste Fall betrachtet werden.

Dabei werden sich den Mittelwerten der Ein- und Ausfuhren Ausgleichleistungen überlagern, die im wesentlichen den gleichen Verlauf haben wie die Leistung der Frequenzmaschinen, wenn die Netze jedes für sich allein nach dem Frequenzmaschinenverfahren betrieben werden würden. Denn abgesehen davon, daß jedes Netz zu den Laständerungen der anderen jeweils nur den zehnten Teil beizusteuern braucht, spricht auch bei der angenommenen Unregelmäßigkeit der Lastanfälle die Wahrscheinlichkeit dafür, daß sich diese Laständerungen größtenteils gegeneinander aufheben, so daß die über die Grenzen des betrachteten Netzes herein- oder hinausfließende Ausgleichleistung ein nahezu vollkommenes Abbild (im Maßstab 9 : 10) der Vorgänge in diesem Netz selbst ist. Hieran kann sich, wie eine einfache Überlegung zeigt, übrigens auch nicht viel ändern, wenn der Netzverband statt 10 beispielsweise nur 5 Netze umfaßt. An den Ein- und Ausfuhrzeigern können also die Befehlstellen, ganz ähnlich wie beim Alleinbetrieb der Netze an den Leistungszeigern der Frequenzmaschinen, erkennen, wie sie ihre Maschinen einzusetzen und zu belasten haben. Ihre Aufgabe, den Ein- und Ausfuhrzeiger durch Änderungen im Maschineneinsatz möglichst auf dem vorgeschriebenen Ein- oder Ausfuhrwert zu halten, entspricht also etwa der Aufgabe, mit einer möglichst kleinen Frequenzmaschine auszukommen. Für gewöhnlich rechnet man, wie oben bereits erwähnt, beim Alleinbetrieb eines Netzes, je nachdem ob es hoch oder nur mäßig belastet ist, mit einer Frequenzmaschinenleistung von etwa 10 ··· 20 % der Gesamtnetzlast. Die Ausgleichleistungen würden sich also etwa zwischen ± 10 bis ausnahmsweise ± 15 MW bewegen, wenn dem Maschineneinsatz keine größere Sorgfalt gewidmet werden würde. Da sie mindestens auf die Hälfte dieser Werte zurückgedrückt werden müssen, wenn die Ein- und Ausfuhren noch als genügend genau eingehalten gelten sollen, erfordert der Maschineneinsatz also etwa die doppelte Aufmerksamkeit. Ob die Befehlstellen diese neben ihren sonstigen Pflichten noch aufbringen können, kann nur die praktische Erfahrung lehren. Die Möglichkeit hierzu ist aber jedenfalls nicht ganz von der Hand zu weisen. Da das Spiel sich im großen und ganzen von Tag zu Tag wiederholt, kann man nämlich die Ausgleichleistungen schon durch vorbeugende Maßnahmen (planmäßige Zeitenstaffelung für die In- und Außerbetriebnahme, allmähliche Be- und Entlastung der Maschinensätze usw.) bekämpfen, was die laufende Regelung des Maschineneinsatzes nach den Ein- und Ausfuhrzeigern wesentlich erleichtert. Daß die Frequenzgenauigkeit unter diesen Verhältnissen von selbst allen Ansprüchen genügt, bedarf wohl weiter keiner Erläuterung.

Im Anschluß hieran soll gleich nachgeprüft werden, wie sich die Ausgleichleistungen auf die Leistungsflüsse in den Kuppelleitungen auswirken. Sind die Netze in Sternschaltung zum Netzverband zusammengeschlossen, so daß die ganze Ein- und Ausfuhr jedes Netzes nur über e i n e Leitung fließt, so sind die Schwankungen der Ausgleichleistung zugleich auch die Schwankungen des Leistungsflusses in dieser Leitung. Sind die Netze in Reihe oder in offenem Ring (Abb. 2, Leitung *10* offen oder nicht vorhanden) hintereinander geschaltet, so beträgt die Durchgangsleistung, die durch das Netz *II* von den Netzen *III* bis *X* zum Netz *I* hinfließt, $^8/_{10}$ der Ausgleichleistung, die das Netz *I* empfängt. Diese Durchgangsleistung kann zufälligerweise ihren Höchstwert dann erreichen, wenn die Ausgleichleistung des Netzes *II* selbst im gleichen Sinne gerade am größten ist. In der Leitung *2* tritt dann eine Leistungschwankung vom $2 \cdot {}^8/_{10} = 1{,}6$fachen Betrag der oben überschlägig ermittelten größten Ausgleichleistungs-Schwankungen auf. In der Leitung *3* kann auf ganz entsprechende Weise eine Schwankung zustande kommen, die das $3 \cdot {}^7/_{10} = 2{,}1$fache der größten Schwankungen der Ausgleichleistungen beträgt. Für die Leitung *4* ergäbe sich sogar ungünstigstenfalls das $4 \cdot {}^6/_{10} = 2{,}4$fache und für die Leitung *5* das $5 \cdot {}^5/_{10} = 2{,}5$fache davon. Von der Leitung *6* ab gehen die Werte in den gleichen Stufen wieder zurück. Da nun aber schon die Wahrscheinlichkeit dafür gering ist, daß in 3 Netzen gleichzeitig im selben Sinn der Höchstwert der Ausgleichleistung erreicht wird, und die Wahrscheinlichkeit für das Zusammentreffen dieser Ereignisse bei 4 oder 5 Netzen sehr klein ist, so kann man im ganzen genommen bei der offenen Ring- oder Reihenschaltung die Schwankungen, die in den Kuppelleitungen höchstenfalls auftreten, auf rund das Doppelte der größten Ausgleichleistungs-Schwankungen schätzen. Wenn die 10 Netze einen geschlossenen Ring bilden (Abb. 2, Leitung *10* geschlossen), so fließt durch die Leitungen *1*, *2*, *3* usw. jeweils nur die Hälfte der Leistungen wie bei der offenen Schaltung, da die andere Hälfte den Weg über die Leitung *10* benutzt. Man kommt also dabei zu dem Ergebnis, daß die Leistungschwankungen in den einzelnen Kuppelleitungen durchschnittlich ebenso groß wie die Schwankungen der Ausgleichleistungen selbst sein werden. Bei dem in Abb. 3 schematisch dargestellten Beispiel eines vermaschten Netzverbandes endlich führen die einzelnen Leitungen, je nachdem ob ihrer 3 oder 4 von den einzelnen Netzen ausgehen, nur den dritten bzw. vierten Teil der Ausgleichleistungen, die die betreffenden Netze empfangen oder abgeben. Auch die Durchgangsleistungen sind wesentlich niedriger als in den beiden schon betrachteten Fällen, weil sie sich auf eine Vielzahl paralleler Energiebahnen verteilen. Somit werden bei vermaschten Netzverbänden die Schwankungen der Leistungsflüsse in den Kuppelleitungen kleiner, häufig sogar beträchtlich kleiner als die Ausgleichleistungs-Schwankungen sein. Da nun die Netze aus Sicherheitsgründen in der Regel vermascht, mindestens aber über je 2 Leitungen zusammengeschlossen sein werden, so kann man zusammenfassend feststellen, daß die Leistungsflüsse in den Kuppelleitungen im allgemeinen nicht so stark, höchstens aber ebenso stark wie die Ausgleichleistungen schwanken werden.

Abb. 2. Schema eines Verbandes von in Reihe geschalteten bzw. zum Ring zusammengeschlossenen Netzen.

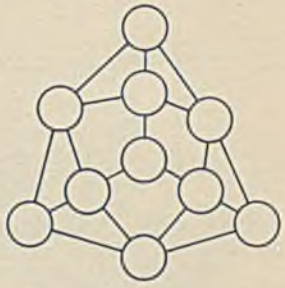


Abb. 3. Schema eines vermaschten Netzverbandes.

Wir gehen nun von der bisherigen Annahme, daß die Laständerungen in den Netzen ganz unregelmäßig auftreten, zu dem entgegengesetzten Grenzfall über, daß in allen Netzen gleichzeitig gleichgroße Laständerungen anfallen. Da sich alle Netze wieder gleichmäßig an der Gesamtlaständerung beteiligen, deckt jedes seine eigene Laständerung selbst. Ausgleichleistungen kommen somit nicht zustande; die Ein- und Ausfuhren der Netze bleiben unverändert. Der ganze Vorgang macht sich den Befehlstellen nur durch die entstehende Frequenzänderung bemerkbar, die übrigens selbst in dem ungünstigen Fall, daß sich die Belastung in sämtlichen Netzen um 10 % ändert, rechnungsmäßig nicht mehr als 0,2 % beträgt. Um die Frequenzabweichung zu beseitigen, müssen in allen Netzen durch Vergrößerung oder Verkleinerung des Maschineneinsatzes die Laständerungen wieder rückgängig gemacht werden. Wie groß diese waren, können die Befehlstellen aus der Frequenzabweichung entnehmen, wenn sie die Gesamtleistungsfähigkeit der in ihren Netzen in Betrieb befindlichen Maschinen kennen. Die Verhältnisse liegen also jetzt gerade umgekehrt wie im ersten Falle: während dort ausschließlich nach den Ein- und Ausfuhrzeigern geregelt wurde, da die Frequenz praktisch unverändert blieb, ist jetzt der Frequenzzeiger allein maßgebend, da die Ein- oder Ausfuhren sich nicht ändern.

In Wirklichkeit müssen sich die Befehlstellen immer sowohl nach der Frequenz wie nach der Ein- oder Ausfuhr richten, da weder die Voraussetzung der Gleichzeitigkeit des Anfalls der Laständerungen, noch die vollkommener Unregelmäßigkeit jemals streng erfüllt sind und nur während der Morgen-, Mittag- und Abendstunden mehr die erste, während der übrigen Betriebszeit mehr die andere Annahme zutrifft. Zugleich nach der Frequenz und nach der Ein- und Ausfuhr regeln, heißt nun nichts anderes, als die Ein- und Ausfuhrsollwerte in dem Sinne von der Frequenz abhängig machen, daß bei zu niedriger Frequenz die Ausfuhren erhöht und die Einfuhren verkleinert, bei zu hoher Frequenz umgekehrt die Ausfuhren verkleinert und die Einfuhren erhöht werden. Daß man damit tatsächlich zum Ziel kommt, wird sich im nächsten Abschnitt zeigen, in dem eine selbsttätige Regeleinrichtung beschrieben werden wird, die diesen Grundsatz streng verwirklicht.

Die Frage, ob man solche selbsttätigen Einrichtungen braucht oder ob die Befehlstellen ohne sie auskommen können, muß hier offen bleiben. Man kann aber wohl sagen, daß selbsttätige Einrichtungen nicht zu entbehren sein dürften, wenn die Kuppelleitungen bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit für den Energieaustausch ausgenutzt werden sollen, weil dann die Gefahr der Überlastung sehr groß wird, und wenn der Anschluß elektrischer Uhren ermöglicht und zu diesem Zweck auch noch der Gangunterschied gegen eine Normaluhr geregelt werden soll. Freilich bliebe in diesem letzteren Falle noch der Ausweg, ein Netz mit der Frequenz- und gleichzeitig der Gangregelung zu betrauen und bei den übrigen Netzen die Ein- und Ausfuhren ohne Zuhilfenahme selbsttätiger Einrichtungen durch den Maschineneinsatz einhalten zu lassen. Daß dadurch aber die Stabilität des ganzen Netzverbandes gefährdet werden würde, wurde bereits gezeigt.

Die frequenzabhängige Ein- und Ausfuhrsteuerung oder Netzkennlinien-Steuerung.

Um die Ein- und Ausfuhren selbsttätig regeln zu lassen, gibt man jedem Netz eine Führermaschine oder mehrere solche, zu einer Einheit zusammengefaßte Maschinen und überträgt diesen die Regelung der Ein- und Ausfuhren nach geneigten Frequenz- Ein-und-Ausfuhr-Kennlinien oder Netzkennlinien[4]), wie sie in Abb. 4 dargestellt sind. Die Netze als Ganzes verhalten sich hiernach ähnlich wie eine einzelne nach einer Drehzahl-Leistungs-Kennlinie arbeitende Maschine. Der Leistungsabgabe bei der Maschine entspricht die Ausfuhr beim Netz, der Leistungsaufnahme bei der Maschine die Einfuhr beim Netz. Die Einfuhr kann sich aber dabei im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der Maschine, wo im allgemeinen die Leistungsaufnahme auf die zur Deckung der Leerlaufverluste erforderliche Leistung beschränkt ist, über denselben Bereich wie die Ausfuhr erstrecken. Das Verhalten der Netze ist also am besten etwa mit dem eines Schlupfumformers zu vergleichen, der auch nach einer und derselben Kennlinie generatorisch und motorisch arbeiten kann.

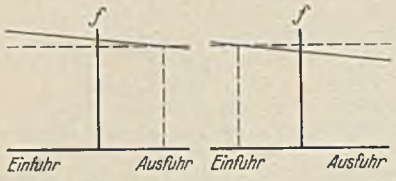


Abb. 4. Netzkennlinien. Links: Netz mit Leistungsausfuhr. Rechts: Netz mit Leistungseinfuhr. f Frequenz.

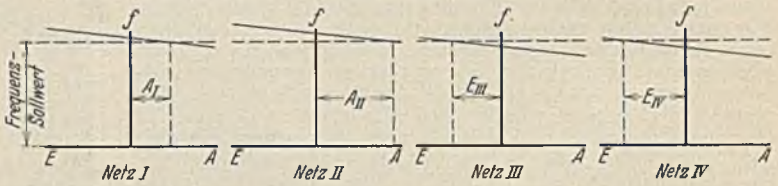


Abb. 5. Beispiel für die Einstellung der Netzkennlinien bei einem Verband von 4 Netzen. Frequenz; A, A_I, A_{II} Ausfuhren; E, E_{III}, E_{IV} Einfuhren. $A_I + A_{II} = E_{III} + E_{IV}$.

Werden in einem Netzverband alle Netze nach solchen Netzkennlinien gesteuert, dann stellt sich, wie Abb. 5 für das Beispiel eines Netzverbandes von 4 Netzen zeigt, die Frequenz so ein, daß die Summe aller Einfuhren und die Summe aller Ausfuhren, die die Kennlinien für diese Frequenz vorschreiben, einander gleich sind. Dieser Zustand ist stabil. Denn wenn bei denselben Ein- und Ausfuhren die Frequenz beispielsweise niedriger ist, so werden, da dann nach den Kennlinien sämtliche Einfuhren zu groß und sämtliche Ausfuhren zu klein sind, in allen Netzen die Führermaschinen zum Öffnen veranlaßt, was ein rasches Ansteigen der Frequenz zur Folge hat. Ebenso wird umgekehrt eine zu hohe Frequenz schnell erniedrigt. Wenn alle Netze ihre Kennlinien so legen, daß sie bei der Sollfrequenz die Ein- bzw. Ausfuhren ergeben, die den vertraglichen Abmachungen entsprechen, so stellt sich der Sollwert der Frequenz ein, da die algebraische Summe aller zwischen den Netzen vereinbarten Ein- und Ausfuhren stets Null ist. Die Netzkennlinien-Steuerung sorgt also gleichzeitig für die Einhaltung der richtigen Frequenz und der beabsichtigten Ein- und Ausfuhren, womit jedes Netz die innerhalb seiner Grenzen anfallenden Laständerungen selbst übernimmt. Frequenz- und Leistungsregelung sind hier ganz miteinander vereinigt, und zwar in noch vollkommenerer Weise als etwa beim Drehzahlregelverfahren für den Parallelbetrieb einzelner Maschinen. Denn dort halten sich nur die generatorischen Einheiten an Drehzahl-Leistungs-Kennlinien, die Verbraucher dagegen haben freie Hand, während beim Netzverband sowohl die generatorischen Einheiten, die Netze mit Ausfuhr, wie die motorischen, die Netze mit Einfuhr, nach vorher festgelegten Netzkennlinien arbeiten. Deshalb kann man hier auch theoretisch genaue Frequenzkonstanz erzielen, ohne einem der Netze eine waagerechte Kennlinie und damit eine Sonderstellung geben zu müssen. Durch die Überordnung der Netzkennlinien-Steuerung über die Maschinenregelung wird also die oben, im ersten Abschnitt, erörterte Frage endgültig in dem Sinne entschieden, daß man in einem Netzverband ohne Frequenzmaschine auskommt.

Aus dem gleichen Grunde ist jetzt auch bei der Wahl der Neigungen der Maschinenkennlinien weniger die Frequenzhaltung im Normalbetrieb als vielmehr in Störungsfällen maßgebend. In erster Linie sind aber die Maschinenkennlinien und die Netzkennlinien so aufeinander abzustimmen, daß die Netzkennlinie jeweils etwa die gleiche Neigung hat wie die Summenkennlinie aller in dem betreffenden Netz in Betrieb befindlichen Maschinen. Dann entsteht nämlich die geringste Gesamtregelbewegung, da bei einer Laständerung in einem der Netze die Führermaschinen der übrigen gar nicht oder jedenfalls nur sehr wenig eingreifen. Sie lassen vielmehr, wie eine rechnerische Untersuchung zeigt, zunächst einfach zu, daß die Maschinen ihres Netzes aus dem kinetischen Energieinhalt stabilisierende Leistung zum Lastanfallpunkt hin liefern, und wenn dann eine Frequenzänderung entstanden ist, so brauchen sie die vielen Einzelbeiträge dieser Maschinen nur ein wenig auszugleichen und zusammenzufassen, da deren Gesamtwirkung nach der Summenkennlinie von selbst schon mit großer Annäherung die Netzkennlinie ergibt. In dem Netz dagegen, in dem die Laständerung angefallen ist, erhält der Netzregler fast augenblicklich nach ihrem Auftreten einen sehr starken Antrieb zum Verstellen der Führermaschinenleistung, weil der überwiegende Teil der Laständerung von den anderen Netzen her gedeckt wird und die Ein- oder Ausfuhr des betroffenen Netzes deshalb sogleich erheblich vom Sollwert abweicht. Die entstehende Frequenzänderung vergrößert dann den Unterschied zwischen der tatsächlichen und der der Netzkennlinie entsprechenden Ein- und Ausfuhr noch weiter. Bestand nämlich beispielsweise die Laständerung in einer Belastungszunahme, so fließt dem Netz von außen her Leistung zu, während bei der Frequenzabsenkung, die diese Erhöhung der Gesamtnetzlast zur Folge hat, nach der Netzkennlinie umgekehrt die Einfuhr verkleinert bzw. die Ausfuhr vergrößert, also mehr Leistung nach außen hin abgegeben werden müßte. Die Führermaschine des Netzes wird also in diesem Falle ihre Leistungsabgabe rasch und stark erhöhen, wie es nötig ist, um die Laständerung zu übernehmen und den Frequenzsollwert wiederherzustellen, aber dabei doch nicht überregeln, weil der größte Teil der von ihr vorgenommenen Leistungserhöhung sofort in der Ein- und Ausfuhr erscheint und dann auch das Wiederansteigen der Frequenz nach der Netzkennlinie stark rückführend wirkt. Da somit keine Gefahr des Überregelns und des Gegeneinanderregelns mit den übrigen Netz- und den Maschinenreglern besteht, kann mit hoher Regelgeschwindigkeit gearbeitet und die Ein- und Ausfuhrregelung, sehr zum Vorteil der Frequenzhaltung, als Frequenzdifferentialquotienten-Regelung ausgenutzt werden. Auch die Schwankungen der Ein- und Ausfuhren werden dabei wesentlich kleiner als bei der Fahrplansteuerung ausfallen, obwohl oder gerade weil die Netze nicht nur auf Konstanthaltung der Ein- und Ausfuhren bedacht, sondern jederzeit bereit sind, von ihnen abzugehen, sobald das Interesse der Gesamtheit in Gestalt der Frequenz es gebietet.

Wenn man nach diesen Gesichtspunkten die Neigungen der Netz- und der Maschinenkennlinien einander anpaßt, so liegt bei einem Netz mit 300 MW Gesamtmaschinenleistung, 30 MW Ein- oder Ausfuhr und 3 % durchschnittlichem Ungleichförmigkeitsgrad der Maschinen die Leerlauffrequenz der Netzkennlinie, d. h. die Frequenz, die sich bei einer Lostrennung des Netzes aus dem Ver-

[4]) J. Ossanna, F. Hofmann u. H. Graner, Deutsche Patentschrift O 18 835.31. Vgl. hierzu auch: M. Engl, Deutsche Patentschrift E 328.30; K. Ott, VDE-Fachberichte 1931, S. 131; H. Piloty, VDE-Fachberichte 1931, S. 136; E. Buchaly u. K. Leopold, wie Fußnote 1. O. Plechl, Österr. Patentschrift 132 536.

OSRAM-LAMPEN gibt es für jeden Beleuchtungszweck.

OSRAM Weihnachts-Kerzen

Osram-Weihnachtskerzen

Die jährliche Zahl der Weihnachtsbaumbrände mit oft tragischen Folgen ist eine ernste Mahnung, die feuergefährliche Wachskerze durch elektrische Kerzen zu ersetzen. Die Osram-Weihnachtskerzen sind brennenden Wachskerzen zum Verwechseln ähnlich, also nicht nur der technisch vollkommenste, sondern auch gefühlsmäßig der ideale Ersatz für diese.

14

OSRAM

Porzellanfabrik zu Kloster Veilsdorf

WERKE IN KLOSTER VEILSDORF
EISFELD, BRATTENDORF
UND MEUSELWITZ

Veilsdorf WERKA
gegründet 1765

Freileitungsisolatoren
Montage- und Installations-Porzellan für Hoch- und Niederspannung. Technische Porzellane aller Art.

Prüfanlagen bis 500,000 Volt
Eigene Versuchslaboratorien
Neuzeitlich eingerichtete Matrizen-Werkstätten

band einstellt, um 0,3 % unter bzw. über dem Frequenzsollwert. Dieses Beispiel gibt bereits einen gewissen Überblick über die Verhältnisse in diesem wichtigsten Störungsfall und ihre Bedeutung für die Wahl der Netzkennlinien-Neigungen. Bemerkenswert ist aber noch, daß die Führermaschine des Netzes dabei wieder so gut wie gar nicht einzugreifen braucht und nach der Abschaltung der Kuppelleitungen ganz von selbst zur Frequenzmaschine ihres Netzes wird, indem sie auch weiterhin die Leerlauffrequenz einhält.

Nebenbei sei noch kurz erwähnt, daß mit dem Netzkennlinien-Verfahren auch innerhalb der Netze eines Netzverbandes einzelne Netzteile (z. B. Überland- oder städtische Netze) und Kraftwerke oder Kraftwerksgruppen zu neuen Einheiten zusammengefaßt werden können, die beim Frequenzsollwert ihre vorbestimmten Übergabeleistungen liefern oder empfangen und damit die Laständerungen innerhalb ihrer Bereiche selbst decken, bei allen Gleichgewichtstörungen aber durch Verzicht auf die Einhaltung der Übergabeleistung zu ihrem Teile mit zur Stabilisierung des ganzen Netzgebildes beitragen.

Soll in einem Netzverband auch auf richtige Zeitangabe angeschlossener Synchronuhren geregelt werden, so läßt man alle Netzkennlinien nach dem Gangunterschied zwischen Synchron- und Normaluhren gleichmäßig langsam heben oder senken[5]). Damit werden dann auch etwaige kleine Frequenzfehler, die durch ungenaue Einstellung oder Einhaltung der Netzkennlinien entstehen können — zumal die Anforderungen an die Frequenzmeßgenauigkeit ziemlich hoch sind — nachträglich immer wieder ausgeglichen, was für den eben betrachteten Fall der Abtrennung eines Netzes bedeutet, daß die Leerlauffrequenz sich nach einiger Zeit von selbst mit der Sollfrequenz deckt. Auch die bei dieser Art der Gangregelung entstehende kleine Gangabweichung kann man nötigenfalls vermeiden, aber aus den oben wiederholt hervorgehobenen Gründen nicht etwa dadurch, daß man einem Netz die Frequenz- und gleichzeitig die Gangregelung überträgt, sondern mit Hilfe einer zentral erzeugten und allen Netzen zugeleiteten Taktfrequenz. Mit solchen und ähnlichen Mitteln kann man dann noch in mancher anderen Beziehung Verbesserungen erzielen, doch da dies auch einen höheren Aufwand bedingt, wird man zweckmäßigerweise vorläufig mit dem beschriebenen einfacheren Verfahren auszukommen suchen.

[5]) J. Ossanna, F. Hofmann u. H. Graner, Deutsche Patentschrift O 21 406.34.

Fortschritte auf dem Gebiet hochohmiger Fest- und Regelwiderstände.

Von Dipl.-Ing. H. C. Riepka, Berlin.

Übersicht. Jedes Rundfunkgerät enthält etwa 10 oder mehr hochohmige Festwiderstände und Regelwiderstände; hierdurch sind diese Widerstände nicht nur wirtschaftlich, sondern auch technisch ein so wichtiges Geräte-Einzelteil, daß die Anforderungen in den letzten Jahren wesentlich gesteigert werden mußten und konnten. Es werden hohe Konstanz, Geräuschfreiheit und Tropensicherheit gefordert, so daß besondere Meßanordnungen, die einer Massenerzeugung genügen, und Normvorschriften für die Meßverfahren entwickelt werden müssen. Ein Vergleich der Entwicklung dieser Widerstände in Europa und in Amerika zeigt bemerkenswerte Parallelen zur Röhrenentwicklung in beiden Erdteilen.

Die Verwendung hochohmiger Widerstände im Rundfunkgerät hat mit fortschreitender Entwicklung ständig zugenommen, so daß ein normales Rundfunkgerät für die Kopplung der einzelnen Verstärkerstufen, für die Einstellung der Vorspannung an den verschiedenen Röhrenelektroden, für die Lautstärkeregelung, für die Klangfarbeeinstellung und für den Ausgleich von Schwunderscheinungen und Netzstörungen etwa 5 Widerstände je Verstärkerstufe benötigt und diese Widerstände somit ein wichtiges Bauelement geworden sind. Von besonderer Bedeutung werden neuerdings verstellbare Hochohmwiderstände, da fast alle Geräte mit einstellbarer Empfindlichkeit und mit Lautstärke- und Klangfarberegelung versehen werden.

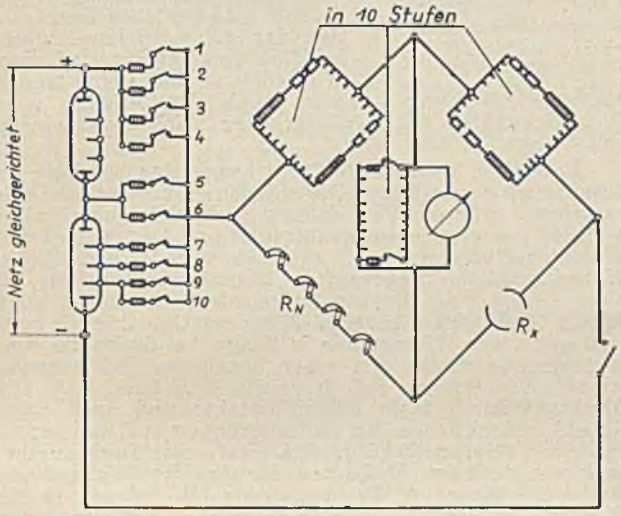


Abb. 1a. Schaltbild einer Prozentbrücke.

Mit der Weiterentwicklung der Kunstschaltungen und mit der Einführung neuer Verstärkerröhren, insbesondere der Penthoden, sind die Verstärkungsziffern der Empfangsgeräte außerordentlich gestiegen, so daß Verstärkungen in der Größenordnung von 10^6 — über das ganze Gerät gemessen — keine Seltenheit mehr sind. Es werden hierbei die Verstärkerröhren bis an die durch Schroteffekt und Wärmebewegungen gegebene Grenze der Eigengeräusche ausgenutzt. Die Anforderungen an die anderen Bauteile des Empfangsapparates mußten daher im gleichen Schritt gesteigert werden. Ein besonderer Fortschritt auf dem Gebiete der Verbesserung der hochohmigen Festwiderstände war die Fortentwicklung des Glanzkohleverfahrens[1]), das in Deutschland bei den Fabrikaten Dralowid, Hoges und Siemens ausgeübt wird. Bei diesem Verfahren wird die hochohmige Widerstandschicht durch Niederschlag von verdampften Kohlewasserstoffen auf keramischen Trägern im Vakuum und bei Temperaturen über 800 ° C erzeugt. Dieses Verfahren konnte in den letzten 5 Jahren so ausgebaut werden, daß es betriebsicher gelingt, Widerstände zu erzeugen, deren Temperaturkoeffizient im Intervall von 0 ··· 70 ° C kleiner als $5 \cdot 10^{-4}$ je Grad Celsius bis zu den höchsten Ohmwerten ist[2]). Der hierdurch erzielte Fortschritt wird offensichtlich, wenn wenn man diese Zahlen mit den Veröffentlichungen zur Zeit des Beginnes der Rundfunktechnik vergleicht[3]). Bei den normalen Schwankungen der Betriebstemperatur um ± 20 ° würde somit die Änderung des Widerstandswertes

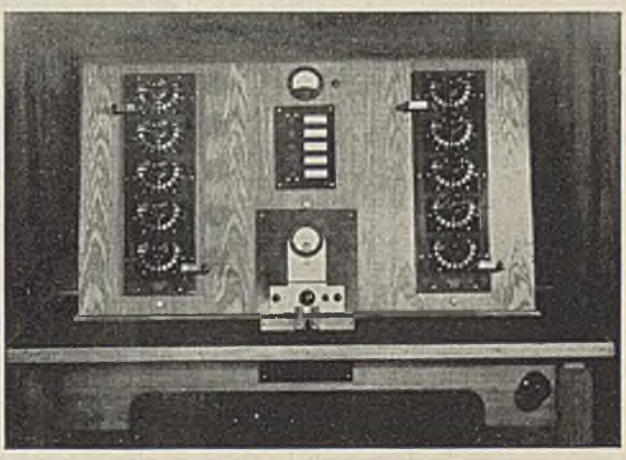


Abb. 1b. Meßautomat.

[1]) DRP. 438 429 u. 459 553.
[2]) Siehe Technische Bestimmungen der Vereinigung deutscher Fabrikanten von Rundfunkwiderständen (VFW).
[3]) Siehe VDE-Fachbericht 1928, Riepka: „Fortschritte auf dem Gebiet der Hochohmwiderstände."

durch den Temperatureinfluß mit etwa ± 1 % ausreichend gut innerhalb der Auslieferungstoleranz von ± 5 % liegen, wobei diese Auslieferungstoleranz ihrerseits wiederum kleiner ist als die Genauigkeitstoleranz der anderen Bauteile des Gerätes, wie Röhren, und als die von den Elektrizitätswerken mit ± 10 % garantierten Schwankungen der Netzspannung. Das gleiche Verfahren für die Herstellung von Widerständen macht es möglich, die Anforderungen an die Tropensicherheit wesentlich zu erhöhen, so daß Feuchtänderungen unter 3 % das Übliche geworden sind.

Als keramische Widerstandsträger werden Steatit und Spezialporzellane verwendet, die sich durch ihren dicht gesinterten Scherben, saubere Oberfläche, Feuerfestigkeit und physikalisch-chemische Neutralität nicht nur für Kohleschichtwiderstände, sondern auch für drahtgewickelte Widerstände bei Tropenbedingungen und auch bei hohen Temperaturen (Heiz- und Hochlastwiderstände) gut bewährt haben.

Von besonderer Wichtigkeit sind jedoch die Anforderungen an die Geräuschfreiheit geworden, da man bei den recht hohen Verstärkungsziffern zur Erzielung eines geringen Störpegels am Ausgang des Empfängers die Eingangstörspannung niedrig halten muß. Die oben genannte Vereinigung fordert daher bei Qualitätswiderständen eine Begrenzung der Eigengeräusche auf eine Störspannung von höchstens 25 μV, die bei einer Belastung von $^1/_5$ Nennlast an den Enden des Widerstandes gemessen wird. Die bekannten Qualitätsfabrikate unterschreiten jedoch durchweg diese Ziffer, so daß ein guter Hochohmwiderstand in bezug auf seine Eigengeräusche besser ist als eine hochwertige Verstärkerröhre.

Für die fabrikatorische Messung der Widerstände kommen im allgemeinen nur die Stromspannungsmethode und die Brückenmethoden in Frage, da direkt zeigende Instrumente, wie Ohmmeter oder Kreuzspulgeräte, nicht die ausreichende Genauigkeit besitzen. Einen Fortschritt auf diesem Gebiet bilden die direkt zeigenden Brücken für Netzbetrieb, bei denen die Wheatstone-Brücke in dem Sinne weiterentwickelt wurde, daß das Nullinstrument als Differenzinstrument die Abweichung des zu messenden Widerstandes direkt in Prozent angibt und das ganze Gerät mit Hilfe eines Gleichrichtersatzes unter Spannungskompensation direkt vom Wechselstromnetz aus betrieben werden kann. Die Abb. 1 a zeigt die Prinzipschaltung einer solchen Brücke. Die genannten Eigenschaften werden hierbei durch die Verwendung von Glimmstreckenstabilisatoren für die gleichgerichtete Netzspannung und von sehr hochohmigen Reihen- und Verzweigungswiderständen für den Brückenkreis selbst erreicht. Diese Brücke konnte so weiterentwickelt werden, daß unter Verwendung von gittergesteuerten Glimmröhren der Meßvorgang vollkommen selbsttätig erfolgt; derartige gasgefüllte Verstärkerröhren arbeiten im Gegensatz zu Kontaktgalvanometern fast trägheitsfrei. Es wird hierbei jede Toleranzgrenze durch einen Röhrensatz gebildet, so daß sogar ein Sortieren der Widerstände in n Gruppen durch die Verwendung von $(n + 1)$ Röhrensätzen möglich ist. Konnte durch die Verwendung der direkt zeigenden Brücke die Meßgeschwindigkeit auf 1200 Messungen je Stunde gesteigert werden, so erzielt die genannte Meßmaschine (Abb. 1 b) 25 000 Messungen je Stunde, eine Leistung, die nur bei selbsttätiger Zuführung der Meßgegenstände ausgenutzt werden kann. Selbstverständlich wird man zur Vermeidung von Fabrikationsausschüssen bei der Einstellung des Widerstandswertes im Fabrikationsgang selbst gleichartige Anordnungen benutzen, so daß der Widerstand von vornherein schon möglichst den genauen Wert besitzt, für den er hergestellt wurde.

Mit der Einführung hochohmiger Regelwiderstände in die Rundfunktechnik ergab sich von selbst die Notwendigkeit, derartige verstellbare Widerstände mit der gleichen Genauigkeit herzustellen wie Festwiderstände und darüber hinaus noch die Anforderungen an die Kurvenform des Regelverlaufes und an die Geräuschfreiheit während des Regelns zu erfüllen. Der Benutzer eines Rundfunkgerätes fordert von der Lautstärke- oder Klangfarberegelung, daß sie nach dem Gehör möglichst gleichmäßig und sprungfrei über ein großes Intervall erfolgt. Es wird daher in der Regel die Kurvenform für derartige Potentiometer so festgelegt, daß man bei dem vorliegenden Gerätmodell zu den einzelnen Einstellungsgraden empirisch diejenigen Ohmwerte feststellt, die im Endeffekt den gewünschten gleichmäßigen oder auch nur scheinbar gleichmäßigen Regelverlauf ergeben. Es haben sich hierdurch sogenannte Wunschkurven für Regelwiderstände herausgebildet, bei denen durch die Einheitlichkeit der Gerätetypen neuerdings im großen und ganzen eine Normung möglich ist. Die Abb. 2 zeigt eine Zusammenstellung derartiger Normenkurven, wobei eine weitere Unterteilung nach Reglern mit Schalter und ohne Schalter erfolgen mußte, weil man sehr häufig den Lautstärkeregler mit einem an- oder eingebauten Schalter verbindet, der bei Betätigung des gleichen Drehknopfes den Empfänger in der Stellung geringster Lautstärke vom Netz abschaltet.

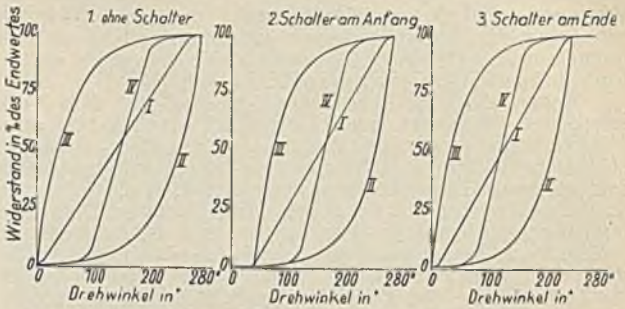


Abb. 2. Widerstandsnormkurven für hochohmige Regelwiderstände.

Bei den hohen Verstärkungsziffern neuzeitlicher Rundfunkgeräte und bei dem Bestreben, das Regelglied möglichst an den Anfang der Verstärkerkette zu legen, um Übersteuerungen einzelner Verstärkerteile zu vermeiden, wurde es notwendig, den Regelbereich eines solchen Potentiometers durch Herabsetzung des Tiefstwertes wesentlich zu steigern, da andernfalls eine ausreichende Herabdrosselung starker Ortsender nicht möglich ist. Noch vor wenigen Jahren genügten Regler mit einem Bereich von 2 Dekaden, die beispielsweise kontinuierlich von 100 ··· 10 000 Ω regelten. Neuzeitliche Empfänger benötigen einen Regelbereich von 10 ··· 10 000 entsprechend den hohen Feldstärkeunterschieden der verschiedenen Regler und auch entsprechend den großen Intervallen in der Orchestermusik, so daß Antennenregler neuerdings mit Anfangswerten unter 1 Ω und Endwerten in der Größenordnung von einigen 10^4 Ω geliefert werden (Regelbereich ungefähr 10 Neper). Während in Europa Fabrikate wie Dralowid, Preh und Stackpole dieses Problem einer logarithmischen Regelkurve über 4 ··· 5 Dekaden durch die Aneinanderreihung von Widerstandschichten verschiedener spezifischer Leitfähigkeit lösen, findet man u. a. in Amerika die in Abb. 3 dargestellte Konstruktion des Allen-Bradley-Reglers, bei dem der Regelverlauf einer Wunschkurve durch eine mechanische Übersetzung — also durch den Antrieb eines Schleifkontaktes mit veränderlicher Winkelgeschwindigkeit — erreicht wird.

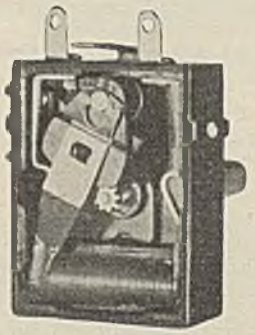


Abb. 3. Allen-Bradley-Regler mit Übersetzungsantrieb.

Besondere konstruktive Schwierigkeiten bereitete die Beseitigung des bei Regelwiderständen sehr störenden Drehrauschens. Für die Verwendung in Hochfrequenzkreisen schieden von vornherein Drahtregler und Regler nach dem Kollektorprinzip, d. h. mit einzelnen von der eigentlichen Widerstandsbahn angezapften Kontaktpunkten, aus, da diese Regler beim Drehen außerordentlich starke, knatternde Geräusche erzeugen. Für derartige Zwecke kommen somit nur Widerstände in Frage, bei denen die Kontaktabnahme direkt von einer homogenen Widerstandsschicht aus erfolgt, jedoch zeigte sich bald, daß eine Abnahme durch feste Schleifkontakte und auch durch Rollenkonstruktionen den Anforderungen auf Rauschfreiheit beim Drehen nicht genügt. Da dieses Drehrauschen in einem gewissen Maße von der Art der Widerstandsmasse abhängig ist, hat man es z. B dadurch zu bekämpfen versucht, daß der Schleifer nicht auf der eigentlichen Widerstandsmasse läuft, sondern auf einer zu ihr parallelgeschalteten hochohmigen Schicht, die ein spezifisch geringeres Drehrauschen zeigt. Ein anderer Weg zur Lösung der Aufgabe ist die Verwendung der Taumelscheibenkonstruktion, bei der eine federnde Metallfolie im Sinne einer Abrollung über die Widerstandschicht abgewickelt wird. Auch diese Konstruktion entspricht nicht den Anforderungen, da die Folien für den praktischen Gebrauch eine bestimmte Stärke haben müssen und somit nicht vollkommen den mikroskopischen Unebenheiten der Widerstandschicht sich anschmiegen können und anderseits bei dem notwendigen hohen Kontaktdruck ein ge-

ringes seitliches Verschieben der Folien unvermeidbar ist, so daß wider Erwarten auch derartige Scheibenkonstruktionen Drehgeräusche zeigen.

Eine befriedigendere Lösung[4]) wurde in dem Flüssigkeitskontakt gefunden, bei dem im Sinne der Abb. 4 der

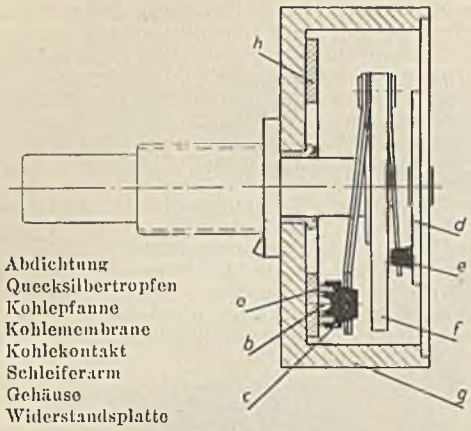


Abb. 4. Prinzip des Dralowid-Flüssigkeitskontaktes.

Stromübergang durch einen Tropfen leitender Flüssigkeit ermöglicht wird. Eine solche leitende Flüssigkeit kann sich selbstverständlich recht weitgehend den unvermeidlichen Unebenheiten der Widerstandsoberfläche anpassen. Die hiermit ausgerüsteten Regler zeigen eine Störspannung durch Drehrauschen, die geringer als 25 µV ist, so daß die gleiche Bedingung wie bei Festwiderständen innegehalten wird.

Entsprechend den Anforderungen der Kurzwellen- und Fernsehtechnik wird es notwendig, daß Hochohmwiderstände sowohl als Fest- als auch als Regelwiderstände höheren Belastungen gewachsen sind, und daß ihr Phasenwinkel auch bei höchsten Frequenzen verschwindend gering wird. Zur Erfüllung dieser Bedingungen werden neuerdings Regler mit erhöhter Belastbarkeit und stark vergrößerten Kriech- und Überschlagswegen herausgebracht, und es liefern die Siemens & Halske AG. sowie die Steatit-Magnesia AG. Festwiderstände, bei denen durch den Ersatz der Widerstandswendel durch ein Mäanderband der Phasenwinkel auch für die Frequenzbereiche kurzer Wellen ausreichend gering ist.

Erfahrungsgemäß läßt sich die Steigerung der Belastbarkeit bei Drehwiderständen nicht durch Vergrößerung der Radien des Widerstandskreis-Bandes beliebig hoch treiben, da von einem bestimmten Verhältnis ab die Stromfäden sich beim inneren Umfang so stark zusammenziehen, daß eine ungleichmäßige Belastung der Widerstandsplatte entsteht und derartige Widerstandsplatten — ausgehend vom Innenkreis — durchbrennen. Es ist aus diesem Grunde zweckmäßig, zylinder- oder konusförmige Widerstandsringe zu verwenden, wie es bei dem Hochlastregler der Abb. 5 a geschehen ist.

[4]) DRP. angemeldet (Steatit-Magnesia AG.).

Eine weitere Anforderung der Empfängertechnik besteht darin, daß man zur besseren Übersichtlichkeit des Empfängers in den Fällen, wo ein Apparat mehrere Regler enthält, diese zu Doppel- oder Tandem-Konstruktionen vereinigt, so daß die Frontplatte des Gerätes nur einen Bedienungsgriff zeigt. In Abb. 5 b ist ein solcher Tandemregler dargestellt, bei dem eine Achse einen Regler im Hochfrequenzteil, einen zweiten im Niederfrequenzteil und gleichzeitig noch den Netzschalter bedient; zur Vermeidung gegenseitiger Beeinflussung und der Einstrahlung störender Felder werden derartige Regler häufig durch Spritzmetallisierung oder Metallkappen elektrostatisch abgeschirmt.

Abb. 5a. Hochlastwiderstand, bei welchem konusförmige Widerstandsringe verwendet wurden

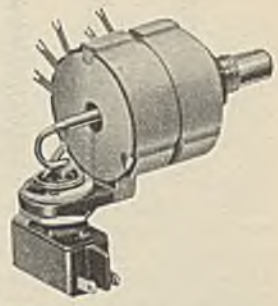


Abb. 5b. Zweifachregler mit angebautem Schalter und Abschirmung.

Beim Vergleich der Apparatekonstruktionen und ihrer Einzelteile in Europa und Amerika stößt man auf die interessante Tatsache, daß die amerikanischen Konstruktionen im Gegensatz zu den europäischen weniger größte Genauigkeit als äußerste Billigkeit betonen. Es ist hier die gleiche Einstellung zu beobachten wie bei den verschiedenen Wegen, die die Röhrentechnik beider Erdteile beschritten hat, da zur Lösung eines gegebenen Empfangsproblems entweder eine beschränkte Verstärkerstufenzahl höchster Ausnutzung zum Ziel führt oder die mangelnde Güte billiger Verstärkersätze durch eine höhere Röhrenzahl ausgeglichen wird. So begnügt man sich noch jetzt in Amerika mit Festwiderständen, deren Toleranzen, Belastungschwankungen, Feuchtänderungen und Geräuschpegel ein Mehrfaches der oben genannten Werte betragen, und es werden an die Reglerkonstruktionen bei weitem nicht so hohe Anforderungen gestellt wie in Europa; es hätte dies auch keinen Sinn, da die Röhreneigengeräusche bei den in Amerika üblichen 6 ··· 10-Röhrengeräten so hoch liegen, daß auch Widerstände mittlerer Güte keinen verschlechternden Einfluß auf die Wiedergabe ausüben können. Wie jedoch allerneueste Vergleiche zeigen, scheint der in Europa beschrittene Weg auf die Dauer erfolgreicher zu sein, da bei genügend großen Auflagen auch die in Europa geforderten Gütenormen mit verhältnismäßig geringen Aufwendungen erfüllt werden können und die Wirtschaftlichkeit eines hochgezüchteten Gerätes im Endeffekt die bessere ist.

Transformatoren für Spannungsregelung unter Last*).

Von R. Küchler, Berlin.

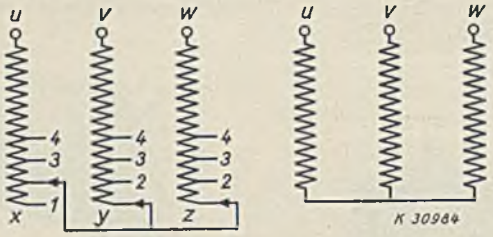
(Schluß von S. 1057.)

Bei Drehstrom-Transformatoren in Sternschaltung oder Sternsparschaltung bietet sich die Möglichkeit, mit Hilfe der sog. abc-Schaltung die Zahl der Regelstufen ohne irgendeine Änderung am Transformator zu verdreifachen. Dies wird dadurch erreicht, daß man bei der Regelung um eine Spannungstufe nicht in allen drei Phasen gleichzeitig einen Schaltschritt ausführt, sondern immer nur in einer der drei Phasen, wobei sich die Phasen innerhalb dreier aufeinander folgender Stufen zyklisch miteinander abwechseln.

In Abb. 6 ist für einen in Stern-Stern-Schaltung ausgeführten Leistungstransformator mit Nullpunktregelung die sekundäre Spannungsänderung bei abc-Schaltung für ein Intervall von 3 Regelschritten zusammengestellt. Wie ersichtlich, weichen die 3 Phasenspannungen in den Zwischenstellungen um ein Drittel bzw. ein Sechstel der Intervallspannung ε vom Idealwert ab. Ob die mit Anzapfungen versehene Wicklung die primäre oder sekundäre ist, ist hierbei gleichgültig. In beiden Fällen gelten die in Abb. 6 angegebenen Spannungsprünge. Selbstverständlich erfährt die angezapfte Wicklung eine Nullpunktsverlagerung in den beiden Zwischenstellungen. Diese beträgt ⅓ der Intervallspannung ε, überträgt sich aber nicht auf die andere Sternwicklung, weil die Kraftflüsse der 3 Phasen sich trotz der in Betracht kommenden Windungsungleichheit innerhalb des dreischenkligen Eisenkernes zu Null ergänzen. Aus diesem Grunde steht auch nichts im Wege, die nichtgeregelte Wicklung in Dreieck zu schalten oder eine Tertiärwicklung in Dreieck vorzusehen. Dagegen ist

*) Auszug aus einem Vortrag, gehalten im Elektrotechnischen Verein am 15. II. 1934. Besprechung auf S. 1090 dieses Heftes.

es nicht zulässig, die nach dem abc-Prinzip geregelte Wicklung selbst in Dreieck zu schalten, solange der Transformator einen dreischenkligen Kern erhält, was bei uns normalerweise der Fall ist. Wenn die abc-Schaltung wegen der genannten Spannungsverzerrungen auch kein ideales Mittel zur Vervielfachung der Stufenzahl darstellt, so ist sie doch in manchen Fällen als ein bemerkenswerter Ausweg anzusehen, um den Wünschen, die an die Feinstufigkeit der Regelung gestellt werden, ohne merkliche Verteuerung entgegenkommen zu können.



Änderung der sekundären Phasenspannungen.

	Neutrale	Phase u	Phase v	Phase w	Mittelwert = Sollwert
1. Zwischenstellung .	$x_2\ y_1\ z_1$	$^3/_2\ \varepsilon$	$^1/_4\ \varepsilon$	$^1/_4\ \varepsilon$	$^1/_2\ \varepsilon$
2. Zwischenstellung .	$x_2\ y_2\ z_1$	$^5/_4\ \varepsilon$	$^1/_2\ \varepsilon$	$^3/_4\ \varepsilon$	$^3/_2\ \varepsilon$
Normalstellung . . .	$x_2\ y_2\ z_2$	ε	ε	ε	ε

Abb. 6. λ/λ-Transformator mit abc-Schaltung.

In diesem Zusammenhange erscheint es angezeigt, die Frage nach der wirklich notwendigen Feinstufigkeit der Regelung einer kurzen Prüfung zu unterziehen: Den stärksten Einfluß übt eine Änderung der Spannung bekanntlich auf das elektrische Licht aus. Eine Änderung der Lampenspannung von 90 ··· 110 % des Nennwertes bedingt bei einer neuzeitlichen Glühlampe eine Lichtstärkenschwankung von 67 ··· 152 % des Sollwertes. Hieraus folgt, daß in diesem Bereich die Lichtstärke ziemlich genau der 4. Potenz der Lampenspannung proportional ist. Es entsteht nun die Frage, welche Lichtschwankung das menschliche Auge gerade noch wahrnimmt. Die Psychophysik nennt diesen Betrag die „Unterschiedschwelle" und lehrt, daß der absolute Wert der Unterschiedschwelle dem Reiz, hier also der Lichtstärke, proportional ist. Der relative Wert der Unterschiedschwelle, d. h. die gerade noch wahrnehmbare prozentuale Lichtschwankung ist danach konstant. In der Bühnenbeleuchtungstechnik spielt diese Erkenntnis eine große Rolle. Die Bühnenregler werden so ausgelegt, daß die Lichtänderung von Stufe zu

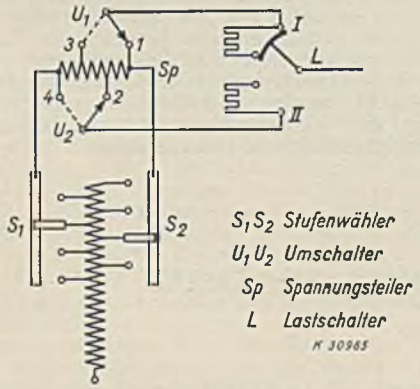


Abb. 7. Grobregler mit dreistufigem Feinregler.

Stufe, einer geometrischen Reihe folgend, rd. 4,5 % beträgt. Dieser Wert oder ein wenig mehr ist aber nichts anderes als die hier interessierende Größe der relativen Unterschiedschwelle, aus der sich die anzustrebende Stufenspannung nach obigem zu etwa 1 ··· 1,25 % ergibt. Eine feinere Stufung ist überflüssig. Hingegen erscheinen auch Stufenspannungen vom doppelten Betrage noch als unbedenklich, besonders dann, wenn das Netz mehrere Speisepunkte besitzt, die unabhängig voneinander geregelt werden.

Bei Regelbereichen von etwa ± 10 % wird es also ohne weiteres möglich sein, die Wünsche der Lichtstromverbraucher restlos zu befriedigen, da hierzu nicht mehr als ± 8 Stufen erforderlich sind. Für größere Regelbereiche kann eine Stufenspannung bis zu 1 ··· 1,25 % herunter entweder durch die erwähnte abc-Schaltung oder durch eine Kombination von Grob- und Feinreglern gewonnen werden. Ein Beispiel für die letztgenannte Ausführung zeigt Abb. 7. Hier ist die normale Jansen-Schaltung, die durch die beiden Stufenwähler S_1 und S_2 und den Lastumschalter L gekennzeichnet ist, mit Hilfe eines dreistufigen Spannungsteilers Sp auf dreifache Stufenzahl gebracht worden. Die Stufenwähler bewirken die Grobregelung an der Transformatorenwicklung, die beiden Umschalter U_1 und U_2 die Feinregelung am Spannungsteiler. Ein geeigneter Antrieb sichert eine solche Taktfolge der 5 verschiedenen Schaltglieder, daß nur am Lastumschalter der Betriebsstrom geschaltet wird, während die übrigen Umschalter und Stufenwähler stromlos betätigt werden. Die Betätigung des Umschalters U_2 erfolgt also in der Lastschalterstellung I, die des Umschalters U_1 in der Lastschalterstellung II. Ein Grobschritt des Stufenwählers S_1 wird anderseits vollzogen, wenn die Stromabnahme am Endkontakt *1* des Spannungsteilers erfolgt. Umgekehrt wird der Stufenwähler S_2 geschaltet, wenn der entgegengesetzte Endkontakt *4* am Spannungsteiler erreicht worden ist.

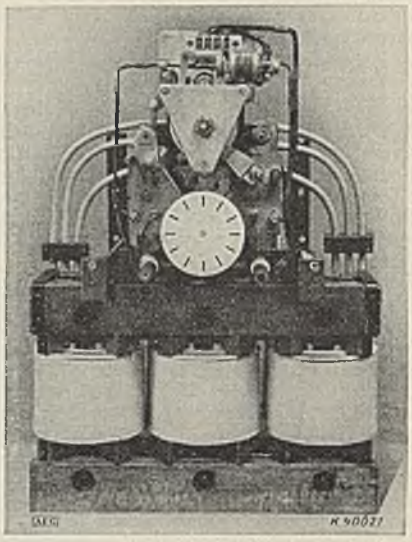


Abb. 8. Niederspannungs-Regeltransformator (Trockentype).

Für die Spannungsregelung im Niederspannungsnetz kommen kleine Trockentransformatoren in Sparschaltung in Betracht, die mit einem Lastregelschalter baulich vereinigt sind. Abb. 8 zeigt eine solche Ausführung bei abgenommenem Gehäuse für Spannungen bis 500 V und Netzströme bis zu 200 A. Die an die Anzapfungen der Regelspule angeschlossenen Kontakte aller 3 Phasen bilden eine einzige kreisförmige Bahn, von der die auf einem dreiarmigen Stern angeordneten Gleitkontakte den Strom abnehmen. Je Phase sind 2 Gleitkontakte vorgesehen, ein Hauptkontakt und ein mit Widerstand an diesen angelenkter Vorkontakt. Beide sind als Rollenkontakte ausgebildet, so daß eine hemmungsfreie Bewegung und ein gleichmäßiger Kontaktabbrand gewährleistet sind. Der Schalter arbeitet mit einpoliger Kommutierung der Anzapfspule und regelt in ± 4 oder ± 6 Stufen. Die Überschaltung von einer Stufe zur nächsten erfolgt momentan durch Kraftspeicher, nachdem dieser durch eine Kurbelumdrehung des Handantriebes geladen worden ist. An die Stelle des Handantriebes kann auch ein Motorantrieb für Fernsteuerung oder ein Motorantrieb mit Spannungsrelais für selbsttätige Spannungsregelung treten. Dieser Kleinregler ist in einem entsprechenden Schutzgehäuse auch für Aufstellung im Freien geeignet.

Auch bei mittleren Betriebspannungen bis 30 kV kann der Lastregelschalter als Lufttype ausgebildet werden. Natürlich kommt diese Bauart nur für Innenraumaufstellung in Frage. Sie bedingt aber bei den zugehörigen Öltransformatoren, um die es sich ja bei solchen Spannungen meistens handelt, die Anordnung einer der Zahl der Anzapfungen entsprechenden Menge von Durchführungen auf dem Deckel des Transformators. Eine solche Lösung wird man deshalb nur in besonderen Fällen wählen, vor allem dann, wenn der Transformator mit herausgeführten Anzapfungen schon vorhanden ist und nachträglich für Lastregelung eingerichtet werden soll. Einen derartigen Luftlastwähler für Betriebspannungen bis zu

30 kV und 200 A zeigt Abb. 9. Auf einem Eisengerüst sind die Regeleinrichtungen der 3 Phasen isoliert angeordnet. Sie werden mittels einer durchgehenden, durch eingefügte Porzellankörper elektrisch unterteilten Welle gesteuert. Zur Betätigung des Schalters dient ein Handantrieb, der ein sprungweises Überschalten gewährleistet. Die fest-

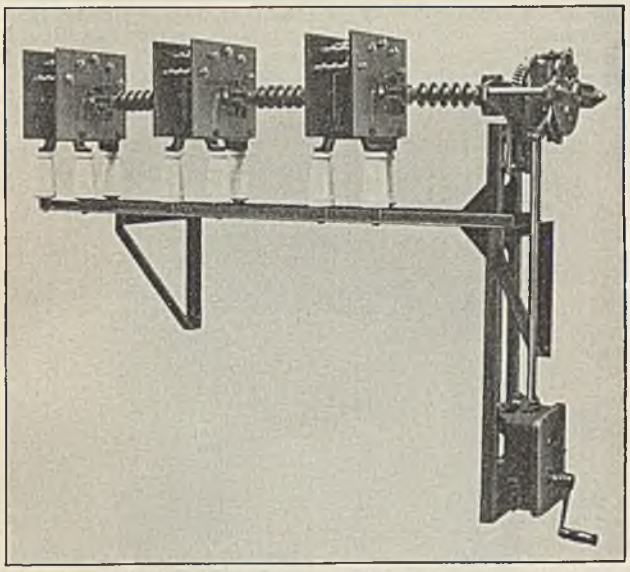


Abb. 9. Lastwähler bis 30 kV (Lufttype).

stehenden Kontakte sind zwischen Hartpapierplatten kreisförmig angeordnet und zur Erhöhung ihrer Lebensdauer als Rollenkontakte ausgebildet. Der bewegliche Schaltarm trägt außer dem Hauptkontakt zwei durch Widerstände an diesen angelenkte Vorkontakte, von denen der eine dem Hauptkontakt voreilt, während der andere nacheilt.

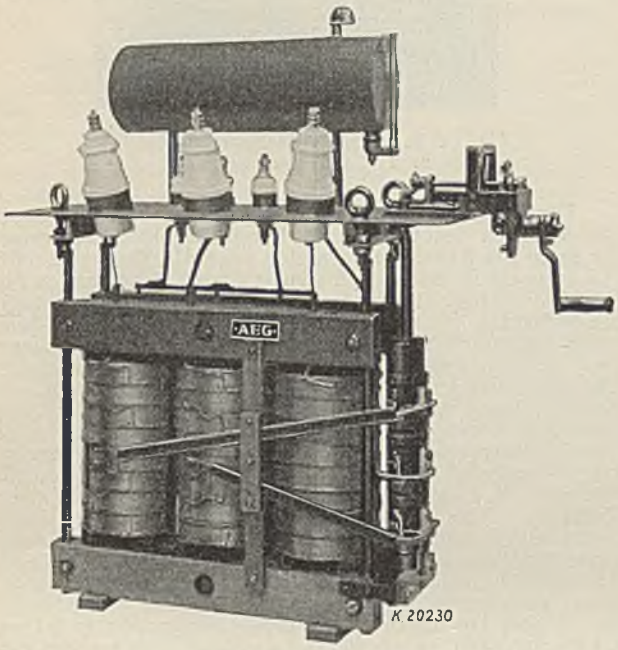


Abb. 10. Einheitstransformator für 100 kVA mit eingebautem Lastwähler.

Wesentlich elegantere Lösungen ergeben sich mit ölisolierten Lastregelschaltern, die man organisch mit dem zughörigen Öltransformator vereinigen kann. Bei Stufenschaltleistungen von wenigen kVA ist es dabei möglich, den Lastregelschalter einfach in den Transformatorenölkessel einzubauen, ohne befürchten zu müssen, daß das Öl durch die häufigen Schaltungen verunreinigt wird und seinen Isolationswert einbüßt. Netztransformatoren bis zu 200 oder 320 kVA kann man auf diese Weise ohne große Kosten unter Last regelbar machen. Ein Beispiel hierfür bietet der in Abb. 10 dargestellte Einheitstransformator für 100 kVA. Die Regelanzapfungen liegen elektrisch am Nullpunkt der Oberspannungswicklung, räumlich der Kurzschlußfestigkeit halber jedoch in Schenkelmitte. Die Kontakte des Regelschalters, der also ein Nullpunktsregler ist, sind auf einem Hartpapierrohr befestigt, und zwar so, daß die zusammengehörigen 3 Kontakte der einzelnen Phasen senkrecht übereinander liegen. Die Schalterwelle bildet die Neutrale und trägt die Haupt- und Vorkontakte sowie die Überbrückungswiderstände. Sie ist isoliert durch den Kastendeckel geführt und wird mittels eines einfachen Handantriebes mit Kraftspeicher ruckartig bewegt. Der abgebildete Schalter ist zweistufig, kann jedoch ohne wesentliche Vergrößerung auch vierstufig hergestellt werden.

Größere Stufenleistungen machen es natürlich erforderlich, den Schaltvorgang in ein getrenntes Ölgefäß zu verlegen. Bei den Lastwählern ist also der gesamte Schalter in ein getrenntes Ölgefäß zu setzen, in welches natürlich auch die Anzapfleitungen eingeführt werden müssen. Wie diese Aufgabe konstruktiv gelöst werden kann, ist aus Abb. 11 zu ersehen. Die Lastwähler der 3 Phasen sind hier auf Isolatoren gesetzt und ihre Antriebswellen ebenso wie die Anzapfleitungen durch das Innere dieser Isolatoren geführt. Die Isolatoren sind mit Öl gefüllt und nach unten offen, so daß ihr Inhalt mit dem des Transformatorkastens in Verbindung steht, nach oben aber gegen den Lastwähler abgedichtet. Über die Lastwähler werden zylindrische Schutzgehäuse gestülpt, die in Abb. 11 noch fehlen. Diese Gehäuse sind regensicher, um auch eine Aufstellung im Freien zu ermöglichen, und natürlich mit Öl gefüllt.

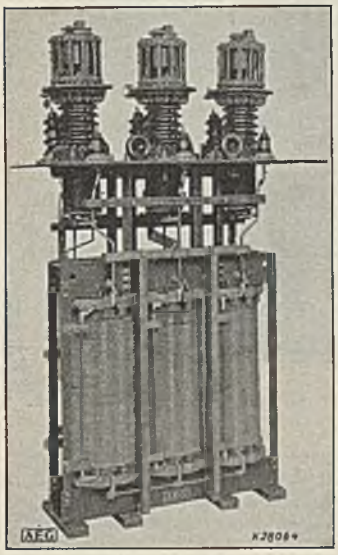


Abb. 11. 1200 kVA-Regeltransformator mit aufgebauten Lastwählern.

Die Steuerung der Lastwähler erfolgt über eine waagerechte Kupplungswelle im Innern des Ölkastens durch einen am Ölkasten befestigten Motorantrieb.

Mit den vorerwähnten Lastwählern kann man Durchgangsleistungen bis etwa 2500 kVA leicht bewältigen. Bei Leistungen, die darüber liegen, ist es zweckmäßig, Stufenwähler mit getrennten Lastumschaltern zu verwenden. Da der Stufenwähler selbst stromlos schaltet, kann man ihn getrost in den Ölbehälter des Transformators einbauen und die Anzapfungen unter Vermeidung von Durchführungen unmittelbar an diesen anschließen. Den Lastumschalter dagegen setzt man, ähnlich wie die beschriebenen Lastwähler, in ein besonderes Ölgehäuse auf einen Isolator.

Bei Leistungstransformatoren mit Nullpunktsregelung ergibt sich eine sehr gedrängte Bauweise, da man sowohl den Stufenwähler als auch den Lastumschalter dreiphasig ausführen kann. Hierfür ein Beispiel: Abb. 12 gibt die Innenansicht eines 15 MVA-Transformators mit 16 Regelstufen im Nullpunkt auf der Oberspannungseite wieder. Die Schalthebel der 3 Lastschalter, die auf dem Nullpunktisolator aufgebaut sind, sind zur Neutrale vereinigt und mit dem Lastschaltergehäuse verbunden. Sein Ölinhalt ist durch entsprechende Abdichtungen im Gehäuseboden von dem des Transformatorkastens getrennt.

Der größte Regeltransformator, den die AEG gebaut hat, mit einer Durchgangsleistung von 100 MVA bei einer Betriebspannung von 110 kV ist in Abb. 13 dargestellt. Der Transformator hat III-Sparschaltung, kann also in Dreieck für 64 kV umgeschaltet werden. Er besitzt ± 8 Stufen für je 1,3 % und bedient sich der zweipoligen Umschaltung, arbeitet also mit Netzvertauschung. Die Typenleistung beträgt rd. 10 MVA, die von den Lastumschaltern zu bewältigende Stufenleistung etwa 450 kVA je Phase bei einem Durchgangstrom von etwas mehr als 500 A. Das Prinzip der Widerstandschaltung ist hier ebenso wie bei den bereits beschriebenen Ausführungen angewendet. An den Lastumschaltergehäusen befinden sich je 2 kleinere Durchführungen für den Anschluß der ankommenden und abgehenden Netzleitungen. Die Gehäuse selbst sind mit den Lastumschaltern und damit mit den Stufenwählern

elektrisch verbunden, nehmen also je nach der Stellung des zweipoligen Kommutierungschalters das Potential der einen oder anderen Netzanschlußklemme an. Die auf die kleinen Durchführungen entfallende Spannung entspricht daher der positiven oder negativen Spannungsänderung, die der Regeltransformator hervorbringt. Schließlich bringt Abb. 14 ein Beispiel für indirekte Regelung mittels eines

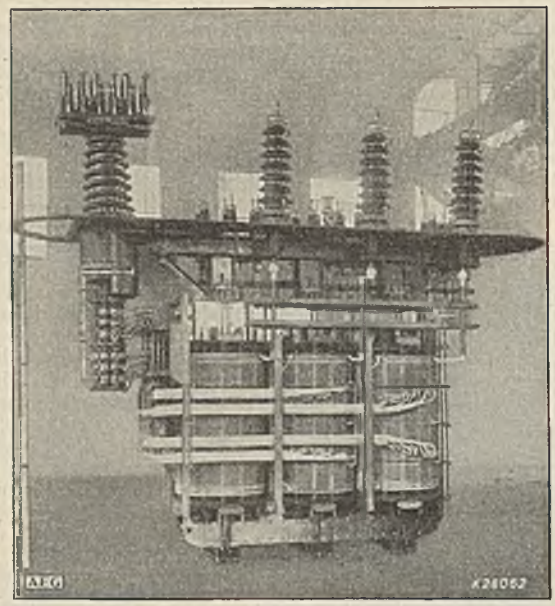


Abb. 12. 15 MVA-Transformator mit Lastregelung im Nullpunkt.

Zusatztransformators, bestehend aus einem Erregertransformator in Sparschaltung (oben) und dem eigentlichen Zusatztransformator (unten). Beide Transformatoren sind baulich vereinigt, so daß sie in einen gemeinsamen Ölkasten gesetzt werden können. Der Satz ist für eine Durchgangsleistung von 25 MVA und eine Netzspannung von 10 kV ausgelegt und dient zur Regelung in ± 6 Stufen. Die Kommutierung besorgen zweipolige Umschalter.

Mit der Regelung der absoluten Größe der Spannung ist der Aufgabenkreis des unter Last regelbaren Transformators aber noch nicht erschöpft. Als sog. Quer- oder Längs-Regeltrafo ist er weiterhin dazu berufen, in Ringleitungen, die sich bei der Vermaschung unserer Netze in zunehmendem Maße bilden, die Verteilung der Strombelastung auf die einzelnen Ringteile zu regeln. Eine solche Stromregelung ist notwendig, da jeder Strom, der von irgendeinem der den Ring speisenden Kraftwerke zu irgendeinem der angeschlossenen Stromverbraucher fließt, sich normalerweise auf die durch die Ringleitung ihm gebotenen beiden parallelen Zweige verteilen würde, und zwar im umgekehrten Verhältnis der Impedanzen beider Ringteile. Diese natürliche Lastverteilung ist aber gewöhnlich aus Gründen technischer, wirtschaftlicher oder juristischer Art unerwünscht. Einmal könnten dabei Überlastungen schwacher Ringteile entstehen, die unbedingt vermieden werden müssen. Anderseits zwingen die Stromlieferungsverträge zwischen Erzeugern und Verbrauchern oder u. U. auch das Eigentumsrecht an den einzelnen, den Ring bildenden Leitungen zur Einhaltung einer bestimmten Wirk- und Blindlastverteilung auf der Ringleitung.

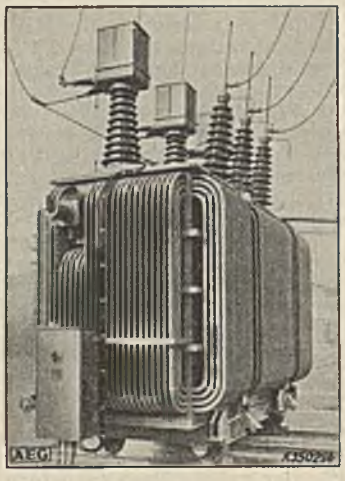


Abb. 13. Regeltransformator in Sparschaltung für 100 MVA Durchgangsleistung.

Die Änderung der natürlichen Stromverteilung in der Ringleitung erfolgt in der Weise, daß man mittels einer Hilfspannung einen im Ringe umlaufenden Ausgleichsstrom hervorruft. Dieser Ausgleichstrom überlagert sich den Lastströmen in den einzelnen Abschnitten der Ringleitung teils additiv, teils subtraktiv, je nachdem ob die Energierichtung in den Abschnitten mit der Richtung des Ausgleichstromes übereinstimmt oder nicht. Durch richtige Wahl der Größe, Phase und Richtung der Hilfspannung hat man es also in der Hand, überlastete Ringabschnitte zu entlasten oder anderen die abgenommene Last aufzubürden. Das erfordert natürlich außer der Regelbarkeit des Hilfspannungsvektors seiner Größe nach auch seine Schwenkbarkeit um volle 360 °.

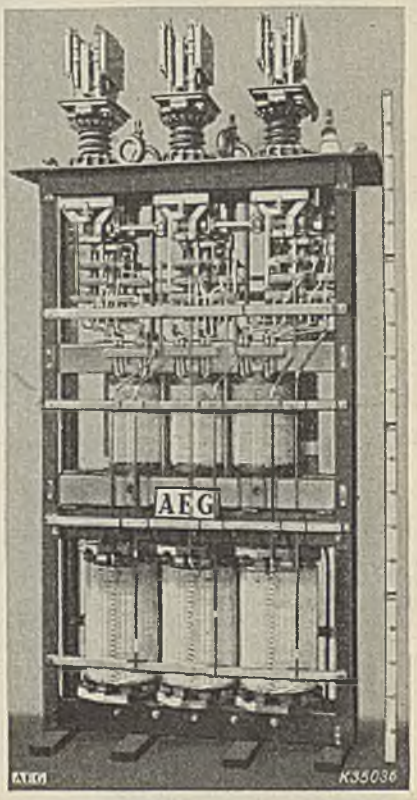


Abb. 14. Zusatztransformatoren-Regelsatz für 25 MVA Durchgangsleistung.

Eine derartig regelbare Hilfspannung zu erzeugen, ist die Aufgabe des Quer- und Längs-Regeltransformators. Er kann als Spartransformator oder als Zusatztransformatorensatz in den verschiedenartigsten Schaltungen hergestellt werden. Gemeinsam ist aber allen Ausführungen die Zerlegung der zu liefernden Hilfspannung in zwei senkrecht aufeinander stehende, einzeln regelbare Komponenten, die sich kommutieren lassen, so daß der verlangte Phasendrehwinkel von 360 ° beherrscht werden kann. Die Sparschaltung läßt zwei Varianten zu: Die erste (Abb. 15 a) bedient sich zweier Einzeltransformatoren, von denen der eine in Sternschaltung ausgeführt ist und die Längsregelung übernimmt, während der andere in Dreieckschaltung erregt wird, also als Quertransformator wirkt. Die zweite Variante (Abb. 15 b) kommt mit einem einzigen Stern-Spartransformator aus, der außer der normalen Regelspule für Längsregelung eine Querregelspule in Vielfach-Zickzackschaltung erhält. Die zweite Ausführung ergibt einen geringeren Materialaufwand als die erstgenannte, sie ist aber bei hohen Spannungen der großen Isolationsschwierigkeiten wegen, die die Vielfach-Zickzackschaltung der Querregelspule mit ihren Schaltverbindungen bietet, schwer ausführbar. Die indirekte Längs- und Querregelung durch Zusatztransformatorensätze läßt sich in entsprechender Weise lösen.

Die gezeigten Schaltungen für Längs- und Quertransformatoren weisen jedoch einen grundsätzlichen Mangel auf, der nicht unerwähnt bleiben soll. Wenn der durch die Hilfspannung erzeugte Ausgleichstrom in der Ringleitung mit der Hilfspannung in Phase, der Impedanzwinkel des Ringes also 0 ° wäre, so würde die Längsregelung eine Wirkstromverschiebung, die Querregelung eine Blindstromverschiebung ergeben und die Bedienung der beiden Regeleinrichtungen somit sehr einfach sein. Auch bei einem Ringimpedanzwinkel von 90 ° würde die Wirkung

der beiden Regler eindeutig sein, nur mit dem Unterschied, daß jetzt die Querspannung den Wirkstrom und die Längsspannung den Blindstrom regelten. Leider entspricht weder die eine noch die andere Annahme den praktischen Verhältnissen. Der Impedanzwinkel des Ringes liegt zwischen 0 und 90 ° und ist von Fall zu Fall verschieden; er ist bei Freileitungen größer als bei Kabelleitungen und überhaupt keine absolute Konstante, sondern von dem jeweiligen Schaltzustande des Ringes in gewissem Grade abhängig.

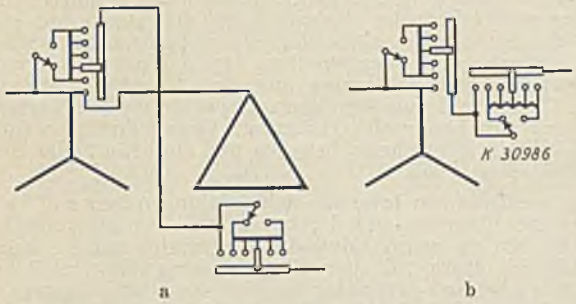


Abb. 15. Längs- und Querregeltrafos in Sparschaltung.

Anderseits genügt es aber vollständig, ihn wenigstens angenähert zu berücksichtigen, um die Bedienung der Regeleinrichtungen nicht zu schwierig zu gestalten. Das ist aber auf sehr einfache Art zu erreichen. Durch zyklische Phasenvertauschung der Regelspulen oder Erregerwicklungen kann man nämlich die beiden Komponenten der Hilfspannung um einen Winkel von ± 60 ° gegen ihre ursprüngliche Lage verdrehen. Damit ergeben sich die in Abb. 16 schematisch dargestellten beiden Schaltungsmöglichkeiten (Zeitlinie entgegen dem Uhrzeiger umlaufend angenommen). Hierbei kann man eigentlich nicht mehr von Längs- und Quertransformatoren reden; man bezeichnet sie besser mit Wirk- und Blindstrom-Regeltransformatoren. Notwendig ist, daß die Hilfspannungskomponente des Wirkstrom-

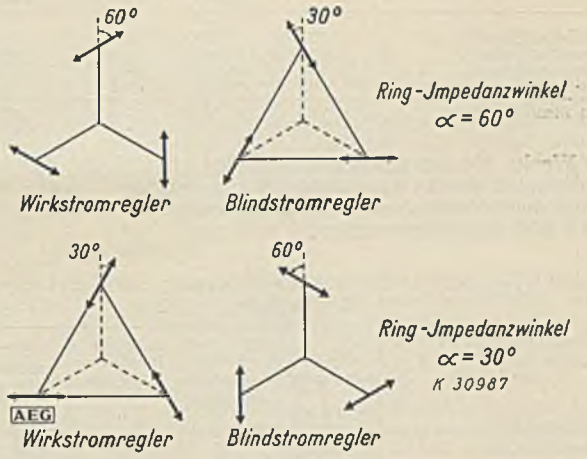


Abb. 16. Wirk- und Blindstrom-Regeltransformatoren.

reglers der Phasenspannung des Netzes um den Ringimpedanzwinkel α vorauseilt, während diejenige des Blindstromreglers senkrecht auf der ersten steht, also um 90 ° — α nacheilt. Diese Bedingungen erfüllen beide Schaltungen für Ringimpedanzwinkel α = 60 ° bzw. α = 30 °.

(Die Besprechung des Vortrages folgt auf S. 1090 dieses Heftes.)

Aus der Elektrizitätswirtschaft Rumäniens 1933.

Von H. Thiess, Sibiu-Hermannstadt.

Übersicht. Es wird auf Grund der letzten Betriebsstatistik der Stand der öffentlichen Elektrizitätsversorgung Rumäniens für 1933 geschildert. Die Jahreserzeugung weist gegen das Jahr 1932 eine geringe Steigerung auf (3,7 %). Es werden die Indexziffern der Warenpreise und der Strompreise verschiedener Jahre gegenübergestellt und einige zusammenfassende Zahlen der elektrischen Straßenbahnen angeführt.

Da Rumänien infolge seines überwiegenden landwirtschaftlichen Charakters keine starken Verbrauchszentren aufweisen kann, ist eine großzügige Elektrisierung des Flachlandes nur mit erheblichen finanziellen Mitteln durchführbar. Die Verhältnisse liegen leider so, daß durch den starken Tiefstand der Preise für Agrarerzeugnisse das Nationaleinkommen in den letzten Jahren einen ungeheuren Rückgang erfahren hat. Dieses sank seit dem Jahre 1928 von 5 Mrd RM[1]) auf 2,5 Mrd RM. Wenn im Jahre 1929 noch 6,6 t ausgeführte Ware auf 1 t eingeführter Ware entfiel, sind heute für den Gegenwert 1 t eingeführter Ware etwa 16 t Ausfuhrware notwendig. Es ist daher leicht erklärlich, daß unter diesen Umständen auch die Elektrisierungsbestrebungen der Regierung außerordentlich erschwert werden und daß in der Elektrizitätswirtschaft Rumäniens der Aufschwung nicht in dem Maße erfolgt, als er in bezug auf die reichlich vorhandenen natürlichen Energiequellen vor sich gehen könnte[2]). An dieser Stelle soll auf die in deutscher Sprache erschienene Arbeit von Dr.-Ing. D. Pavel hingewiesen werden: „Die Ausbaumöglichkeit der rumänischen Wasserkräfte", in welcher in ausführlicher Weise eine „statistische Darstellung sämtlicher Ausbaumöglichkeiten der Wasserkräfte"[3]) gegeben wird. Rumänien verfügt nach dieser Arbeit bei einer mittleren jährlichen Wassermenge über 6 Mill Brutto-kW und 36 Mrd kWh/Jahr.

Das Jahr 1930 kann als Markstein in der Elektrizitätsversorgung Rumäniens angesehen werden, da seit dieser Zeit eine erhöhte Investitionstätigkeit in dem Bau von elektrischen Anlagen einsetzte[4]). Die Ursache dürfte zum großen Teil in dem im genannten Jahr erschienenen rumänischen Energiegesetz zu suchen sein, das genaue Bestimmungen für die Gründung und den Bau von elektrischen Kraftanlagen enthält und die Förderung und Rationalisierung der Energiewirtschaft zum Ziele hat[5]).

Die Zusammenfassung sämtlicher öffentlicher Elektrizitätswerke ist noch mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden, so daß die in den Zahlentafeln angeführten Zahlen nur ein allgemeines Bild über den ungefähren Stand der Elektrizitätsversorgung Rumäniens veranschaulichen können[6]).

Zahlentafel 1. Art der Stromerzeugung.

Stromart	Zahl der öffentl. El.-Werke	Gesamtleistung kW	Prozent aller Werke	Prozent d. Gesamtleistung
Gleichstrom	81	24 500	46	11,5
Ein- u. Zweiphasenstrom	3	5 100	1,7	2,4
Drehstrom	93	182 400	52,3	86,1
insgesamt . . .	177	212 000	—	—

Während im Jahre 1929 etwa 169 000 kW installierte Leistung in den öffentlichen Elektrizitätswerken vorhanden war, ist diese bis zum Jahre 1933 um etwa 43 000 kW gestiegen.

In Zahlentafel 2 fällt die hohe Anzahl der Dieselmotoren auf (63 % aller installierten Maschinen), deren Leistungsfähigkeit jedoch kaum ein Viertel der Gesamtleistung ausmachen. Die Ursache liegt zum großen Teil in den zahlreichen kleinen Ortszentralen mit Dieselmotorenbetrieb. Was die Verwaltungsform der 177 Elektrizitätswerke anbelangt, so entfallen hiervon 81 auf Privatgesellschaften und 82 auf Gemeindeunternehmungen;

1) 1 RM = 40 Lei.
2) ETZ 1933, S. 935.
3) IRE-Publikation Bucarest, Nr. 2, Juli 1934.
4) ETZ 1931, S. 1254.
5) Veröffentlichungen der Deutsch-Rumänischen Handelskammer, Berlin, H. 1.
6) Statistik der El.-Werke Rumäniens 1933. Zu beziehen durch die A.P.D.E. Bukarest, Bdl. Take Ionescu 33, sowie durch die Sektion II der A.P.D.E.-Sibiu, Drei-Eichenstraße 1. Preis 12,50 RM.

Zahlentafel 2. Art der Betriebskraft und Leistung.

Antriebsmaschinen	Zahl	Gesamtleistung kW	Prozent d. Gesamtleistung	mittlere Einzelleistung kW
Wasserturbinen	61	27 200	12,8	445
Dampfturbinen	87	130 000	61,4	1 495
Dieselmaschinen	293	52 500	24,7	179
Gas- und Benzinmotoren	28	2 300	1,1	82
laut Statistik 1933	469	212 000	—	452

12 Werke führen einen gemischtwirtschaftlichen Betrieb, während 2 Werke staatliche Unternehmungen sind. Der Wert der öffentlichen Elektrizitätswerke kann auf rd. 175 Mill RM geschätzt werden.

Zahlentafel 3. Jahreserzeugung nach Art der Kraftquelle.

Kraftquelle	Jahreserzeugung Mill kWh	Prozent d. Gesamterzeugung	mittlere jährl. Benutzungsdauer h	Ausnutzungsfaktor %
Wasser	73,5	22,0	2 710	31
Dampf	184,6	56,8	1 420	16
Öl	64,0	19,7	1 220	13,9
Gas und Benzin	3,1	0,9	1 350	15,4
öffentl. El.-Werke	325,2	—	1 530	17,5
Fremdstrom aus Eigenanlagen	9,3	—	—	—
laut Statistik 1933	334,5	—	—	—

Im Jahre 1933 sind nach Zahlentafel 3 für die öffentliche Elektrizitätsversorgung 334,5 Mill kWh erzeugt worden, gegen 322,1 Mill kWh des Jahres 1932 und 290 Mill kWh des Jahres 1929. Eine außerordentlich geringe Benutzungsdauer weisen die Elektrizitätswerke mit Dieselmotorenbetrieb auf (1220 h), wogegen die Wasserkraftanlagen mit 31 % einen günstigen Ausnutzungsfaktor ergeben. Das Gesamtmittel von 1530 Stunden ist als niedrig zu bezeichnen.

Von den für die öffentliche Elektrizitätsversorgung erzeugten 334,5 Mill kWh entfallen 25 Mill kWh auf den Eigenverbrauch, 48,5 Mill auf die Verluste, so daß die nutzbare Energieabgabe für 1933 mit 261 Mill kWh angegeben werden kann.

Zahlentafel 4 zeigt schließlich Leistung und Erzeugung nach der Unternehmungsform. Da die Zahlen für die Eigenanlagen noch unvollständig zur Verfügung stehen, mußten z. T. Schätzungen vorgenommen werden, um ein ungefähres Bild über die Gesamterzeugung an elektrischer Energie Rumäniens zu erhalten.

Zahlentafel 4. Leistung und Erzeugung nach der Unternehmungsform.

Eigentumsverhältnis	Leistung 1000 kW	Erzeugung Mill kWh	Benutzungsdauer h
öffentliche Werke	212	325,2	1 530
Eigenanlagen	160	268,8	1 680
insgesamt 1933	372	592,0	1 590

Daß die Wirtschaftskrise auch die Eigenanlagen noch äußerst ungünstig beeinflußt, kann aus Zahlentafel 5 entnommen werden, in welcher einige interessante Zahlen der 3 größten industriellen Betriebe angeführt sind.

Zahlentafel 5. Leistung und Jahreserzeugung größerer Anlagen.

Unternehmung	installierte Leistung kW	Jahreserzeugung Mill kWh 1929	1932	1933
Diciosânmartin „Nitrogen"	22 400	71,97	30,84	33,05
Resita-Anina (Eisenwerk)	23 000	59,16	38,72	38,08
Vulcan-Lupeni (Kohlengebiet)	19 500	33,08	22,15	19,79
insgesamt	64 900	164,21	91,71	91,52
Benutzungsdauer in Stunden	—	2540	1420	1412

Die Zahlentafel 5 läßt deutlich erkennen, in welch gewaltiger Weise die mittlere Benutzungsdauer dieser 3 Anlagen bei gleichbleibender Leistung seit dem Jahre 1929 zurückgegangen ist (44 %).

Rumänien hat auf Grund der im Jahre 1930 durchgeführten Volkszählung 18 052 896 Einwohner; hiervon entfallen auf die Landbevölkerung in 15 201 Landgemeinden 14 420 718 Einwohner und auf die 172 Städte 3 632 178 Einwohner. Die Bevölkerungsdichte beträgt bei 295 049 km² im Gesamtmittel 61,2 je km². Da nach den bisherigen Erhebungen elektrische Energie in rd 400 Orten mit etwa 4,1 Mill Einwohnern eingeführt ist, wobei sämtliche Städte elektrisiert sind, so verbleiben für die mit Elektrizität versorgte Landbevölkerung nur etwa 500 000 Einwohner; d. h. 77 % der Gesamtbevölkerung warten auf die Verwirklichung der Landeselektrisierung. Gegenwärtig entfallen 18,5 kWh je Einwohner, bezogen auf die öffentliche Elektrizitätserzeugung.

Es dürfte von Interesse sein, einige Indexziffern über die Waren- und Strompreise zu veröffentlichen, um zu zeigen, daß die Elektrizitätswerke außerordentlich stark mit der Strompreisregelung zurückgeblieben sind und daß daher an eine merkliche Strompreisreduzierung in nächster Zeit nicht geschritten werden kann. Als Basis wurde das Jahr 1916 angenommen.

Zahlentafel 6. Indexziffern der Waren- und Strompreise.

Jahr	Warenindex	Strompreisindex
1916	1	1
1922	25	6
1925	43	20
1930	52	24,6
1933	34	20,90

Während als Folge der Geldentwertung der Durchschnittswarenpreis z. B. im Jahre 1933 auf das 34fache des Preises von 1916 gestiegen war, hatte der mittlere Strompreis nur das 21fache desjenigen von 1916 erreicht, obwohl er dem Kurswert des Lei entsprechend mindestens das 33fache des Jahres 1916 hätte sein müssen (Zahlentafel 6). Gegenwärtig beträgt der mittlere Strompreis für Licht 36 Pf/kWh und für Kraft 21 Pf/kWh.

In Zahlentafel 7 sind schließlich die Strompreise einiger wichtigeren Elektrizitätswerke angeführt.

Zahlentafel 7. Abgabe und Strompreise einiger Elektrizitätswerke Rumäniens.

Ort	nutzbare Stromabgabe Mill kWh	Strompreise 1934 für Licht*) Pf/kWh	Kraft*) Pf/kWh
Arad	4,46	32½	17½
Braila	6,54	23	18
Bucarest	95,54	22½	15
Câmpina	29,67	27½	11
Cernauti	9,3	30	15
Chisinau	3,18	28½	20
Cluj-Klausenburg	7,46	26	20
Galati	5,96	25	20
Jasi	6,82	25	15
Oradea-Großwardein	5,85	30	16½
Sibiu-Hermannstadt	10,02	30	15
Timisoara-Temesvár	12,78	32½	18½

*) Mit Rabatten.

Es kann auf Grund der Statistik die ungefähre Anzahl der an die öffentlichen Elektrizitätswerke angeschlossenen Glühlampen mit 3,7 Mill Stück und die Zahl der angeschlossenen Zähler mit 297 000 Stück angegeben werden. Die Gesamtlänge der Übertragungs-Hochspannungsleitungen beträgt 1680 km.

Die in 9 Städten vorhandenen elektrischen Straßenbahnen haben eine Betriebslänge von 197 km; es wurden insgesamt 50,5 Mill Wagen-km zurückgelegt bei einem Stromverbrauch von 44,4 Mill kWh, so daß im Mittel auf 1 Wagen-km 880 Wh entfallen. Die Einwohnerzahl des Einflußgebietes beträgt 1,4 Mill. Befördert wurden im Jahre 1933 rd. 175,8 Mill Personen, d. h. es entfallen im Mittel 3,48 Personen je Wagen-km. Die Gebrauchspannungen bewegen sich zwischen 550 und 750 V Gleichstrom; 6 Straßenbahnen haben eine Spurweite von 1 m und 3 eine solche von 1,435 m.

RUNDSCHAU.

Elektromaschinenbau.

Die Regelung bei Frequenzumformern für Netzkupplung. — Die elastische Netzkupplung mit Hilfe von Synchron-Asynchronumformern mit Kommutatorkaskade, die besonders für Netze verschiedener Frequenz in Betracht kommt, sowie die gestellten Regelungsbedingungen und ihre praktischen Lösungen behandelt R. Keller. Abb. 1 zeigt eine Schaltung, die eine konstante Leistungsübertragung in beliebiger Richtung und Größe unabhängig von der schwankenden Frequenzdifferenz der beiden Netze einzustellen gestattet. Das Verhalten dieser Maschinengruppe ist etwa folgendes: Die Drehzahl ist durch die Synchronmaschine bzw. durch die Frequenz des zugehörigen Netzes gegeben. Die Asynchronmaschine *1* arbeitet also bei einer Schlupffrequenz, die gleich der Frequenzdifferenz der beiden Netze ist. Mit dieser Schlupffrequenz arbeitet natürlich auch die ganze Kommutatorkaskade. Bei Leerlauf der Gruppe, d. h. Schleifringstrom der Maschine *1* gleich null, ist die Schleifringspannung dem Schlupf proportional. Um diesen Leerlaufzustand zu erreichen, muß die parallel liegende Scherbiusmaschine *3* auf gleiche Spannung und Phase erregt werden. Um die Proportionalität zwischen der Schleifring-Leerlaufspannung und dem erforderlichen Erregerstrom der Scherbiusmaschine *3* bei veränderlicher Frequenz zu erreichen, ist in die Erregerwicklung *a* der Wirkwiderstand *w* und in den Ankerstromkreis der Erregermaschine die Reihenschlußwicklung *c* in Gegenschaltung eingeschaltet, wodurch der Einfluß der frequenzabhängigen Blindwiderstände im gesamten Erregerkreis der Scherbiusmaschine *3* aufgehoben wird. In dieser Schaltung und Einstellung ist die Gruppe in der Lage, selbsttätig bei jeder Frequenzdifferenz den Leerlaufzustand aufrechtzuerhalten. Der Übergang zur Wirk- bzw. Blindleistungs-Übertragung erfolgt dadurch, daß die Spannung der Scherbiusmaschine phasenverdreht bzw. vergrößert oder verkleinert wird. Die Asynchronmaschine *1* führt dann im Läuferstromkreis einen Strom bestimmter Größe und Phase, der die Wirk- und Blindleistungsverhältnisse auf der Netzseite der Asynchronmaschine bestimmt. Diese Veränderung der in der Scherbiusmaschine erzeugten Spannung wird durch die Zusatzerregerwicklung *b* der Erregermaschine *5* bewirkt. Der Strom in dieser Wicklung ist nach Phase und Größe durch den in Abb. 1 eingezeichneten Spannungsregler beliebig einstellbar. Der zwischengeschaltete Frequenzumformer *4* hat lediglich die Aufgabe, von der Netzfrequenz auf die Schlupffrequenz umzuformen. Der eingezeichnete Spannungsregler besteht aus zwei hintereinander geschalteten Doppel-Drehtransformatoren, deren einzelne Spannungen 90° phasenverschoben sind. Die Summenspannung ist dadurch nach Größe und Phase beliebig regelbar.

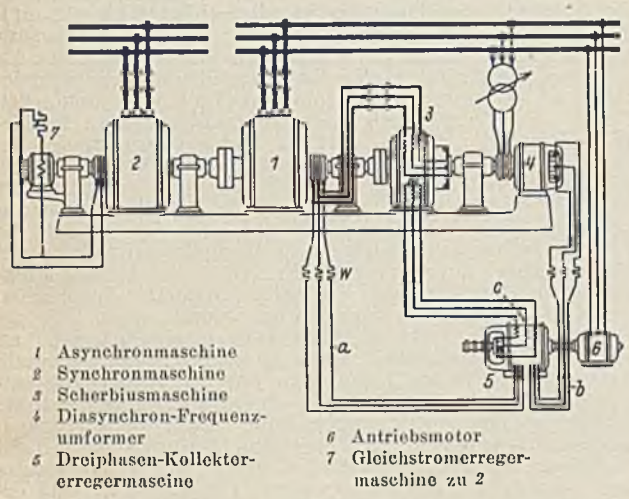


Abb. 1. Synchron-Asynchronumformer mit Kommutatorkaskade zur Kupplung von Netzen verschiedener Frequenz.

Neben der Forderung auf Übertragung von konstanten Leistungswerten bei veränderlicher Frequenzdifferenz verlangt besonders der Bahnumformer die Übertragung von Leistung als Funktion des einen oder anderen Netzes, meist in Abhängigkeit der Bahnfrequenz. Auch diese Art der Leistungsumformung läßt sich einfach durch ein frequenzempfindliches Steuerorgan ausführen; z. B. ein Fliehkraftregler, welcher synchron von dem Netz angetrieben wird, dessen Frequenz die Leistung bestimmen soll, bedient mit Hilfe eines Servomotors die Drehtransformatorgruppe, die ihrerseits in der Erregerwicklung *b* der Abb. 1 den für die Einstellung der Leistung erforderlichen Erregerstrom erzeugt.

Die Abstimmung der Kommutatorkaskade zwecks Erreichung eines beliebigen konstanten Leistungswertes unabhängig vom Schlupf begegnete mitunter besonderen Schwierigkeiten, namentlich durch Selbsterregungserscheinungen der Maschinengruppe. Auch die Einhaltung einer konstanten Blindlast unabhängig von Schlupf und Wirkleistung war nicht erreichbar. Diese Umstände und erhöhte Forderungen an Genauigkeit, Überlastungsfähigkeit und Schlupf führten zur Ausbildung eines einheitlichen Regelverfahrens, das allen Anforderungen standhält. Die Grundschaltung der Maschinengruppe nach Abb. 1 bleibt hierbei bestehen. Bewährt hat sich die indirekte Steuerung, bei der ein Leistungsregler die Drehstrom-Transformatorgruppe in Abb. 1 mit Hilfe eines Ölservomotors verstellt. Die Ausführung des Leistungsreglers ist von den gestellten Bedingungen abhängig. Kernstück des Leistungsreglers ist ein Wattmeterrelais, das außer einer Strom- und Spannungswicklung noch eine Steuerwicklung enthält. Alle drei Wicklungen arbeiten auf einer Ferrarisscheibe, die den Ölservomotor bedient. Durch die Beeinflussung dieser drei Wicklungen lassen sich alle Regulierbedingungen erfüllen. Beschrieben werden Reglerschaltungen für unschaltbare Frequenz- und Leistungsregulierung, für schlupfunabhängige und spannungsunabhängige Leistungsregulierung. Beachtenswert sind die zusätzlichen Forderungen an die Reguliereinrichtung im Einzel- und Parallelbetrieb. Einzelantrieb kommt nur für das Netz in Frage, an das die Synchronmaschine angeschlossen ist, da der Betrieb der Asynchronmaschine ohne ein speisendes Netz nicht möglich ist. An die Regelkurve des gesamten Maschinensatzes sind ähnliche Bedingungen wie an Turbinenregler zu stellen. Verfasser beschreibt ferner noch den mechanischen Aufbau eines Frequenzreglers mit Leistungsbegrenzung, Betriebsergebnisse und die erreichten Regelungsgeschwindigkeiten. Letztere sind größer als z. B. die bei Spannungsregelung von Synchronmaschinen. Zum Schluß wird das Verhalten der Umformer bei Netzstörungen beschrieben sowie Anlaßmethoden und ausgeführte Anlagen in der Schweiz, in Italien und bei den Eisenwerken Kladno in Prag. (R. Keller, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 25, S. 33.) *Bö.*

Meßgeräte und Meßverfahren.

Prüfungen und Beglaubigungen. — Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt erläßt folgende

„Bekanntmachung[1]).

Auf Grund des § 10 des Gesetzes vom 1. Juni 1898, betreffend die elektrischen Maßeinheiten, ist die folgende Elektrizitätszählerform zur Beglaubigung durch die Elektrischen Prüfämter im Deutschen Reiche zugelassen und ihr das beigesetzte Systemzeichen zuerteilt worden:

System $\boxed{168}$, Form DK 3, Induktionszähler für Drehstrom ohne Nulleiter, hergestellt von der Elektrizitätszählerfabrik Mierisch & Co. G. m. b. H. in Berlin.

Eine Beschreibung wird in der Elektrotechnischen Zeitschrift veröffentlicht, von deren Verlag (Julius Springer in Berlin W 9, Linkstraße 23/24) Sonderdrucke bezogen werden können[2]).

Berlin-Charlottenburg, den 15. Juni 1934.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

Stark".

[1]) Reichsmin.-Bl. 1934, S. 474.
[2]) Jetzt von der Franckh'schen Verlagshandlung, Berlin, zu beziehen.

Beschreibung[3]).

Die Zähler bestehen aus zwei übereinander angeordneten Induktionsmotoren. Auf jede der beiden auf einer gemeinsamen Achse sitzenden Triebscheiben *a* aus Aluminium (Abb. 2) wirken eins der beiden Triebsysteme und ein Bremsmagnet *m* ein. Ein verstellbarer Eisenbügel *c* dient zur Einstellung gleicher Zugkraft. Durch den Eisenbügel *b* werden die Zählerangaben von der Drehfeldrichtung unabhängig gemacht. Die untersuchten Zähler hatten bei Nennlast ein Drehmoment von etwa 6,3 ··· 7,4 cmg. Sie liefen bei induktionsloser Belastung mit etwa 0,3 ··· 0,4 % des Nennstromes an. Das Ankergewicht wurde bei einem Zähler zu 52 g, die Drehzahl der Zähler bei Nennlast zu 28 ··· 33 U/min ermittelt. Der Eigenverbrauch in den Spannungskreisen belief sich bei 220 V Nennspannung auf etwa 2 · 0,63 W und bei 550 V Nennspannung auf etwa 2 · 0,97 W. Der Eigenverbrauch in den Hauptstromkreisen belief sich bei 5 A Nennstrom auf etwa 2 · 0,40 W und bei 50 A Nennstrom auf etwa 2 · 2,32 W. Die Zähler können für Nennstromstärken 3 ··· 50 A, für Nennspannungen bis 550 V und für die Nennfrequenz 50 Hz beglaubigt werden.

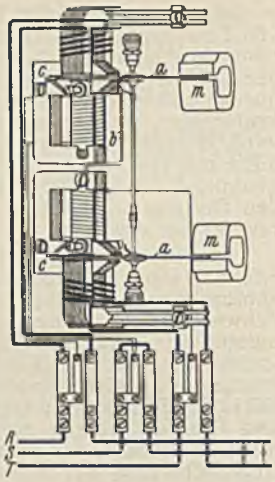


Abb. 2.

Prüfung objektiver Lautstärkemesser durch Vergleich mit subjektiver Beobachtung. — Objektive Lautstärkemesser, bestehend aus Mikrophon, Verstärker, gehörähnlicher Verzerrung und Gleichrichter sind in ihrer Wirkung nur für reine Töne definiert. Bei der Messung von komplexen Klängen oder Geräuschen fragt es sich, ob die Summation der Teiltonwirkungen durch die Gleichrichter in ähnlicher Weise erfolgt wie durch das menschliche Gehör. Um die hierdurch bedingte Brauchbarkeit von Lautstärkemessern für praktisch vorkommende Geräusche zu prüfen, wurden drei Versuchsreihen gemacht, in denen die Lautstärken verschiedener Geräusche, die mit den Lautstärkemessern gemessen etwa zwischen 70 und 80 Phon lagen, durch 20 Beobachter subjektiv verglichen wurden. In der ersten Reihe wurden die Geräusche von 6 verschiedenen Staubsaugern durch Beobachter in einem Nebenraum nach ihrer Stärke und nach ihrer Störfähigkeit (disagreeableness) geordnet. In der zweiten Reihe wurde die Lautstärke von 6 verschiedenen Geräuschen verglichen: Summer, Klingel, Staubsauger, ausströmende Druckluft, Klapper aus Metallteilen in einer Kiste, stark verzerrter Wechselstrom von 60 Hz mit Teiltönen hauptsächlich zwischen 300 und 600 Hz. Alle Geräusche wurden durch Lautsprecher gegeben. Beobachter und Mikrophon befanden sich in einem Raum mit schallharten Wänden; Interferenzwirkungen wurden dadurch ausgeschieden, daß das Mikrophon mit einem drehbaren Reflektor bewegt wurde, der auch gleichzeitig eine ausreichende Mittelbildung für beide Ohren des Beobachters gewährleistete. In der dritten Reihe schließlich wurden diese Geräusche und noch einige weitere, Schallplattenmusik, Sprache, Klang von 2100 Hz, mit einem reinen Ton von 1000 Hz verglichen, der auf gleiche subjektive Lautstärke mit dem betr. Geräusch eingestellt wurde.

In den Versuchsreihen 1 und 2 ergab sich, daß die Lautstärkebewertung individuell stark verschieden ist. Wenn aber über die verschiedenen subjektiven Bewertungen gemittelt wurde, so fand sich sehr gute Übereinstimmung mit den Angaben des Lautstärkemessers. Auch Unterschiede von nur 1 ··· 1,5 Phon kamen bei dieser Mittelbildung deutlich zur Geltung. Dasselbe Ergebnis zeigte sich für die Feststellung der Störfähigkeit bei der Reihe 1; es ist bemerkenswert, daß die hier gefundene mittlere Einordnung genau der nach der gemessenen Gesamtlautstärke entsprach. Auch bei der dritten Reihe ergaben sich starke individuelle Schwankungen, für jedes Einzelgeräusch im Mittel 20 Phon, für jede Einzelperson im Mittel 10 Phon. Wurde auch hier über die Urteile der Beobachter gemittelt, so war die Übereinstimmung mit den Meßergebnissen des Gesamtlautstärkemessers wesentlich besser, die größte Abweichung betrug beim Staubsauger 4,4 Phon, während die mittlere Abweichung über alle Geräusche nur 2,5 Phon war.

Die Versuche zeigen, daß für praktischen Gebrauch die bisherigen Gesamtlautstärkemesser ein brauchbares Hilfsmittel sind, obgleich sie nicht imstande sind, trotz der gehörähnlichen Verzerrung bei der Messung von Klängen und Geräuschen die einzelnen Teiltöne mit dem Gewicht in die Messung eingehen zu lassen, das ihnen nach den Eigenschaften des menschlichen Gehörs zukommen müßte. Die Sicherheit des subjektiven Urteils ist im Einzelfall jedenfalls viel geringer als der durch diese Unvollkommenheit des Gerätes bedingte Fehler. (P. H. Geiger u. E. J. Abbott, Electr. Engng. Bd. 52, S. 809.) *Bs.*

Meßwandler. — Courvoisier (BBC) beschreibt den Isoliermantel-Spannungswandler (bis 220 kV gebaut), der ähnlich dem Kaskadenwandler nur eine Hochspannungsklemme besitzt, aber dessen Nachteile vermeidet. Er erläutert die Nachteile der Massewandler und die Schwierigkeiten bei keramischer Isolation. Im Stromwandlerbau führte die Entwicklung vom Topfwandler zum Isoliermantelwandler, dessen Aufbau und Prüfergebnisse besprochen werden. Die Fortschritte im Bau von Stab- und Schleifenwandlern sind von Interesse. Kompensierte Wandler werden nicht gebaut und die Gründe hierfür angeführt. Zum Schluß wird darauf hingewiesen, daß die Falschmessung bei niedrigem Leistungsfaktor infolge des Winkelfehlers ausgedrückt in Prozenten der Nennleistung außerordentlich klein ist, was bei gesteigerten Ansprüchen an die Genauigkeit berücksichtigt werden sollte.

Keinath setzt die Forderung nach Sicherheit an erste Stelle, Genauigkeit, Preis an zweite Stelle. Deshalb hat er bei S & H als Typenprobe eine achtstündige Spannungsprobe mit Prüfspannung eingeführt. Für die beste Isolierung hält er Papierisolation unter Öl; Trockenisolation (Porzellan) ist nur beim Stromwandler, nicht aber beim Spannungswandler möglich. Zur Verbesserung der Genauigkeit des Stabwandlers für kleine Ströme erwähnt er die drei Möglichkeiten: hoher Kern (geringer magnetischer Widerstand)[1]), Eisen-Nickel-Legierung[1]), und Kunstschaltungen[2]). Den Gewinn bei letzterer Möglichkeit hält er wegen der umständlichen Anordnung für nicht sehr wichtig. Dem Schleifenwandler mißt er nicht mehr die frühere Bedeutung bei, da wegen der großen Windungslänge die Sprungwellensicherheit gering ist. Von den Schutzeinrichtungen hält er, vielleicht den Kathodenfallableiter ausgenommen, nicht viel. Neu ist der gezeigte Eisenstabwandler, der mit offenem, magnetischem Kreise arbeitet. Vom Kreuzringwandler, der als ideale Lösung bezeichnet wird, werden interessante Prüf- und Betriebsergebnisse mitgeteilt, die in jeder Hinsicht befriedigen könnten. Im Spannungswandlerbau hat S & H den Bau von Kaskadenwandlern wegen hoher Herstellungskosten aufgegeben und ist zum Isoliermantelwandler übergegangen. Zum Schluß äußert Keinath, daß sich die eingeführte Achtstundenprobe nicht als Abnahmeprüfung eignet, hier könnte die Aufnahme des Verlustwinkels als Funktion der Spannung gute Dienste leisten.

Grillet (Ateliers de Constructions Electriques de Delle, ACED) spricht über die Zerstörung des Stromwandlers. Zahlreiche Zahlenangaben sind erläuternd eingefügt. Vor allem ist die thermische Beanspruchung gefährlich. Durch Wicklungskurzschluß können die Relais außer Tätigkeit gesetzt werden, Öl oder Masse können sich entzünden. Als Gegenmaßnahme ist der Kupferquerschnitt zu vergrößern, so daß die zulässige Höchsttemperatur (250 ° C) des Kupfers nicht überschritten wird. Ein zweites Mittel, das auch Gefahren elektrodynamischen und elektrischen Ursprungs vorbeugt, ist ein Schnellschalter, der die Primärwicklung kurzschließt, nachdem vorher noch Zeit war, die Relais ansprechen zu lassen. Solche Schalter, die mit 1,5 ms Verzögerung ansprechen, sind gebaut worden. Nachdem noch die Gefahren, die Öl- oder Masseisolation mit sich bringen, erklärt sind, folgt eine eingehende Behandlung der mechanischen Beanspruchung. Liegen Ein- und Ausführungsleiter parallel in der gleichen Durchführung, so wird auf diese Durchführung eine zersprengende Wirkung, die viele tausend Kilogramm erreichen kann, ausgeübt. Bei ungenügender Zentrierung unterliegen die konzentrische Primär- und Sekundärwicklung den verschiedensten Wechselwirkungen, die sich kurz dahin zusammenfassen lassen, daß die Primärspule die von ihr umschlossene Sekundärspule herauszustoßen und zusammenzudrücken trachtet, während die

[3]) Nach Elektr.-Wirtsch. Bd. 33, S. 360 (1934).

[1]) Vgl. Reiche, ETZ 1932, S. 962.

[2]) Vgl. Schwager, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 23, S. 514, 1932 und Goldstein, ETZ 1932, S. 429.

Primärspule axial und radial auseinandergetrieben und außerdem verschoben werden kann, je nach Art der Exzentrizität. Als Vorsichtsmaßregeln werden angegeben: gleiche Länge der beiden Spulen und genaue Zentrierung der Spulenachsen und der beiden Spulenmitten. Da unter dem Begriff der Spulenmitte nicht schlechthin der Halbierungspunkt der Spulenlänge verstanden werden kann, sondern dieser Ausdruck im elektrischen Sinne aufzufassen ist, wird ein experimentelles Verfahren angegeben, wie diese Zentrierung praktisch erreicht werden kann. Bei der elektrischen Beanspruchung ist der Durchschlag und Kurzschluß zwischen Lagen besonders gefährlich, weil dadurch Exzentrizität entsteht und die oben erwähnten mechanischen Kräfte ausgelöst werden, die den Wandler unfehlbar zerstören. Abhilfe bringt: Widerstand, der die Primärwicklung überbrückt, verstärkte Eingangswindungen, Wickeln der Spulen von der Spulenmitte aus.

Goldstein berichtet, daß die AEG Trockenspannungswandler nur bis 30 kV baut. Dagegen eignet sich das Trockenprinzip besser für den Stromwandler. Dann erläutert er das Verfahren der Gegenmagnetisierung, das schon früher erklärt worden ist[1]). Durch dieses Verfahren ist die Leistungsfähigkeit und die dynamische Kurzschlußfestigkeit insbesondere beim Schleifenwandler verbessert worden. Durch Reihenschaltung zweier solcher Wandler erhält man den neuartigen Kombinationswandler. Der eine Wandler arbeitet in einem tieferen, der andere in einem höheren Gebiete der Magnetisierungskurve. Den Hauptanteil der Klemmenspannung liefert jeweils nur ein Wandler, der dann gerade im günstigen Bereiche der Fehlerkurve arbeitet. Durch Zusammenwirken beider Wandler erhält man eine Fehlerkurve, die erkennen läßt, daß sie sich eigentlich aus zwei Fehlerkurven zusammensetzt, und die deshalb Maxima und Minima aufweist.

In der sehr ausführlichen Diskussion werden unter anderem Remanenzfehler, Schutzeinrichtungen, Sprungwellenvorgänge und Prüfkontrollen im Betriebe erörtert. (E. Dünner, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 24, S. 85.) *H. Kd.*

Bahnen und Fahrzeuge.

Fortschreitende Elektrisierung der italienischen Bahnen. — Von dem 16 155 km langen Eisenbahnnetz der italienischen Bahnen sind bis jetzt 2123 km (13 %) elektrisch angetrieben (Abb. 3). Im Jahre 1929 waren erst 1626 km elektrisiert[2]). Seitdem sind 9 Strecken neu hinzugekommen (Zahlentafel 1). Die Strecken Bozen—Triest und Bozen—Meran sind in Abb. 1 noch nicht entsprechend eingezeichnet, da sie erst Ende Oktober d. J. in Betrieb kamen. Wie bereits früher erwähnt[3]), hat die italienische Regierung ein umfangreiches Bauprogramm in Angriff genommen, und zwar sollen 4365 km neu elektrisiert werden.

Abb. 3. Netz der elektrischen Eisenbahnen in Italien.

Zahlentafel 1. Seit 1929 neu elektrisierte Strecken.

Strecke	Stromart	Spannung V	Periodenzahl Hz
Domodossola—Iselle	Einphasenstrom	15 000	50
Avezzano—Sulmona	Drehstrom	10 000	50
Sarzana (Spezia)—Fornovo	"	3 700	$16^2/_3$
Savona—Ventimiglia	"	3 700	$16^2/_3$
Ventimiglia—Cuneo	"	3 700	$16^2/_3$
Bozen—Trient	"	3 700	$16^2/_3$
Bozen—Meran	"	3 700	$16^2/_3$
Aosta—Prè S. Didier	Gleichstrom	3 000	—
Neapel—Benevento	"	3 000	—

Die Frage der Kohlenersparnis, die durch die Elektrisierung eintritt, spielt eine weniger große Rolle ($^1/_5$ der Kohleneinfuhr entfällt auf die Staatsbahn); man geht vielmehr von dem Gesichtspunkt der Geschwindigkeitssteigerung aus. G. Ferrando gibt in seinem Aufsatz eine Zahlentafel, in dem die verschiedenen elektrischen Stromarten mit dem Dampfbetrieb hinsichtlich der Geschwindigkeit der Zuggewichte und der installierten Kraftleistung verglichen werden. Das 3-Phasensystem mit 3700 V schneidet mit dem geringsten Konstruktionsgewicht etwa 30 kg/Ps am günstigsten ab. Bei der Auswahl der Spannung und Stromart für die neu zu elektrisierenden Strecken spielt die Einheitlichkeit eine Hauptrolle. Bisher waren von den 2123 km 1590 km für Drehstrom 3700 V und 16⅔ Hz eingerichtet, das sind also etwa ¾ der bisher elektrisierten Strecken. In den Rest teilen sich Drehstrom 10 000 V, 50 Hz, Einphasenstrom 15 000 V und Gleichstrom 3000 V. Man zieht in Erwägung, in Zukunft das Drehstromsystem mit 16⅔ Hz und 3700 V Fahrdrahtspannung zu verlassen, um Gleichstrom von 3000 V anzuwenden. (G. Ferrando, Energia elettr. Bd. 11, S. 28.) *Hss.*

Heizung — Kühlung.

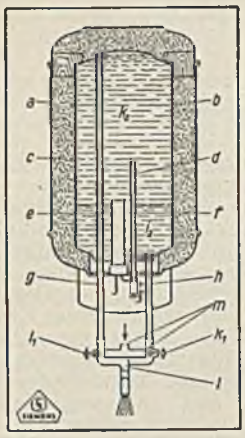
Kleinspeicher. — Kleinspeicher sind im Gegensatz zu den größeren Heißwasserspeichern mit einem verhältnismäßig starken Heizkörper ausgerüstet, so daß schon kurze Zeit nach Entnahme der Inhalt wieder, auf 85 ° aufgeheizt, zur Verfügung steht. Infolgedessen sind sie dort am Platze, wo im Laufe des Tages wiederholt kleinere Wassermengen gebraucht werden, vorausgesetzt, daß für die Heizung auch tagsüber günstige Strompreise, also Koch- oder Heiztarif, eingeräumt werden.

Der in Abb. 4 dargestellte Protos-Kleinspeicher von Siemens-Schuckert wird für 5 und 10 l Wasserinhalt gebaut mit einer Leistung von 600 bzw. 1200 W. Die Aufheizzeit beträgt je nach der Type 50 oder 25 min. Im Laufe von 10 h können bis zu 60 l bzw. 120 l Wasser von 85 ° C entnommen werden. Die Kleinspeicher werden als Niederdruckspeicher mit dünnen Wandungen ausgeführt. Sie sind Überlaufspeicher, die stets völlig mit Wasser gefüllt sind. Beim Öffnen des Kaltwasserzulaufes tritt das unter Leitungsdruck zuströmende kalte Wasser von unten in den Speicher und drückt das heiße Wasser durch das offene Überlaufrohr hinaus.

In den Boden des kupferverzinnten Innenkessels (s. Abb. 4) sind bei der kleinsten Type das Wassereintrittsrohr, das Überlaufrohr für die Heizpatrone und das Reglerschutzrohr hart eingelötet. Die Heizpatrone ist leicht herausnehmbar, ebenso der Protos-Stangenregler. Sobald die Wassertemperatur auf ein bestimmtes Maß gesunken ist, schaltet der Regler den Strom ein und bei einer Wassertemperatur von 85 ° wieder aus. Die Verschiebung zweier Metalle, die sich bei Erwärmung verschieden stark ausdehnen, wird durch eine Hebelübersetzung auf eine Quecksilberschaltröhre übertragen. Patronenhülse und Reglerschutzrohr sind durch einen sog. Trockengehschutz metallisch verbunden, so daß die Stromzufuhr auch dann vom Regler selbsttätig unterbrochen wird, wenn der Speicher versehentlich nicht mit Wasser gefüllt ist. Der Zwischenraum zwischen dem weißlackierten Außenmantel und dem Innenkessel ist mit Expansitschrot gut wärmeisoliert, so daß die Wärmeverluste nach außen niedrig gehalten werden und auch bei abgeschaltetem Strom der Inhalt noch viele Stunden heiß bleibt. Die beiden Rohranschlußstutzen sind nicht mit Gewinde versehen, sondern glatt gehalten, so daß sie durch Quetschverbindungen mit der Überlaufbatterie verbunden werden können. Durch Anziehen einer Schraubenmutter wird eine Weich-

[1]) ETZ 1932, S. 430.
[2]) ETZ 1930, S. 718.
[3]) ETZ 1932, S. 1210.

metalldichtung so an die glatten Rohre gepreßt, daß eine feste und dichte Verbindung entsteht. So können beim Anschließen kleine Höhendifferenzen zwischen Speicher und Armatur ausgeglichen werden. Durch kleine Zwischenstücke, die zwei Quetschverschraubungen tragen, können auf gleiche Weise glatte vernickelte Kupferrohre



a Außenmantel
b Innenkessel
c Wärmeisolation
d Temperaturregler
e Heizpatrone
f Trockengehschutz
g Überlaufstutzen
h Einlaufstutzen
i_1 und i_2 kalt
k_1 und k_2 warm
l Sonder-Überlaufmischbatterie
m Drosselscheiben

Abb. 4. Kleinspeicher mit Überlaufmischbatterie.

als Armaturverlängerungsrohre zwischengeschaltet werden, die an Ort und Stelle auf die passende Länge einfach durch Abschneiden gekürzt und nach Bedarf beliebig gebogen werden können. Das Schwenkrohr der Überlaufbatterie ist abschraubbar und kann durch eine Handbrause ersetzt werden. *Sc.*

Kremationsofen. — In Biel in der Schweiz wurde vor Jahresfrist ein elektrischer Verbrennungsofen für ein Krematorium in Betrieb genommen. Dem Grundsatz der Leichenverbrennung, „die Einäscherung soll nur durch hoch erhitzte Luft, nicht durch Zuführung von Flammengasen erfolgen", kommt der elektrische Ofen am besten nach. Der Ofen hat (s. Abb. 5) eine Gruppe von Heiz-

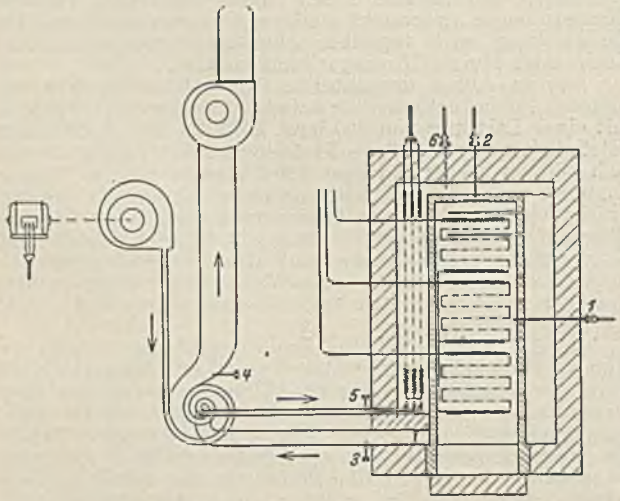
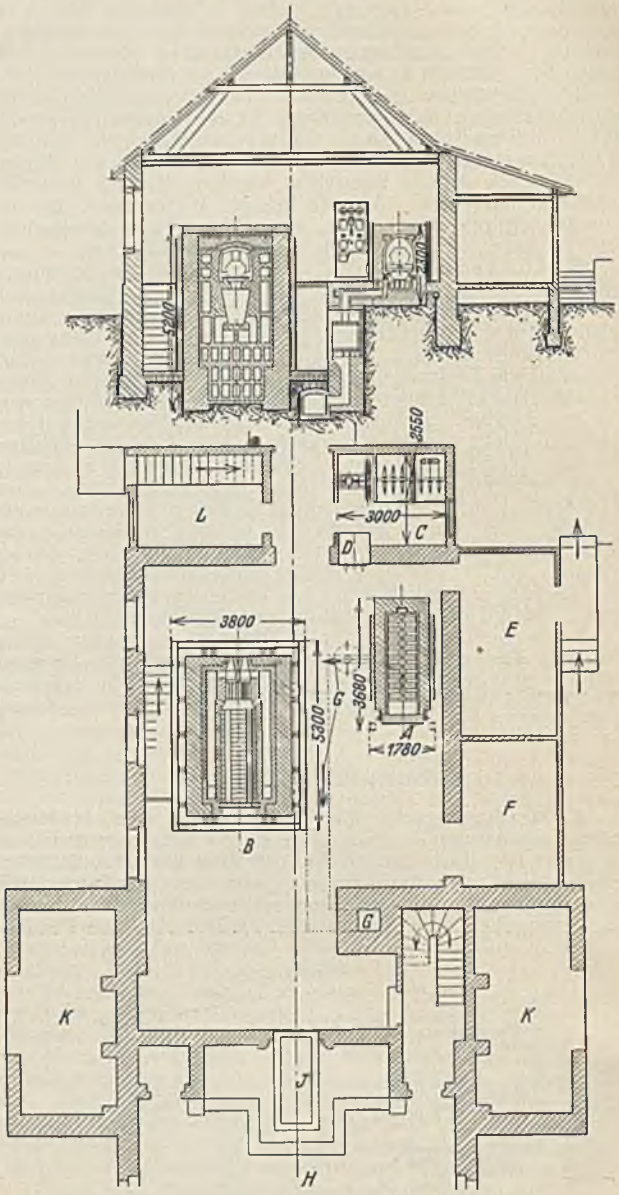


Abb. 5. Luftführung zum elektrischen Kremationsofen.

körpern, die im Verbrennungsraum selbst eingebaut sind und nur zur Anwärmung des Ofens dienen. Während der Leichenverbrennung dagegen wird dem Ofen lediglich Heißluft zugeführt, die ebenfalls elektrisch auf 700 ° erwärmt wird. Abgase sowie der entstehende Wasserdampf werden durch einen zweiten Ventilator vom Ofen abgesaugt, wobei die Heißluft in einem metallenen sog. Rekuperator ihre Wärme an die eintretende Kaltluft abgibt und diese dabei auf etwa 220 ° vorwärmt. Um den Stromverbrauch möglichst niedrig zu halten, wurde die bisher allgemein übliche gemauerte Bauart verlassen und statt dessen ein metallischer Außenmantel und eine Wärmeisolierung mit möglichst geringem Speichervermögen verwandt. Dadurch gelang es, den Stromverbrauch für eine Verbrennung auf 30 kWh herabzusetzen, während neuzeitliche Gas-Kremationsöfen 25 ··· 35 m³ Gas verbrauchen. Es wird also hier durch die besondere Eigenart der elektrischen Heizung ein Äquivalenzverhältnis von etwa 1 : 1 erreicht. Der Anheizbedarf des Elektroofens beträgt 450 kWh, während ein Koksofen etwa 300 kg Koks zum Aufheizen und etwa 150 kg je Verbrennung braucht. Um die Bedienung möglichst zu vereinfachen, wurde eine selbsttätige Temperaturregelung und Einschaltung der Vorheizung durch eine Schaltuhr vorgesehen. Der Elektro-



A Elektr. Kremationsofen
B Koksgefeuerter Kremationsofen
C Transformatorstation
D Schalttafel
E Büro
F Leichenhalle
G Kaminzüge
H Abdankungshalle
J Katafalk
K Urnenhalle
L Koksraum

Abb. 6. Aufbau der Ofenanlage im Krematorium Biel.

ofen hat in einjährigem Betrieb sich bestens bewährt und gegenüber Gas- und Koksöfen bei Einräumung der üblichen Wärmestrompreise seine volle Wirtschaftlichkeit erwiesen. Die Gesamtanlage des Ofens zeigt Abb. 6. (G. Keller, Bull. schweiz. elektrotechn. Ver. Bd. 25, S. 333.) *Mö.*

Fernmeldetechnik.

Empfang drahtloser Telegraphie auf Schiffen. 1. Antennen und Energieleitungen. Auf Schiffen können nur wenige Antennen angebracht werden. Auf Kriegsschiffen sind als hochliegende Punkte außer einem einigermaßen hohen Mast nur noch ein kleinerer Mast oder Ausguck vorhanden. Zwischen diesen Punkten befindet sich die Hauptantenne. Dann können noch kleinere Antennen am Mast hochgeführt werden. Es kommen auf Schiffen Antennenkapazitäten zwischen 100 und 3000 μμF vor. Die Niederführungen der Antennen müssen mit dem Funkraum durch Energieleitungen verbunden werden, die

bei großen Schiffen bis zu 30 m lang sein können. Für den Kurzwellenempfang besteht die besondere Schwierigkeit, daß wegen der verschiedenen Wellenlängen kein Transformator zwischen Antenne und Energieleitung verwendet werden kann, daß daher Reflexionen nicht vermieden werden können. Für die Energieleitungen wird jetzt ein papier- und luftisoliertes Kabel verwendet. Das Kabel besitzt eine Kapazität von 30 μμF/m und einen Leistungsfaktor $G/\omega C$ von 1,2 % bei 100 kHz. (G = Leitfähigkeit, C = Kapazität, ω = Kreisfrequenz). Die Dielektrizitätskonstante beträgt ungefähr 1,5.

2. Empfänger. Die Empfänger müssen bei geringster Wartung, größten Temperaturschwankungen in einer Salzwasseratmosphäre jahrelang arbeiten. Die Einstellvorrichtungen müssen wegen des Dauerbetriebs, bei dem fortwährend nachgestellt wird, sehr stabil sein. Die Empfänger müssen heftige Erschütterungen vertragen können, wie sie durch Schiffsmaschinen, Abschüsse und Einschläge verursacht werden. Da das Deck erfahrungsgemäß weniger stark erschüttert wird als die Wände des Empfangsraums, werden die Empfänger auf besonderen aus einer Aluminiumlegierung gegossenen Gestellen aufgebaut, die mit dem Deck verschraubt sind. Die Verbindungen mit den Wänden und der Decke werden nur durch bewegliche Kabel hergestellt. Um den Ersatz der Röhren einfach zu gestalten, hat man sich auf drei Röhrentypen beschränkt. Da sich die Röhrentechnik weiter entwickelt hat, müssen zum Teil ältere Röhrentypen für den Bordfunk besonders hergestellt werden. Die Empfänger sind wegen des geringen verfügbaren Raums alle so gebaut, daß man die Röhren von vorn auswechseln kann.

An Bord sind Zeichen im Bereich von 15 ··· 23 000 kHz zu empfangen, die Wellen müssen jederzeit rasch geändert werden können. Bei Rundfunk- und Großstationsempfängern wird Wert darauf gelegt, daß nahe beieinander liegende Wellen, die ungefähr mit der gleichen Feldstärke einfallen, getrennt werden können. Im Gegensatz hierzu müssen an Bord sehr schwache Zeichen in Gegenwart sehr starker Zeichen, deren Frequenzen erheblich voneinander abweichen, empfangen werden. Rechnerisch wird nachgewiesen, daß in diesem Fall ein aus zwei lose gekoppelten Kreisen bestehendes Abstimmnetzwerk günstiger ist als ein einfacher, durch Rückkopplung entdämpfter Kreis. Da Antennen ausfallen können, müssen im schlimmsten Fall alle Empfänger auf eine gemeinsame Antenne geschaltet werden. Daher findet sich vor jedem Empfänger ein Schirmgitterrohr, das mit der Antenne widerstandsgekoppelt ist. Die Antenne selbst wird nicht abgestimmt. Da hauptsächlich Telegraphie empfangen werden soll, wird auf gute Frequenzkurven kein Wert gelegt. Wegen der großen Unterschiede in den Feldstärken sind die Niederfrequenz-Verstärkerstufen, beim Kurzwellensender auch die Hochfrequenz-Verstärkerstufen so eingerichtet, daß sie zu- und abgeschaltet werden können. In der Arbeit werden die für die Schiffstelegraphie verwendeten Empfänger an Hand von Stromläufen, Angaben über die Abmessung und Bewicklung der verwendeten Hochfrequenztransformatoren, Sonderausführung von Kondensatoren usw. beschrieben. Besonders hübsch ist ein Kondensatorantrieb durchgebildet, der neben Grob- und Feinstellung über den ganzen Frequenzbereich zwei grob und fein verstellbare Rasten besitzt, mit Hilfe derer man rasch auf zwei feste Wellen schalten kann.

Der Kurzwellenempfänger hat zwei Bereiche von 1500 bis 6000 und von 6000 ··· 23 000 kHz. Die Bereiche werden durch Steckspulen hergestellt. Der Empfänger enthält zwei Schirmgitter-Hochfrequenzstufen, Rückkopplungsaudion und zwei Stufen Niederfrequenz. Die Verstärkung wird durch Ändern der Heizung eingestellt.

Der Empfänger für mittlere Frequenzen hat einen Bereich von 150 ··· 1500 kHz. Er enthält eine Stufe Hochfrequenz, 2 Stufen Zwischenfrequenz und 2 Stufen Niederfrequenz. Die beiden Gleichrichter sind Gittergleichrichter, die Überlagerungsfrequenz wird in besonderen Überlagerern erzeugt. Die Hochfrequenzstufe ist mit dem Audion durch 2 induktiv gekoppelte abstimmbare Kreise verbunden. Die 4 Bereiche des Empfängers können durch einen Wellenschalter geschaltet werden. Schnellschaltung von 4 vorbereiteten Wellen ist möglich.

Der Langwellenempfänger besitzt einen Frequenzbereich von 15 ··· 550 kHz. Eine Hochfrequenzstufe, die aperiodisch an die Antenne angeschlossen ist, arbeitet über ein Abstimmnetzwerk auf 2 abgestimmte Hochfrequenzstufen, dann folgen Gittergleichrichter mit besonderem Überlagerer, ein Tiefpaßfilter mit der Grenzfrequenz 7000 Hz und ein zweistufiger Niederfrequenzverstärker, der nahezu aperiodisch oder als Tonselektion für 1350 Hz mit veränderbarem Dekrement verwendet werden kann. Bemerkenswert ist die Kopplung zwischen Überlagerer und Gleichrichter, die für alle Frequenzen ohne Nachstellen die richtige Größe hat. Wegen der großen Abstimmspulen ist der Empfänger in 3 getrennten Gehäusen untergebracht. Das Abstimmnetzwerk besteht aus 2 kapazitiv gekoppelten Kreisen (Dekrement im ungünstigsten Fall 0,037), die, wie auch der abgestimmte Hochfrequenzverstärker, in 5 Bereichen abstimmbar sind. Es können beide Kreise oder auch einer allein verwendet werden, die Antenne kann mit dem Abstimmnetzwerk über die Vorstufe induktiv oder unmittelbar kapazitiv gekoppelt werden. Der Empfänger ist für Batteriebetrieb und für Wechselstromanschluß umschaltbar eingerichtet.

Für den Fall, daß einer oder mehrere Empfänger ausfallen, ist ein Zusatzempfänger entwickelt worden, der für ein Frequenzband von 15 ··· 20 000 kHz verwendet werden kann. Der Bereich von 15 ··· 1500 kHz kann in 6 Stufen mit Hilfe eines Wellenschalters, der Bereich von 1500 bis 20 000 kHz kann durch 4 Steckspulen geschaltet werden. Der Empfänger enthält Rückkopplungsaudion und 2 Stufen Niederfrequenz.

Falls sämtliche Antennen ausfallen, kann ein Vorsatzgerät für ungerichteten Rahmenempfang verwendet werden. Das Gerät besitzt 2 vertikale Rahmen, deren Ebenen aufeinander senkrecht stehen. Jeder Rahmen arbeitet auf einen zweistufigen Hochfrequenzverstärker. Durch verschiedenartige Ankopplung der ersten an die zweite Stufe wird erreicht, daß die an den Ausgängen dieser Verstärker erzeugten Spannungen um 90 ° gegeneinander phasenverschoben sind. Die Hochfrequenzverstärker wirken auf eine gemeinsame Hochfrequenzstufe in der Weise, daß an deren Gitter die Summe der beiden um 90 ° phasenverschobenen Rahmenspannungen wirksam wird. Hierdurch wird die Richtwirkung der Rahmen beseitigt.

3. Stromversorgung. Als Stromquellen werden neuerdings, an Stelle der Akkumulatoren, Maschinensätze verwendet. Beschrieben wird ein Regelsatz, der eine stabilisierte Wechselspannung von 50 Hz 230 V erzeugt. Diese Spannung wird durch Transformatoren, Trockengleichrichter und Drosselsätze in die für die Empfänger benötigten Spannungen (4 V Heizung, 50 und 100 V Anodenspannung) umgeformt. Der Regelsatz arbeitet nach dem Prinzip des Tirrillreglers und gleicht sowohl die durch das Ein- und Ausschalten von Empfängern als auch die von Schwankungen der Spannung des Schiffsnetzes herrührenden Spannungsänderungen aus. Es werden auch vereinzelt Wechselstromgeneratoren für 500 Hz-Wechselstrom verwendet. Bei Kurzwellensendern mit schwingendem Audion wird hierbei der sogenannte abstimmbare Brummton beobachtet: der 500 Hz-Ton wird bei bestimmten Abstimmungen im Ausgang des Empfängers hörbar. Diese Erscheinung kann durch Hochfrequenzfilter in den Heizleitungen beseitigt werden. Es ist möglich, daß die Heizleitungen für bestimmte Frequenzen als Resonanzkreise wirken und daß in den Fäden fließender Hochfrequenzstrom durch die Welligkeit der Heizspannung moduliert wird.

Es ist zu erwarten, daß demnächst allgemein die Batterien durch Motorgeneratoren für 50 Hz-Wechselstrom ersetzt werden. (W. F. Rawlinson, J. Instn. electr. Engr. Bd. 75, S. 293.) *Rn.*

Physik und theoretische Elektrotechnik.

Gittergesteuerte Gasentladung als regelbarer Wechselstrom-Widerstand. — Der Verfasser setzt sich mit der gleichlautenden Originalarbeit von P. Lenz auseinander[1]) und weist nach, daß die dort als unabhängige Randbedingung benutzte Wechselstrombedingung tatsächlich schon durch die übrigen natürlichen Randbedingungen des Problems identisch erfüllt wird. Als fehlende Randbedingung wird die Zündbedingung eingeführt, die einen als unabhängige Variable fungierenden frei wählbaren Parameter (Regulierwinkel) enthält. Die Integrationskonstanten erscheinen jetzt als Funktionen dieses Parameters, während sie sich nach der ursprünglichen Formulierung als absolute Konstante ergeben müßten, was natürlich absurd ist. Weiter wird die Zweiventilröhrenschaltung behandelt, deren Beharrungszustand in π spiegelbildlich periodisch ist, bei der also die Wechselstrombedingung augenscheinlich erfüllt ist.

Von prinzipieller Bedeutung dürfte der an Hand der beiden Schaltungen geführte Nachweis sein, daß bei Transformatorschaltungen mit periodischer Primärspannung der stationäre Zustand durch die normalen Randbedingungen eindeutig festgelegt ist. Die Wechselstrombedingung aber wird durch die Null- und Ablösebedingungen

[1]) Arch. Elektrotechn. Bd. 27, H. 7, S. 497 (1933).

identisch erfüllt, braucht also im Gegensatz zu der in der Literatur vertretenen Auffassung[1]) nicht berücksichtigt zu werden. (A. J. Schmidek, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 5, S. 325.)

Wirk-, Blind- und Scheinleistung bei Wechselströmen mit beliebiger Kurvenform. — Bei der immer weiter um sich greifenden Verwendung von Gleich- und Wechselrichtern, Apparaten, denen insbesondere eigentümlich ist, daß sie stark von der Sinusform abweichende Ströme führen, sah man sich bald vor die Aufgabe gestellt, die für die verschiedenen Leistungen unter der Voraussetzung des sinusförmigen Verlaufs von Strom und Spannung aufgestellten Definitionen so zu verallgemeinern, daß sie auch noch für Spannungen und Ströme beliebiger Kurvenform gültig bleiben. Unter Benutzung einiger grundlegender Eigenschaften der Funktionensysteme kann man ausgehend von den bekannten Definitionen für Effektivwert, Wirk- und Scheinleistung zeigen, daß sich Wirk- und Blindstrom sowie Blindleistung auch für Wechselströme mit beliebiger Kurvenform definieren lassen. Es ist sogar möglich, die Effektivwerte periodischer Spannungen und Ströme von ganz beliebigem Verlauf in einem Vektordiagramm darzustellen, einem Diagramm, das wesentlich verschieden von dem für sinusförmige Größen ist. Aus diesem Diagramm entnimmt man Wirk- bzw. Blindleistung, indem man das innere bzw. das äußere Produkt aus Spannungs- und Stromvektor bildet. Mit Hilfe der neuen Vektordarstellung läßt sich die Frage nach der Verteilung der verschiedenen Leistungen in besonders einfacher Weise beantworten. In der Arbeit werden nur die Einphasensysteme besprochen; die Dreiphasensysteme sollen in einer späteren Arbeit folgen. (W. Quade, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 2, S. 130.)

Hochspannungstechnik.

Der Staubeinfluß bei Funkenstrecken. — In einer Arbeit von S. Franck wird der Einfluß dünner, auf Elektroden lagernder Staubschichten auf die Funkenspannung in Abhängigkeit von der Leitfähigkeit der Stäube untersucht. Gut leitende Stäube erniedrigen die Funkenspannung stärker als schlecht leitende, z. B. Graphitstaub in einer Schichtdicke von nur $1 \cdot 10^{-3}$ cm im homogenen Wechselfeld um 40 %, Zinkoxydstaub um 5 %, Lykopodiumsporen um 1 %. Bei schlecht leitenden Stäuben ist der Abfall im Wechselfeld größer als im Gleichfeld, bei gut leitenden umgekehrt. Für Funkenstrecken wird Anblasen der Elektroden empfohlen, damit die lagernden Stäube in Schwebezustand kommen, wo ihr Einfluß auf die Funkenspannung fast verschwindet. (S. Franck, Arch. Elektrotechn. Bd. 28, H. 8, S. 485.)

Untersuchungen an Lichtenbergschen Staubbildern bei Oberflächenentladungen. — Die Werte für die Wachstumsgeschwindigkeit von Entladungsbildern, die bei zahlreichen Versuchen von verschiedenen Seiten erhalten worden sind, liegen um Größenordnungen auseinander. Dies ist wahrscheinlich auf nicht übereinstimmende Versuchsbedingungen zurückzuführen. G. Pleasants hat nun im Rahmen einer Stipendienarbeit des VDI im Hochspannungslaboratorium der T. H. Berlin eine Reihe von Versuchen zur Klärung dieser Widersprüche durchgeführt. An eine Stoßanlage konnten jeweils 2 Glasplatten verschiedener Dielektrizitätskonstanten und verschiedener Dicken ein und demselben Spannungstoß ausgesetzt werden, wobei mit einer den Platten parallel geschalteten Spitzenfunkenstrecke der Rücken der Stoßwelle zu einer beliebigen Zeit abgeschnitten und so die Einwirkungszeit des Stoßes genau festgelegt werden konnte. Sofort nach dem Spannungstoß wurden die Platten mit einer Mischung von Schwefelblumen und Mennige bestäubt und so die Entladungsbilder sichtbar gemacht. Der Schwefel kennzeichnet dabei die Grenze des positiven und die Mennige die Grenze des negativen Entladungsbildes. Um Zufälligkeiten auszuscheiden, wurde jeweils eine ganze Reihe von Versuchen unter genau gleichen Bedingungen ausgeführt. Die Wachstumsgeschwindigkeit der Bilder wird bei gleicher Plattendicke größer mit zunehmender Dielektrizitätskonstante bzw. bei Platten mit gleicher Dielektrizitätskonstante mit abnehmender Plattenstärke, also allgemein mit größer werdender Flächenkapazität. Je größer aber die angelegte Stoßspannung ist, um so geringer wird der Einfluß durch die Dielektrizitätskonstante und die Plattendicke. Negative Staubbilder sind empfindlicher gegenüber den Veränderungen der Eigenschaften und Ausmaße der Platten als positive Bilder. Die Versuchsergebnisse sind durch Aufnahmen mit einem Kathodenstrahloszillographen ergänzt worden. Aus den Oszillogrammen war es auch möglich, den von den Staubbildern aufgenommenen Strom und die Veränderung der wirksamen Oberflächenkapazität mit der Vergrößerung des Staubbilddurchmessers zu errechnen.

Eine endgültige Beziehung zwischen der Elektronengeschwindigkeit und der Wachstumsgeschwindigkeit der positiven Bilder hat sich aus den Versuchen nicht ergeben. Die Wachstumsgeschwindigkeit hängt ab von der jeweiligen elektrischen Feldstärke am Rande der wachsenden Staubbilder. Der Ladungsvorschub für das wachsende Entladungsbild wird durch die negativen Elektronen bewirkt. Die positiven Ionen können als fest auf der Platte liegend angesehen werden. Bei den negativen Entladungsbildern werden die Elektronen durch Kräfte senkrecht zur Plattenebene verzögert, die durch den Feldstärkenanteil in dieser Richtung ausgeübt werden. Die größere Ausbreitungsgeschwindigkeit und damit der größere Durchmesser von Entladungsbildern auf Platten großer Oberflächenkapazität (also dünne Platten oder solche mit großer Dielektrizitätskonstante) ist auf eine stärkere Feldverdichtung in der Nähe der aufgesetzten Elektrode zu erklären. (G. Pleasants, Electr. Engng. Bd. 53, S. 300.) *Gd.*

Chemie.

Neuere Untersuchungen über Starterbatterien. — L. Jumau bringt einen Vergleich zwischen Starterbatterien neuerer Type auf der Grundlage Blei-Bleisuperoxyd und ebenso solcher auf der Grundlage Bleisuperoxyd-Zink. Die letztere Batterie hat theoretisch einige Eigenschaften, welche die Verwendung von Zink als negative Elektrode von jeher als wünschenswert erscheinen ließen. Es wäre dies die höhere elektromotorische Kraft der Zusammenstellung PbO_2—Zn und die Gewichtsverminderung einmal durch das geringere Äquivalentgewicht des Zinks gegenüber dem Blei (1,22 gegenüber 3,86 g/Ah) und anderseits dadurch, daß infolge der höheren Einzelspannung bei Verwendung beispielsweise von 12 V-Starterbatterien eine Zelle gegenüber reinen Bleibatterien erspart werden könnte. Nachteile sind jedoch die beträchtlichen Lokalaktionen, ferner die Notwendigkeit, geringer konzentrierte Schwefelsäure als normalerweise bei Starterbatterien zu verwenden und dadurch eine geringere Belastbarkeit bei hohen Entladeströmen. Wegen der an der negativen Zinkplatte besonders zu befürchtenden Lokalaktionen ist außerdem die Verwendung von positiven Platten aus Weichblei an Stelle solcher aus Blei-Antimon-Legierung erforderlich.

Es wurden dreizellige Starterbatterien gleicher Abmessungen verglichen; die Blei-Zink-Batterie war nur etwa 9 % leichter. Der erwartete Spannungsvorteil der Blei-Zink-Batterie bei Strombelastung ergab sich nur bei niedrigen bis mittleren Stromstärken; bei hohen Stromstärken, wie beim Anlassen, war die normale Bleibatterie überlegen. Die Kapazität der Blei-Zink-Batterie, sowohl bezogen auf Amperestunden als auf Wattstunden, war bei allen Entladeströmen, besonders bei sehr starken, um durchschnittlich 60 % geringer. Der innere Widerstand der normalen Bleibatterie erwies sich auch als günstiger. Die Selbstentladung der Blei-Zink-Batterie war mit 2 % im Tag sehr hoch. Besonders jedoch ist die Lebensdauer im Verhältnis zur normalen Starterbatterie erheblich geringer. Der Grund ist der, daß bei der Entladung die gebildete Zinksulfatlösung sich im unteren Teil der Elemente anreichert. Bei der Ladung scheidet sich das Zink vorzugsweise am unteren Teil der negativen Platten ab und bildet schließlich dort große Kristalle, die zum Kurzschluß mit der positiven Platte führen.

Als Ergebnis ist festzustellen, daß eine Starterbatterie mit negativen Zinkplatten trotz aller Bemühungen auch heute noch nicht für eine praktische Verwendung geeignet ist. (L. Jumau, Bull. Soc. franç. Électr. Bd. 4 (Serie 5), S. 11.) *Cl.*

Werkstatt und Baustoffe.

Bleilagermetalle. — Auf der Fachsitzung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde am 30. V. d. J. wurde die Frage erörtert, wie es möglich ist, bei der Knappheit an Rohstoffen und Devisen Deutschlands bei den Lagern das teure, fast nur aus dem Ausland zu beziehende Zinn durch Blei zu ersetzen. Aber auch Blei konnte, wie Eisentraut, München, ausführte, im Jahre

[1]) K. Fayc-Hansen, ETZ 1925, S. 1104.

1933 bei einem Bleiverbrauch von 140 000 t nur mit knapp 50 000 t mit staatlichen Zuschüssen aus deutschen Erzen gewonnen werden. Im ganzen erzeugten die deutschen Bleihütten aus eigenen und fremden Bleierzen, aus hüttenmännischen Zwischenerzeugnissen und Rückständen rd. 110 000 t. Aus meist inländischem Altmaterial wurden 15 000 ··· 20 000 t doppeltraffiniertes Weichblei hergestellt.

Die mannigfache Beanspruchung des Lagers, vornehmlich durch Zapfendruck und Gleitgeschwindigkeit, wobei die Schmierung mitspricht, muß vom Lagermetall aufgenommen werden können. Beimengungen sind zum Blei erforderlich, um es widerstandsfähig zu machen, die aber auf Gefüge und die Art des Erschmelzens von Einfluß sind. Nach M. Väth, München, ist das Gießen der Lagerschalen bei Bleilegierungen meist etwas schwieriger als bei hochzinnhaltigen Lagern. Man erhalte jedoch bei richtiger Ausbildung von Lagerschalen, bei richtiger Reinigung und bei gelöteten Schalen bei richtiger Verzinnung sehr gute Ausgüsse. Zu beachten sei vor allem die Führung der Abkühlung. Vorteilhaft sei das Schleudern von Ausgüssen. Mit stark heterogenen Legierungen, insbesondere solchen mit Graphit, die gespritzt werden müssen, sei leicht Genauguß möglich. Handelsübliche Bleilagermetalle sind das Tegometall, Thermit, Glycometall, Careco, Gittermetall. Gegen die Eigenschaften eines Bleilagermetalls mit 75 ··· 80 % Blei sind Lager mit hohem Zinngehalt wie WM 42 und WM 70 nicht besonders überlegen. Demgemäß seien hochbleihaltige Lagermetalle besonders bei Lagern mit niedriger und mittlerer Beanspruchung zu verwenden. W. Guertler erörterte die Frage sehr eingehend vom metallurgischen Standpunkt. Er ging hierbei von den umfangreichen Erfahrungen der Deutschen Reichsbahn aus. Diese benutzte vor dem Kriege fast ausschließlich das bekannte 80proz. Zinnweißmetall (Regelmetall). Im Kriege kam als erträglicher Behelf das sogenannte Einheitslagermetall mit 85 % Pb, 10 % Sb und 5 % Sn, das den Nachteil eines sehr niedrigen Erweichungspunktes hatte. Man suchte daher nach dem Kriege nach brauchbareren Lösungen, indem einmal das Blei durch Alkali- und Erdalkalimetalle, andermal durch Schwermetalle gehärtet wurde. Aus der ersten Maßnahme entwickelte sich das sogenannte Bn-Metall (Bahnmetall), das außer Blei nur 1½ % alkalische Metalle enthält. Seine Eigenschaften gleichen im wesentlichen dem Zinnlagermetall, doch hat es Schwierigkeiten im Umschmelzen und in der Wiederverwendung, eine Eigenart aller Bleilagermetalle. Im übrigen dürfte auf diesem Wege alles Erreichbare erschöpft sein. Mit Schwermetallzusätzen konnte die gleiche Wertigkeit zu den Eigenschaften der Zinnlagermetalle bisher nicht erreicht werden, und es sei fraglich, ob hier mehr zu erreichen ist. Die Hauptschwierigkeit liegt in dem Einfluß des Zusatzmetalls auf die verschiedenen Temperaturen im Schmelz- und Gießvorgang. Dann sind aber auch andere Forderungen wie besonders im Hinblick auf befriedigende mechanisch-technologische Eigenschaften schwer zu erfüllen, da die Grenze der Sprödigkeit leicht überschritten wird und bei 100 ··· 150 ° die Tragfähigkeit bei Zimmertemperatur um die Hälfte und mehr zurückgeht. Immerhin wurde an Zweistoff-Schaubildern gezeigt, daß vielleicht noch nicht alle Möglichkeiten, zu besseren Lösungen zu kommen, erschöpft sind. In diesem Sinne könne auch eine Kombination der verschiedenen Zusätze weiterhelfen. Da sich das Blei chemisch neutral verhält und zwei Zusätze, die eine Verbindung miteinander eingehen, nicht zu trennen vermag, so wirken solche kombinierten Zusätze so, als ob dem Blei ein neuartiges Element zugesetzt wird. Auf diesem Wege wird weitergearbeitet werden. *Pge.*

Energiewirtschaft.

Die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1933. — Die Statistik des Reichsverbandes der Elektrizitätsversorgung (REV) für 1933[1]), die wie bei der früheren Vereinigung der Elektrizitätswerke wieder in der alten Ausstattung und im alten Umfange erschienen ist, gibt am besten Aufschluß darüber, inwieweit die z. T. scharfen Kritiken in den verschiedenen Gutachten der letzten Zeit berechtigt sind. Ich will hier grundsätzlich keinerlei Stellung zu den Kritiken nehmen, sondern nur darauf hinweisen, daß in der Statistik für jedes Unternehmen wieder die eigene Erzeugerleistung sowohl als auch die gesamte Leistungsfähigkeit (eigene Leistung + Fremdleistung), letztere allerdings in kVA angegeben ist. Ferner sieht man für jedes Unternehmen die eigene Höchstleistung und die gesamte Höchstleistung in kW. Man kann also leicht feststellen, um wieviel die zur Verfügung stehende Gesamtleistung höher ist als die erreichte Höchstleistung. Die Benutzungsdauer wird wieder nur für die Höchstleistungen angegeben. Für die vorhandene Erzeugerleistung und die gesamte Leistungsfähigkeit (1 kVA umgerechnet in 0,7 kW) habe ich die Benutzungsdauern wie in den Vorjahren[2]) wieder für 9 reichsdeutsche und 8 ausländische Werke berechnet und in die Zahlentafeln 1 bzw. 2 aufgenommen.

Man sieht, wie sich bei den reichsdeutschen Werken nicht nur die Benutzungsdauer der Höchstleistungen, sondern auch der gesamten Leistungsfähigkeiten mit einer Ausnahme verbessert hat, ebenso wie das bei den erzeugten und nutzbar abgegebenen kWh der Fall ist. Die Wirkungen der Arbeitsbeschaffung im neuen Reich zeigen sich in erfreulicher Weise. Im Auslande dagegen läßt sich, von wenigen Ausnahmen abgesehen, ein weiterer Rückgang feststellen. Erstaunlich erscheint die Entwicklung beim Badenwerk. Hier ist die gesamte Leistungsfähigkeit gegen das Vorjahr um etwa 64 % geringer und die Benutzungsdauer entsprechend höher. Man hat mir auf meine Rückfrage mitgeteilt, daß nicht mehr wie seither die Gesamtleistung der vorhandenen Generatoren und

[1]) Statistik für das Jahr 1933. Herausg. vom Reichsverband der Elektrizitäts-Versorgung (REV), Berlin 1934. Mit Daumenreg. u. 433 S. in 4°. Selbstverlag Berlin W 62, Maaßenstr. 9. Preis geb. 35 RM.

[2]) Vgl. ETZ 1931, S. 1930; 1932, S. 928; 1934, S. 150.

Zahlentafel 1.

	Ort	Abgabe ab Sammelschienen 1000 kWh I		nutzbare Abgabe 1000 kWh II		gesamte Höchstleistung kW III		Benutzungsdauer der gesamten Höchstleistung h $IV = \frac{I}{III}$		gesamte Leistungsfähigkeit kVA V		Benutzungsdauer bei $\cos\varphi = 0{,}70$ h $VI = \frac{I}{V \cdot 0{,}7}$	
		1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933	1932	1933
Inland	1. Berlin, Bewag	1 194 138	1 212 282	1 067 989	1 078 019	391 400	411 600	3184	3077	1 293 749	999 909**)	1319	1733
	2. Berlin, Elektrowerke AG.	1 612 014	1 811 722	1 517 931	1 709 557	305 000	347 500	5280	5214	833 000	853 000	2700	3043
	3. Biberach, Bezirksverband OEW	144 113	185 130	120 584	156 291	49 200	54 000	2960	3460	220 000	220 000	936	1201
	4. Dresden, AG. Sächsische Werke	852 517	925 111	695 737	766 321*)	224 700	255 500	3660	4071	573 420	557 020***)	2124	2373
	5. Ellwangen, Überlandwerk Jagstkreis AG.	26 033	30 489	20 896	24 855	10 400	12 300	2580	2500	42 812	42 812	869	1017
	6. Eßlingen, Neckarwerke AG	111 690	132 244	90 383	109 387	31 730	38 142	3589	3692	175 299	175 299	951	1078
	7. Hamburg, Hamburgische Electricitäts-Werke AG.	411 832	404 831	358 175	354 769	112 180	114 150	3802	3672	305 924	303 924	1923	1903
	8. Karlsruhe, Badenwerk	439 096	440 620	415 181	420 426	92 000	99 368	5210	5061	382 486	137 286	1640	4585
	9. Stuttgart, Stadt. E.W.	174 248	202 997	144 961	173 053	58 370	75 680	3070	2764	160 608	162 350	1550	1789
	dgl., Lieferung an Reichsbahn	—	5 240	—	5 126	—	7 300	—	702	—	8600/13 600	—	870/555
Ausland	10. Amsterdam, Städt. E.W.	368 171	367 904	329 056	328 605	108 978	116 755	3611	3370	252 000	252 000	2087	2086
	11. Budapest, „	238 085	258 138	188 895	210 626	71 500	73 400	3480	3671	244 853	288 885	1389	1277
	12. Danzig, „	37 614	37 745	43 330	33 772	10 800	11 100	3590	3511	38 868	37 368	1382	1444
	13. Hermannstadt, Hermannstädter Elektrizitätswerk AG.	11 200	11 656	9 316	10 023	3 520	3 220	3280	3720	14 870	14 370	1076	1159
	14. Kopenhagen, Stadt. E.W.	164 965	174 074	136 964	147 658	68 950	60 300	2408	2901	136 590	176 590	1725	1408
	15. Malmö, „	64 899	65 230	59 140	59 468	19 380	18 180	3354	3594	28 749	28 749	3225	3241
	16. Wien, „	489 094	466 824	367 442	350 387	140 470	139 800	3363	3421	395 577	365 647	1766	1686
	17. Zürich, „	283 990	265 074	228 332	217 308	73 200	78 200	4140	3390	141 320	174 320	2871	2172

*) außerdem 69 845 MWh Abgabe an eigene Braunkohlenwerke **) zu Beginn 1933 1 251 249 kVA ***) mit 86 000 kVA des Pumpspeicherwerks Niederwartha.

Zahlentafel 2.

	Ort	Eigenerzeugung 1000 kWh VII 1932	Eigenerzeugung 1000 kWh VII 1933	eigene Höchstleistung kW VIII 1932	eigene Höchstleistung kW VIII 1933	Benutzungsdauer der eigenen Höchstleistung h $IX = \frac{VII}{VIII}$ 1932	Benutzungsdauer der eigenen Höchstleistung h $IX = \frac{VII}{VIII}$ 1933	eigene Erzeugerleistung kW X 1932	eigene Erzeugerleistung kW X 1933	Benutzungsdauer der eigenen Erzeugerleistung h $XI = \frac{VII}{X}$ 1932	Benutzungsdauer der eigenen Erzeugerleistung h $XI = \frac{VII}{X}$ 1933
Inland	1. Berlin, Bewag	758 234	777 771	276 200	292 000	2745	2658	874 000	752 450	901	1034
	2. Berlin, Elektrowerke AG.	1 612 014	1 811 722	305 000	347 500	5280	5214	735 950	735 950d)	2190	2462
	3. Biberach, Bezirksverband OEW	101 895	120 885	34 500	36 200	2950	3340	55 485	56 209	1836	2151
	4. Dresden, AG. Sächsische Werke	845 985	909 824a)	206 700	255 500	4093	4071	457 192	444 846c)	1780	2045
	5. Ellwangen, Überlandwerk Jagstkreis AG.	804	778	940	850	856	915	10 250	10 250	78	76
	6. Eßlingen, Neckarwerke AG.	24 871	19 166	6 448	5 218	3857	3673	31 573	31 573	788	604
	7. Hamburg, Hamburgische Electricitäts-Werke AG.	423 074	415 499	111 600	113 500	3971	3661	225 180	223 180	1879	1862
	8. Karlsruhe, Badenwerk	119 814	103 156b)	62 600	54 050	2025	1995	57 680	57 916	2042	1756
	9. Stuttgart, Städt. E.W.	101 775	112 569	43 400	49 000	2344	2279	85 615	85 575	1189	1315
	desgl., Lieferung an Reichsbahn	—	5 240	—	7 300	—	702	—	6000/12 000	—	870/435
Ausland	10. Amsterdam, Städt. E.W.	393 467	393 481	108 978	116 755	3611	3370	178 300	171 945	2207	2289
	11. Budapest, „	227 651	247 315	71 500	73 400	3480	3671	149 410	174 410	1524	1418
	12. Danzig, „	26 432	30 842	8 200	9 600	2408	3213	22 090	21 480	1197	1436
	13. Hermannstadt, Hermannstädter Elektrizitätswerk AG.	8 515	9 470	2 250	2 000	3780	4730	4 780	5 380	1781	1760
	14. Kopenhagen, Städt. E.W.	166 287	174 948	68 950	60 300	2408	2901	80 600	110 600	2063	1582
	15. Malmö, „	16	429	1 560	2 200	10	195	6 210	4 780	3	90
	16. Wien, „	284 222	234 653	132 130	121 000	2151	1939	255 800	168 600	1259	1392
	17. Zürich, „	209 328	246 811c)	65 500	68 500	3540	3360	88 900	105 000	2355	2351

a) 63 319 MWh für Pumpenverluste nicht einbegriffen
b) 4 723 „ „ „ „ „
c) 16 769 „ „ „ „ „
d) mit Speicherturbinen 802 450 kW
e) 70 000 kW Speicherturbinen Niederwartha einbegriffen.

Transformatoren für Fremdbezug, sondern bei den Transformatoren nur noch die Leistungsfähigkeit für diejenigen Anlagen zur Fremdstromübernahme angegeben sei, welche den vertraglich vereinbarten Bezugsmöglichkeiten entspricht.

Die Stadt Stuttgart hat erstmalig die Werte für die Belieferung der Reichsbahnstrecke Ulm—Ludwigsburg aus einer besonderen Dampfturbine angegeben. Ich habe sie des Interesses halber in die Zahlentafeln aufgenommen.

Erfreulich ist die Zunahme der Zahl der Unternehmungen. Der REV hat 578 (im Vorjahr 564) reichsdeutsche und 82 (im Vorjahr 73) ausländische Mitglieder. Der Zuwachs in Deutschland ist um so beachtenswerter, als doch auch wieder verschiedene Verschmelzungen stattgefunden haben. Die verstärkte Mitarbeit des Auslandes ist besonders zu begrüßen. Büggeln.

Aus der polnischen Elektrizitätswirtschaft. — Elektrizitätswerk in Petrikau AG. (Elektrowniaw Piotrkowie S. A.). Aus dem der Generalversammlung erstatteten Geschäftsbericht ergibt sich, daß die Bilanz des Unternehmens für 1933 mit einer Summe von 4,67 Mill RM[1]) abschließt. Der Gewinn in Höhe von 14 990 RM wird zur Deckung der Verluste aus den Vorjahren verwertet, die sich dadurch auf 205 860 RM vermindern. — Radomer Elektrizitäts-AG. (Radomskie Tow. Elektryczne S. A.). Die Bilanz der Gesellschaft für das Geschäftsjahr 1933 beläuft sich auf 4,1 Mill RM. Der Reingewinn wird mit 29 120 RM ausgewiesen. Auf Beschluß der Generalversammlung wird an die Aktionäre eine Dividende von 3 % (25 400 RM) ausgeschüttet. Der verbleibende Gewinn wird teilweise dem Reservefonds gutgebracht, teilweise auf neue Rechnung vorgetragen. — Bialystoker Elektrizitäts-AG. (Bialostockie Tow. Elektryczne S. A.). Die Generalversammlung bestätigte die Bilanz für das abgelaufene Geschäftsjahr (1933) und die Gewinn- und Verlustrechnung. Die Bilanzsumme wird mit 9,7 Mill RM, die Gewinn- und Verlustrechnung mit 1,28 Mill RM ausgewiesen. Auf Vorschlag des Vorstandes wird der Reingewinn in Höhe von 109 000 RM in Form einer 2½prozentigen Dividende an die Aktionäre ausgeschüttet. Der Restgewinn von etwa 2000 RM ist auf neue Rechnung vorgetragen worden. — Elektrizitätswerk in Kielce AG. (Elektrowniaw Kielce S. A.). Laut Geschäftsbericht schließt die Bilanz der Gesellschaft mit einer Summe von 4,34 Mill RM und die Gewinn- und Verlustrechnung mit 0,61 Mill RM ab. Im Ergebnis des rückgängigen Stromabsatzes (um etwa 30 % gegenüber 1932) verzeichnet die Gesellschaft einen Verlust von 5200 RM. — Elektrizitätsgesellschaft des Czenstochauer Bezirks A. G. (Tow. Elektryczne Okręgu Czenstochowskiego S.A.). Auf der am 28. März abgehaltenen Generalversammlung wurde die Bilanz in Höhe von 7,66 Mill RM und die Gewinn- und Verlustrechnung in Höhe von 0,69 Mill RM bestätigt. 23 120 RM werden als Verlust für 1933 ausgewiesen und auf Gesellschaftsbeschluß auf neue Rechnung vorgetragen. — Elektrische Stromlinien AG. (Sieci Elektryczne S.A.) Aus dem der Generalversammlung vorgelegten Geschäftsbericht geht hervor, daß der Absatz an elektrischer Energie gegenüber dem Vorjahr (1932) um rd. 19 % zurückgegangen ist. Gegen Schluß des Jahres 1933 trat ein gewisser Umschwung zum Bessern ein. Die Energieabgabe belief sich im Berichtsjahr auf 3 239 817 kWh gegenüber 4 010 200 kWh im Jahre 1932. Die Generalversammlung beschloß, den Betriebsüberschuß in Höhe von 31 350 RM auf Tilgungskonto gutzuschreiben. — Polnische Elektrizitätsgesellschaft „PTE“ (Polskie Tow. Elektryczne PTE) AG. Die Bilanz des Unternehmens, die eine Summe von 3,14 Mill RM aufweist, schließt mit einem Überschuß von 92 540 RM bei einem Aktienkapital von 0,76 Mill RM; in dieser Summe stecken das auf 0,29 Mill RM herabgesetzte und durch eine neue Emission wieder um 0,47 Mill RM erhöhte Kapital. Während der etwa 2½jährigen Dauer der Geschäftsaufsicht konnten aus den laufenden Einnahmen 258 500 RM alte Verpflichtungen abgestoßen werden, was bei einem Jahresumsatz von 0,7 Mill RM ein recht beachtliches Ergebnis darstellt. Die Bankverbindlichkeiten kurzfristiger Art sind in langfristige Kredite unter günstigen Bedingungen umgewandelt worden. Für die nächsten vier Monate besitzt die Gesellschaft angeblich ausreichende Aufträge und rechnet auch in weiterer Zukunft mit dem Eingang größerer Bestellungen seitens der staatlichen Unternehmungen, der Schwerindustrie und der Zuckerindustrie. *Dr. P.*

[1]) 1 RM = 2,08 Zloty.

AUS LETZTER ZEIT.

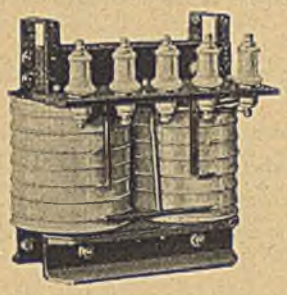
Neue Oberleitungs-Omnibuslinie in Berlin. — Die Berliner Verkehrs-AG. begann mit dem Bau einer zweiten Obbuslinie[1]) vom Breitenbachplatz zum Bahnhof Marienfelde im Südwesten der Stadt. Diese Linie soll im Frühjahr 1935 eröffnet werden. Weitere Obbuslinien sind für einen späteren Zeitpunkt im Norden und Osten Berlins geplant.

Die Auflösung des Hansa-Bundes. — Der Hansa-Bund für Gewerbe, Handel und Industrie hat auf seiner Hauptversammlung am 16. X. die Auflösung zum Schluß dieses Jahres beschlossen.

Jubiläum. — Am 3. XI. 1934 kann die Ingenieurschule Ilmenau i. Thür. auf ein 40jähriges Bestehen zurückblicken. Gleichzeitig feiert ihr verdienstvoller Leiter, Prof. Georg Schmidt, das 40jährige Jubiläum seiner Tätigkeit im technischen Schulwesen. Die Anstalt, als höhere technische Lehranstalt vom Reich anerkannt, ist schon 1898 mit einer Fabrik verbunden worden und konnte damit die praktische Ausbildung ihrer Schüler besonders fördern. Seit ihrer Gründung 1894 besitzt die Ingenieur-

[1]) Vgl. ETZ 1934, S. 194.

SPEZIAL-
DROSSELSPULEN
TRANSFORMATOREN

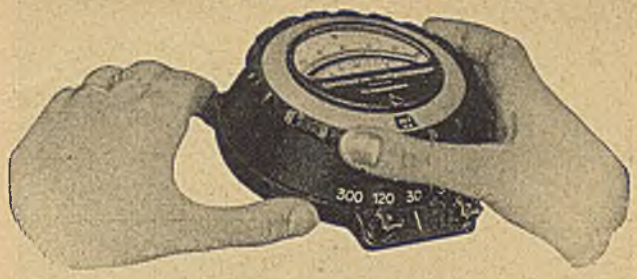


Die große Elastizität unseres Betriebes erlaubt die Lieferung jeder gewünschten Sonderanfertigung bis zu 200 KVA für jede gewünschte Frequenz oder ganze Frequenzbereiche.

Lassen Sie sich auch in den schwierigsten Fällen von uns beraten

JULIUS KARL
GÖRLER
TRANSFORMATORENFABRIK G.M.B.H.
BERLIN-CHARLOTTENBG. TEGELER WEG 28-33
FERNSPR.: CO FRAUENHOFER 0226 ABT. EZ.

AEG



Unser
Vielfachmesser
für Gleichstrom

ist ein preiswertes, handliches Meßgerät für jedes Anwendungsgebiet. Eingebaut sind

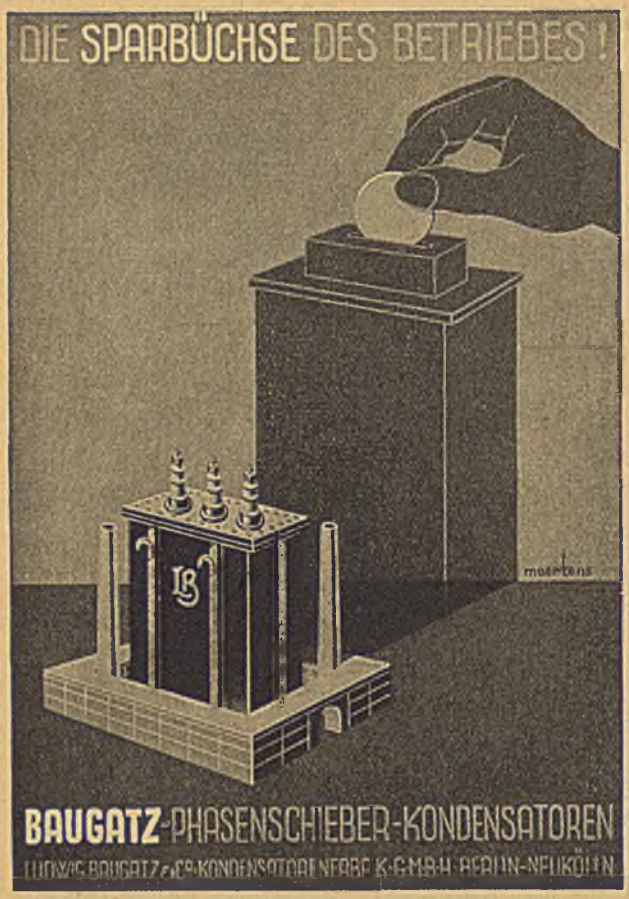
10 Meßbereiche 0,03 / 3 / 30 / 120 / 300 V
0,003 / 0,03 / 0,3 / 3 / 12 A

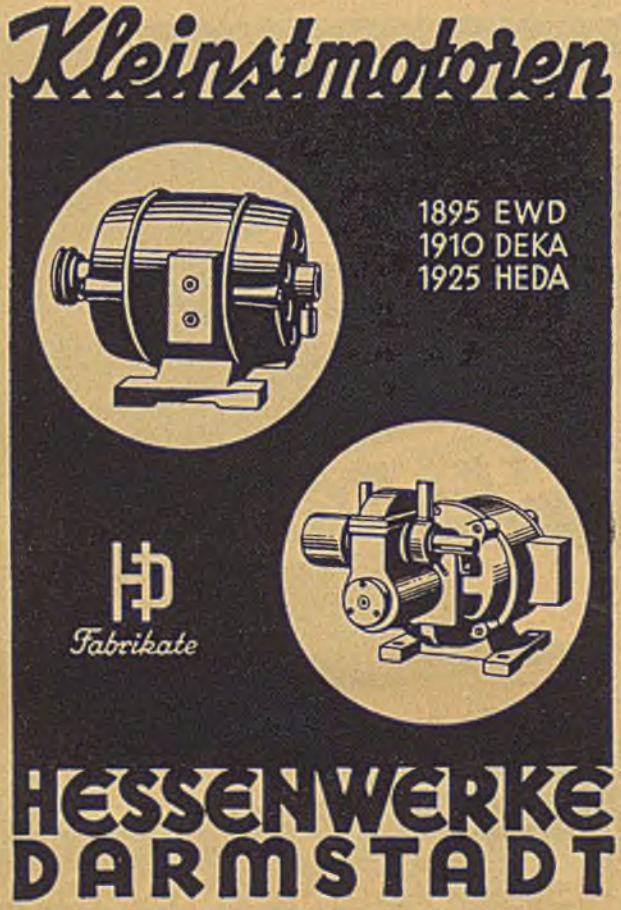
Diese Meßbereiche können durch ansteckbare Vor- und Nebenwiderstände noch erweitert werden.

Die Meßgenauigkeit ist ± 1% vom Endwert eines jeden Meßbereiches.

Bitte verlangen Sie Druckschrift Ms/V 1043

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft





Elektrotechnische Zeitschrift

Für die Schriftleitung bestimmte Sendungen sind nicht an eine persönliche Adresse zu richten, sondern nur an die Schriftleitung der Elektrotechnischen Zeitschrift, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33. Fernsprecher: C 4 Wilhelm 1955.

Nachdruck nur mit Quellenangabe und bei Originalartikeln nur mit Genehmigung der Schriftleitung und des Verlages gestattet.

SONDERDRUCKE werden nur auf rechtzeitige Bestellung und gegen Erstattung der durch den besonderen Druck entstandenen Selbstkosten geliefert. Den Verfassern von Originalbeiträgen stehen bis zu 5 Expl. des betr. vollständigen Heftes kostenfrei zur Verfügung, wenn uns ein dahingehender Wunsch bei Einsendung der Handschrift mitgeteilt wird. Nach Druck des Aufsatzes erfolgte Bestellungen von Sonderabdrucken oder Heften können in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Die Elektrotechnische Zeitschrift

erscheint in wöchentlichen Heften und kann im In- und Ausland durch jede Sortimentsbuchhandlung, jede Postanstalt oder durch die Versandstelle des Verlages, die Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7, Unter den Linden 68, bezogen werden. Bezugspreise für In- und Ausland: jährlich RM 40,—; vierteljährlich RM 10,—. Hierzu tritt bei direkter Zustellung unter Streifband das Porto bzw. beim Bezuge durch die Post die postalische Bestellgebühr. Monatlich RM 3,50 zuzüglich Porto. Einzelheft RM 1,50 zuzüglich Porto.

Anzeigenpreise und -bedingungen

Preise: Die gewöhnliche Seite RM 272,—, 1/2-, 1/4-, 1/8-seitige Anzeigen anteilig, desgleichen für Gelegenheitsanzeigen; für kleinere Größen bis herab auf eine 1/64 Seite, ebenfalls anteilig. Satzspiegel einer Seite 250×171 mm.

Rabatt: bei jährlich

3	6	13	26	52maliger Aufnahme
3	5	10	15	20 %

Gelegenheitsanzeigen sind sogleich bei Bestellung ebenfalls auf Postscheckkonto 118 935 Berlin, Julius Springer, zahlbar unter gleichzeitiger entsprechender Benachrichtigung an die Anzeigenabteilung des Verlages.

Stellengesuche werden mit 33⅓ % Rabatt berechnet; Aufnahme nach Eingang der Zahlung.

Zifferanzeigen. Für Annahme und freie Beförderung einlaufender Angebote wird eine Gebühr von mindestens RM 1,— berechnet.

Für besondere Plätze Aufschlag nach vorheriger Vereinbarung.

Beilagen: Preis für je 1000 Beilagen (bis je 25 g Gewicht) einschl. Postgebühr 20,— RM, Zahl der erforderlichen Beilagen auf Anfrage.

Erfüllungsort für beide Teile Berlin-Mitte.

Schluss der Anzeigenannahme: Montag vormittag 8 Uhr

Anfragen und Sendungen für die Elektrotechnische Zeitschrift sind zu richten:

a) für Anzeigen oder sonstige geschäftliche Fragen an die Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.

Drahtanschrift: Springerbuch Berlin. Fernsprecher: Sammelnummer: B 1 Kurfürst 8111.

b) für Abonnements und sonstige Bücherbezüge an die Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7, Unter den Linden 68.

Drahtanschrift: Hirschwaldbuch, Berlin. Fernsprecher: A 1 Jäger 6465.

Bank- und Postscheckkonten

für Anzeigen, Beilagen, Sonderdrucke:
Reichsbank-Girokonto: Deutsche Bank und Disconto-Gesellschaft, Depositenkasse C, Berlin W 9,
Postscheckkonto Berlin Nr. 118 935. Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9,
für Bezug von Büchern, Zeitschriften und einzelnen Heften:
Postscheckkonto Berlin Nr. 33 700, Hirschwald'sche Buchhandlung, Berlin NW 7. Bankkonto: Deutsche Bank und Disconto-Gesellschaft, Depositenkasse Berlin W 8, Unter den Linden 11.

An die Vereinsmitglieder, Verbandsmitglieder und Postbezieher der E. T. Z.

Beim Ausbleiben von Heften sind Beschwerden nicht an den Verlag, Verein oder Verband, sondern sofort an das zuständige Postamt zu richten.

Bei Wohnungswechsel ist an das Postamt der alten Wohnung rechtzeitig ein Antrag auf Überweisung nach der neuen Wohnung zu stellen. Für die Überweisung ist eine Gebühr von RM 0,50 zu entrichten, wenn ein anderes Postamt in Frage kommt.

Die Mitglieder des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und des Elektrotechnischen Vereins haben ihren Wohnungswechsel außerdem der Geschäftsstelle ihres Gaues mitzuteilen, und zwar die alte und neue Anschrift.

Die Erneuerung der Abonnements muß, um Störungen in der Zustellung zu vermeiden, stets rechtzeitig seitens der Bezieher erfolgen.

schule Ilmenau eine elektrotechnische Abteilung, die durch Sonderabteilungen und Laboratorien für Fernmeldetechnik, Hochspannung, Elektrowärme, Zählertechnik usw. ständig ausgebaut und vervollständigt wurde.

Neues Schiffshebewerk bei Magdeburg. — Die Aufträge für den Bau des neuen Schiffshebewerkes Rotensee sind nunmehr erteilt worden. Die Aufträge für die elektrische Ausrüstung wurden hierbei je zur Hälfte an die Siemens-Schuckertwerke und die AEG übertragen. Das Schiffshebewerk, das im Zuge des Abstieges des Mittelland-Kanals zur Elbe liegt, erhält mit 19 m reichlich die halbe Hubhöhe vom Schiffshebewerk Niederfinow. Die Inbetriebnahme ist für das Jahr 1937 vorgesehen.

Bildtelegraphie England—Australien. — Zum ersten Male ist ein Bild auf dem Funkwege telegraphisch von England nach Australien übermittelt und im „Melbourner „Argus" vom 16. X. veröffentlicht worden. Die Übermittlung nahm 25 min in Anspruch. Diese Einrichtung hat sich neuerdings auch auf dem umgekehrten Wege bewährt, indem Bilder von der Landung der beiden englischen Flieger Scott und Black am 23. X. in Melbourne mit Hilfe der Bildtelegraphie nach Europa übermittelt wurden. Bereits am 25. X. morgens erschien in deutschen Tageszeitungen ein Bild von der Ankunft der beiden Flieger. Schon am 25. nachmittags lief ein telegraphisch übermittelter, etwa 100 m langer Film von der Landung in vielen englischen Lichtspieltheatern.

Straßenbeleuchtung durch Natriumdampflampen in den V. S. Amerika. — Auf der Balltownstraße in Schenectady wurde vor etwa Jahresfrist ein 700 m langer Abschnitt mit Natriumdampflampen ausgerüstet. Es wurden für die Strecke 18 Lampen angeordnet, die in rd. 40 m Abstand 7 m über der Straßenoberfläche und etwa 1 m neben dem Straßenrand nach innen aufgehängt wurden. Ein Gleichrichter lieferte den Strom für die Lampen, die durch eine Photozelle eingeschaltet wurden. Der Verbrauch der Natriumdampflampen wurde zu je 82 W ermittelt; die Lichtausbeute betrug 48 Lumen/W gegenüber 18 Lumen/W bei Glühlampen. Seit Anfang d. J. hat man die Beleuchtung verstärkt und auf Wechselstrom eingestellt. Die neuen Na-Dampf-Lampen haben 10 000 Lumen (vorher 4000), ihr Abstand konnte auf 75 m erhöht werden. Durch Aufhängen gleichstarker Glühlampen an den gleichen Auslegern konnte die Überlegenheit der Na-Dampf-Lampen bewiesen werden.

Stromart für die Eisenbahnen der UdSSR. — Bisher wurden sämtliche elektrisierten Vorort- und Hauptbahnstrecken mit Gleichstrom von 1500 bzw. 3000 V betrieben. Neuerdings wird nun die 129 km lange Strecke Moskau—Sawelowo der Nordeisenbahnen als Versuchsstrecke mit 50periodigem Wechselstrom von 20 000 V elektrisiert. Die Inbetriebsetzung soll voraussichtlich im Jahre 1936 erfolgen. *Brr.*

Tunnelbau in V. S. Amerika. — Unter dem östlichen Arm der San Francisco Bai wird ein etwa 1000 m langer Tunnel erbaut werden, um dem Wagenverkehr zwischen Alameda und der Provinz Contra Costa zu dienen. Die Elektrizität wird weitgehend angewendet werden, und zwar u. a. für die sehr umfangreiche Beleuchtung, für Lüftung, Signalwesen und die Überwachung des CO-Gehaltes der Luft. Man rechnet mit einer zweijährigen Bauzeit.

VEREINSNACHRICHTEN.

EV

(Elektrotechnischer Verein.)
(Eingetragener Verein. Gegründet 1879.)

Zuschriften an den Elektrotechnischen Verein sind an seine Geschäftstelle, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstraße 33 II, Fernspr.: C 4 Wilhelm 8885 u. 8886 zu richten. Zahlungen an Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02.

Wohltätigkeitsabend der Technik.

Der Nationalsozialistische Bund Deutscher Technik und die technisch-wissenschaftlichen Vereine in Berlin veranstalten am Sonnabend, dem 3. XI. 1934, abends 8 h 30 m, in den Räumen des Zoologischen Gartens in Berlin den

„Wohltätigkeitsabend der Technik"

und laden hierdurch zur Teilnahme ein.

Das Fest wird veranstaltet zum Besten der Unterstützungskassen der Vereine zum Zwecke der Linderung der großen Not der Fachgenossen.

Anzug: Gesellschaftsanzug.
Damenspende.
Tombola: reichhaltig.

Eintrittskarten für Vereinsmitglieder, deren Angehörige und für eingeführte Gäste kosten 5 RM, werden auf den Namen ausgestellt und können nur vor dem Fest durch die Geschäftstellen der veranstaltenden Vereine bezogen werden.

Außer den Eintrittskarten werden Platzkarten ausgegeben, und zwar:

für Plätze im Marmorsaal, untere Logen, zu je	8,— RM
für Plätze im Marmorsaal, Tische, zu je . . .	6,— „
für Plätze im Kaisersaal, Tische 1—61, zu je .	2,— „
für Plätze Rote Veranda und Bankettsaal zu je	2,— „
für Plätze im Marmorsaal Logen oben, Kaisersaal Tische 62 und folgende, Wintergarten, zu je	1,— „.

Die Preise verstehen sich je Platz. Bei Besuch des Festes ohne Platzkarten können keine festen Plätze freigehalten werden.

Die Karten werden gegen Barzahlung oder Einsendung des Betrages auf das Postscheckkonto: Elektrotechnischer Verein Berlin Nr. 133 02 ausgehändigt.

Gastkarten werden bei Vermittlung von Mitgliedern des Elektrotechnischen Vereins ausgegeben.

Vortragsreihe

des Elektrotechnischen Vereins in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Berlin über das Thema:

„Theorie des Magnetismus und Ergebnisse neuerer Forschungen."

Vortragender: Herr Professor Dr. R. Becker (Technische Hochschule Berlin).

1) 5. XI. 1934:
   I. Dia- und Paramagnetismus.
   Definitionen und Meßmethoden.
   Diamagnetismus.
   Paramagnetismus.
   Paramagnetismus im periodischen System der Elemente.
2) 12. XI. 1934:
   II. Allgemeine Theorie des Ferromagnetismus.
   Das innere Feld nach P. Weiß.
   Die spontane Magnetisierung.
   Thermische Effekte am Curie-Punkt.
   Die gyromagnetischen Effekte.
3) 19. XI. 1934:
   III. Zur Quantentheorie des Ferromagnetismus.
   Elektronentheorie der Metalle.
   Heisenbergs Deutung des inneren Feldes.
   IV. Die räumliche Orientierung der spontanen Magnetisierung.
   Das Verhalten von Einkristallen.
   Der Einfluß einer elastischen Spannung.
   Die Magnetostriktion.
   Der elektrische Widerstand bei der Magnetisierung.
4) 26. XI. 1934:
   V. Die technische Magnetisierungskurve.
   Einfache Extremfälle.
   Die allgemeine Kurve.
   Die Anfangspermeabilität.
   Das Sättigungsgebiet.
   Spezielle Kurvenformen.
   Thermische und magnetische Vorbehandlung.
5) 3. XII. 1934:
   VI. Innere Magnetisierungsvorgänge bei mechanischer Beanspruchung.

Elastizitätsmodul.
Plastizität. Dämpfung mechanischer Schwingungen.
Der thermische Ausdehnungskoeffizient.

VII. Magnetisierung bei schwachen Wechselfeldern.
Die Rayleigh-Schleife.
Die verschiedenen Nachwirkungseffekte.

6) 10. XII. 1934:

VIII. Die Verwertung der theoretischen Ergebnisse in der Technik.
Schwachstromtechnik (Pupin- und Krarupmaterialien, Relais).
Starkstromtechnik (Dynamobleche).
Permanente Magnete.

Zeit: Montag, abends pünktlich 6½ ··· 8 h.

Ort: Alter Physiksaal der Technischen Hochschule.

Teilnehmerkarten sind zu haben:

a) im Elektrotechnischen Verein, Berlin-Charlottenburg, Bismarckstr. 33, II; Postscheckkonto Berlin Nr. 133 02;
b) in der Technischen Hochschule, Zimmer Nr. 235 (Hauptgebäude).

Der Preis für sämtliche Vorträge beträgt:

a) für Mitglieder des Elektrotechnischen Vereins . . . . . 6 RM
b) für deutsche Studenten . . . . . 3 „
c) für andere Teilnehmer . . . . . 9 „.

Karten für einzelne Vorträge werden nicht ausgegeben.

Fachsitzung

für Elektromaschinenbau (EVM) am 15. II. 1934 in der Technischen Hochschule zu Charlottenburg.

Besprechung des Vortrags

des Herrn Obering. Küchler

„Transformatoren für Spannungsregelung unter Last“.[1])

Vorsitz: Herr Direktor Ziehl.

Nach Eröffnung der Sitzung hält Herr Obering. Küchler den bezeichneten Vortrag.

An den mit Beifall aufgenommenen Vortrag knüpfen sich folgende Ausführungen:

[1]) ETZ 1934, S. 1054.

Herr Calliess: „Wir können Herrn KÜCHLER sehr dankbar dafür sein, daß er uns so eingehend über dieses so außerordentlich aktuelle Kapitel der Lastregel-Transformatoren berichtet. Ich möchte diesen Dank dadurch unterstreichen, daß ich Ihnen erzähle, wie sich diese Apparate in der Praxis bewähren.

Etwa 24 Transformatoren mit Lastumschaltung, die zum Teil schon seit 1926 in Freileitungsnetzen mit Leistungen von 16 000 ··· 25 000 kVA in Betrieb sind, haben sich durchweg ausgezeichnet bewährt. Sie sind atmosphärischen Entladungen jeder Art ausgesetzt gewesen, ohne daß besondere Schwierigkeiten aufgetreten sind. Ich möchte das ausdrücklich betonen, weil man zunächst wegen der vielen komplizierten Anzapfungen und Schaltleitungen Bedenken hatte. Hierbei muß darauf hingewiesen werden, daß in den Jahren 1921 ··· 1923 namhafte Transformatorenfirmen grundsätzlich die Anbringung von Anzapfungen an 100 000 V-Wicklungen abgelehnt hatten, und daß sie auch die Herstellung von Lastumschaltern ablehnten und aus Sicherheitsgründen die erforderlichen Anzapfungen in besonders davorgestellte Zusatztransformatoren legten. Ich glaube, wir können der Industrie dafür dankbar sein, daß sie die Lastumschalter erst nach sorgfältiger Durchbildung herausgebracht hat, so daß unnötige Kinderkrankheiten vermieden wurden.

Es hat allerdings noch einige Vorläufer dieser mit den Transformatoren verbundenen Lastschalter gegeben. Aber diese komplizierten Apparate mit den vielen danebengestellten Drosselspulen, Zusatzspulen, Schaltern und Umschaltern, bei deren Bedienung leicht Schaltfehler gemacht werden konnten, gehören jetzt der Vergangenheit an.

Bezüglich der Stufenzahl gebe ich Herrn KÜCHLER durchaus recht. Man soll nicht zu viele und zu kleine Stufen nehmen, um es hiermit einem Drehtransformator gleich zu tun. Es ist meist unbedenklich, wenn beim Umschalten das Licht in geringem Maße zuckt. Allerdings muß man gelegentlich, wenn es sich z. B. um das Parallelarbeiten von Ringnetzen oder Zentralen handelt, bei der Wahl der Stufenzahl vorsichtig sein, da dann Ausgleichströme zu besonderen Anordnungen zwingen können. Unter Umständen kann man gezwungen werden, den angedeuteten kombinierten Regler mit Gleit- oder Schubtransformator und Stufenschalter zu verwenden.“ (Beifall.)

Mit Worten des Dankes an den Vortragenden und an den Diskussionsredner schließt der Vorsitzende die Sitzung.

Elektrotechnischer Verein e. V.
Der Generalsekretär:
Dr. Schmidt.

SITZUNGSKALENDER.

VDE, Gau Niederschlesien, Breslau. 6. XI. (Di.), 20 h, Elektr. Inst. T. H.: „Amateur-Kurzwellenverkehr“ (m. Vorführ. u. Aufn. eines Wechselverkehrs). Dipl.-Ing. Salzbrunn.

VDE, Gau Mittelhessen, Frankfurt a. M. 7. XI. (Mi.), 20 h, Kunstgewerbeschule, Neue Mainzer Str. 47: „Gewinnung d. Aluminiums und seine Anwendung i. d. Elektrotechnik, insbes. im Freileitungsbau“. Dipl.-Ing. Dunker.

VDE, Gau Nordmark, Kiel. 9. XI. (Fr.), 20 h, Phys. Inst.: „Belebung d. Elektroindustrie durch neue Forschungsergebnisse“. Dipl.-Ing. König.

VDE, Gau Ostpreußen, Königsberg Pr. 5. XI. (Mo.), 20 h, I. Phs. Inst. „Das Gewitter und seine Wirkungen auf Werke d. Technik“. Dr.-Ing. Schwenkhagen.

VDE, Gau Nordbayern, Nürnberg. 9. XI. (Fr.), SSW, Frauentorgraben 35: „Wirtschaftlich-technische Gesichtspunkte neuzeitlicher Postmechanisierung“ (m. Lichtb.). Prof. Schwaighofer, Nürnberg.

VDE, Gau Bergisch Land, Wuppertal-Elberfeld. 7. XI. (Mi.), 20 h, „Saal der Technik“: „Die deutsche Rohstoffversorgung und die Technik“. Dr. W. Koch, Berlin.

Deutsche Lichttechn. Gesellschaft (DLTG), Gau Nord und Mitte, Berlin. 1. XI. (Do.), 17 h 30 m, T. H. (Hauptgeb.) Hörs. 241: „Die lichttechn. Bestimmungen in der neuen Reichs-Straßenverkehrsordnung“. Geh. Oberbaurat Dr.-Ing. E. h. G. Meyer, Berlin.

PERSÖNLICHES.

(Mitteilungen aus dem Leserkreis erbeten.)

Hochschulnachrichten. — Als Nachfolger des in den Ruhestand[1]) versetzten Oberbaurates Prof. Adolf Sengel ist an der T. H. Darmstadt für die Lehrgebiete elektrische Licht- und Kraftanlagen, elektrische Bahnen und allgemeine Elektrotechnik I Herr Dr.-Ing. Buchhold, bisher Obering. der BBC-Mannheim, zum o. Prof. ernannt worden. — An der T. H. Berlin wurde Dr.-Ing. Otto Kienzle zum ord. Professor der Fakultät für Maschinenwesen ernannt. Prof. Kienzle übernimmt als Nachfolger von Prof. Dr.-Ing. Schlesinger den Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetriebe. — Privatdozent Dr.-Ing. Fr. Sass wurde in der Fakultät für Maschinenwesen der T. H. Berlin zum nichtbeamteten a.o. Professor ernannt. Prof. Dr. Sass ist Direktor in der AEG-Turbinenfabrik und wird das Lehrfach „Kompressorlose Dieselmaschinen“ vertreten.

LITERATUR.

Besprechungen.

Die Schule des Elektrotechnikers. 3., vollst. neubearb. Aufl. Herausg. v. Dipl.-Ing. Hofrat Prof. A. Holzt. Bd. 5: Theorie, Berechnung u. Konstruktion der synchronen Wechselstrommaschinen. Bearb. von Dipl.-Ing. A. v. Königslöw. Mit 347 Abb., IX Taf., VIII u. 296 S. in gr. 8°. Verlag Moritz Schäfer, Leipzig 1932. Preis geb. 9,50 RM.

[1]) Vgl. ETZ 1934, S. 83.

Im 1. Teil behandelt der Verfasser als grundlegende Kapitel aus der Theorie der synchronen Wechselstrommaschinen die Streuung, die Ankerrückwirkung, die Kennlinien und den Parallelbetrieb. Als wichtige Kapitel folgen der Einphasengenerator, das Pendeln, die Zusatzverluste, der Einfluß auf die Form der EMK-Linie und die Bruchlochwicklungen. Der 2. Teil ist der praktischen Untersuchung und der Schaltung der Synchronmaschinen gewidmet, d. h. der Aufnahme der verschiedenen Kennlinien, der Bestimmung der Verluste und der Erwärmung. Bei der stetig wachsenden Anwendung insbesondere der selbstanlaufenden Synchronmotoren auch in der europäischen Praxis müßte im Kapitel über den asynchronen Anlauf ergänzend gesagt werden, daß durch geschickte Dimensionierung des Anlaufkäfigs (Wahl des ohmschen und des Streublindwiderstandes) der Verlauf des Drehmomentes den Forderungen der meisten Antriebe angepaßt werden kann; die ausführlicher beschriebene Ausführung eines Synchronmotors mit 3phasiger Anlaufwicklung ist nur eine Sonderausführung. Im 3. Teil wird an Hand zahlreicher Abbildungen und Zeichnungen die Isolierung und Konstruktion sowohl der Schenkelpol- als auch der Volltrommelmaschinen besprochen und ihre Vorausberechnung angegeben. Während im 4. Teil die Erregung der Synchronmaschinen kurz erörtert wird, folgen im 5. Teil einige Kapitel über die Theorie, die Untersuchung und Vorausberechnung des Einankerumformers. — Die Darstellung ist gut verständlich gehalten, ebenso sind Abbildungen und Druck einwandfrei: es ist ein empfehlenswertes Lehrbuch. J. Klamt.

Jahrbuch der Verkehrsdirektion 1933. Herausg. von der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke AG. (Veröff. der BEWAG, Reihe II, Bd. 14.) Mit 67 Abb., XI u. 124 S. in 8⁰. Selbstverlag.

Das vor kurzem erschienene Jahrbuch ist in der gleichen bewährten Anordnung und Aufmachung wie seine Vorgänger gehalten, mit denselben, für das Jahr 1933 fortgeführten, Zahlentafeln und graphischen Darstellungen und zahlreichen Abbildungen von Geräten und Werbeplakaten. Von einem näheren Eingehen auf den Inhalt soll diesmal Abstand genommen werden. Nur folgende Sätze des Vorwortes seien hervorgehoben:

„Es ist nicht zu erwarten, daß eine solche Krise, wie sie nicht nur in Deutschland, sondern die ganze Welt in den letzten Jahren erlebt hat, sich mit einem Schlage in das Gegenteil umwandeln läßt. Die in dem nachstehenden Bericht veröffentlichten Zahlen bestätigen jedoch, daß Taten, geboren aus dem starken Willen zur Gesundung, auch der stärksten Krise eine Wendung zum Guten zu geben vermögen. Dabei scheint der Charakter der Absatzsteigerung bedeutsamer als seine Größe. Wir nehmen dem Berichtsjahr in Zahlen die wichtige Feststellung voraus, daß sich die Besserung im Laufe des Jahres stetig vollzogen hat, und deshalb als gesund bezeichnet und als mehr denn nur eine konjunkturelle Schwankung gewertet werden muß." B. Thierbach.

The Electricial Properties of Glass. Von J. T. Littleton u. G. W. Morey. Mit 69 Abb., X u. 184 S. in 8⁰. Verlag John Wiley & Sons, Inc., New York, und Chapman & Hall, Ltd., London 1933. Preis geb. 18/6 s.

In einem sehr gründlichen und ausführlichen Werk behandeln die Verfasser unter Berücksichtigung aller in der Literatur bis zum Erscheinen des Buches bekannten Arbeiten die elektrischen Eigenschaften der Gläser.

Das Buch selbst besteht aus 5 Kapiteln, nämlich: I. Herstellung, Zusammensetzung und Eigenschaften der Gläser — II. Die elektrische Leitfähigkeit des Glases — III. Dielektrizitätskonstante — IV. Dielektrische Verluste — V. Durchschlag. Den größten Umfang hat das Kap. I, in dem auch die Betrachtung von Gleichgewichtsdiagrammen vorgenommen worden ist, und in dem ausführlich auf die bekannten Daten über die mechanischen Eigenschaften sowie kurz auf die Herstellung, u. a. Beschreibung einer neuzeitlichen Maschine für die Herstellung von Glühlampenkolben eingegangen ist. Das Kap. II behandelt die elektrische Leitfähigkeit, in dem nach kurzem Eingehen auf Definition, Mechanismus und Meßmethoden der Einfluß von Temperatur und Zusammensetzung besprochen wird. Hingewiesen wird auf den Mangel an Untersuchungen über den Einfluß der thermischen Vorbehandlung. Von einer näheren Untersuchung der dielektrischen Absorption an Gläsern versprechen sich die Verfasser weiteren Aufschluß über die Konstitution der Gläser.

Nach einer kurzen Erklärung des Begriffs der Dielektrizitätskonstante gehen die Verfasser in Kap. III ausführlich auf die Bedeutung dieses Wertes für Isolatoren und Kondensatoren bei verschiedenen Spannungen und Frequenzen ein und erörtern dann Frequenzabhängigkeit und Temperatureinfluß auf die Dielektrizitätskonstante. Im Kap. IV wird nach einer Erklärung des Begriffs des Verlustwinkels auf die mangelnde Übereinstimmung der verschiedenen Arbeiten über den Verlustwinkel an Gläsern, besonders bei Pyrexglas hingewiesen. Wenig bekannt ist noch der Einfluß der Feldstärke. Nach Angabe von Daten über die Temperaturabhängigkeit und den Einfluß der Zusammensetzung zeigen die Verfasser, daß keine sehr gute Übereinstimmung mit den theoretischen Vorstellungen besteht und weisen darauf hin, daß infolge der großen Variationsmöglichkeiten der Eigenschaften von Gläsern diese ein ideales Material für das Studium der fundamentalen Eigenschaften eines Dielektrikums darstellen.

Ausgehend von den Versuchen Moscickys über den Einfluß der Elektroden und des umgebenden Materials auf die Durchschlagsfestigkeit werden in Kap. V Werte über den Einfluß von Frequenz, Temperatur, Wandstärke und Zusammensetzung angegeben, wobei betont wird, daß über den Einfluß der letzteren wenig bekannt ist, ebenso wie über die Durchschlagfestigkeit bei großen Wandstärken. Für die Natur des Durchschlages besteht nach Ansicht der Verfasser noch keine befriedigende Theorie, die mit allen beobachteten Tatsachen in Einklang steht. Die Verfasser sind der Ansicht, daß das vorhandene Material ausreichend ist für die kommerzielle Verwendung des Glases als technische Isolatoren.

Dieses Buch ist das erste Werk, in dem in so umfassender Weise die in der Literatur verstreuten Daten zusammengetragen worden sind, und es wäre zu wünschen, daß es auch in deutscher Übersetzung erscheinen würde. Hänlein.

Angewandte Hydromechanik. Bd. 2: Ausgewählte Kapitel aus der technischen Strömungslehre. Von Prof. Dr.-Ing. W. Kaufmann. Mit 210 Textabb., VII u. 293 S. in gr. 8⁰. Verlag Julius Springer, Berlin 1934. Preis geh. 16,50 RM, geb. 18 RM.

Schwingungslehre und Hydromechanik sind heutzutage die beiden Zweige der Technik, die wohl die stärkste Bearbeitung erfahren. Ganz abgesehen davon, daß beide Gebiete auch in die Praxis des Elektroingenieurs hineinspielen, liegen sie den vielfach durch ihn und seine Anregungen entwickelten mathematischen Berechnungsverfahren, der Vektoranalyses und der Potentialtheorie, nicht fern. Nachdem Kaufmann im ersten Bande seiner Hydromechanik deren Grundgesetze behandelt hat, wendet er sich im zweiten Bande den wichtigsten Sondergebieten und Anwendungen zu. Auch hier wieder erfreut man sich an der schlichten und erschöpfenden Darstellung, die durch viele klare Abbildungen unterstützt wird. Ganz gleich welches Kapitel man aufschlägt, überall wird das Wesentliche dem Leser vermittelt und an Hand zahlreicher Literaturhinweise ihm weiteres Einarbeiten ermöglicht. Auf die Behandlung des Ausflusses aus Gefäßen und des Überfalles über verschiedene Wehre folgt die der Strömung in geschlossenen Rohrleitungen und offenen Gerinnen mit ihren verschiedenen Rauhigkeiten, Abzweigungen und Krümmungen, den Schwingungen bei verschiedenartigsten Dämpfungen, und der Berechnung von Stau und Schwall. Wellen und Grundwasserbewegung sowie die Theorie der Schmiermittelreibung werden erläutert. Einen breiteren Rahmen nimmt die Tragflügel- und Propellertheorie ein, der sich einige Ausführungen über den Schiffswiderstand anschließen. Das letzte Kapitel „die Belastung von Bauwerken durch Winddrücke" stammt aus der Feder von Professor Flachsbart, der eingehende Versuche auf diesem Gebiet durchgeführt hat. Diesen Abschluß wird jeder Strömungstechniker sehr begrüßen, denn dieses Gebiet war bisher nur in Zeitschriften behandelt worden und hatte in die Lehrbücher noch keinen Eingang gefunden. Horst Müller.

Das Richtwesen unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten mit Seilen und Drahtseilen für Ingenieure, Bau- und Werkleiter und Studierende des Hoch- und Maschinenbaues. Von H. Vettermann. Mit 41 Skizzen u. 4 Taf., V u. 61 S. in 8⁰. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1933. Preis 3,60 RM.

Das 61 Seiten starke Buch enthält praktische Anleitungen für den Montageleiter und Richtmeister zum Aufstellen von Eisenkonstruktionen, großen Maschinen und sonstigen schweren Lasten. Es soll auch dem Konstrukteur zur Hand gehen, der sich bereits beim Entwurf seiner Auf-

gabe Klarheit darüber verschaffen muß, auf welche Weise die Montage des von ihm entworfenen Werkstückes vor sich gehen soll, und der dementsprechend seine Konstruktion einzurichten hat. An zahlreichen Beispielen mit gut übersichtlichen Skizzen wird das Aufrichten von Bauwerken erläutert unter Beschreibung der zum Aufstellen notwendigen Werkzeuge und Geräte. Praktische Winke für das Auslegen von Seilen, Tabellen zur Bestimmung der Stärke von Richtmasten, Tragfähigkeit von Hanf- und Stahlseilen und einfache Berechnungsbeispiele ergänzen die Erläuterungen und ermöglichen es, auch weniger wissenschaftlich vorgebildeten Kräften die richtige Wahl der Hilfsmittel zu treffen. Ein besonderer Abschnitt behandelt die Herstellung und Verwendung der gebräuchlichen Hanfseilknoten und der Drahtseilverbindungen. Besonders wertvoll ist eine klare und übersichtliche Angabe über die Herstellung von Seilspleißungen und Seilkauschen. Das Buch kann sowohl dem Praktiker als auch dem Theoretiker empfohlen werden. Walter Müller.

Eingegangene Doktordissertationen.

Edelbert Kesting, Über die elektrolytische Abscheidung des Rhodiums. (Erschien i. d. Z. Elektrochem. Bd. 39 [1933], S. 948.) T. H. Stuttgart 1933.

Friedrich von Meier, Die Kosten der Lichtbogenschweißung. T. H. Dresden 1932.

Ernst Albert Rau, Über Bildungs- und Daniellketten im Schmelzfluß. (Sonderdr. aus Z. Elektrochem. 1934, Nr. 7 a.) T. H. Stuttgart 1930.

Hermann Schirmer, Beiträge zur elektrolytischen Abscheidung von Chrom aus Chromsäure- und Dichromatlösungen. T. H. Stuttgart 1934.

Gustav A. Weil, Über die Reibungsbeiwerte zwischen Rad und Fahrbahn. T. H. Stuttgart 1934.

GESCHÄFTLICHE MITTEILUNGEN.

Englands elektrotechnischer Außenhandel[1]). — Vergleicht man das Ergebnis des August 1934 mit dem im entsprechenden Monat des Vorjahres erzielten, so findet man auf seiten der Einfuhr diesmal nur eine Zunahme um 1,056 Mill RM[2]) (33 %), die hauptsächlich Radioempfänger ohne die Röhren (um 0,529 Mill RM), Leuchtvorrichtungen außer Glühlampen und Maschinen betraf. Merklich abgenommen hat der Import von isoliertem Leitungsmaterial, Glühlampen sowie von elektrotechnischen Kohlen. An den vorwiegend aus den V. S. Amerika und Holland stammenden Lieferungen war Deutschland mit 0,714 Mill RM beteiligt. Die Ausfuhr ist im Berichtsmonat gegen den August 1933 um 2,307 Mill RM oder 27 % gewachsen, wesentlich mit infolge einer Erhöhung des Generatorenexports um fast 220 % (bei den größeren Stromerzeugern um 0,684 Mill RM). Auch sonst zeigen sich durchweg höhere Ziffern mit Ausnahme von Schwachstromapparaten und -leitungen, Batterien und gewissen Instrumenten. Die Ausfuhr von Waren nach Australien (+ 0,571 Mill RM) und Südafrika ist erheblich größer gewesen, die nach China, Italien, Frankreich beträchtlich geringer als im vorjährigen Parallelmonat.

Erzeugnisse	Einfuhr in Mill RM		Ausfuhr in Mill RM	
	1934	1933	1934	1933
	August			
Maschinen	0,439	0,309	3,269	1,007
Waren und Apparate	3,796	2,870	7,578	6,633
	4,235	3,179	10,847	8,540

fm.

Der elektrotechnische Außenhandel Schwedens 1933[3]). — Nach der amtlichen Handelsstatistik ist die elektrotechnische Einfuhr mengenmäßig nur von 10 350 auf 9637 t, mithin um 713 t (7 %) zurückgegangen, wogegen die Ausfuhr von 10 770 auf 10 879 t entsprechend etwa 1 % stieg (Zahlentafel 1). Die elektrotechnische Einfuhr aus Deutschland verringerte sich von 6939 t zu 5896 t, d. h. um 1043 t (14,7 %). Ein wertmäßiger Vergleich ist nicht ohne weiteres möglich, weil der Reichsmarkmittelkurs in Stockholm im Jahre 1933 etwa 15 % höher lag als im Jahre 1932. Auffallend ist der Rückgang um fast die Hälfte in der Einfuhr von Akkumulatoren und galvanischen Elementen. Größtenteils dürfte die Erklärung im Übergang auf Rundfunkempfänger für Netzanschluß liegen bzw. auf Erweiterung der schwedischen Erzeugung. An Installationsmaterial ist Schweden noch nicht selbstversorgend und somit die Einfuhr beinahe unverändert. Die Ausfuhr von Zählern hat sich verdreifacht. Die erhöhten Mengen von elektrotechnischen Spezialapparaten sowohl bei der Einfuhr als auch bei der Ausfuhr beziehen sich überwiegend auf Rundfunkgeräte. Die erhöhte Einfuhr elektrotechnischer Kohlen, meistens von Kohleelektroden, läßt erkennen, daß die elektrochemische und elektrothermische Industrie besser beschäftigt war. Eine weitere Übersicht über die verschiedenen Warengruppen ist in der Zahlentafel 1 enthalten.

Zahlentafel 1.

Erzeugnisse	Einfuhr insgesamt t	Einfuhr insgesamt 1000 RM	Einfuhr a. Deutschland t	Einfuhr a. Deutschland 1000 RM	Ausfuhr t	Ausfuhr 1000 RM
Generatoren, Motoren, Transformatoren usw.	634	1 852	484	1 415	5870	6 351
Teile von Generatoren, Motoren	94	318	70	245	624	1 046
Akkumulatoren	413	368	180	160	708	1 980
Galvanische Elemente	1051	1 158	394	455	10	13
Schalttafeln, Sicherungen, Anlasser, Regler	384	998	357	900	599	1 114
Schalter, Lampenfassungen	424	1 504	381	1 336	190	362
Meßinstrumente, Zähler	109	1 000	103	890	28	151
elektr. Lampen usw.	246	1 572	159	896	52	626
Fächer, Staubsauger, Bohner, Poller- und Schleifmotoren	158	954	87	582	607	3 928
Härteöfen, Heizgeräte usw.	53	88	35	58	64	114
elektr. Spezialapparate	1175	7 598	576	3 764	241	1 524
Telephon- und Telegraphenapparate	4	106	2	36	283	3 082
elektrotechn. Kohlen	2571	1 162	1014	352	73	130
Isolierrohr	279	126	276	125	1	1
Porzellanisolatoren usw.	427	762	359	659	88	100
isolierte Drähte u. Kabel	1615	1 198	1419	964	1441	1 292
insgesamt:	9637	20 764	5896	12 837	10879	21 814

1 RM = 1,50 schwed. Kr.

Der Rückgang des deutschen Anteiles in der Elektroeinfuhr erklärt sich z. T. durch die Währungsverhältnisse, nachdem die schwedische Krone zur Sterlinggruppe zählt. Außerdem ist die schwedische Handelsbilanz mit Deutschland seit vielen Jahren passiv, mit einem beträchtlichen Einfuhrüberschuß in Schweden. Das Handelsabkommen wurde gekündigt und nicht erneuert. Ferner haben die Transferschwierigkeiten der schwedischen Guthaben in Deutschland eine Neuorientierung der Kundschaft veranlaßt. *Hldn.*

Aus der Geschäftswelt. — In das Handelsregister wurden eingetragen: Plitz Akkumulatoren-Gesellschaft m. b. H., Chemnitz, Aue 25 (20 000 RM): Herstellung und Vertrieb von transportablen Akkumulatoren und Akkumulatorenteilen, Beteiligung an anderen gleichartigen Unternehmungen bzw. der Erwerb von solchen; „Resi-Elektro-G. m. b. H.", Dortmund, Westenhellweg 9½ (20 000 RM): Herstellung und Verkauf elektrisch betriebener Staubsauger mit Namen Resi; „R. A. B. Regler- und Apparate-Bau G. m. b. H.", Wiesbaden (20 000 RM): Herstellung von Gas- und Elt(Elektrizitäts)geräten jeder Art sowie Beteiligung an gleichen oder ähnlichen Unternehmungen und Erwerb solcher; Apparatebau G. m. b. H., Oschersleben (600 000 RM): Herstellung und Vertrieb von Maschinen und Apparaten; G. Schaub Apparatebau-G. m. b. H., Pforzheim (60 000 RM): Herstellung und Verwertung elektrischer Apparate, insbesondere von Meßgeräten, Radioempfängern und elektrotechnischen Zubehörteilen; „Radio-Selektra" Großhandlung für Radio-, Sendungs- und elektrotechnische Erzeugnisse, G. m. b. H., Berlin (20 000 RM): Großhandel mit Apparaten für Radioempfang, Fernseh- und -sendung sowie Zubehörteilen und mit elektrotechnischen Erzeugnissen; Leybold und v. Ardenne Oszillographen G. m. b. H., Köln a. Rh. (30 000 RM): Erwerb und Verwertung von Erfindungen auf dem Gebiete der Meßtechnik, Herstellung und Vertrieb von Apparaten, die in dieses Gebiet fallen, sowie Fabrikation und Vertrieb von Braunschen Röhren. —

Abschluß des Heftes: 26. Oktober 1934.

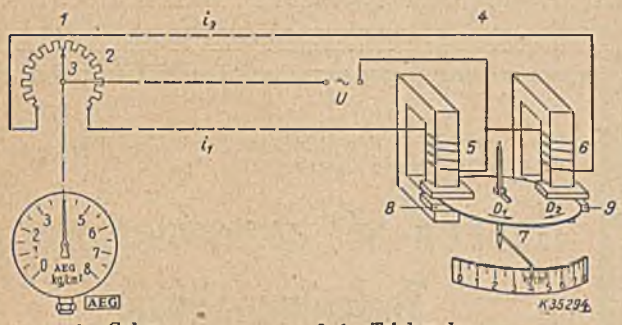
[1]) Nach Electr. Rev., Lond., Bd. 115, S. 379. Vgl. ETZ 1933, S. 1228; 1934, S. 996.
[2]) 1 RM = 0,08 £.
[3]) Vgl. ETZ 1933, S. 904.

Für die Schriftleitung verantwortlich: E. C. Zehme in Berlin. — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin.
Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9.

Spannungsunabhängige Wechselstrom-Uebertragungseinrichtung für mechanische Meßgeräte.

Mitteilung der AEG.

Bei Meßgrößen, die mit mechanischen Meßwerken erfaßt werden, erfolgt die Anzeige an der Meßstelle selbst oder in ihrer unmittelbaren Nähe, und eine Fernübertragung der ermittelten Werte ist ohne weiteres nicht möglich. Man verwendet daher zusätzliche elektrische Uebertragungseinrichtungen, die eine räumliche Trennung zwischen Meß- und Anzeigegerät gestatten. Der Einbau des eigentlichen Meßgerätes kann



1 = Geber,
2 = Widerstand,
3 = Kontaktbürste,
4 = Empfänger,
5, 6 = Triebspulen,
7 = Aluminiumscheibe,
8, 9 = Kurzschlußringe,

Abb. 1. Schaltung zur Uebertragung eines Manometerausschlages.

dann an der Stelle erfolgen, welche die größte Meßgenauigkeit gewährleistet, ohne daß auf bequeme Ablesemöglichkeit bzw. Zugänglichkeit geachtet werden müßte. Die elektrische Uebertragung gestattet weiterhin, Messungen, die an verschiedenen Stellen eines Betriebes erfolgen, an einer zentralen Stelle gemeinsam zu überwachen, wobei es gleichgültig ist, ob es sich um einfache Anzeige, Aufzeichnung, Zählung oder Summierung von Meßgrößen handelt.

Die neue elektrische Uebertragungs- bzw. Zähleinrichtung der AEG hat den besonderen Vorzug, daß sie unter Zwischenschaltung eines Kleinwandlers aus dem Wechselstromnetz gespeist werden kann und die Uebertragungsgenauigkeit der Anlage von Spannungsschwankungen dieses Netzes unabhängig ist. Außerdem haben Frequenz- oder Temperaturänderungen praktisch keinen Einfluß.

Abb. 2. Widerstandsgeber.

Die Einrichtung besteht im wesentlichen aus dem Geber und dem Empfänger. Jedes mechanische Meßwerk, das bei Meßgrößenänderung einen Zeiger bewegt und ein ausreichendes Drehmoment hat, kann mit dem Widerstandsgeber der Uebertragungseinrichtung ausgerüstet werden. Als Empfänger dienen anzeigende oder schreibende Geräte mit einem Ferraris-Quotienten-Meßwerk, die sich äußerlich von den gebräuchlichen elektrischen Meßgeräten nicht unterscheiden. Zur Verbindung von Geber und Empfänger sind wie bei jedem Quotientenmesser drei Leitungen erforderlich, von denen eine gegebenenfalls durch die Erde ersetzt werden kann. Der Einfluß des Leitungswiderstandes ist ohne praktische Bedeutung, solange er einige Ohm nicht überschreitet. Größere Leitungswiderstände werden durch Ausgleichswiderstände abgeglichen. Die Schaltung zur Uebertragung eines Manometerausschlages beispielsweise ist in Abb. 1 wiedergegeben.

Der Geber (Abb. 2) besteht aus einem Widerstand, auf dem durch das mechanische Meßwerk eine Kontaktbürste bewegt wird. Für jede Zeigerstellung des Meßgerätes ist daher die Aufteilung des Geberwiderstandes und damit die Stromverteilung in den drei Verbindungsleitungen eine andere.

Der Werkstoff für die Widerstandswicklung und die Kontaktbürste ist eine Edelmetall-Legierung mit einem kleinen Temperatur-Koeffizienten und hoher mechanischer Beständigkeit. Der Tragkörper besteht aus einem hitze- und feuchtigkeitsbeständigen Steatitring. Die ringförmige Gestalt des Gebers (Abb. 2) bedingt eine große Abkühlfläche und damit gute Belastbarkeit

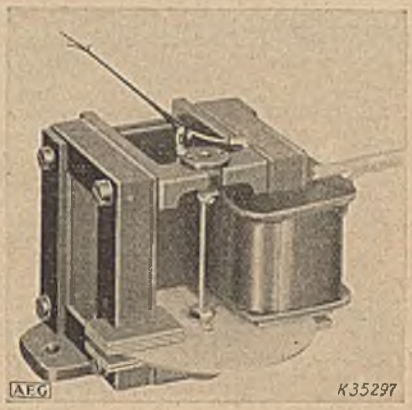


Abb. 3. Ferraris-Quotienten-Meßwerk (linke Spule entfernt).

der Wicklung. Die Kontaktbürste besteht aus vier einzelnen Federn von verschiedener Länge und damit verschiedener Eigenschwingungszahl. Bei Erschütterungen oder Stößen können sich somit niemals alle Federn gleichzeitig von der Widerstandswicklung abheben. Es ist daher auch unter ungünstigsten Verhältnissen ein sicherer Kontakt gewährleistet.

Der Geber benötigt zu seiner Verstellung eine Drehkraft von etwa 0,4 gcm. Der Ausschlagwinkel beträgt 270°. Die Zahl der Windungen ist etwa 250, so daß sich infolge der unsteten Widerstandsänderung ein grundsätzlicher Meßfehler von nur $\pm$ 0,2 % ergibt.

Der Empfänger (Abb. 3) hat ein Meßwerk, das aus einer Triebscheibe und zwei gegeneinanderwirkenden Triebsystemen besteht. Es zeigt das Stromverhältnis in den beiden Triebsystemen an und bildet also die jeweilige Stellung der Geber-Kontaktbürste auf der Instrumentenskala ab.

Da der Zeiger bei spannungslosem Gerät keine bestimmte Nullage hat, ist ein Rückstellrelais eingebaut, das beim Ausbleiben der Spannung den Zeiger aus dem Skalenbereich herausführt. Hierdurch werden Irrtümer bzw. Fehlmessungen vermieden.

Infolge der geringen Abmessungen ist der Einbau des Empfängersystems auch in kleine Gehäuse möglich. Es wird für anzeigende Geräte in runder Schalttafelform, Profilform und für Punktschreiber verwendet. Außerdem werden mit einem ähnlichen System auch Tintenschreiber und zählende Empfänger hergestellt. Zählende Empfänger dienen insbesondere zur Integration der Momentanwerte der Durchfluß-Mengenmesser.

Zur gefl. Beachtung!

Die immer häufiger werdenden Klagen über Einbehaltung von Lichtbild, Zeugnisabschriften usw. seitens der inserierenden Firmen veranlassen uns zu der dringenden Bitte, den wirtschaftlich oft sehr bedrängten Stellesuchenden, falls sie nicht zur engeren Wahl gezogen sind, sämtliche Bewerbungsunterlagen unter Angabe der Chiffre unaufgefordert stets sofort portofrei zurückzusenden. Die Stellungsuchenden weisen wir darauf hin, daß es zweckmäßig ist, den Bewerbungen auf Chiffre-Anzeigen keine Originalzeugnisse beizufügen. Zeugnisabschriften, Lichtbilder usw. müssen Namen und Anschrift des Bewerbers tragen.

VERLAG UND EXPEDITION DER ELEKTROTECHNISCHEN ZEITSCHRIFT

Erfahrener Fachmann für

Elektro-Wärme

an selbständiges Arbeiten gewöhnt, sucht leitende Stellung. Angebote unter **E. 4815** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, erbeten.

Installationsmaterial

Ing. für Konstruktion u. Fabrikation, vertraut m. sämtl. einschläg. Arbeit., 31 J., ledig, sucht Stellg. Angeb. u. **E. 4813** a. d. A.-A. d. ETZ, Berlin W 9.

Dr.-Ing.

Mitte 30, in der Betriebsführung einer großen Ueberlandversorgung leitend tät., sucht neuen ähnl. Wirkungskreis. Off. unter **E. 4814** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W9, erb.

Strebsamer

Elektroingenieur

staatl. gepr., 22 J., gute Zeugn., sucht **Anfangsstellung.** Angeb. erb. u. **E. 4806** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Wir suchen zur Ausarbeitung von Projekten jeder Art tüchtigen

Projekten-Ingenieur

Ausf. Ang. m. Zeugnisabschr., selbstgeschrieb. Lebenslauf u. Gehaltsang. u. **E. 4816** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Bln. W9, erb.

Wir suchen jungen

Dipl.-Ingenieur der Elektrotechnik

(möglichst Schwachstrom)

mit besonderer Eignung für Entwicklungsaufgaben aus dem Gesamtgebiet der allgemeinen Elektrotechnik (theoretische und Laboratoriumsbearbeitung) und

jungen Elektrotechniker

mit guter Werkstattpraxis für Arbeiten im Prüfraum. Angeb. mit Lichtbild., Lebenslauf, Zeugnisabschr. u. Altersangabe erb. u. **E. 4807** a. d. A.-A. d. ETZ, Bln. W 9.

Südwestdeutsche Fabrik für sanitäre Einrichtungen sucht für **sofort** jüngeren, arbeitsfreudigen

Ingenieur oder Dipl.-Ing.

mit abgeschlossener Staatstechn.- oder Hochschulbildung. Herren, die Elektrotechnik studiert haben, langj. prakt. Erfahrungen besitzen, bes. aber bewandert sind in allen Prüfungen und Berechnungen von Motoren bis zu 1 PS, Transformatoren, Hochsp.-Techn. beherrschen und Spezialist sind im Röntgenfach, auch die Apparate selbst konstruieren können, werden gebeten, lückenlosen Lebenslauf, Zeugn. u. Photo sowie Gehaltsansprüche unter **E. 4812** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9, einzusenden.

Für Arbeiten in der Rundfunkröhrenentwicklung sucht Berliner Großfirma

Herren mit abgeschlossener Technikumbildung

Handschriftliche Bewerbungen mit ausführlichem Lebenslauf, Zeugnisabschriften u. Lichtbild unt. **E. 4817** a. d. Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W9, erbeten.

Erfahrener Konstrukteur

mit gediegenen Kenntnissen für elektroakustische Spezialanlagen zu sofortigem Eintritt gesucht. Angebote mit Lebenslauf, Lichtbild und Zeugnisabschriften unter Angabe der Gehaltsansprüche an

[4811] **Atlas-Werke A.-G., Bremen.**

Wir suchen für unsere Abteilung Elektroofenbau

erstklassige selbständige Konstrukteure

mit mehrjähriger Erfahrung in der Entwicklung und technischen Durchbildung von elektrischen Industrieöfen.

Offerten unter **E. 4819** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ, Berlin W 9.

Zu sofort werden gesucht

Elektroingenieure

mit mehrjähriger Praxis auf dem Gebiete der Stark- und Schwachstromtechnik. Konstrukteure, Laboratoriums-, Prüffeld- und Entwicklungs-Ingenieure wollen Angebote mit Zeugnisabschriften und Gehaltsansprüchen einreichen unter **E. 4818** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

Fortsetzung auf Seite 14

Zu den Elektro-Kraftwerken der UdSSR

und Werken der Elektroindustrie

Studienreise
Moskau–Leningrad–Dnjeproges
Mitte Januar 1935

Kosten einschl. Fahrt ab und bis UdSSR-Grenze mit 11 Tagen Aufenthalt von RM 172.– an

Auskunft und Prospekte bei

INTOURIST

BERLIN NW 7 UNTER DEN LINDEN 62

und allen großen Reisebüros

Dr. phil. MAX ULLRICH, G.M.B.H., LEIPZIG

PARVUX

das kleine handliche
LUXMETER
für die Westentasche

Zur Messung der Beleuchtung an Arbeitsplätzen. Meßbereiche: 250/2500 Lux. Das unentbehrliche Instrument für den
Beleuchtungsfachmann
Architekt
Wissenschaftler
Elektrotechniker

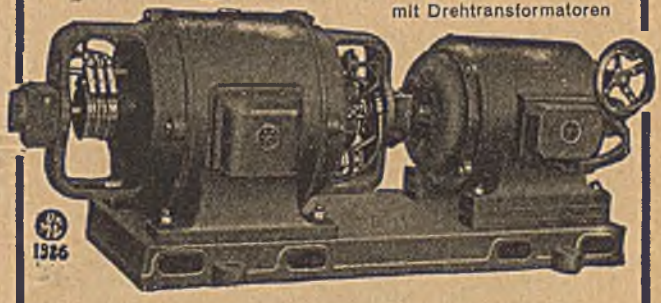
Bruttopreis . . . . . RM 32.–
mit Lederbereitschaftsetui

GOSSEN

FABRIK ELEKTRISCHER PRÄZISIONSMESSGERÄTE ERLANGEN/BAY.

Dreh-Transformatoren
(Phasenschieber)

Eich-Aggregate
Umformer
mit Drehtransformatoren



Max Levy G.m.b.H.
SPEZIAL-FABRIK
Berlin N 65, Müllerstr. 30 Fernruf De Wedding 0010 Drahtwort Domalevy

Wasserkraft [4805]
bis 6000 kW, 40 Millionen Kilowattstunden, außerordentlich bill. **zu verpachten.** Gelände u. Fabrikgebäude vorhand. Uebertragung nach Orten innerhalb Tirol u. Süddeutschland mögl. Ang. u. **M. R. 11533** bef. Ann.-Exp. Carl Gabler, München I, Theatinerstr. 8/I.

Ausgebaute elektrische [4820]
ZÄHLER
kauft jeden Posten gegen Kasse
Zähler-Eich- und Revisionsanstalt GmbH.
Berlin NO 43 Neue Königstr. 29-32 Tel.: E1, Berolina 0666

Das D. R. P. 540 705 betr. **„Elektrische Spannungssicherung mit zwei oder mehreren durch Isoliermittel getrennten Elektroden"** ist zu verkaufen oder in Lizenz zu vergeben.
Zuschriften unter **E. 4809** an die Anzeigen-Abteilung der ETZ., Berlin W 9, erbeten.

Mit der Fachzeitschrift zu Wissen und Erfolg.

Für sofort oder im Frühjahr zu kaufen gesucht:
1 Kondensations-Dampfturbine
für 7 oder 13 atü Eintrittsdruck, 3000—5000 kW Leistung, 3000 Umdrehungen, Baujahr nicht vor 1924, in einwandfreiem und betriebsbereitem Zustande, nur von einer ersten Turbinenfabrik geliefert. Angebote, die alle wesentlichen technischen Daten vollständig enthalten und den äußersten Preis mitteilen, sind erbeten unter **E. 4810** a. d. Anz.-Abt. d. ETZ, Berlin W 9.

Ideale Preßluftreinigung
durch unseren Hundtweber-
„Rekord" - Abscheider
DRP. a.
Das Beste auf diesem Gebiete!
Näheres durch Prospekt Nr. 1034
HUNDT & WEBER
G. m. b. H.
Geisweid (Kreis Siegen)
Postfach Nr. 103

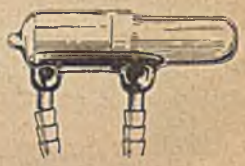
Angesehene Spezialfabrik der Elektrotechnik sucht
neue Artikel der Branche
aufzunehmen und erbittet Angebote auf **geschützte** Neu-Konstruktionen und -Erfindungen mit genauen Angaben der Verkaufs- bzw. Lizenz-Bedingungen. Angebote vornehmlich auf dem Gebiete des Installations- und Beleuchtungsmaterials erwünscht unter **E. 4808** an die Anz.-Abt. der ETZ, Berlin W 9.

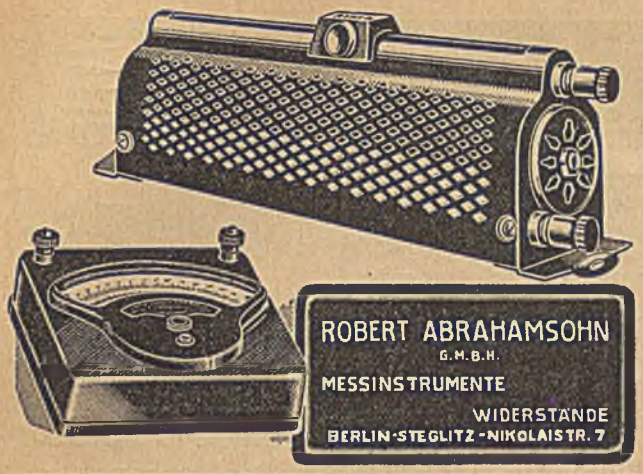
Mancher war schon froh
erst eine „Kleine Anzeige" aufgegeben zu haben, ehe er zu anderen kostspieligen Maßnahmen griff. Der Erfolg der „Kleinen Anzeigen" steht meist im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Größe und ihrem billigen Preis. Darum sollten auch Sie sich in allen vorkommenden Fällen der „Kleinen Anzeigen" in der ETZ bedienen.

ZÄHLER
jeden verfügbaren Posten kauft:
J. Progl **München 8**
(4534) Zählerverwertung Riggauerweg

Der Stabilisator schafft

die ideale spannungskonstante Gleichstromquelle mit kleinstem innerem Widerstand. Er ist leicht, klein, betriebssicher, billig.
Ströme bis 200 mA, Spannungen beliebig hoch, bei je 70 V unterteilt.
Neue Typen!
Neue Beschreibung!
STABILOVOLT
GMBH
Berlin-Tempelhof, Lorenzweg 1

Klinger & Schmidt
Ilmenau 2, Thüringen

Wir stellen her:
Vertikal- und horizontalarbeitende **Quecksilberschaltröhren**
Vertikalarbeitende Verzögerungs- und Blinkschaltröhren
Kompl. **Schaltschütze** m. Vertikalröhren
Temperaturregler u. Kontaktthermometer



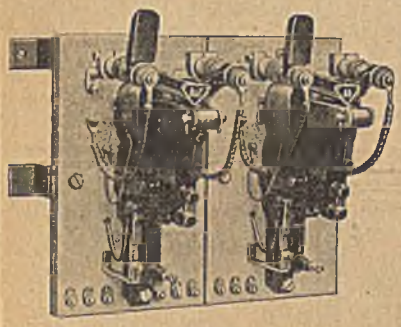
Anstatt Kupfer und Messing

DLW - Leichtmetall

Verlangen Sie sofort unsere Vorschläge
Beratung und Aufklärung kostenlos durch

Vereinigte Leichtmetallwerke G.m.b.H. Bonn
Werke in Bonn und Hannover.

Drehstrom-Wendeschütze



für Aufzüge

in neuer Form

zuverlässig und tausendfach bewährt

Bitte verlangen Sie die neuen Listen

Gebr. CRUSE & Co.
Dresden N 30

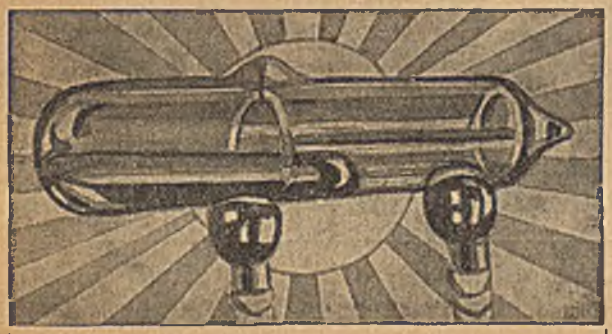
KUPPERS
METALLWERKE G.M.B.H.
BONN T. 8.

CuFS

Zubehör für kabelähnliche Leitungen

Verlangen Sie Angebot

C. u. F. Schlothauer G. m. b. H.
Ruhla, Thüringen



Die **Quecksilberschaltröhre** bis 100 Amp.
W. GÜNTHER, NÜRNBERG/S
Spezial-Fabrik für Quecksilber-Schaltröhren

VORWERK & SOHN
WUPPERTAL-BARMEN
ABTEILUNG GUMMIWERK

ETZ-ANZEIGER

Formstücke 22
aus dem typisierten
Bebrit-Kunstharz-Preßstoff
Elektrotechnische Fabrik G. m. b. H.
Bebra H.-N.

Niedax-Rosette
die einwandfreie Schalterbefestigung mit Niedax-Dübel
Niedergesäß & Co., Berlin W 35. E.

Preßspan
in Tafeln, Rollen und Bändern nach VDE-Leitsätzen und D. I.-Normen
Edelpreßspan (Anelektron)
Transformatorenpreßspan
KADE & Co.
Preßspanfabrik G. m. b. H.
SÄNITZ O.-L.

PLATIT KONTAKTE
Wolfram Platin
Silber u. Legierungen
ELEKTRO-METALLWERK
BERLIN SO 36, Köllnisches Ufer 54

Preßspanfabrik Untersachsenfeld A. G.,
vorm. M. Hellinger
Post Schwarzenberg-Neuwelt/Sa.
Preßspan für Elektroisolation
Edelpreßspan für höchste Ansprüche

Licht-Reklame
Entwurf und Fabrikation
EMIL NIETHAMMER
ROSENBERGSTR. 16/18 - FERNRUF 21457/58
STUTTGART-W.

CARL **Flohr** A.-G.
BERLIN N4
Aufzüge · Fahrtreppen Krane
Bekannt mustergültige Bauarten

Wolfram u. Molybdän
Metallpulver Stäbe, Bleche
Schrauben Nieten
Ronden Drähte
Kontakte
Platten Federn
Elektrochemische Fabrik Volt G.m.b.H.
WERDER a.d. HAVEL

Nürnberger Metallätzwerk
Lessinger & Heymann, Nürnberg-S
Firmen- u. Leistungsschilder
für Maschinen Apparate
sowie Skalen und Zifferblätter

SPEZIAL-FABRIK FÜR WÄRMETECHNISCHE UND FERN-MESSGERÄTE
W. H. JOENS & Co. GMBH
— DÜSSELDORF —

Der ETZ-Anzeiger
bietet beste Gelegenheit zur Ankündigung von solchen Artikeln, die keinen großen Reklameaufwand vertragen

FABRIKZEICHEN

Hausanschlußsicherungen
Zählerbefestigungstafeln
Steckvorrichtungen
Schaltgeräte
„Rovo"-Hausleuchten
BUMKE & Co.
G. m. b. H.
Braunschweig, Rebenstr. 5

Fein-Fabrikate
C. & E. FEIN, STUTTGART
Erste Spezialfabrik für Elektrowerkzeuge
Gegr. 1867

HOLLÄNDISCHE DRAHT- und KABELWERKE A. G.
AMSTERDAM
DRAKA
Gummi-isolierte Leitungen aller Art.

KROGSGAARD & BECKER
Hamburg 30
Spezialfabrik elektr. Schaltapparate
gegr. 1883 **KUB** liefert:
Zellenschalter, Kurbelschalter, Handradschalter, Selbstausschalter bis 3000 A.
Hebelschalter bis 5000 A.

Bei der Schriftleitung der „ETZ" eingegangen:

Listen und Drucksachen.
(Bezug durch die Firmen.)

Carl Reinshagen Telefonschnur-, Kabel- u. Gummiwerk G. m. b. H., Wuppertal-Ronsdorf. Festschrift 60 Jahre Kabelwerk Reinshagen 1874—1934.

A. Schumann Fabr. f. Feinmechanik, Düsseldorf. Listen D 15/30 und D.H.M. über Diros, die leichtesten und kleinsten Elektro-Handwerkzeuge höchster Leistung.

Stabilovolt G. m. b. H., Berlin-Tempelhof. Druckschr.: Stabilisierte Stromquellen.

Hermsdorf-Schomburg Isolatoren-Gesellschaft, Hermsdorf/Thür. Hescho-Kondensatoren. Heft 3 der Schriftenreihe „Keramische Sondermassen".

Papier

für die elektrotechnische Industrie

speziell

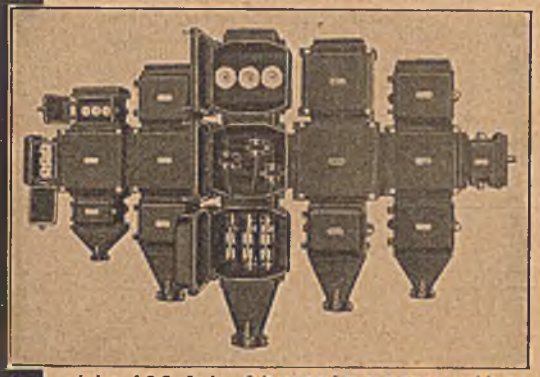
Isolierpapier
für Stark- u. Schwachstrom in Röllchen von 2mm an aufwärts

Kondensatorpapier
Dicke von 0,0065mm aufwärts

Schoeller & Hoesch
G.m.b.H.
Gernsbach i. Baden

K

AEG Schaltanlagen Bauform „U"



bis 400 A je Abzweig verwendbar

Vorteile:

Nur **fünf** Größen von Gußgehäusen und auswechselbaren Einsätzen, daher einfachste Lagerhaltung

Nur **eine** Flanschgröße, daher leichtes Erweitern und Umbauen von Anlagen

Zusammenbau mit Geräten der bekannten Bauform „N" möglich

Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft

Verlangen Sie Druckschrift Sa/V 1460

Widerstands-Material

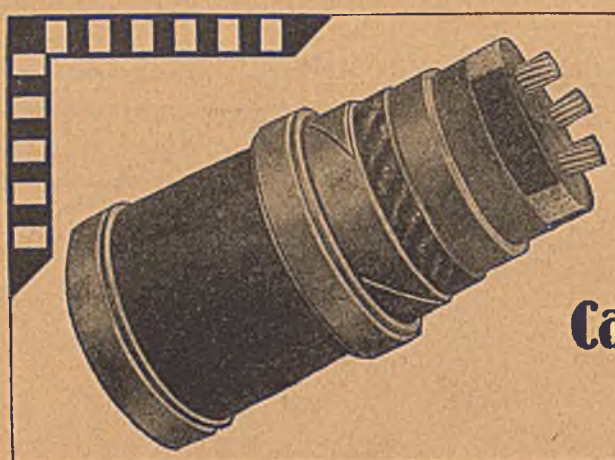
Drähte und Bänder
Chromnickel
eisenfrei und eisenhaltig
Konstantan
Nickelin
Neusilber

VEREINIGTE DEUTSCHE METALLWERKE AKTIENGESELLSCHAFT
Zweigniederlassung
Basse & Selve, Altena (Westf.)
Fernspr.: Altena (Westf.) Sammel-Nr. 2746
Telegr.: Verdemet Altenawestfalen

VERBESSERN SIE DEN COS DURCH

Wir beliefern seit Jahren Großkraftwerke, Stromlieferungs-Gesellschaften und Kraftverbraucher mit Blindstromkondensatoren. Durch die Ersparnis an den Stromrechnungsbeträgen haben sich in fast allen Fällen unsere Kondensatoren in 1 bis 2 Jahren bezahlt gemacht.
Wir beraten Sie gern und unverbindlich. Verlangen Sie unsere Druckschriften.

MEIROWSKY & CO.
AKTIENGESELLSCHAFT PORZ (RHEIN)



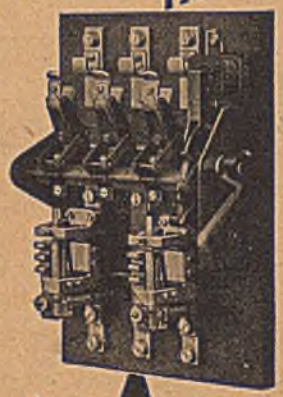
Starkstrom-Bleikabel
für
Hoch- u. Niederspannungen
Nach den Normalien des VDE

Callender Kabel Gesellschaft
m. b. H.
HAMBURG 1

UNIMAX
FREILEITUNGSKLEMME
in verbesserter Ausführung.

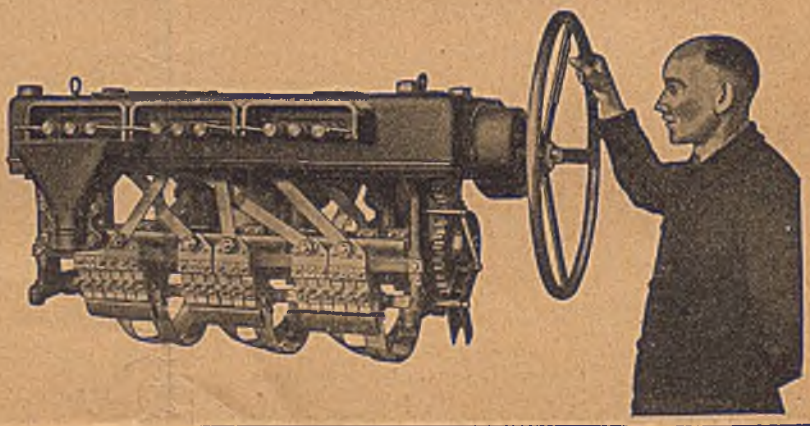
J. WILHELM HOFMANN
KÖTZSCHENBRODA-DRESDEN

Spitzen-leistung Ihres Motors
erzielen Sie durch Motor-schutz



NK
NOSTITZ & KOCH
CHEMNITZ

Schalt- und Regelgeräte
für Hand- und automatische Betätigung
Sonderausführungen



Spohn & Burkhardt
Elektrotechnische Fabrik
Blaubeuren

Für den Anzeigenteil verantwortlich Albert Meyer, Berlin-Lichterfelde Undinestr. 12 — Verlag der ETZ-Verlag G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg Im Buchhandel durch Julius Springer, Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann-Büxenstein G. m. b. H., Berlin SW 19 — D.-A. III. Vj.: 12000. — Printed in Germany

Hierzu eine Beilage von **Brown, Boveri & Cie., A.-G., Mannheim.**